

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI ARAZİ KULLANIMI ALTINDAKİ TOPRAKLARDA DEPOLANAN
TOPLAM KARBON VE TOPLAM AZOTUN BELİRLENMESİ**

Derya ŞAHBAZ YAĞDI

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**ANKARA
2018**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Derya ŞAHBAZ tarafından hazırlanan “Farklı Arazi Kullanımı Altındaki Topraklarda Depolanan Toplam Karbon ve Toplam Azot Miktarlarının Belirlenmesi” adlı tez çalışması 16/04/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Sonay SÖZÜDOĞRU OK
Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme A.B.D.

Jüri Üyeleri:

Başkan: Prof. Dr. Sonay SÖZÜDOĞRU OK
Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme A.B.D.

Üye: Prof. Dr. Gökhan ÇAYCI
Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme A.B.D.

Üye: Prof. Dr. Rasim KOÇYİĞİT
Gaziosmanpaşa Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme A.B.D.

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

16.04.2018

Derya ŞAHBAZ YAĞDI



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI ARAZİ KULLANIMI ALTINDAKİ TOPRAKLARDA DEPOLANAN TOPLAM KARBON VE TOPLAM AZOTUN BELİRLENMESİ

Derya ŞAHBAZ YAĞDI

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sonay SÖZÜDOĞRU OK

Bu çalışmanın amacı Ankara-Çamkoru mevkiinde farklı arazi kullanımı (tarım-orman-mera) altındaki topraklarda depolanan toplam karbon ve toplam azot miktarlarının belirlenmesidir. Böylece farklı vejetasyonlar altındaki toprakların karbon depolamadaki yeri ve önemini ortaya koymak ve ülkemiz açısından faydalı olabilecek veriler elde etmek için bir alan çalışması planlanmıştır. Çalışma geleneksel toprak işleme yöntemleri kullanılan tarım arazisi, doğal orman ve mera arazilerinden alınan toprak örnekleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla her bir araziden alanları temsil edecek 3 noktadan üçer tekrarlı olacak şekilde toplam 81 adet toprak numunesi alınmıştır. Bu toprak numunelerinde toplam organik karbon, toplam azot, organik madde, hacim ağırlığı, tekstür, pH, EC, yarayışlı fosfor (P), yarayışlı potasyum (K), yarayışlı sodyum (Na), yarayışlı magnezyum (Mg), yarayışlı kalsiyum (Ca) gibi toprak özellikleri analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda her üç arazi kullanımı altındaki 0-5cm, 5-10 cm, 10-20 cm derinliklerinde depolanan C ve N miktarları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farkın ($p>0,05$) olmadığı farklı gruplarda yer aldıkları görülmüştür. 0-20 cm derinlikte depolanan toplam C miktarları orman, mera, tarım arazisi için sırasıyla 124,44 t/ha, 61,19 t/ha, 11,73 t/ha olurken, alanlar büyükten küçüğe depolanan karbon bakımından orman>mera>tarım olarak sıralanmıştır. Toplam N miktarı açısından alanlar büyükten küçüğe orman>mera>tarım şeklinde sıralanmıştır. Değerler 5,46 t/ha, 4,00t/ha, 2,73 t/ha şeklinde hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen veriler, arazi kullanım değişikliğine bağlı olarak toprakta depolanan toplam C ve N oranlarının değişiklik ve farklılık gösterdiğini ve bununda dünyada bu alanda yapılmış diğer çalışmalarla paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

Nisan 2018, 109 sayfa

Anahtar kelimeler: Arazi Kullanım Türü, Toprak, karbon Depolama, Organik Madde, Azot

ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION OF CARBON AND NITROGEN STORES IN SOILS UNDER DIFFERENT
LAND USES

Derya ŞAHBAZ YAĞDI

Ankara University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof.Dr. Sonay SÖZÜDOĞRU OK

The aim of this study is to determine the total amount of carbon and nitrogen that is stored in the soil under different land use (agriculture-forest-pasture) in Ankara-Çamkoru region. Thus, an area study is planned to reveal the importance of carbon storage of the soil under different vegetations and to obtain data that can be useful for our country. The study was carried out on soil samples taken from agricultural land, natural forest and pasture lands using traditional tillage methods. For this purpose, a total of 81 soil samples were taken to represent each area from three points to three repetitions. In these soil samples, total organic carbon, total nitrogen, organic matter, volume weight, texture, pH, EC, useful phosphorus (P), useful potassium (K), useful sodium (Na), useful magnesium (Mg), beneficial calcium) have been analyzed. As a result of these analyzes, it was observed that there was a statistically significant difference between the amounts of C and N stored at 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm depths under all three land uses ($p = 1.00 > 0,05$) . Total C amounts stored at 0-20 cm depth are 124.44 t / ha, 61.19 t / ha, 11.73 t / ha for forest, pasture and agricultural land, respectively. In terms of total N amount, the values are 5,46 t / ha, 4,00 t / ha, 2,73 t / ha, and the areas are listed as large to small forest, pasture, agriculture respectively. As a result of the research, it has been determined that the total C and N ratios stored in the soil vary with the land use type and it is show that results of this study are at the same direction with the other scientific studies on international area.

April 2018, 109 pages

Key words: Land Use Type, Soil, Carbon Storage, Organic Matter, Nitrogen

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımı yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek akademik ortamda olduğu kadar beşeri ilişkilerde de engin fikirleriyle yetişme ve gelişmeme katkıda bulunan danışman hocam sayın Prof. Dr. Sonay SÖZÜDOĞRU Ok'a, çalışmalarım süresince maddi manevi desteklerini esirgemeyen birlikte çalıştığım değerli arkadaşlarım; Murat TUTAM ile Memnune TÜZÜN' e, bu çalışmaya başlamam konusunda beni cesaretlendirerek yardımlarını esirgemeyen Berna ECZACIBAŐI BALKIZ' a ve Pınar GİRGİN' e çalışmalarım süresince birçok fedakârlıklar ve sabır göstererek her zaman maddi manevi destekçim olan kıymetli ailem, sevgili eşim ve biricik oğluma en derin duygularımla teşekkür ederim.

Derya ŞAHBAZ YAĞDI

Ankara, Nisan 2018

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
2.1 Kuramsal Temeller	6
2.1.1 İklim değişikliği kavramı ve nedenleri.....	6
2.1.2 Küresel ısınma ve atmosferik sera etkisi.....	11
2.1.3 Küresel karbon döngüsü.....	20
2.1.4 Karbon ve Toprak.....	24
2.1.5 Toprak organik maddesi	25
2.1.6 Toprakta karbon tutulumu	27
2.1.7 Azot döngüsü	29
2.1.8 Arazi kullanım şekilleri ve sınıflandırılması.....	31
2.1.9 Orman alanları.....	35
2.1.10 Tarım alanları.....	41
2.1.11 Çayır ve mera alanları.....	45
2.2 Kaynak Özetleri	48
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	63
3.1. Materyal	63
3.1.1 Örnekleme alanlarının lokasyonu	63
3.1.2 Örnekleme alanlarının yapısı.....	64
3.1.3 İklim	66
3.2 Yöntem	68
3.2.1 Örnekleme.....	68
3.2.2 Analiz yöntemleri	70
3.2.3 Toprak derinliğine bağlı olarak depolanan karbon ve azot miktarının hesaplanması.....	71
3.2.4 Hipotezler	72
3.2.5 İstatistikî analiz metotları.....	73
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	74
4.1 Analiz Sonuçları	72
4.2 İstatistikî Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi	88
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	95
KAYNAKLAR	99
ÖZGEÇMİŞ.....	112

SİMGELER DİZİNİ

CaCO ₃	Kalsiyum Karbonat
CO ₃ ⁻²	Karbonat
CO ₂	Karbondioksit
CH ₄	Metan
N ₂ O	Diazot monoksit
O ₃	Ozon
CFC _s	Kloroflorokarbon
H ₂ O	Su buharı
HCO ₃ ⁻	Bikarbonat
NH ₄ ⁺	Amonyum
NO ₃	Nitrat
Mt	Milyon ton
Ppm	Milyonda bir kısım
Gt	Gigaton
km ²	Kilometrekare
ha	Hektar
µg g ⁻¹	Milyonda birkısım

Kısaltmalar

ATD	Arazi Tahribatının Dengelenmesi
EC_JRC	Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
İDÇS	İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
NASA	Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
MODİS	NASA tarafından geliştirilmiş görünür ışıklı ve kızılötesi alanlarla çalışan radyometre
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TOK	Toprak Organik Karbonu
TAGEM	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
UNFCCC	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Karaların 195, 152 milyon yıl ve 18 bin yıl öncesinden günümüze dağılışları	7
Şekil 2.2 1885 yılından günümüze sıcaklık değişimi	12
Şekil 2.3 1880 yılından günümüze kadar tutulan sıcaklık kayıtları	12
Şekil 2.4 Sera etkisinin şematik gösterimi	13
Şekil 2.5 1990-2015 yılları arasında kişi başı sera gazı emisyon verileri	16
Şekil 2.6 1960 ile 2015 yılları arasındaki atmosfere Fosil yakıtlar ve çimento sanayisi ile salınan CO ₂ emisyonları ile arazi kullanım değişikliği sonucunda salınan CO ₂ emisyonlarının değişimi	17
Şekil 2.7 Dünyadaki insan kaynaklı CO ₂ emisyonları ile ekosistemlerde tutulan CO ₂ 'nin yıllara göre değişimi	18
Şekil 2.8 Dünyadaki insan kaynaklı CO ₂ emisyonları ile ekosistemlerde tutulan CO ₂ miktarlarının ayrı ayrı olarak yıllara göre değişimi	18
Şekil 2.9 1870 yılından 2015 yılına kadar olan süreçte atmosferdeki sera gazı etkisine neden olan CO ₂ konsantrasyonu artışının emisyon kaynakları ve yutaklar ile birlikte gösterimi.....	18
Şekil 2.10 Karbonun emisyon kaynakları, yutaklar ve atmosfer arasındaki dolaşımı	21
Şekil 2.11 Küresel karbon döngüsü	22
Şekil 2.12 Topraktaki azot fraksiyonlarının değişimi ve döngüsü	30
Şekil 2.13 Doğadaki azot döngüsü.....	31
Şekil 2.14 2016 Yılı İtibariyle Türkiye'deki Arazi Kullanım Durumu	32
Şekil 2.15 2000-2010 yılları arası Türkiye arazi kullanım sınıfları değişimi.....	33
Şekil 2.16 Türkiye toprak organik karbon stoğu haritası	35
Şekil 2.17 Karbonun Orman ve Orman Ürünlerinde Depolanma Süreci	38
Şekil 2.18 Orman ekosistemlerindeki karbon havuzları	40
Şekil 2.19 ABD'nin Orta Batı Bölgelerinde Toprak Karbonuna, Toprak İşleme Ve Münavebe Yönteminin Uzun Süreli Etkisi.....	45
Şekil 3.1 Dr. Fuat Adalı Çamkoru Araştırma Ormanı ve Berçinyayalar köyü çavdar tarlaları ve mera alanlarının konumları.....	63
Şekil 3.2 Dr. Fuat Adalı Çamkoru Araştırma Ormanı	65
Şekil 3.3 Orman, tarım ve mera numunelerinin alındığı yerler.....	66

Şekil 3.4 Tarla kullanımı altındaki alandaki numune alım noktalarından bir görüntü.....	69
Şekil 3.5 Mera kullanımı altındaki alandaki numune alım noktalarından bir görüntü.....	70
Şekil 3.6 Orman kullanımı altındaki alandaki numune alım noktalarından bir görüntü.....	70
Şekil 4.1 Tarla, mera ve orman kullanımı altındaki alanların derinlikler bazında ortalama toplam azot değerlerinin derinliklerinin kendi aralarında ve birbirleri ile karşılaştırılması.....	82
Şekil 4.2 Tarla, mera ve orman kullanımı altındaki alanların derinlikler bazında ortalama % toplam karbon değerlerinin derinliklerinin kendi aralarında ve birbirleri ile karşılaştırılması.....	81
Şekil 4.3 Tarla, mera ve orman kullanımı altındaki alanların derinlikler bazında ortalama % organik madde değerlerinin derinliklerinin kendi aralarında ve birbirleri ile karşılaştırılması.....	83
Şekil 4.4 Tarla, mera ve orman kullanımı altındaki alanların derinlikler bazında ortalama C/N değerlerinin; derinliklerin kendi aralarında ve birbirleri ile karşılaştırılması.....	85
Şekil 4.5 Tarla, mera ve orman arazisi kullanımı altındaki alanların ortalama % toplam azot değerlerinin pasta grafikte gösterimi.....	86
Şekil 4.6 Tarla, mera ve orman arazisi kullanımı altındaki alanların ortalama % toplam karbon değerlerinin pasta grafikte gösterimi	86
Şekil 4.7 Tarla, mera ve orman arazisi kullanımı altındaki alanların ortalama % organik madde değerlerinin pasta grafikte gösterimi.....	87
Şekil 4.8 Tarla, mera ve orman arazisi kullanımı altındaki alanların C/N oranı değerlerinin pasta grafikte gösterimi	87

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Sera Gazları Etki Oranları ve Emisyon Kaynağı	15
Çizelge 2.2 1990-2000 yılları arasında karbon kaynaklarının küresel karbon.....	16
Çizelge 2.3 Arazi yetenek sınıfları ve kullanım biçimleri.....	33
Çizelge 2.4 MODIS verilerine dayanılarak 2000-2010 yılları arasındaki Türkiye arazi kullanım sınıflarının alan değişimleri	34
Çizelge 2.5 Tarım, orman ve merada bulunan toprak organik karbonu değerleri.....	35
Çizelge 2.6 Türkiye orman varlığı	36
Çizelge 2.7 Türkiye ormanlarında toprakta depolanan organik karbon miktarları	36
Çizelge 2.8 Bazı ekosistemlerin karbon depolama kapasiteleri	38
Çizelge 2.9 Türkiye ormanlarında 1990-2005 yılları arasındaki net karbon tutunumu ve CO2 eşdeğerleri	40
Çizelge 2.10 Ülkemizdeki arazilerin kullanım şekilleri	41
Çizelge 2.11 Türkiye'deki tarım alanlarının 1990-2016 yılları arasındaki değişimi.....	42
Çizelge 2.12 Türkiye'deki 2001-2016 yılları arasındaki tarım alanlarının durumu.....	42
Çizelge 2.13 Türkiye'deki tarım alanlarında 1991-2016 yılları arasında net karbon tutunumu ve net CO2 eşdeğerleri	43
Çizelge 2.14 Mera alanlarının 1970 ile 2016 yılları arasındaki değişimi.....	47
Çizelge 2.15 Türkiye'deki çayır ve mera alanlarında 2000-2004 yılları arasında net karbon tutunumu ve CO2 eşdeğerleri	47
Çizelge 3.16 Farklı arazi kullanımı altındaki numune alanlarının enlem ve boylamları.....	64
Çizelge 3.17 Çamkoru'da bulunan ve 1400 m yükseltide 9016 no'lu meteoroloji istasyon tarafından 1975-1997 yılları arasında ölçülen aylık ve yıllık ortalama sıcaklık (°C) değerleri	67
Çizelge 3.18 Çamkoru'da bulunan ve 1400 m yükseltide 9016 no'lu meteoroloji istasyon tarafından 1975-1997 yılları arasında ölçülen aylık ve yıllık ortalama yağış (mm/m2) değerleri	68
Çizelge 4.1 Tarla, Mera, Orman alanlarının pH ve EC analizi sonuçları.....	74
Çizelge 4.2 Tarla, mera ve orman kullanımı altındaki alanlarının tekstür analiz sonuçları ve bünye sınıfları	76
Çizelge 4.3 Tarla, mera ve orman kullanımı altındaki alanlarının yarayışlı P, K, Ca, Mg, Na analizi sonuçları	77

Çizelge 4.4 Tarla, mera ve orman kullanımı altındaki alanların ve hacim ağırlığı analizi sonuçları	78
Çizelge 4.5 Tarla, mera ve orman kullanımı altındaki alanlarından alınan örneklerin toplam azot, karbon ve organik madde analizi sonuçları ve bu sonuçlardan hesaplanan C/N oranları	79
Çizelge 4.6 A: Arazi kullanım şekline göre derinlikler bazında toprakta depolanan toplam azot miktarları, B: Arazi kullanım şekline göre derinlikler bazında toprakta depolanan toplam karbon miktarları	80
Çizelge 4.7 Arazi kullanım özelliklerine göre 3 farklı derinlik kademesinde alınan toprak numunelerinde depolanan toplam karbon (t/ha) miktarları	89
Çizelge 4.8 Arazi kullanım özelliklerine göre 3 farklı derinlikten alınan toprak numunelerinin % C içeriklerinin DUNCAN Testi yöntemiyle elde edilen sonuçları	90
Çizelge 4.9 Farklı arazi kullanımı altında ve aynı derinlik kademelerindeki depolanan toplam karbon sonuçlarının DUNCAN testi sonuçları	91
Çizelge 4.10 Arazi kullanım özelliklerine göre 3 farklı derinlik kademesinde alınan toprak numunelerinde % azot miktarları	92
Çizelge 4.11 Arazi kullanım özelliklerine göre 3 farklı derinlikten alınan toprak numunelerinin depolanan toplam azot içeriklerinin DUNCAN testi yöntemiyle elde edilen sonuçları	93
Çizelge 4.12 Farklı arazi kullanımı altında ve aynı derinlik kademelerindeki depolanan toplam azot sonuçlarının DUNCAN testi sonuçları.....	94

1. GİRİŞ

İnsanoğlu yaradılışından günümüze değin çevresini kuşatan doğa ile etkileşim içerisinde. Temel ihtiyaçlarından biri olan gıda ihtiyacı insanları doğayı ve çevrelerini kendi çıkarlarına göre kullanmaya zorlamıştır. İlk çağlardan günümüze kadar gerçekleşen ve her geçen gün daha aktif hala gelen insan- doğa- çevre ilişkisinin sonuçları insan lehine doğa ve çevrenin aleyhine olacak şekilde ilerlemektedir (Kayıkçıoğlu ve Okur 2012).

İnsanoğlu binlerce yıldır doğal ekosistemi tarımsal amaçlarla ekip biçmektedir. Aynı zamanda gıda maddesi üretmek amacıyla toprakları ve ağaçları yakacak, barınma ve yapı malzemesi olarak tüketmektedir. Günümüzde yeryüzündeki karaların buzla kaplı olmayan kısımlarının % 40' ı kültür bitkileri çayır ve meralarla kaplıdır. Dünyanın birçok bölgesinde insanlar tarafından kullanılan topraklar yukarıda sayılan amaçlar, ihtiyaçlar ve gereksinimler doğrutusunda değişim göstermekte ve buna bağlı oluşan talep giderek artmaktadır (Arneht 2016).

Yerkürede artan ve değişen besin, yakıt ve fiber kullanımının atmosferdeki sera gazı konsantrasyonunu artırdığına dair günümüzde güçlü kanıtlar vardır. Sera gazları içerisinde sera gazına bağlı sıcaklık yükselmesi etkisini en güçlü oranda arttıran gazlardan birinin CO₂ olduğu birçok çalışmada bildirilmektedir. Topraklar küresel karbon döngüsünde önemli rol oynamaktadırlar. Toprakların toplam atmosferik CO₂'ye 55 ila 878 milyar ton miktarlarında CO₂ kattığı tahmin edilmektedir (Kimble vd. 2002, Sarıyıldız vd. 2017).

Toprakların insanlar buna bağlı olarak buradan geçimini sağlayan topluluklar tarafından üzerindeki bitki örtüsünün değiştirilmesi temel olarak incelendiğinde iki farklı temel yöntemle değişmektedir. Bunlar; ekosistemlerin bitki örtüsünün değişmesi yani ekosistem tipinin değişimi doğal bir tarımsal ekosisteme dönüştürülmesi olarak tanımlanır. Arazi kullanımı ve arazi kullanımının değişmesi ise tarımla uğraşan

insanların mera ve orman alanlarını değiştirmesi olarak tanımlanmaktadır. İster bir alanın bitki örtüsü değişmiş isterse bir arazinin kullanım özellikleri değişmiş olsun her iki değişimde farklı şekillerde iklim değişikliği üzerinde etkili olmaktadır (Arneth 2016).

Toprakların ve buna bağlı olarak, arazi kullanımındaki değişiklikler ve özellikle ormanlık alanların tarım alanlarına dönüştürülmesi toprağın önemli verimlilik özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuz etki başta toprak organik maddesi ve buna bağlı organik karbon içeriğini ve toprakta salınan CO₂, N₂O ve CH₄ gibi gazların emisyonlarının artmasına toprak kimyasal fiziksel ve mikrobiyolojik özelliklerinin bozulmasına ve tüm bunların sonucunda karbon, azot depolama kabiliyetinin düşmesine ve toprak verimliliğinin de geri dönüşümsüz olarak bozulmasına neden olmaktadır (Islam vd. 1999, Singh ve Lal. 2005, Batlle-Aguilar vd. 2011, Sarıyıldız vd. 2017).

Arazi kullanım değişikliğinin birçok yönden iklim değişikliğine etkisi vardır. En çok bilinen etkisi atmosferin sera gazı miktarına olan etkisidir. CO₂, N₂O, CH₄ gibi gazlar dünya iklimi üzerinde etkili olup insanoğlunun 200 yıldır özellikle son 100 yıldır olumsuz etkileriyle atmosferde artış göstermiştir. Sera etkisini gösteren gazların miktarı dünyanın farklı bölgelerinde kurulmuş olan istasyonlar aracılığıyla ölçülmektedir. Bunun yanında kutup bölgelerinde bulunan buzullarda yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar insanoğlunun dünya atmosferinde sera gazlarının artmasına neden olan faktörün biz insanların dünya üzerindeki faaliyetlerinin etkili olduğuna dair görüşü desteklemektedir. Ormanların tarım ve mera alanlarına dönüştürülmesi sonucunda çok yüksek miktarda CO₂ atmosfere salınmaktadır. Bu CO₂ ilavesinin büyük bir bölümü doğrudan hemen gerçekteşmektedir (Bu alanlar ormanları yakarak açılmaktadır). Geri kalan kısmı ise yıllara dağılarak orman ürünlerinden elde edilen yapı malzemelerinin eskimesi ve yakılması sonrasında; diğer bir kısmı da ayrışma yoluyla atmosfere salınmaktadır (Arneth 2016).

İnsanların arazi ve toprağa olan etki düzeylerindeki farklılığa bağlı olarak CO₂ emisyonunun miktarsal tahmini değerleri önemli ölçüde farklılıklar göstermektedir.

Dünya üzerinde bulunan ormanların CO₂ absorpsiyon kapasitesinin miktarı üzerine; global çaptaki arazilerin kullanım amaçlarındaki değişimlerin oranı, farklı ekosistemlerdeki canlıların biyokütle miktarlarındaki değişimler dünya atmosferine salınan CO₂'nin hangi kaynaktan geldiği gibi tahmin edilebilir ve nispeten öngörülebilir faktörler etkilidir. Bunun yanında toplam CO₂ emisyonunun barındırdığı belirsizlikler nedeniyle tahmin edilmesinin zor olduğu da unutulmamalıdır (Anonim 1996, Sarıyıldız vd. 2017). Azotlu gübrelerin üretimi, uygulanması ve fosil yakıtların kullanılması nedeniyle artan azot emisyonu (Hobbie 2008, Sarıyıldız vd. 2017) aynı zamanda karasal ekosistemlerde gerçekleşen karbon ve azot döngülerini de etkilediği düşünülmektedir (Jiang vd. 2010, Sarıyıldız vd. 2017).

Ormanların tarım ve mera alanlarına dönüştürülmesiyle topraklardaki C ve N miktarlarında büyük farklılıklar oluşmaya başladığı bildirilmektedir. Mera ve ormanlık alanlar arasındaki depolanan C ve N ile ilgili farklılıklar, vejetasyon türü, ağaç yaşı ve toprakların fiziksel özelliklerindeki değişikliklere bağlanmaktadır (Osher vd. 2003, Sarıyıldız vd. 2016, Sarıyıldız vd. 2017).

Ağaçların gövdelerinde çok yüksek miktarda karbon depolanabilmektedir. Buna karşın kültür bitkileri ve meralarda yetişen bitkiler göz önüne alındığında bunların orman ağaçlarından çok daha küçük bir biyokütle içermeleri nedeniyle bu ekosistemle orman ekosistemlerine göre çok daha az karbon depolanabilmektedir. Bu durumda ormanın yakılması veya kesilmesi sonucunda atmosfere çok yüksek miktarda karbon salınmakta buna karşın ormansız alanların ormana dönüştürülmesi ile de atmosferdeki karbonun büyük bir bölümü orman bünyesine girmektedir. Ancak dünya genelindeki orman alanlarının artışına bakıldığında bunun hiçte ormanların lehine olmadığı görülmektedir (Arneeth 2016).

Antropojen dönemde atmosfere salınan toplam CO₂ miktarının 1/3'ünün arazi toplulaştırması sırasında atmosfere salındığı tahmin edilmektedir. CO₂ in yanında N₂O, CH₄ ün de sera gazı etkisinin hiçte az olmadığı bilinmektedir. Günümüz itibariyle atmosferde bulunan N₂O miktarının % 50 sinin tarımsal kaynaklı olduğu bununda asıl kaynağının tarımda kullanılan gübrelerin olduğu bildirilmektedir. Bilindiği üzere azotlu

gübrelerin tarımda kullanılması bitki gelişiminin artmasına ve buna bağlı olarak ta verimin artışına neden olmaktadır. Bu amaçla toprağa uygulanan azotun bir bölümü bitki tarafından kullanılmakta ancak bir bölümü de topraklarda bulunan mikroorganizmalar tarafından azot içerikli gaz olan N_2O 'a dönüştürülmektedir. Dönüştürülen bu azot topraktan atmosfere geçmektedir (Arneth 2016).

CH_4 de özellikle pirinç tarlalarında metan gazı oluşturan toprak organizmalarının bir yan ürünüdür. Bu mikroorganizmalar anaerobik ortamda ölmüş bitki kalıntılarını kullanarak beslenmektedir. CH_4 bu mikroorganizmaların beslenmesi sırasında ortaya çıkan son üründür. CH_4 ayrıca geniş getiren hayvanların özellikle de ineklerin midelerinde de üretilmektedir. Dünya atmosferine yılda salınan CH_4 miktarının yarısının kaynağı hayvan yetiştiriciliği ve pirinç yetiştiriciliği yapılan alanlardan kaynaklanmaktadır (Arneth 2016).

Orman ekosistemleri kara alanlarının yalnızca % 30'unu kapsar, ancak karasal ekosistemlerdeki biyokütle C'nun % 81'ini içerirler (Lecointe vd. 2006, Sarıyıldız vd. 2017). Buna ek olarak, orman alanları tarım alanlarından birim alan başına 20 ila 100 kat daha fazla C biriktirirken mera alanları ile karşılaştırıldığı zaman 20 kat daha fazla etkin alanlardır (Houghton 1990, Curtis vd. 2002, Sarıyıldız vd. 2017). Birçok değerlendirmeye göre, topraklarda oluşan C kayıplarının %20-50 oranlarında tarımsal faaliyetlerden kaynaklı olduğu tahmin edilmektedir (Arevalo vd. 2009, Sarıyıldız vd. 2017). Davidson ve Ackerman (1993) toprakta kaybedilen tüm C'nun tarımın yapıldığı neredeyse ilk 20 yıl içerisinde ve bu kaybın büyük çoğunluğunun başlangıçtan sonra ki 5 yıl içerisinde gerçekleştiğini bildirmiştir. Tarımsal uygulamalar ve arazi kullanımındaki değişiklikler, her yıl insan kaynaklı CO_2 emisyonlarının % 18-20 sine karşılık gelmektedir (Dumanski 2004, Sarıyıldız vd. 2017). Bu yaklaşık olarak, az gelişmiş ülkelerden gelen toplam emisyonların % 0 ını, gelişmekte olan ülkelere % 33 ünü ve gelişmiş ülkelere % 10'a kadarını oluşturmaktadır (Baumert vd. 2004, Sarıyıldız vd. 2017). Helsinki (1993) ve Kyoto (1997) konferanslarında özellikle, C ve N stoklarının doğru bir envanterine ihtiyaç duyulması, ormanların C ve N biriktirme kapasitesi ve ayrıca C ve N stoklarındaki arazi kullanım tipleri arasındaki değişim, vurgulanmıştır (Lecointe vd. 2006, Sarıyıldız vd. 2017).

Yanlış arazi kullanımının önemli düzeyde toprağın özelliklerini etkilemesi ve bu yanlış uygulamaların ekolojik dengenin bozulmasına sebep olması dünya gündeminin çözülmesi gereken en önemli çevre sorunudur. Yukarıdaki açıklamalar ışığında Ankara'nın Çamkoru mevkiinde gerçekleştirilen bu çalışmada ülkemiz açısından bu problemin farkına varılması ve çözümüne yönelik gerekli çalışmalara katkısı amaçlanmıştır. Çalışma geleneksel toprak işleme yöntemleri kullanılan tarım arazisi, doğal orman ve mera arazilerinden alınan toprak örnekleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Farklı arazi kullanımının toplam karbon, azot ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla arazi kullanımları birbirinden farklı olan tarla, orman ve mera alanlarından üç farklı 0-5, 5-10 ve 10-20cm derinlik kademesinde üçer tekrarlı olacak şekilde toplam 81 adet toprak numunesi arazilerden alınmıştır. Bu toprak numunelerinde başta toplam organik karbon, toplam azot, organik madde yanında ayrıca hacim ağırlığı, tekstür, pH, EC, yarıyıllı fosfor (P), yarıyıllı potasyum (K), yarıyıllı sodyum (Na), yarıyıllı magnezyum (Mg), yarıyıllı kalsiyum (Ca) gibi toprak özellikleri analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda arazi kullanım farklılıklarına bağlı olarak toprak örneklerinde organik madde, toplam organik karbon ve toplam azot değişimleri değerlendirilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Kuramsal Temeller

2.1.1 İklim değışikliği kavramı ve nedenleri

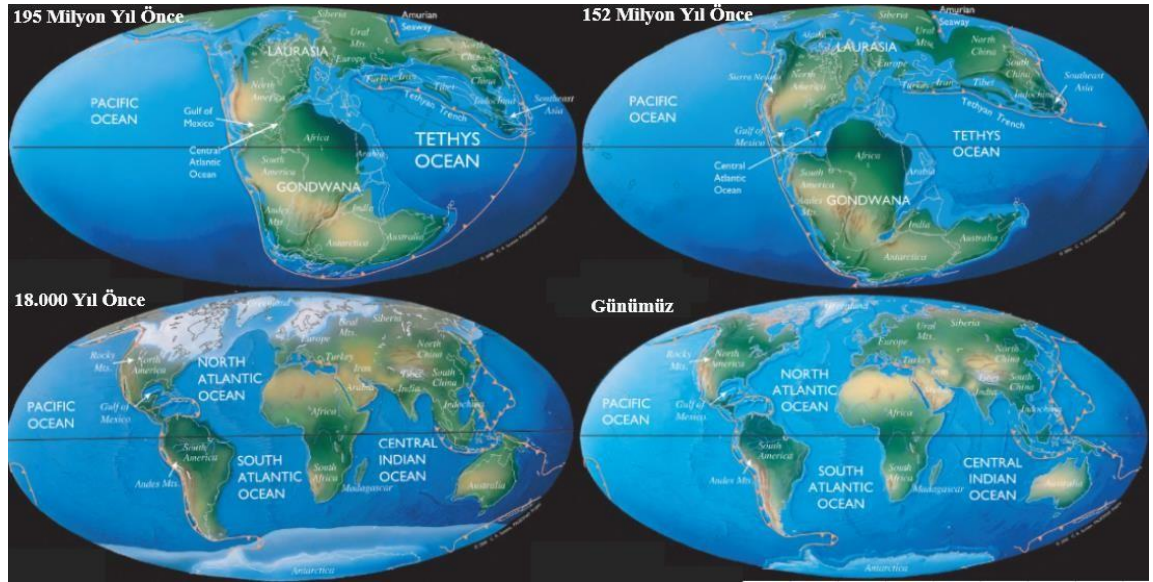
Günümüzde, içinde yaşadığımız çevrenin farkına varmakta olduğumuz birçok sorunu bulunmaktadır. İnsanoğlunun yerleşik düzene geçmesiyle birlikte tarımla ilgili faaliyetlere başlamış ve bu faaliyetlerin 10.000 yıl öncesine kadar dayandığı bilinmektedir. İnsanoğlu her dönemde doğayı istekleri ve gereksinimleri doğrultusunda kontrol etmeye çalışmış ve bu amaca yönelik değışiklikler yapmıştır. İnsanın doğa üzerindeki negatif etkisi nüfusun artışı, ticari ve teknolojik ilerlemeler ile birleşerek insanın doğa ve buna bağlı olarak değışim ve etki potansiyelini arttırmıştır. İlk etkiler kendini kirlilik olarak göstermiştir. Teknoloji ve bilimin gelişmesine paralel olarak insanın doğaya verdiği zarar şekli ve oranı bu yönlerdeki ilerlemesine paralel olarak daha da artış göstermiş ve bunun sonucu yeryüzünde insanların bulunmadığı ortamlarda da bu etkiler görülmeye başlanmıştır. Bu durum özellikle sanayi devrimi sonrası başlamış ve 20. yüzyılda etkilerini tüm insanoğlunun (kutuplar, yüksek dağlık bölgeler) hissettiği ve sınırlar ötesini de aşan genel bir soruna dönüşmüştür. Çevre sorunlarının en büyüğü ve küresel anlamda tüm dünyayı olumsuz yönde etkileyen sorunlardan birisi ise iklim değışikliği problemidir (Karakuş 2010).

Doğal dengenin çeşitli nedenlerle bozulması, yaklaşık 4,5 milyar yıl yaşında olan dünyamızın ikliminde büyük değışikliklere neden olmuştur. Dünya, son bir milyar yıl içinde bir sıcak dönem ve dört soğuk dönem geçirmiştir. Elli milyon yıl öncesine kadar dünyamız 5 farklı iklim dönemi geçirmiştir. Son elli milyon yıllık dönem ise, genel olarak soğuk bir dönem olup bu ana dönem içerisinde yüz bin yılda bir on bin yıl süreyle oluşmakta olan kısa süreli sıcak dönemlerin dışında kalan zaman süresince sıcaklıkların düşüşü yönünde soğuma trendi oluşmuştur. Aslında ana dönem olarak soğuk bir dönem olan bu zamanda sıcak dönemlerden biri yaşanmaktadır. Dört bin yıl önce başlayan sıcaklık düşüşlerinin dünyanın soğuma eğilimini arttırması bekleniyordu

fakat son yüz elli yıldır sıcaklıkta böyle bir azalma gerçekleşmemiştir (Türkeş 2003, Türkeş 2007, Anonim 2008a, Karakuş 2010).

Çepel 2003 e göre, bu periyodik ısınma ve soğuma dönemleri kıtasal sürüklenmeler, volkanik hareketler, güneş lekeleri, güneş enerjisindeki dalgalanmalar ve Dünya yörüngesinde oluşan değişimler gibi teorilerle açıklanmaya çalışılmıştır. Ancak bu değişimlerin sebebi sadece bu teorilerle ispatlanamamıştır. “Jeolojik Evreler” olarak adlandırılan bu periyodik ısınma ve soğuma dönemleri hakkında bilinen ve emin olunan tek konu ise, tamamen doğal nedenlerden dolayı gerçekleşmiş olmalarıdır (Kadioğlu 2001, Babuş 2005).

Güneş, atmosfer ve yerküre arasındaki ilişkilerin, insanoğlunun tarih sahnesine çıkışına kadar gerçekleşen zaman diliminde, bir gereği ve sonucu olarak, dünyanın coğrafyası ve coğrafi özellikleri birçok defa değişikliğe uğramıştır (Şekil 2.1). Bunun sonucu olarak da doğal ve beşeri çevre, yeryüzünün buzullarla kaplı olduğu, buzul ve buzullar arası dönemlerde önemli derecede etkilenmiştir (Öztürk 2002).



Şekil 2.1 Karaların 195, 152 milyon yıl ve 18 bin yıl öncesinden günümüze dağılımları (Scotese 2001)

Jeolojik devirler boyunca iklimdeki değişiklikler dünya coğrafyasını değiştirirken, buzul hareketleri ve deniz seviyesindeki değişimler yoluyla, ekolojik sistemlerde geri dönüşümü olmayan değişiklikler meydana getirmiştir (Türkeş vd. 2000).

İklim değişikliğinin kabul edilmesi ve öneminin anlaşılması noktasına gelinceye kadar birçok bilim adamı çalışmalar yapmış ama bu çalışmalara verilmesi gereken önem verilmemiştir. Ancak ABD’li okyanus coğrafyacısı Revelle'nin uluslararası jeofizik yılı ilan edilen 1957 yılında konuyu tekrar gündeme getirmesi ve konunun öneminin fark edilip tekrar ele alınması sağlanmış ve bunu sonucunda 1958 yılında Hawaii’nin Mauna Loa Adası’nda, bir istasyon kurularak atmosferik CO₂ konsantrasyonunun belirlenebilmesi için karbondioksit ölçümlerine başlanmıştır (Babuş 2005).

Zengin vd. (2005)’ye göre, sera gazlarının ve özellikle CO₂’nin atmosferdeki yoğunluğunun artması nedeniyle dünya ikliminin değiştii yönündeki endişeler, sorunun çok boyutlu olarak ele alınıp çözüm yollarının araştırılması çabalarının zeminini oluşturmuştur.

Uluslararası düzeyde iklim değişikliği konusunun önemi ve gerekli önlemlerin alınmasıyla ilgili ilk önemli çalışmalar 1979 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından gerçekleştirilmiştir. Küresel iklim değişikliğine uluslararası düzeyde çözüm bulabilmek için, 1992 yılında gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma konferansına kadar geçen on üç yıllık zaman diliminde birçok örgüt tarafından toplantılar ve konferanslar düzenlenmiştir. Bu çalışmalar, 3-14 Haziran 1992 tarihleri arasında Brezilya’nın başkenti Rio de Janeiro’da imzaya açılan İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi (İDÇS) ile sonuçlanmıştır. 21 Mart 1994 tarihinde 50 ülkenin onayından sonra İDÇS yürürlüğe girmiştir (Babuş 2005).

İDÇS’nin yürürlüğe girmesiyle, toplam CO₂ emisyonlarını 2000 yılına kadar 1990 yılı seviyesinde tutmak ve iklim sistemi üzerindeki olumsuz etkisini önlemek amaçlanmıştır. İDÇS, iklimde değişikliği sorunun önlenmesi ile ilgili eylem ve stratejilerle ilgili genel bir yol haritası çizmekte fakat bağlayıcı emisyon hedefleri koymamaktadır (Babuş 2005).

İDÇS'nin en yetkili karar verme organı Taraflar Konferansı'nın 3. Konferansında 1-11 Aralık 1997 tarihinde Japonya'nın Kyoto kentinde Kyoto Protokolü imzaya açılmıştır. Ülkeler düzeyinde 1997 yılında imzalanan hali hazırdaki uluslararası tek çerçeve olan Kyoto Protokolü 2005 yılı itibariyle yürürlüğe girmiştir. Kyoto protokolü sayesinde iklim değişikliğinde büyük rolü olan sanayi devriminin öncüsü gelişmiş ülkelere sera gazı salınımlarını azaltma hususuyla ilgili olarak; 2008-2012 yılları arasında 1990 yılındaki sera gazı seviyelerinin de altında (% 5 oranında) olan değerlere kadar aşağı çekilmesi yükümlülüğü getirilmektedir. Ayrıca Kyoto Protokolünde insanların neden olduğu sera gazı salınımlarının azaltılması için, enerji tasarrufu yapılması ve fosil yakıt kullanımının sınırlandırılması amaçlanırken yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılarak yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır (Bayraç 2010, Bayraç ve Doğan 201).

Kyoto protokolünün 2012 yılında sonlanmasının ardından bir geçiş döneminin gerekliliği konusunda ülkeler arasında görüş birliğine varılmış olup, iklim değişikliğiyle ilgili olarak yeni bir mücadelenin arayışı yoluna girilmiştir (Anonim 2012, Bayraç ve Doğan 201).

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin Eylül 2013 tarihinde kabul edilen 1. Çalışma Raporunda öngörülen sonuca göre; “Sanayi devriminden günümüze kadar dünyadaki yüzey (kara ve deniz) sıcaklığının yaklaşık olarak 0,85 °C yükseldiği ve önlem alınmazsa en olumlu senaryoya göre bile, 2100 yılında ortalama sıcaklığın 1,8-4,0 °C daha artacağı” şeklindedir. Önümüzdeki 20 yıl için tahmin edilen değer bu artışın 0,4 °C lik kısmıdır. İklim değişikliği bu raporda ifade edildiği gibi, açık ve net olduğu kabul edilmektedir. İnsan kaynaklı sera gazı salınımlarının da, iklim değişikliğinin başlıca nedenlerinden olduğu belirtilmektedir (Anonymous 2014, Bayraç ve Doğan 2016).

İklim değişikliği kavramı IPCC yöntem kılavuzuna göre, “Karşılaştırılabilir bir zaman sürecinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetlerinin sonucu, iklimde oluşan bir değişiklik” şeklinde tanımlanmaktadır (Öztürk 2002).

Türkeş vd. (2000) ise iklim değişikliğini; “ Sebebi ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler” olarak tanımlamıştır.

Kadıoğlu (2001) tarafından iklim değişikliğinin nedenleri, insanoğlunun etkisi dışında tamamen doğal nedenlerden meydana gelen değişimleri (kıtasal sürüklenmeler, volkanik patlamalar, güneş etkinlikleri, dünya yörüngesindeki değişimler vb.) doğal iklim değişikliği, bu doğal iklim değişikliğinin yanı sıra sanayi devrimiyle beraber insanoğlunun faaliyetlerinin küresel ve bölgesel boyutta iklimde neden olduğu değişiklikler (fosil yakıt kullanımına bağlı artan sera gazı miktarları, savaşlar, arazi kullanımındaki yanlışlıklar vb.) yapay iklim değişikliği olarak tanımlanmaktadır.

Karakuş (2010) a göre, iklim değişikliği farklı kaynakları olan ve tüm dünyayı etkisi altına alan bir sorundur. Günümüzde insanların faaliyetleri sonucunda meydana gelmekte olan tüm olaylar sera gazı salınımlarına neden olmaktadır. Sanayileşme, orman alanlarının yok olması, arazi kullanım değişiklikleri ve ulaşım gibi insan faaliyetleri sonucu atmosfere sera gazlarının emisyonları dünyanın iklim sisteminin bozulmasına neden olmakta ve iklim özelliklerinin olumsuz yönde farklılaşmasına yol açmaktadır. Söz konusu bu insan etkilerinin niteliği farklılık ve değişim göstermiştir. Bu nitelikler insan nüfusunun artması ekonomi ve sanayinin gelişimi ile birlikte transformasyon geçirerek niteliğinin ve niceliğinin değişmesine neden olmuştur. Başlangıçta ormansızlaşma ve arazi kullanımındaki farklılıklar ve değişimler basit yöntem ve araçlarla kısıtlı bir bölgede meydana gelirken artık günümüzde son derece modern araç gereç ve yöntemlerle daha kısa sürede daha geniş alanları etkileyen özellik kazanmıştır. Bu etkilerin çoğu doğası gereği plansız gerçekleştirilmiş ve doğal dengelerin üzerinde olumsuz bir baskı oluşturmuştur. Gelişen sanayinin ve nüfus artışına bağlı gıda konusunda oluşan talep fazlalığı kentsel alanlardan başlamak kaydıyla öncelikle en yakın çevresinde bulunan orman alanları arazi kullanım yapısındaki değişiklikleri zorlamış ve karasal ekosistemin en önemli karbon ve azot yutaklarını azalmasına ve etkisizleştirmeye başladığı bildirilmiştir (Karakuş 2010).

2.1.2 Küresel ısınma ve atmosferik sera etkisi

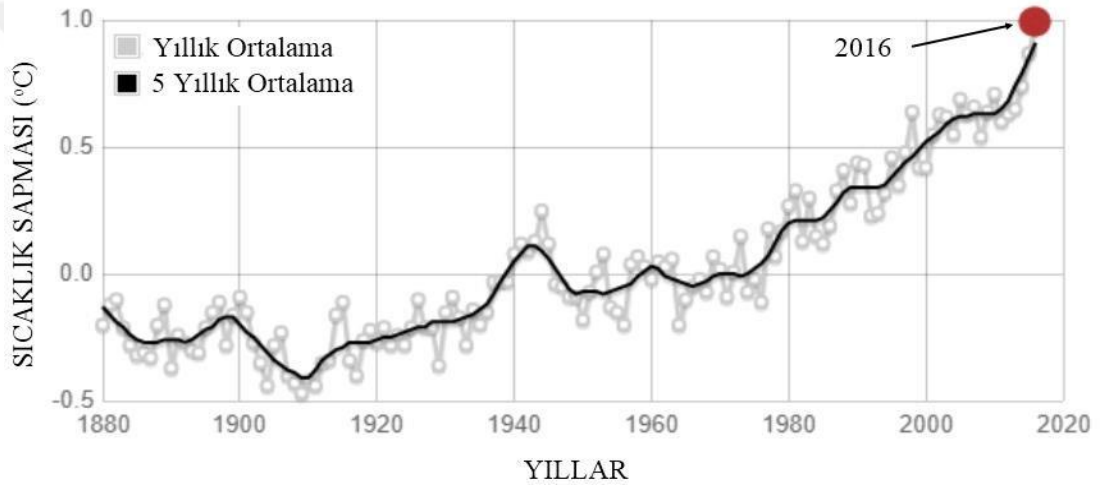
Dünya gündemi için küresel ısınma, çok önemli ekolojik bir sorundur. Bu konunun odak noktasını, insanoğlunun faaliyetleri sonucunda atmosfere salınan karbondioksit ve diğer sera gazlarının, doğal sera etkisini güçlendirerek hava ve deniz suyu sıcaklıklarında artışa neden olması oluşturmaktadır (Boşgelmez vd. 2001).

İklim sistemi için sera etkisi, önemli olan doğal unsurların başında gelmektedir. Güneş ışınlarına karşı, karbondioksit, metan ve atmosferde tutulan diğer gazlar geçirendirler, bu sayede atmosferde ışık enerjisi oluşturarak, toprak üst yüzeyinin ısınması sağlanabilir. Bahsi geçen gazlar ve su buharı vasıtasıyla (sis, bulut ve duman formunda) yeryüzünden sıcaklık olarak geri ışınlanan enerji tutulur. Böylece bu gazların sayesinde yeryüzünden geri sıcaklık ışınlanması yavaşlatılarak “sera etkisi” oluşur. Bu olay sera içerisinde gerçekleşen duruma benzediğinden dolayı böyle adlandırılmıştır. Sera etkisi olmadan yeryüzünde yaşam mümkün olmayacağı bir gerçektir çünkü sera etkisi sayesinde toprak üst yüzey sıcaklığı belirli bir seviyede tutulabilmektedir. Buradaki esas problem, atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarının insan faaliyetleri sonucunda olması gereken düzeyin belirgin derecede üstünde olmasıdır (Çolak 2001).

Canlıların yaşamlarını devam ettirmesi için yeryüzünün yeteri kadar sıcak olması gerektiğinden dolayı bir çok sera gazının doğal olarak atmosferde yer alması gerekli ve önemlidir. Bu gazların atmosferde olmaması durumunda dünyanın birçok canlı için yaşam alanı olmaktan çıkacak kadar soğuyacağı belirtilmektedir (Broadmeadow ve Matthews 2003).



Şekil 2.2 1885 yılından günümüze sıcaklık değişimi (<https://climate.nasa.gov> 2017)

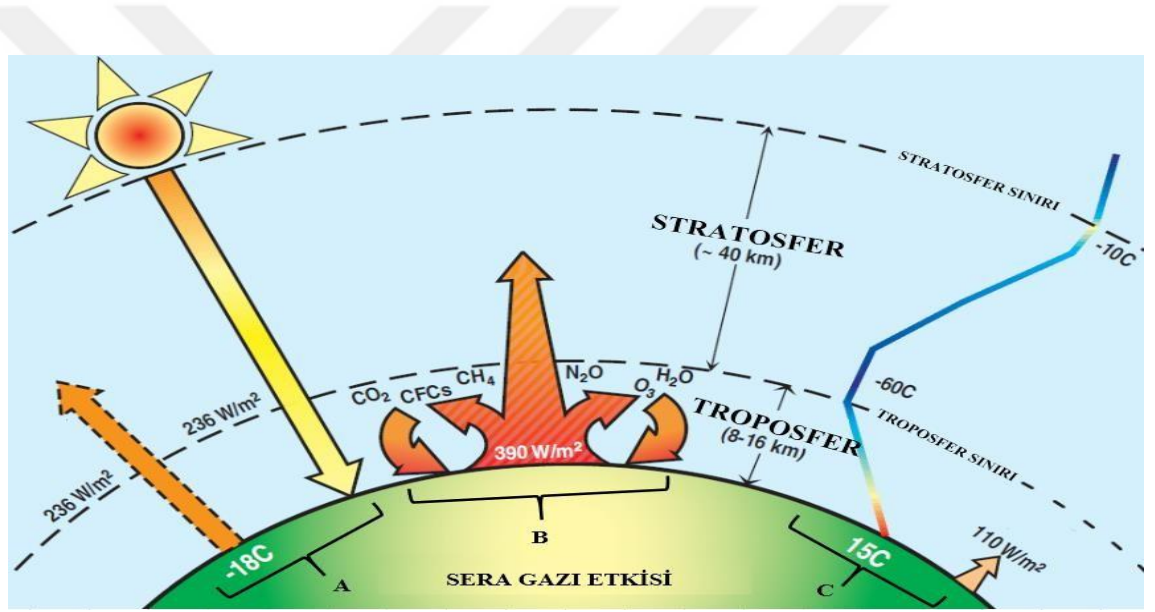


Şekil 2.3 1880 yılından günümüze kadar tutulan sıcaklık kayıtları (<https://climate.nasa.gov> 2017)

Şekil 2.2 ve şekil 2.3'te görüldüğü gibi 1880' dan itibaren sıcaklık kayıtları tutulmaya başlanmıştır ve bu sıcaklık kayıtlarında görülen değişimin nedeni olarak da insan faaliyetlerine bağlı sera gazlarının olduğunu bilinmektedir (Türkeş 1998, Öztürk 2002). Son 200 yıl içerisinde de dünyamızın ortalama sıcaklığı, sanayi devrimiyle beraber atmosfere salınan sera gazlarının doğal sera etkisini güçlendirmesi ve orman alanlarının yerleşim alanına çevrilerek azaltılmasından dolayı ortalama 0.5-0. °C artmıştır. Son 20 yıl artışın en yüksek seviyeye çıktığı dönemdir (Yılmaz 2005).

Schmidt (1995)'in de belirttiği gibi, doğal sera etkisinin olmaması durumunda yeryüzünde soğuk havanın hakim olması gerekirdi. CO₂, CH₄, N₂O ve diğer gazlar sayesinde meydana gelen emisyon sera etkisi kuvvetlenmektedir. İnsan kaynaklı gerçekleşen bu artış “Antropojen veya ek sera etkisi” olarak tanımlanmaktadır (Çolak 2001).

Kayıkçıoğlu ve Okur (2012) ye göre, iklim değişikliğinin en önemli nedeni atmosferdeki birikimleri çeşitli insan etkinlikleri sonucunda hızlı bir şekilde artan sera gazlarının yerkürenin ışıyım dengesini bozması ve doğal sera etkisini kuvvetlendirerek dünyanın yüzey sıcaklıklarını artırma yönünde eğilim göstermeleridir.



Şekil 2.4 Sera etkisinin şematik gösterimi (<https://www.mpimet.mpg.de> 2017'den değiştirilerek alınmıştır)

*(A: Güneşten gelen radyasyonun sera gazlarının olmadığı şartlarda tamamı yeryüzü tarafından geri yansıtılır. Bu durumda yeryüzü sıcaklığı yaklaşık olarak -18 °C değerlerinde olacaktır. B: Güneş ışınlarının bir bölümü bulutlar su buharı ve aerosollerle emilir. Bunun yanında sera gazı etkisi oluşturan diğer gazlar tarafından da emilir ve yeniden salınır. Bunun sonucunda yeryüzü ve alt atmosfer ısınır. C: Dünya atmosferinde emilim yapan doğal sera gazlarının bulunduğu şartlarda yeryüzü güneşten gelen radyasyonun bir bölümünü emer ve yeryüzü ısınır. Gelen radyasyonun bir bölümü de uzaya geri salınır. Bunun sayesinde dünya yüzeyi uygun sıcaklık değerlerinde olur (Türkeş vd. 2000, Türkeş 2001).

Türkeş vd. 2000 sera etkisini sadeleştirilerek şu şekilde açıklamışlardır;

- Güneşten gelen kısa dalgalı ışınların önemli bir kısmı, atmosferden geçerek yeryüzüne ulaşır ve emilerek onu ısıtır.
- Yeryüzüne ulaşarak emilen bu ışınımın ve güneşten gelen ışınların bir kısmı yeryüzüne ulaşmadan atmosferden uzaya geri gönderilir.
- Isınan yeryüzünden bir kısım uzun dalgalı yer ışını atmosfere yayılır. Bu kızılötesi ışınımın bir bölümü sera gazları ve bulutlarca emilir ve bir kısmı da yeniden salınır ve uzaya geri gönderilir.
- Sera gazları tarafından emilen enerji atmosferin alt kısımlarını ısıtır. Bu şekilde yeryüzü ve alt atmosferin ısıtılması atmosferin sera etkisidir.

Yerküre/ atmosfer sistemine katılan kısa dalgalı güneş enerjisi ile şekil 2.4’de de görüldüğü gibi, geri salınan uzun dalgalı yer ışınımı ortalama şartlarda denge halindedir. Enerjinin atmosferdeki ve atmosfer ile kara ve deniz arasındaki dağılımını ya da Güneş ışınımı ile yer ışınımı arasındaki dengeyi değiştiren herhangi bir etmen iklimi de etkileyebilir. Sistemler arasındaki enerji dengesinde oluşan herhangi bir değişiklik “ışınımsal zorlama” olarak adlandırılmaktadır (Türkeş 2001).

İklim değişikliği ve buna bağlı küresel ısınma, insanoğlunun beslenmek ve geçinmek için yürüttüğü tüm ekonomik faaliyetleri sonucunda atmosfere salınan; CO₂ (karbondioksit), CH₄ (metan), N₂O (diazot monoksit), O₃ (ozon), CFC_s (kloroflorokarbon), ve H₂O (su buharı)’nın emisyonlarıyla, doğal sera etkisini kuvvetlendirerek yeryüzünün yüzey ısısının yükselmesi ve buna bağlı olarak iklim özelliklerinde oluşan değişiklikleri kapsamaktadır. Özellikle sanayi devriminden günümüze kadar olan zaman diliminde sera gazlarının emisyonlarındaki önemli oranda artış meydana gelmektedir (Dellal 2008, Bayraç ve Doğan 2016).

IPCC 2001 yöntem rehberinde, sera etkisine neden olan sera gazları iki gruba ayrılmıştır (Karakuş 2010). Bunlar;

•Doğrudan Sera Gazları: Karbondioksit, Metan, Diazotmonoksit, Kloroflorokarbon-11 ve Kloroflorokarbon-12

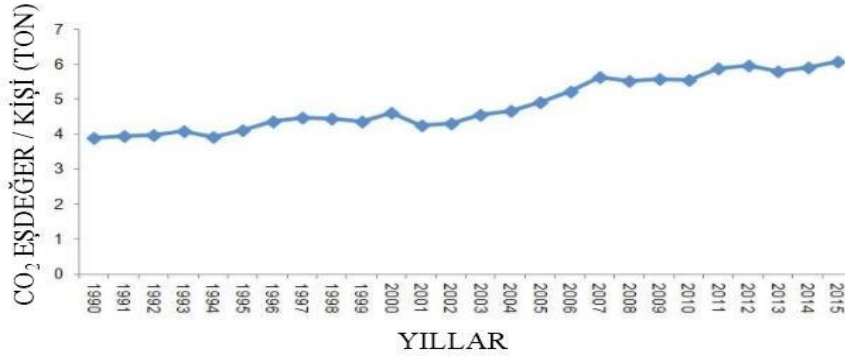
•Dolaylı Sera Gazları: Azotoksitler, Karbonmonoksit, Hidroksil radikalleri, Metan dışı organik uçucu karbonlar, Kükürthekzaflorid ve Kükürtdioksit

Çizelge 2.1 Sera gazları etki oranları ve emisyon kaynağı

Sera Gazları	Etki Oranları (%)	Emisyon Kaynağı
Karbondioksit	53,2	En çok fosil yakıtlar
Metan	17,3	Çeşitli biyolojik ve tarımsal faaliyetler
Kloroflorokarbon	21,4	Sanayi üretimi
Azot Oksitleri	8,1	Enerji ve gübre kullanımı
TOPLAM	100	

Çizelge 2.1’de Nordhaus (1991)’un, küresel ısınmanın nedeni olan sera gazlarının etki oranları ile bunların emisyon kaynakları görülmektedir (Görücü ve Eker 2009).

Sera gazlarının atmosferde belli bir ömürleri vardır. Bu nedenle, sera gazlarının etkisi hemen üretimine son verilse dahi uzun yıllar daha devam edecektir. Sera gazlarının atmosferik ömürleri CO₂ için 50-200 yıl, CH₄ için 12 yıl, N₂O için 120 yıl ve CFC-11 için 50 yıldır. Öte yandan sera gazlarının atmosferik sera etkisine katkıları, su buharının % 60, karbondioksitin % 2 diğer sera gazlarının toplam katkısı ise % 14 civarındadır (Koçak 2011).



Şekil 2.5 1990-2015 yılları arasında kişi başı sera gazı emisyon verileri (<http://www.tuik.gov.tr> 2017)

Şekil 2.5 incelendiğinde, 2015 yılı toplam sera gazı emisyonunun 1990 yılına göre % 122 oranında CO₂ eşdeğeri olarak artış gösterdiği görülmektedir. CO₂ eşdeğer emisyonu 3,88 ton/kişi olarak 1990 yılında kişi başı bazında hesaplanırken, bu değer 2015 yılında 6,07 ton/kişi şeklinde hesaplanmıştır. 2015 yılında toplam sera gazı emisyonu, sera gazı emisyon envanteri sonuçlarına göre, CO₂ eşdeğeri olarak 475,1 milyon ton (Mt) olarak hesaplanmıştır. Enerji kaynaklı emisyonlar 2015 yılı emisyonlarında CO₂ eşdeğeri olarak en büyük payı % 71, ile alırken, bunu sırasıyla % 12,8 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, % 12,1 ile tarımsal faaliyetler ve % 3,5 ile atık takip etmiştir (<http://www.tuik.gov> 2017).

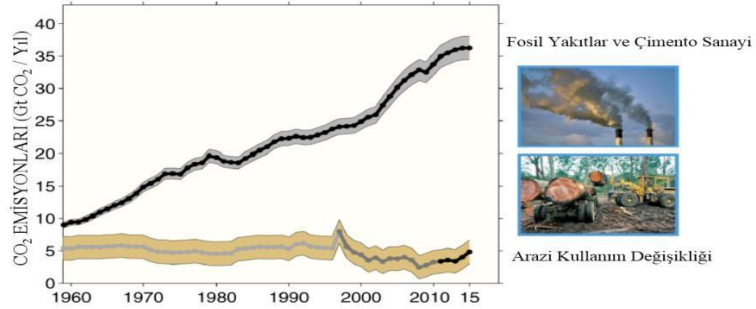
Çizelge 2.2 1990-2000 yılları arasında karbon kaynaklarının küresel karbon dengesine katkısı (Türkeş 2003)

KARBON KAYNAĞI	SALINAN (Gt)	EMİLEN (Gt)
Fosil Yakıt Kullanımı	6,3	-
Arazi Kullanım değişikliği (Ormansızlaşma)	1,6	-
Bitki Büyümesi	-	3,0
Okyanus-Atmosfer Dengesi	-	1,7
TOPLAM	7,9	4,6
DENGE	3,2	-

Çizelge 2.2' de görüldüğü gibi, insan faaliyetleriyle atmosfere salınan sera gazları sebebiyle, küresel hesaplamalarda karbon dengesi eşit çıkmamaktadır. Ormansızlaşma ve arazi kullanımındaki yanlışlıklar sebebiyle 1. Mt ve fosil yakıt kullanımından dolayı

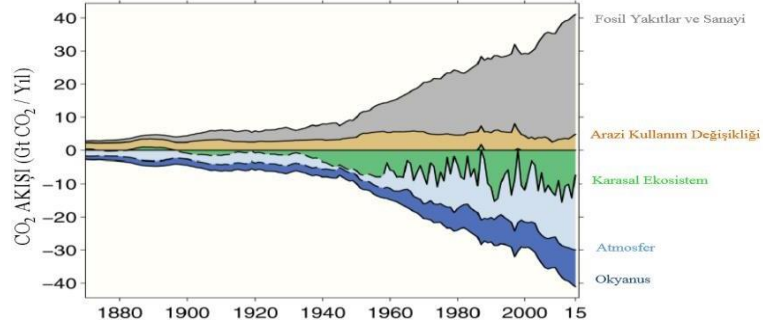
.3 Mt, her yıl toplamda 7.9 Mt karbon küresel karbon döngüsünün olağan sürecine dahil olarak fazladan atmosfere salınmaktadır. Karasal ekosistemler (ormanları da içeren tüm bitki örtüsü ve topraklar) ve okyanuslar küresel karbon döngüsünün iki büyük ana bileşenini oluşturmaktadırlar. Bu ana bileşenlerin atmosferden uzaklaştırdığı karbon miktarı atmosfere salınan miktarla karşılaştırıldığında, her sene net 3.3 MtC' nin atmosfere katıldığı görülmektedir. Her yıl atmosfere fazladan katılan bu 3.3 MtC' nin kontrol altına alınması ve atmosferdeki miktarının azaltılması küresel ısınma ve iklim değişikliği sorununun çözümünde odak noktasını oluşturmaktadır (Türkeş 2003).

İnsan kaynaklı fosil yakıt kullanımının yakın gelecekte de atmosferik CO₂ artışının en önemli nedenlerinden birisi olacağı düşünülmektedir. Bununla beraber özellikle 19.yüzyılın ikinci yarısından sonra atmosfere salınan CO₂'in % 30'unun, ormanların önce tarım ve mera alanlarına daha sonra da endüstriyel ve yerleşim alanlarına dönüştürülmesi gibi yanlış arazi kullanımından kaynaklanmaktadır. Kesim ve toprak işlemeyle ölü örtüde ve ağaçlarda tutulan karbonun atmosfere salınmasının küresel CO₂ miktarındaki artışa büyük katkısı olduğu bildirilmektedir (Zengin vd. 2005).

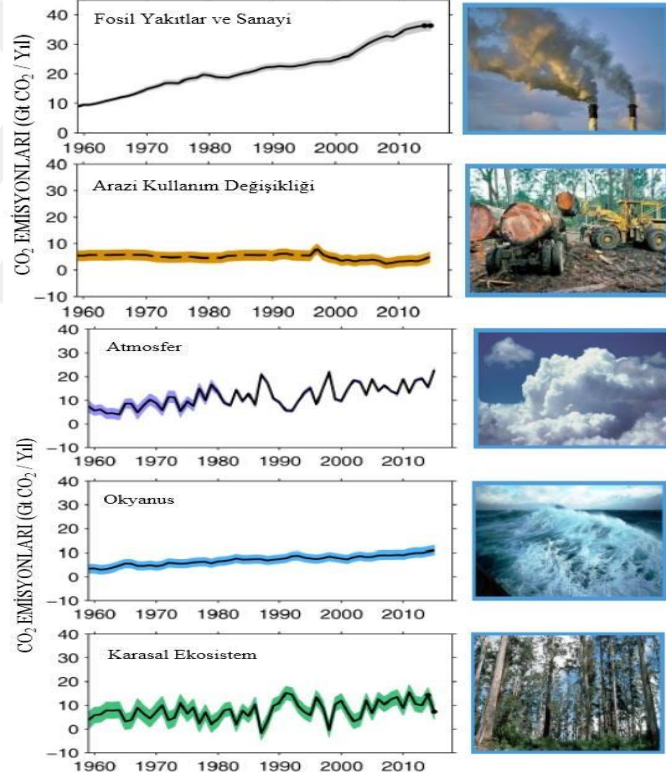


Şekil 2. 19 0 ile 2015 yılları arasındaki atmosfere Fosil yakıtlar ve çimento sanayisi ile salınan CO₂ emisyonları ile arazi kullanım değişikliği sonucunda salınan CO₂ emisyonlarının değişimi (Houghton vd. 2012, Giglio vd. 2013, Le Quéré vd. 201 , www.globalcarbonproject.org 2017)

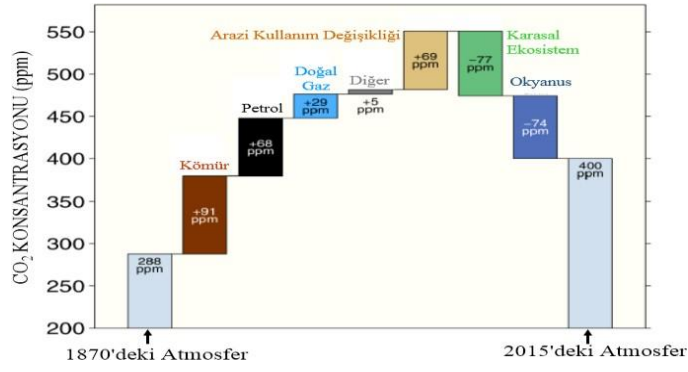
Şekil 2. 'dan görüleceği üzere özellikle 2010 yılından sonra arazi kullanım değişikliği sonucundaki atmosfere salınan CO₂ miktarının artan bir eğilim ile yükselmeye başladığı görülmektedir. Bu da son yıllarda dünya genelinde arazi kullanım değişikliğinin karbon tutan yutaklar aleyhine geliştiğini göstermektedir.



Şekil 2.7 Dünyadaki insan kaynaklı CO₂ emisyonları ile ekosistemlerde tutulan CO₂'nin yıllara göre değişimi (Houghton vd. 2012, Giglio vd.2013, Joos vd. 2013, Khatiwala vd. 2013, Le Quéré vd. 2011, www.globalcarbonproject.org 2017)



Şekil 2.8 Dünyadaki insan kaynaklı CO₂ emisyonları ile ekosistemlerde tutulan CO₂ miktarlarının ayrı ayrı olarak yıllara göre değişimi (Houghton vd. 2012, Giglio vd. 2013, Le Quéré vd. 2016, www.globalcarbonproject.org 2017)



Şekil 2.9 1870 yılından 2015 yılına kadar olan süreçte atmosferdeki sera gazı etkisine neden olan CO₂ konsantrasyonu artışının emisyon kaynakları ve yutaklar ile birlikte gösterimi (Houghton vd. 2012, Giglio vd 2013, Joos vd. 2013, Khatiwala vd. 2013, Le Quéré vd. 2016, www.globalcarbonproject.org 2017)

Şekil 2.9 da görüldüğü üzere, insan kaynaklı atmosfere salınan CO₂ miktarındaki artış yutaklardaki ekosistemler tarafından tutulabilen CO₂ miktarından zamana bağlı olarak düşük kalmıştır. Bunun nedeni özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra yüksek bir ivme ile artan sanayi üretiminin yanında bu süre içerisinde meydana gelen arazi kullanım değişiklikleridir. Emisyon kaynaklarından salınan CO₂ miktarı yutaklar tarafından tutulan veya tutulabilecek CO₂ miktarından fazla olması sebebiyle emisyon yönünde gerçekleşen pozitif bilanço nedeniyle aradaki fark atmosferde serbest halde kalmıştır. Serbest halde yani gaz halinde bulunan bu CO₂ miktarı atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunu yaklaşık 145 yıl içerisinde 288 ppm'den 400 ppm'e yükselerek % 72 oranında artmasına neden olmuştur. Yine aynı şekilde arazi kullanım değişikliği sonucunda 145 yıl içerisinde atmosfere salınan ve bunun sonucunda atmosferde serbest CO₂ olarak bulunan CO₂ miktarının 9 ppm'inin yalnızca arazi kullanım değişikliği sonucunda oluştuğu görülmektedir. Bu miktar neredeyse aynı zaman süresindeki kömür ve petrol tüketimi sonucu oluşan miktarlarla eşit düzeydedir. Buradan hareketle son 145 yıl içerisindeki arazi kullanım değişiklikleri sonucu oluşan CO₂ konsantrasyonundaki atmosferik artışın hiç de azımsanmayacak düzeyde olduğu görülmektedir.

Clausen ve Gholz (1998)'ın yaptığı bir çalışmaya göre, doğrudan arazi kullanım değişimi nedeni ile dünyadan 1850-1990 yılları arasında yaklaşık 100 Gt, 1850-2000 arasında ise 124 Gt karbonun atmosfere salındığı, buradan hareketle bu yıllar arasında salınan CO₂ düzeyinde 24 Gt yükselme olduğu görülmektedir. Bilim adamları

tarafından salınan miktarın % 0'lık kısmının tropiklerdeki ormanlık alanların azalmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Zengin vd. 2005).

2.1.3 Küresel karbon döngüsü

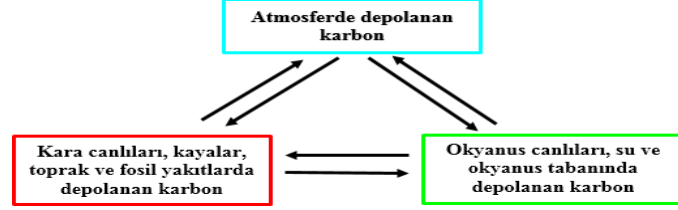
Canlıların yaşaması için dünya iklimini en uygun hale getiren en önemli sera gazı CO₂'dir. Bitkiler güneşten gelen ışık enerjisi ve atmosferde rezerv olarak bulunan CO₂'yi kullanarak, fotosentez yoluyla, besine dönüştürme yeteneğine sahiptirler. Bu sayede karbon bitkilerin yapısında; şeker, nişasta ve yağlar gibi organik karbon bileşikleri halinde depolanırken, sulara ise aynı mekanizmayı, gözle görülemeyecek kadar küçük olan fitoplanktonlar gerçekleştirilmektedir (Şaylan 2007).

Atmosfere karbonun geçişi en hızlı kara yüzeylerinde meydana gelmektedir. Özellikle fosil yakıt kullanımı ve orman yangınları nedeniyle karbon atmosfere hızlı bir şekilde katılmaktadır. Karbonun büyük bir kısmı toprağa dönen organik atıklarda ve toprak canlılarında depolanırken daha az bir kısmı ise, toprak üstü bitki topluluklarında depolanmaktadır. Canlıların tümü ölümünden sonrada çürüyerek atmosfere, oksijenli ortamda CO₂, oksijensiz ortamlarda ise CH₄ gazı, geviş getiren hayvanlar ise atmosfere dışkılarıyla CH₄ gazı salarlar. Bitki dünyası dışındaki canlılar da solunum yoluyla atmosferin karbondioksit konsantrasyonunda artışına sebep oldukları bildirilmektedir (Şaylan 2007).

Canlı organizmaların yapısının temel bileşenlerinden biri olan karbonun yeryüzünde dört büyük rezervi bilinmektedir:

- Canlı veya ölmüş organik moleküller olarak, biyosferde;
- Gaz olarak, atmosferde;
- Fosil yakıt ve sediment olarak, litosferde;
- Hidrosferde ise deniz ve tatlı sularda çözülmüş atmosferik karbondioksit olarak ve aynı zamanda CaCO₃ halinde bulunmaktadır (Şaylan 2007) .

Su döngüsü dışında hiç bir mekanizma şekil 2.10’da görüldüğü gibi, doğada hava, su ve toprak arasındaki döngü kadar önem taşımamaktadır. Ormanlar, okyanuslar ve yeraltındaki fosil yakıt rezervlerinin büyük miktarlarda karbonu atmosferden alarak depolaması sayesinde karbon döngüsünü oluşturan bu sayısız ve önemli sürecin devamlılığı sağlanmaktadır (Babuş 2005).



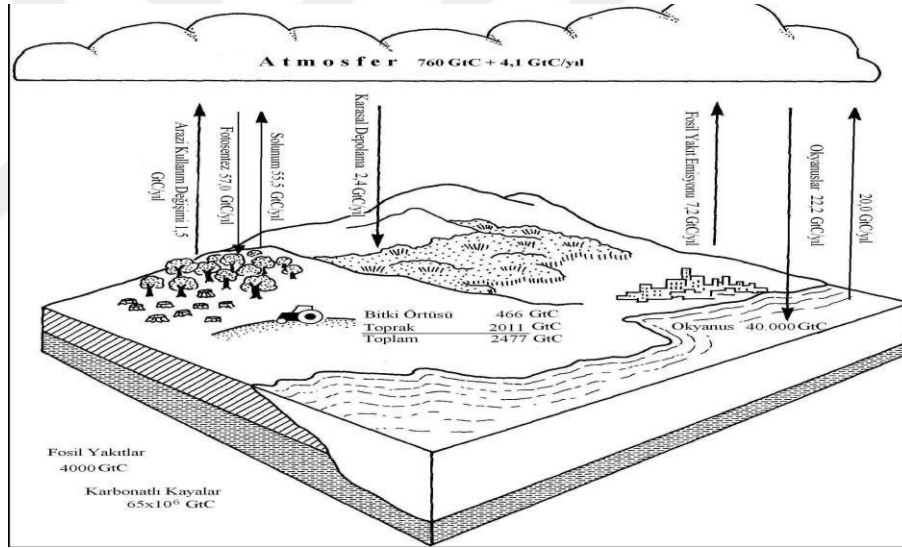
Şekil 2.10 Karbonun emisyon kaynakları, yutaklar ve atmosfer arasındaki dolaşımı (Binbaşaran 2001, Babuş 2005).

Binbaşaran (2001)’in yaptığı çalışmada, her yıl yaklaşık olarak ,5 milyar ton karbon insan etkinlikleri nedeniyle rezervlerinden zamanından önce çıkarılarak atmosfere salındığı bildirilmiştir. Bu nedenle de, atmosferde karbonun konsantrasyonu karbon tutucu doğal sistemlerin depolama kapasitelerinin çok üstünde olmaktadır. Atmosferin karbondioksit konsantrasyonunu arttıran bu durum karbon döngüsünün dengesini bozmakta ve sera etkisini güçlendirmektedir (Babuş 2005).

Biyolojik süreçler sonucunda moleküllerin yapısına dahil olan karbon, bazen atmosfere uzun süre geri verilmez. Örneğin, kömür yatakları çok uzun yıllar boyunca tam olarak ayrışmadan toprakla üzerleri kapanan ağaçlardan oluşmuştur ve ağaç gövdelerinde tutulan karbon da yüzyıllar boyu orada tutar. Yine aynı şekilde deniz organizmalarının kalıntıları günümüzdeki petrol ve doğal gaz depozitlerini meydana getirmiştir. Ancak karbon atmosfere fosil yakıtlar kömür, petrol, doğal gaz ve ağaçların yakılmasıyla hızlı bir şekilde geri dönmektedir (Özdemir 2011).

Karbon döngüsü, atmosfer, karalar ve sular arasında karbonun yer değiştirmesiyle gerçekleşen ve bu ekosistemler arasında karbonun çeşitli formlardaki geçişlerini içeren, “biyojeokimyasal bir döngü” olarak tanımlanmaktadır (Janzen 2004, Tolunay ve Çömez 2008, Çömez 2010). Şekil 2.11’de görüldüğü gibi, yeşil bitkiler tarafından

karbondioksit atmosferden fotosentezle alınarak organik bileşikler haline dönüştürülmekte ve solunum yoluyla da atmosfere geri verilmektedir. Okyanus suyunda çözünen CO₂'nin fotosentez yapan okyanus canlıları tarafından bağlanmasıyla da okyanuslarla atmosfer arasındaki CO₂ akışı sağlanmaktadır. Fosil yakıt kullanımı ve arazi kullanım değişikliğiyle atmosfere salınan CO₂'in artan konsantrasyonlarının temel sebebi insan kaynaklı bu salınımlar olduğu bilinmektedir. Atmosferdeki CO₂ karasal havuzlar (yutak) tarafından tutulmaktadır. Söz konusu karbon miktarı senelik 120 Gt karbonu bulurken, bitki solunumuyla bu miktarın 3Gt karbon olarak atmosfere geri salınmaktadır. 7,2 Gt karbonun atmosfere salınımı fosil yakıt kullanımı ve çimento üretimiyle gerçekleşirken, 1,5Gt karbonun salınımı arazi kullanımındaki değişikliklerden olmaktadır (Ravindranath ve Ostwald 2008, Çömez 2010).



Şekil 2.11 Küresel karbon döngüsü (Grace, 2004, Ravindranath ve Ostwald, 2008, Çömez 2010)

CO₂'nin insan kaynaklı emisyonu son yıllarda devamlı bir şekilde artış trendi içerisinde. 1980'li yıllarda fosil yakıtlarının neden olduğu CO₂ emisyon miktarı 5,4 GtC/yıl iken bu değer 2000-2005 yılları arasında 7,2 GtC/yıla ulaşmıştır. Arazi kullanımındaki değişimin neden olduğu emisyon miktarı ise 1,4 GtC/yıl iken 2000-2005 döneminde 1, GtC/yıl olmuştur. Karasal ekosistemler ve okyanuslar, 1980 yılından bu

yana atmosfere salınan CO₂'in yarısını atmosferden doğal mekanizmalarla uzaklaştırdığı bildirilmektedir (Ravindranath ve Ostwald 2008, Çömez 2010).

Karbonun büyük bir kısmı; kayalarda örneğin kireç taşı (CaCO₃) şeklinde bulunurken, sularda ise erimiş halde karbonat (CO₃⁻²) ve bikarbonat (HCO₃⁻) iyonları şeklinde bulunur. Atmosferin nispeten düşük bir konsantrasyonunu (% 0,03 ünü) oluşturan karbondioksit gazı bitkilerin en önemli karbon kaynağıdır. Bitkiler fotosentez olayını gerçekleştirirken, atmosferden karbondioksiti alır ve bunu kompleks bileşikler halinde, (örneğin şeker) fikse eder. Bitkilerin kuru biyokütle ağırlıklarının yaklaşık % 50'sini karbon oluşturur (Özdemir 2011).

Otçullar bitki biokütlesinin bir bölümünü yerken biyokütlenin bir bölümü döküntü olarak toprağa düşer ve geriye kalan bölüm daimi biokütleyi (standing biomass) meydana getirir. Başlıca olarak yer altı ve yerüstü döküntüleriyle toprağa bitkilerden karbon girişi olur. Atıkların toprak mikroorganizmaları tarafından çürütülmesi ve ayrıştırılması sonucunda biyotik döküntüler vasıtasıyla toprak solunumu olarak da tanımlanan süreçler sonunda atmosfere gaz halinde CO₂ emisyonu gerçekleşmektedir (Okur 2010).

Tüm organik maddelerin karbon içermesi ve fizikokimyasal çevredeki önemli etkilerinden dolayı ekosistemde karbon üretimi ve karbon döngüsü çözümlenmeye ve anlaşılmasına çalışılmaktadır. Oksidasyonun bir çıktısı olarak karbon, çoğunlukla ortamda karbondioksit şeklinde bulunmaktadır. Başka bir şekilde ifade edecek olursak karbondioksit; karbondioksit döngüsünün bir sonucu olarak, büyük oranda canlıların solunumuyla veya fosil yakıtların yanmasıyla ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucu olarak da küresel ısınmaya sebep olmaktadır (Görücü ve Eker 2009).

Küresel ısınmada karbondioksitten sonra gelen diğer önemli gazlar metan ve diazotmonoksittir. Tarımsal faaliyetlerle ilişkili olan bu sera gazları yenilenme oranları ve atmosferdeki sıcaklığı tutma gibi nitelikleri bakımından birbirlerinden farklı özellikleri gösterirler. Çeltik tarımı ve hayvancılık kaynaklı organik gübrelerin ayrışmasından ortaya çıkan metan yakalanabilir ve böylece atmosferden metan

uzaklaştırılabilir. Tarım topraklarında gerçekleşen nitrifikasyon ve denitrifikasyon sonucunda ise atmosfere, aşağıda daha detaylı ele alınacak olan N₂O salınımı gerçekleşmektedir (Kayıkçıoğlu ve Okur 2012).

2.1.4 Karbon ve toprak

Yeryüzündeki yaşamın ana birleşenlerinden birisini teşkil eden en önemli doğal kaynaklardan birisi topraktır. Toprak içinde bulunduğumuz zamana değin pek çok bilim disiplini tarafından incelenmiş ve oluşumunda rol alan faktörlere göre tanımlamaları yapılarak özellikleri açığa çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu sırada bilim insanlarından bir kısmı toprağı meydana getiren öğelere ağırlık verirken, kimileri ise toprağı meydana getiren etmenleri daha çok incelemiştir. Toprak; “İnorganik ya da organik kökenli, katı faz ile gaz ve sıvı şeklindeki öğelerin koşullara bağlı olarak oranlarının değıştiğı dinamik bir denge yapısına sahip, canlı ve üç boyutlu, bitki, hayvan ve mikroorganizmaların yaşam bulduğı doğal bir ortamdır” şeklinde tanımlanmıştır (Altınbaş vd. 2004).

Schachtschabel vd. (1995), toprak yer kabuğunun bir parçası olan içinde hayat bulunan en üst bölümün bir birleşenidir. Aşağıya indikçe gevşek ve katı kayaçlara yukarıda ise vejetasyon örtüsü bir başka ifadeyle atmosferle sınırı çizilmiş olup yan sınırlarında topraklar ile çevrili bir yapıdır. Toprak farklı tür ve büyüklükte mineral maddelerden ve organik birleşenlerden yani humustan oluşur. Toprak bir boşluklar sistemi olup çeşitli büyüklükte ve şekildeki boşluklardan (porlardan) oluşmuştur. Bu boşluklar içerisinde toprak çözeltisi (yani su içerisinde çözülmüş durumda bulunan bitki besin elementlerini içeren toprak çözeltisi) ile toprak havası bulunmaktadır. Toprakların farklı görünüşte izlenmekte olan horizonları mevcuttur. Üst kısmında ölü örtü ve aşağıya inildikçe kayaç görüntüsü şeklindedir. Toprak doğal bir gövdedir ve bu yapı bir ana özdeğın üzerine etki eden belirli iklim koşulları altında belirli bir vejetasyon ile birlikte toprak oluşumunu sağlayan olayların yani ayrışma, mineral teşekkülü, huminleşme, parçalanma, strüktür oluşumu bununla birlikte birikme olayları neticesinde değışime uğramasıyla meydana gelmiştir ve bu değışim devam etmektedir. Bu değışime aynı zamanda insanların toprakları kültür etmesiyle de devam ettiğı bildirilmiştir.

Saatçi (1984), “Toprak, farklı ana materyallerden oluşan ve bu farklı ana materyallerden fiziksel, kimyasal, biyolojik özellikleriyle farklılıklar gösteren horizon veya farklı katmanlara sahip, gevşek yapıda, içinde çok geniş bir canlılar alemi barındıran, bitkilere besin kaynağı ödevini gören doğal bir bünyedir” şeklinde tanımlamıştır.

Toprak bitkilerin geliştiği hayvanların beslendiği, ihtiyaçlarını karşıladıkları doğal ortamlardır. Fiziksel ve kimyasal özellikleri toprakların verimliliklerini belirleyen temel unsurlardır. Bu unsurların üzerinde en etkili olan bileşiklerden birisi toprak organik maddesidir. Çeşitli şekillerde toprağa karışan bitkisel ve hayvansal artıklarla bunların parçalanma ve ayrışma ürünlerinin birtakım kimyasal reaksiyonlar sonucunda meydana gelen kompleks organik bileşikler toprak organik maddesinin esasını oluşturmaktadır (Sadık 1995).

Bu bölümde, toprağın ne olduğuyula ilgili farklı tanımlar verilmiş olup toprağı oluşturan bir faktöründe organik bileşenler, bir başka ifade ile organik madde olduğu belirtilmiştir. Toprak organik maddesi yapısında önemli oranlarda karbon içeren bileşikler bulundurmaktadır.

2.1.5 Toprak organik maddesi

Toprağı karışan, toprağın üzerinde ve içerisinde bulunan bitkisel ve hayvansal kaynaklı artıklarla biyolojik olarak değişime uğramış ayrışma ürünlerinin tümüne toprağın organik maddesi denir. Toprağın ayrılmaz tamamlayıcı bir kısmı olan toprağın organik maddesi toprakta çok yönlü bir etkiye sahiptir. Toprağın, fiziksel kimyasal ve biyolojik özellikleriyle yakın ilişki içerisinde (Sezen 1995).

Bitki dokuları topraktaki organik maddenin esas kaynağını oluşturur. Her yıl doğal şartlar altında ağaçlar, çalılar, çayır bitkileri ve diğer doğal bitkiler toprak üstü aksamaları ve kökleriyle toprağı bol miktarda organik atık sağlarlar. Bitkilerin büyük bir kısmı çeşitli nedenlerle hasat edilerek ayrılrsa bile özellikle bitki kökleri uzun süreler boyunca toprakta kalmaktadır. Hasat sonrası toprakta kalan bu özellikteki materyaller

toprakta bulunan mikroorganizmalar tarafından besin olarak tüketilmekte ve ayrıştırılmaktadır. Bunun sonucunda ortaya çıkan bu kimyasal bileşikler yağış ve sulama yoluyla toprak yüzeyinden alt tabakalara doğru süzülerek toprak pedonunun bir parçası haline gelirler. Hayvansal atıklar topraktaki organik madde kaynağını arttırması yönüyle ikinci derecede önemlidir. Bitki kaynaklı artıklar topraktaki organik maddenin esas kaynağını oluşturmaktadır. Çünkü bitki artıkları hayvan atıklarıyla kıyaslandığında hem miktarı daha fazladır hem de ayrışma olaylarına karşı daha fazla dirençlidir. Ayrıca bitki artıklarının toprak profili bazı petal ve agropetal yönde taşınmasında ve yer değiştirmesinde solucanlar, karıncalar gibi hayvansal canlılar önemli rol oynamaktadırlar (Saatçı 1984).

Toprak organik maddesi toprak ile karbon depolama arasındaki en önemli unsurdur. Toprakta depolanan karbonun büyük bir kısmı organik maddenin yapısında bulunmaktadır. Farklı ekosistemlerde depolanan karbon miktarı değiştiği gibi, toprak içerisindeki dağılımları da farklılık gösterir. Çoğunlukla organik karbon miktarı, yüzeyden aşağıya doğru azalış gösterir. Toprak atmosfer arasındaki gaz değişimi ve bitki besin döngüsü için toprakta depolanan organik karbon miktarı oldukça önemli bir unsurdur. Toprağın tekstürü ve drenaj durumu, bölgenin yağış ve sıcaklık durumu toprağın organik madde dinamiği ile yakından ilgilidir. Toprakta verimlilik fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellik tarafından sağlanır ve bu özellik toprağın organik madde içeriğinin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Buda bize, toprakta karbonun depolanmasının sadece çevreyle ilgili olmadığını tarımsal açıdan da ele alınması gerektiğini göstermektedir (Koçyiğit 2008).

Karaçal (2008), toprak organik maddesini toprağın verimliliğini belirleyen ve karakterini oluşturan yapı malzemesi olarak tanımlamıştır. Bitkisel ve hayvansal faaliyetler sonucunda toprakta ortaya çıkan ve genellikle, bu canlıların hayat sürelerini tamamlamaları neticesinde oluşan, mineral maddelerle birlikte toprağın katı fazı içerisinde yer alan önemli bir ögesidir.

Toprağın verimini arttırmak ve küresel ısınmanın zararlı etkilerini azaltmak için toprakta organik karbonun yönetimi oldukça önemlidir. Bu sayede, küresel ısınmanın

etkileri azaltılabilir ve aynı zamanda toprağın verimi arttırabilir. Gelişmekte olan ülkelerde mera, orman vb. alanların amacı dışında kullanılmasından dolayı toprağın tarımsal veriminin azalmasıyla kısmen de olsa insan etkili toprak kalitesinin azalması sonucunu doğurmaktadır. Toprak organik karbonu ve toprak kalitesi arasında ki olumlu ilişki aynı biçimde toprak kalitesi ve tarımsal verimlilik arasında da mevcuttur. Bundan dolayı devam eden bozunma süreci toprağın kalitesini düşürmektedir. İklim değişikliği sebepleri arasında bozulan ekosistem ve tarımsal alanlardaki organik karbonun mineralize olarak atmosfere CO₂ ve CH₄ formunda gaz olarak salınması önemli yer tutmaktadır (Anonim 2011).

2.1.6 Toprakta karbon tutulumu

Organik karbonun toprakta depolanması, her bakımdan kazançlı bir süreçtir. Fosil yakıt salınımının azaltılmasıyla atmosferdeki karbondioksit miktarının düşürülmesinde, verimsiz toprakların rehabilitasyonunda, yer üstü ve yer altı sularının kirlilikten temizlenmesine kadar ekosistemin kalitesini yükselten birçok faydalı yönü vardır (Anonymous 2007, Okur 2010).

Karasal ekosistem, okyanuslar ve atmosfer arasında her yıl milyarlarca ton karbon yer değiştirmektedir. Bu sistemler arasındaki karbon dengesi incelendiğinde her yıl atmosferden 1,7 milyar ton karbon, karasal ekosistemde (bitkiler ve toprak) depolayarak uzaklaştırılmaktadır. Ancak 1,4 ton karbon atmosfere arazi kullanımı değişikliği ve yanlış kullanımı gibi nedenler sonucunda tekrar atmosfere salınmaktadır. Buradan yola çıkarak 0,3 ton karbonun sistemde tutulduğu hesaplamalarda görülmektedir. Atmosferden solunum ve fotosentez yoluyla karasal ekosisteme geçen yıllık karbon miktarı 1,7 milyar ton. Bu miktarın 1,7 milyar tonu karasal ekosistemden atmosfere katıldığı için karasal sistemde tutulan karbonun miktarı 0 milyar tondur. Benzer işleyiş okyanuslarda da gerçekleşmektedir. Okyanuslar yılda 2,2 milyar ton karbon üretirler. Atmosferden okyanuslara geçen karbon miktarı 92,2 milyar ton iken okyanuslardan atmosfere geçen karbon miktarı 90 milyar tondur. 2,2 milyar ton karbonun okyanuslarda depolanması ise, 0,5 milyar tonunun okyanus yüzeyinde, 1,7 milyar tonluk bölümünün de okyanusların derinliklerinde gerçekleşmektedir. Her yıl atmosfere fazladan salınan

7,4 milyar ton karbonun, milyar tonu fosil kaynaklı yakıtlardan, 1,4 milyar tonu da arazi kullanımı değişiklikleri nedeniyle gerçekleşmektedir. Akuatik ve karasal ekosistem sayesinde insan kaynaklı salınan 7.4 milyar tonluk karbonun 3.9 milyar tonluk kısmı tutularak atmosfer den uzaklaştırılmaktadır. Ancak 3.5 milyar ton karbon maalesef atmosferden uzaklaştırılmadığı için atmosferde birikmektedir (Reichle vd. 1999, Okur 2010).

Solunum, ayrışma ve yangın gibi çeşitli olaylarla orman, mera ve tarım alanlarından atmosfere devamlı bir şekilde CO₂ emisyonu salınmaktadır. Ancak bu alanlarda özellikle orman alanları sayesinde önemli düzeyde karbonun depolanması gerçekleşmektedir. Karasal ekosistem alanlarının, küresel ölçekte yüzölçümü 151 milyon km²gibi bir alanı kapsamaktadır. Bu alanların; % 23'ünü tropikal savanlar ve otlaklar, % 10'unu tarım alanları, % 27'sini orman alanları oluşturmaktadır. Karasal ekosistemlerde, küresel düzeyde depolanan karbon miktarı ise 2.477 Gt C olup bu değerin % 81'lik önemli kısmı toprakta depolanırken, geri kalan % 19'luk kısmı bitkilerde depolanmaktadır (Ravindranath ve Ostwald 2008, ömez 2010).

Uygun şartlarda organik karbon topraklarda çok uzun süre muhafaza edilebilir. Ancak toprağın karbon stokları, arazi kullanımındaki değişim ve tarımda yoğun işleme teknikleri sonrasında karbon miktarı da önemli ölçüde azalma göstermektedir (Polat vd. 2012). Karasal ekosistemde karbonun depolanma miktarını ve süresini etkileyen diğer önemli faktörler ise; iklim, vejetasyon tipi, toprak özellikleri, erozyon ve anakayadır (Okur 2011).

Lal (2004), karbon tutulumunu; karbonun dirençli karbon havuzları içerisinde, uzun süreli olarak depolanabileceği ve kısa zaman dilimi içerisinde atmosfere salınımının tekrardan gerçekleşmemesi olarak tanımlanmaktadır. Bilimsel ve politik çevrelerde bu konu büyük ilgi görmektedir. Konunun bu denli ilgi görmesinin nedeni, insan faaliyetlerinden kaynaklı atmosfere salınan karbondioksit miktarındaki artışın önüne geçilebilmesi için, doğal ve kullanıma açık karasal ekosistemin karbon havuzu olarak işlev görebileceği gerçeğidir. Bu amaca yönelik olarak Kyoto protokolünde de sera gazı

salınımlarının karasal ekosistemler için azaltma hedefleri yer almaktadır (Kayıkçıoğlu ve Okur 2012).

IPCC tarafından hazırlanan kılavuzda, küresel iklim değişiminin sera gazları ile bağlantılı olarak izlenmesi amacıyla temel yaklaşım, arazi kullanım değişimi ve ormanlar üzerinde yoğunlaştırılmıştır (Asan vd. 2011).

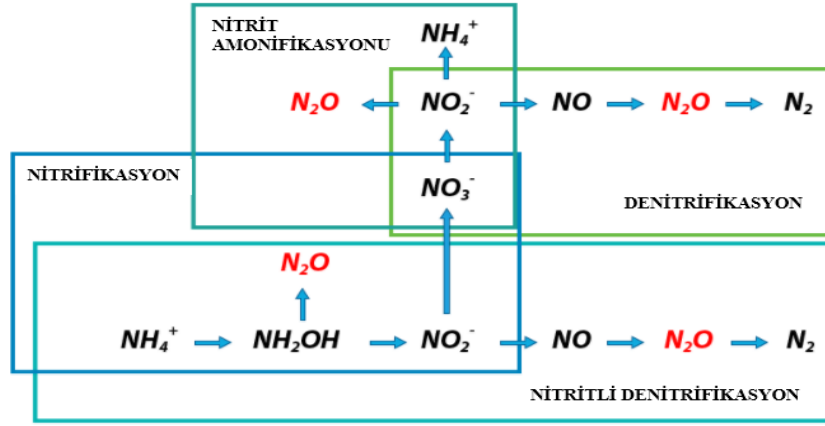
2.1.7 Azot döngüsü

Azot gazı atmosferin yaklaşık %78'ini oluşturmaktadır. Azotun atmosferde bulunuş formları aşğıdaki gibidir:

- Azot gazı (N_2)
- Amonyak gazı (NH_3)
- Nitrat iyonu (NO_3^-)
- Amonyum iyonu (NH_4^+)
- Azot oksit gazları (N_2O, NO_x)

Atmosferdeki O_2 ve CO_2 'in tersine bitki ve hayvanlar azotun alımını nitrat (NO_3^-) veya amonyum (NH_4^+) şeklinde iki iyon formunda almaktadırlar. Bitki ve hayvanlar N_2 gazını direk bünyelerine alamazlar (Reeburgh 1997, Okur 2010).

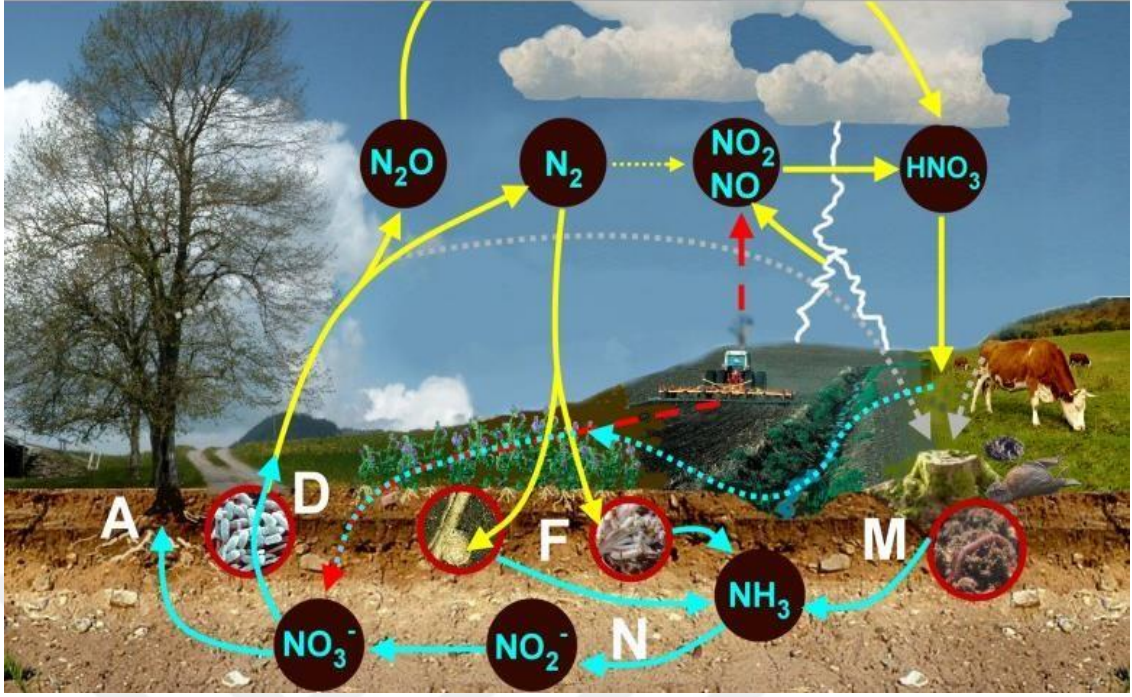
Subbarao vd. (200)'na göre nitrifikasyonda, toprak kolloidleri aracılığıyla tutulan ve bu yüzden hareketsiz olan NH_4^+ formundan, toprak kolloidleri tarafından çok az absorbe edilen ve çok hareketli NO_3^- formuna dönüşüm gerçekleşmektedir. NO_3^- bitkilerin en fazla yararlandığı azot formu olduğundan dolayı, bitkilerin azotu kullanımını açısından bu dönüşüm oldukça önemlidir. Nitrifikasyon olayı ile azotun yeryüzünde hangi formda bulunduğu ve nasıl dağılım gösterdiği belirlenmekte ve bu sayede azot formları absorbe edilmekte ve kullanılmaktadır (Şekil 2.12) (Kayıkçıoğlu ve Okur 2012).



Şekil 2.12 Topraktaki azot fraksiyonlarının değişimi ve döngüsü

Nitratin diazot (N_2) gazına dönüşüm süreci denitrifikasyon olarak tanımlanmaktadır (şekil 2.12). Genellikle tamamlanan nitrifikasyon sürecinde, küçük ve değişken bir miktar N formu N_2O halinde atmosfere salınmaktadır. Bitki vejetasyon periyodunun başında, sonunda ya da süreç boyunca atmosfere N_2O salınımları gerçekleşebilmektedir. Nitroz oksidin (NO_2) atmosfere salınımına yağışlar ve sulama ile iyi havalandırılan toprakların doygun hale gelmesi ya da soğuk havalarda donmuş toprakların çözülmesi gibi olaylar neden olabilmektedir.

Doğada azot döngüsü, şekil 2.13 (azot döngüsü) de görüldüğü gibi; oldukça karmaşık ilişki içerisindeki faktörler arasında, nitrifikasyon ve denitrifikasyon süreçlerinin bir bütünü olarak gerçekleşmektedir.



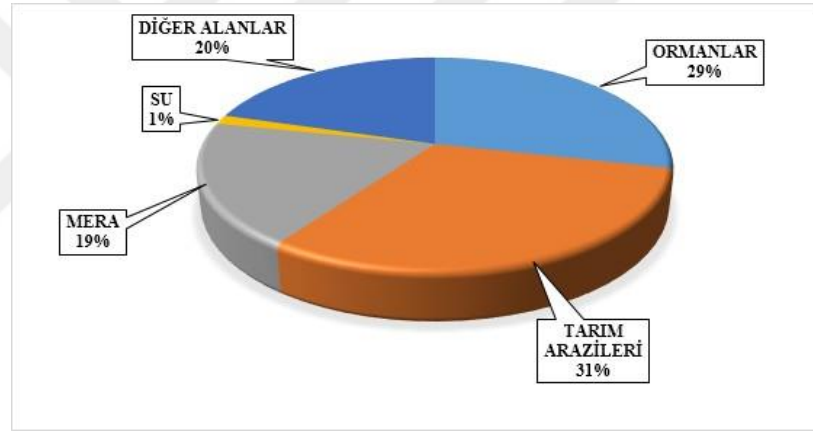
Şekil 2.13 Doğadaki azot döngüsü

2.1.8 Arazi kullanım şekilleri ve sınıflandırılması

İnsanlar ormancılık ve tarım gibi farklı arazi kullanım yollarıyla bitki örtüsünü kullanmaktadırlar. İnsanoğlunun eliyle gerçekleştirilen bu yönetme şekli, atmosferdeki sera gazlarının miktarının artışında çok önemli etki yaratmaktadır. 1992 ve 1997 yılında sırasıyla imzalanan BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) ve sözleşmeye ait Kyoto Protokolü ile sera gazlarının karasal kaynakları ve yutakların önemi anlaşılmış ve bu konuyla ilgili yapılması gerekenler olduğu uluslararası toplum tarafından fark edilmiştir. Atmosfere salınan sera gazı konsantrasyonlarının hedeflerine uygunluğunun değerlendirilmesi için, UNFCCC'nin raporları ve Kyoto Protokolü neticesinde hazırlanan envanterler gereği taraf ülkelerin, arazi kullanımı nedeniyle atmosfere yayılan veya depolanan sera gazlarını hesaplamaları gerekmektedir. Ulusal emisyon profiline arazi kullanım faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonlar önemli ölçüde katkıda bulunduğundan dolayı, her bir ülke için karasal ekosistemlerle atmosfer arasındaki sera gazı akışlarının doğru şekilde tahmin edilmesi, hesaplanması ve değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır (Anonim 2006).

IPCC tarafından hazırlanan “Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılığa İlişkin Kılavuz - Good Practice Guidance On Land Use, Land Use-Change and Forestry” karasal ekosistemlerden yayılan ve depolanan karbonun miktarını hesaplamak üzere hazırlanmış olup öncelikle ülkelerin arazi kullanım şekilleri hakkında bilgi sahibi olunması gerekliliği vurgulanmaktadır (Anonim 2006).

201 yılı verilerine göre; Türkiye’deki mevcut arazi kullanım alanları şekil 2.14’de görülmektedir. Ülke yüzölçümünün % 31,1’ini tarım alanları, % 28, ’sını ormanlık alanlar, % 18,6’sini çayır-mera alanları, % 20,3’ünü diğer alanlar ve % 1,4’ünü su oluşturmaktadır (Anonim 2017).



Şekil 2.14 201 Yılı İtibariyle Türkiye’deki Arazi Kullanım Durumu (Anonim 2017)

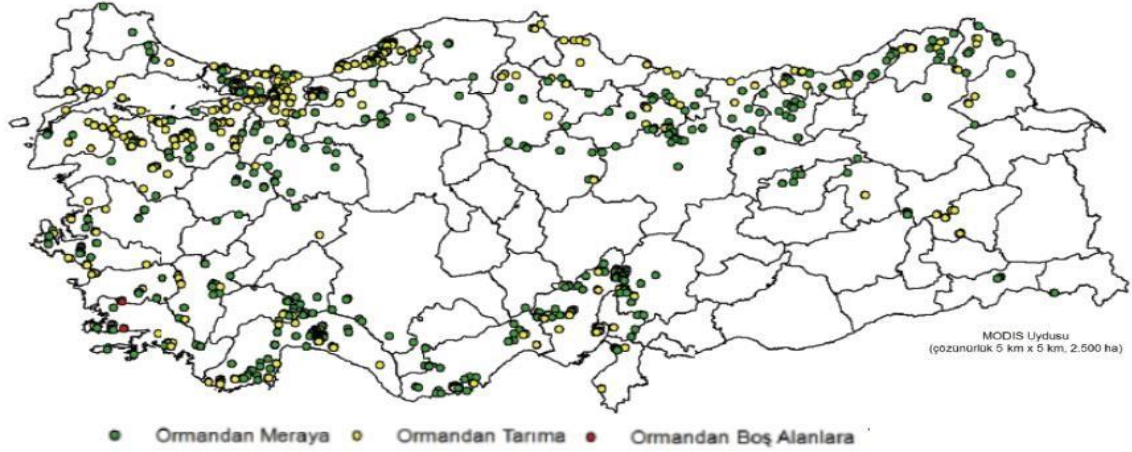
Arazi yetenek sınıfları ve kullanım biçimleri, çizelge 2.3’de görüldüğü gibi; tarımsal üretimde kullanılan araziler; en iyi, iyi-orta, orta, yetersiz şeklinde, V. sınıf arazileri özel sınıf, orman, çayır, mera, fundalık alanları VI-VII. sınıf araziler olarak 2 sınıfa ayırırken VIII. sınıf araziler kategorisine şehir, sanayi ve diğer alanlar dâhil edilmiştir.

Çizelge 2.3 Arazi Yetenek Sınıfları ve Kullanım Biçimleri (Sarı 2011)

Arazi Yetenek Sınıfı	Kullanım Şekli
I. Sınıf Araziler	Tarımsal Üretimde (En iyi)
II. Sınıf Araziler	Tarımsal Üretimde (İyi-Orta)
III. Sınıf Araziler	Tarımsal Üretimde (Orta)
VI. Sınıf Araziler	Tarımsal Üretimde (Yetersiz)
V. *Sınıf Araziler	*Özel Sınıf
VI. Sınıf Araziler	Orman, Çayır, Mera, Fundalık
VII. Sınıf Araziler	Orman, Çayır, Mera, Fundalık
VIII. Sınıf Araziler	Şehir, Sanayi, Turizm ve diğer

*Özel sınıf olarak belirlenen bu araziler, daha detaylı ıslah çalışmaları yapılarak iyileşme gösterir durumda ise tarım arazilerine dönüştürülürken (yani ilk dört sınıftan birisine dâhil edilir) ,eğer ıslah edilerek düzeltilemeyecek durumda ise VI. ve VII. sınıfa dâhil edilir

Avrupa komisyonu ortak araştırma merkezi (European Comission-Joint Research Center) tarafından, Türkiye'nin 2000-2010 yılları arasındaki arazi kullanım sınıfları değişimi haritası (Şekil 2.1.8.2), hazırlanmıştır. NASA tarafından geliştirilen bu harita 250 m-5 km çözünürlüklü MODIS uydusu verileri kullanılarak hazırlanmıştır (Anonim 2016a).



Şekil 2.15 2000-2010 yılları arası Türkiye arazi kullanım sınıfları değişimi (Anonim 2016a)

Türkiye'nin 2000-2010 yılları arasındaki arazi kullanım sınıfları değişimini gösteren harita (şekil 2.15) MODIS uydu görüntülerinden faydalanılarak Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi'nin (EC-JRC) çalışmaları sonucunda oluşturulan veriler ve

Google Earth eklentisi olan Collect Earth Programı ile FAO bünyesinde geliştirilerek 2000-2015 yıllarını kapsayan arazi örtüsü verileri ve ulusal istatistik verileri değerlendirmeye alınarak üretilmiştir (Anonim 2016a)

Çizelge 2.4 MODIS verilerine dayanılarak 2000-2010 yılları arasındaki Türkiye arazi kullanım sınıflarının alan değişimleri (Anonim 2016a)

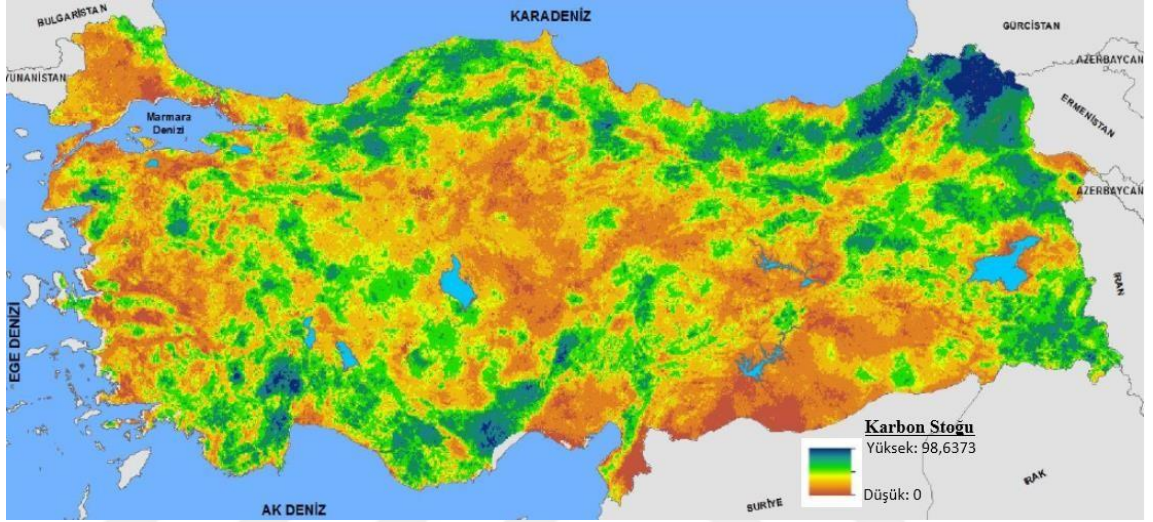
Arazi Kullanım Sınıfı	Net Alan Miktarı Değişimi (2000-2010)- km ²
Orman	-387,70
Çalılıklar, Çayırlar ve Seyrek Bitkili Alanlar	152,00
Ekili Alan	234,70
Sulak alanlar ve Su Kütleleri	0
Yapay Alanlar	0
Kıraç Araziler ve Diğer Alanlar	1
Toplam	0

Çizelge 2.4’de 2007-2012 yılları arasında yapılan bir çalışmanın sonuçları görülmektedir. Çalışmada Türkiye’deki 11.800 adet toprak örneğinde yapılan analiz sonuçlarına göre; 0-30 cm toprak derinliğinde tarım, orman ve mera kullanımı altındaki topraklarda ortalama 34,54 t/ha organik karbon tutulumunun olduğu belirlenmiştir. Bu verilerden faydalanılarak “Türkiye Toprakları Karbon Stok Dağılımı Haritası” oluşturulmuştur (şekil 2.1).

MODIS verilerine göre, Türkiye arazi kullanım sınıflarının 2000-2010 yılları arasındaki durumu karşılaştırıldığında; ormanlık alanda 387,70 km² azalma, çalı ve çayırılık alanlarda 152 km² artış, tarım alanlarında 234,70 km² artış ve diğer alanlarda önemli bir değişimin olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 2.5 Tarım, orman ve merada bulunan toprak organik karbonu değerleri

	TARIM	ORMAN	MERA
TOK (t/km²)	2.979	4.512	3.708
Alan (km²)	239.430	216.780	146.170
Toprak Organik Karbon (t)	713.261.970	978.111.360	541.998.360



Şekil 2.1 Türkiye toprak organik karbon stoğu haritası (<http://arastirma.tarim.gov> 2017)

2.1.9 Orman Alanları

Orman arazisini tanımlamak için kullanılan bu kategori, belli bir eşik değeri ile uyumlu (% 10 ve daha fazla tepe kapallığı olan) ağaçlık bitki örtüsü altındaki bütün arazileri kapsar. Bu araziler öncelikle işletilen ve işletilmeyen alt kategorilerine ve yine ekosistem çeşitlerine göre de alt kategorilere ayrılır. Ayrıca bu sınıf, orman arazisi niteliği taşımayan fakat bu nitelikleri sağlaması beklenen bitki ekosistemlerini de kapsar (Asan vd. 2011).

Atmosferden sera gazlarını, özellikle karbondioksiti uzaklaştırmaları açısından karasal ekosistemler içerisindeki en önemli yutak alanlar orman alanlarıdır. Orman formları, işletme biçimleri, servet ve artım gibi parametrelerde incelenerek Türkiye orman varlığı ortaya konulmaktadır. 814578 km²'lik yüz ölçüme (779452 km² izdüşümü alanına) sahip olan Türkiye hem bir Asya, hem de bir Avrupa ülkesidir (Karakuş 2010). Çizelge 2.1.9.1'de görüleceği üzere günümüzde 22.342.935 ha toplam orman alanı bulunmaktadır. Bu alanın % 5 ,9'u normal orman alanı olup % 43,1'i boşluklu kapalı orman alanlarını oluşturmaktadır (Anonim 2017).

Çizelge 2.6 Türkiye Orman Varlığı (Anonim 2017)

Niteliği	İbrelili Koru ha	Yapraklı Koru ha	Karışık Koru ha	Koru Toplam ha	Baltalık		Ormanlık Toplam		
					ha	%	ha	%	
Normal	6.825.672	3.007.133	2.086.256	11.919.061	60,8	785.087	6,8	12.704.148	56,9
Boşluklu Kapalı	3.803.161	1.616.501	2.280.995	7.700.657	39,2	1.938.130	93,2	8.485.744	43,1
TOPLAM	10.628.833	4.623.634	4.367.251	19.619.718	100	2.723.217	100	22.342.935	100

Çizelge 2.7'de Türkiye ormanlarının topraklarında depolanan organik karbon Tolunay ve Çömez'in (2007) miktarlarını belirlemek üzere yaptıkları çalışmalarında 1234 noktada ve 1 m derinliğindeki toprak profillerinden elde edilen değerlere göre 78,0 t/ha organik karbonun orman alanlarındaki topraklarda depolanmakta olduğunu bildirmişlerdir.

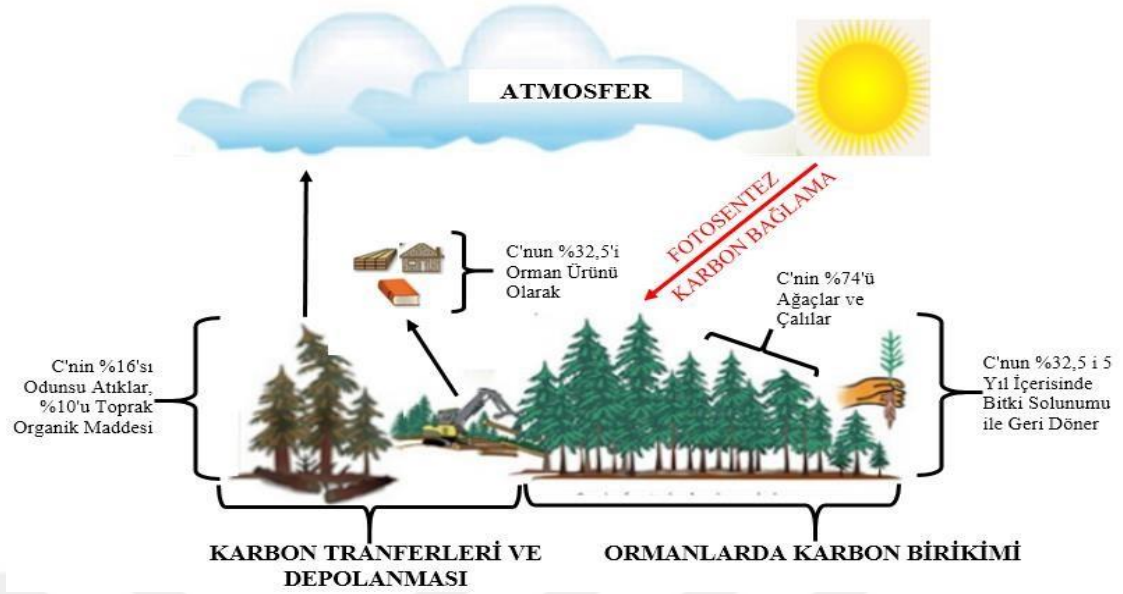
Çizelge 2.7 Türkiye Ormanlarında Toprakta Depolanan Organik Karbon Miktarları (Tolunay ve Çömez 2007)

Ağaç Türü	Nokta Sayısı	Ağırlıklı Ortalama (Ton/Ha)
İbrelili	751	77,1 (0,8-448,0)
Yapraklı	191	80,4 (2,0-424,0)
İbrelili Ağaçlandırma	148	83,2 (9,3-316,0)
İbrelili Karışık	97	62,2 (2,5-180,6)
İbrelili-Yapraklı Karışık	33	70,8 (7,0-374,3)
Yapraklı Karışık	14	161,4 (96,1-234-4)
Ağırlıklı Ortalama	1234	78,0 (0,8-448,0)

Bir yerin orman vasfı taşıyabilmesi için alandaki ağaçların % 10 ve daha fazla tepe kapalılığına sahip olması gerektiği FAO tarafından yayınlanan FRA 2000 “Terim ve Tanımlamalar” da kabul edilmiştir. Buradan yola çıkarak, ülkemizde bu tanımlamaya uymayan 10,5 milyon ha alan olduğu bilinmektedir. Ancak bu durumdaki alanların çok büyük bir kısmı, gerekli koruma önlemleri alınarak, normal olarak tanımlanan sınıra kolayca girebilecek niteliktedirler. Öte yandan, bu alanların olması gereken tepe kapalılığını sağladığında, bağlayacakları karbonun miktarının küresel iklim değişimi açısından büyük etki yaratacağı ortadadır. Bu yüzden; bu alanların karbon hesaplamaları esnasında orman istatistiklerinde “verimsiz” olarak nitelenmemesi ve ayrı bir alt kategori şeklinde değerlendirilmesi gerekmektedir (Asan vd. 2011).

Yerküredeki tüm bitkilerin depoladığı karbonun % 75’i ormanların yeşil bünyesinde tutulmaktadır. Sağlıklı gelişme göstermiş 100 yaşındaki bir kayın ağacını örnek verecek olursak; fotosentezle 40 milyon m³ havayı emerek, bu havadaki 1200 m³ karbondioksiti, 6 ton karbon olarak biyokimyasal dönüşümle bağlayabilmektedir. Bir hektarlık ormanlık alanda yıllık 13-30 ton karbondioksit bağladığı ifade edilmektedir. Küresel ısınmanın en önemli nedenlerinden biri olan karbondioksiti bünyesinde tutan, orman ekosistemlerinin çevreye ve insanlığa ne denli fayda sağladığı ortadadır (Görücü ve Eker 2009)

Wayburn vd. 2000 tarafından yapılan bir çalışmanın (şekil 2.17), sonuçlarına göre; orman ekosistemlerinde depolanan karbonun % 74’ü toprak üstünde % 2 ’sı toprak altında tutulmaktadır. Sürekli olarak ekosistemde tutulan toprağın üstündeki kısmın % 35’i, normal çürüme ve ayrışma ile atmosfere dönmekte olan % 32,5’i ve kalan odundan üretilen orman ürünleri içinde % 32,5 bulunmaktadır. Her yıl % 2 oranında orman ürünlerinde depolanan karbonun azaldığı tahmin edilmektedir (Zengin vd. 2005).



Şekil 2.17 Karbonun Orman ve Orman Ürünlerinde Depolanma Süreci (<http://www.afandpa.org> 2017' den değiştirilerek alınmıştır)

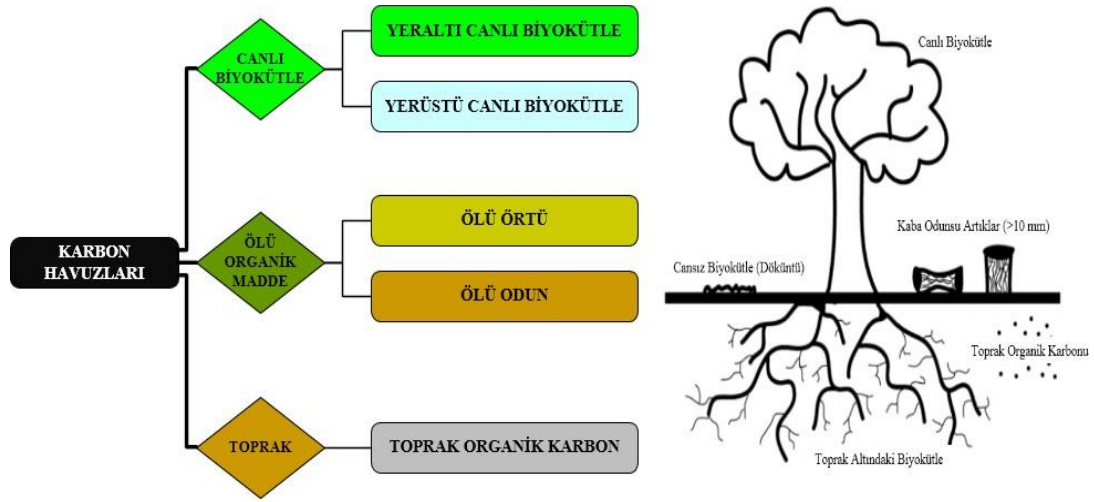
Johnson (1991)'ın yaptığı bir çalışmada, tropiklerdeki orman kaybının nedenleri arasında, % 4'ün tarım kaynaklı, % 18 odun ticareti, % 10 yakacak odun ve % 8 köylü kullanımından kaynaklandığı gösterilmektedir. Oysa tropikal ormanlar çizelge 2.8'de görüldüğü gibi; diğer ekosistemlerle karşılaştırıldığında daha çok karbonu depolamaktadır. Tarım alanı ile aynı büyüklükteki alanda tropikal orman kıyaslandığı zaman tarım alanınının 44 kat daha az karbon depoladığı çizelge incelendiğinde görülmektedir (Görücü ve Eker 2009).

Çizelge 2.8 Bazı Ekosistemlerin Karbon Depolama Kapasiteleri (Johnson 1991)

EKOSİSTEM	KARBON DEPOLAMA (tC/ha)
Tropikal Ormanlar	220
Ilıman Ormanlar	150
Kuzey Ormanları	90
Çayır ve Meralar	15
Tarım Alanları	5

Yeryüzünde bulunan tüm ekosistemlere karbon ilgili ekosistemin özelliklerine bağlı olarak çeşitli süreçler neticesinde girmektedir. Karbonun bağlandığı bu ekosistemler arası karbon alışverişi yaşanmaktadır. Karbonun bulunduğu ve biriktiği bu ortamlara “karbon havuzu” ismi verilmektedir (Ravindranath ve Ostwald 2008, Anonymous 2006, Çömez 2010). Anonymous (2003a) karasal ekosistemlerde karbon havuzlarını alt havuzlar dâhil 5 adet olduğunu belirtilerek bunlardan ana havuzları 3 gruba ayırmıştır. Bunlar yaşayan biyokütle, ölü organik materyal ve toprak karbon fraksiyonlarıdır. Alt karbon havuzlarını ise, 5 ayrı karbon havuzu kategorisine bölerek isimlendirmektedir (Karakuş 2010). Ormanların yetişmekte ve gelişmekte olduğu ekosistemlere genel olarak bakıldığında bu ekosisteme özel 5 adet karbon havuzunun olduğu bildirilmektedir (Şekil 2.18) (Ravindranath ve Ostwald 2008, Anonymous 2006, Çömez 2010, Asan 2011). Bunlar;

- Toprak üstü bitkisel kütle havuzu; tüm canlı otsu ve odunsu bitkilerin gövdeleri, dalları, çiçekleri, tohumları, kabukları ve yapraklarından,
- Toprak altı bitkisel kütle havuzu; genellikle 2mm'den daha kalın bitkisel kütlenin canlı köklerinden,
- Ölü odun havuzu; canlı olmayan bitkilerin genellikle 10 cm kalınlıktaki dikili ya da toprak üzerinde yatan ölü örtüye dâhil edilmeyecek olan ölü odun, kütük ve kök kısımlarından,
- Ölü örtü havuzu; mineral toprak üzerindeki canlı olmayan, ayrışmanın çeşitli aşamalarındaki ölü bitki kısımlarından ibaret, ölü odun için belirlenen kalınlıktan daha ince boyutlarda ve bunun yanı sıra ölü odun için belirlenen çap sınırına göre değişiklik gösterebilen ölü bitki kısımlarından ibarettir.
- Toprak havuzu; ilgili ülke tarafından sürekli uygulanan zaman serisine bağlı olarak belirlenen derinlikteki mineral ve organik topraklarda mevcut olan organik karbonunda buna dâhil edildiği organik maddelerdir. Buna toprak organik maddesi içerisinde bulunan ayrışmaya uğramamış canlı küçük kökler dâhildir (Anonymous 2003a, Karakuş 2010).



Şekil 2.18 Orman ekosistemlerindeki karbon havuzları (<http://www.mdpi.com> 2017 den değiştirilerek alınmıştır)

Çizelge 2.9 Türkiye Ormanlarında 1990-2005 Yılları Arasındaki Net Karbon Tutunumu ve CO₂ Eşdeğerleri (Karakuş 2010)

YILLAR	Karbon Artımı		Karbon Kayıpları			Net Karbon Tutunumu Ton/yıl *1000	CO ₂ Eşdeğeri Gt/yıl
	Canlı Biyoküttele	Ölü Organik Maddede	Ticari Kesim	Yakacak Odun Toplama	Diğer (Orman Yangınları)		
	Ton/yıl *1000	Ton/yıl *1000	Ton/yıl *1000	Ton/yıl *1000	Ton/yıl *1000		
1990	17017.048	966.586	4291.567	1468.152	200.063	12023.852	44087.456
1991	17139.718	934.880	4141.355	1468.152	117.647	12347.444	45273.960
1992	17263.340	930.375	4120.013	1468.152	178.080	12427.470	45567.390
1993	17387.921	935.399	4143.817	1468.152	224.099	12487.252	45786.589
1994	17513.470	811.289	3555.830	1468.152	555.088	12745.689	46734.195
1995	17639.993	945.449	4191.431	1468.152	111.751	12814.108	46985.062
1996	17767.500	946.141	4194.709	1468.152	217.242	12833.538	47056.305
1997	17895.997	868.868	3828.619	1468.152	91.952	13376.142	49045.855
1998	18025.494	837.278	3678.955	1468.152	98.474	13617.191	49929.701
1999	18155.998	822.955	3611.100	1468.152	84.498	13815.203	50655.745
2000	18287.518	824.514	3618.487	1468.152	369.102	13656.291	50073.066
2001	18420.061	780.334	3409.176	1468.152	107.646	14215.421	52123.211
2002	18553.637	851.658	3747.083	1468.152	123.951	14066.109	51575.732
2003	18688.253	828.904	3639.287	1468.152	96.727	14312.991	52480.968
2004	18823.919	888.387	3921.089	1468.152	70.987	14252.078	52257.618
2005	18538.821	870.987	3897.604	1518.506	23.064	13970.634	51225.658
2006	17139.718	934.880	4141.355	1468.152	117.647	12347.444	45273.960

* Hesaplamalarda, 20 yaşından büyük orman alanlarındaki dikili haldeki kurular ve kesimler sonucu oluşan artıklar dikkate alınmıştır. Döküntü miktarları hesaplamalara dâhil edilmemiştir. Yukarıda belirtilen aynı nedenden ötürü orman toprağındaki karbon içeriği de hesaplara ilave edilmemiştir. Bu nedenle, yaşayan biyokütle ve ölü organik maddede depolanan karbon miktarı hesaplanmıştır. Karbon kaybı olarak böcek ve mantar hasarlarından dolayı oluşan kayıplar da hesaplamalara ilave edilmemiştir (Karakuş 2010)

2.1.10 Tarım Alanları

Bitki örtüsünün orman arazisi kategorisi eşliğinin altına düştüğü ve ekilebilir tarım yapılabilir araziler ile tarımsal ormancılık alanları bu kategoriye dahildir. Tarımsal amaçlı plantasyonlar da yani tarla kenarı ağaçları ile zeytin, narenciye, çay, fındık ve meyvelik bu grubun içerisinde (Asan vd. 2011).

Türkiye’de tarımsal üretimde kullanılan arazinin toplam miktarı 27.708.903 ha olup çizelge 2.10 da görüldüğü gibi, bu miktar ideal arazi kullanım planlamasında 2.54.585 ha olarak belirtilmiştir. Arazilerimizin büyük bir kısmının tekniğine uygun (% 4-5'lik bir hata ile) bir şekilde kullanıldığı bu genel toplamlar değerlendirildiğinde ortaya çıkmaktadır. Fakat V. VI. ve VII. sınıf arazilerin işlemeli tarımda kesinlikle kullanılmaması ve orman, çayır-mera vb. kullanımları altında olması gerekirken kuru veya sulu koşullarda tarımsal üretim amacıyla kullanılıyor olması ülkemizde gözden kaçırılmaması ve üzerinde ciddiyetle durulması gereken çok önemli bir arazi kullanım hatası olarak görülmektedir (Sarı 2011).

Çizelge 2.10 Ülkemizdeki Arazilerin Kullanım Şekilleri (Sarı 2011)

Arazi Sınıfı	Arazi Kullanım Şekli (ha)				Toplam
	Kuru Tarım	Sulu Tarım	Bağ, Bahçe	Fındık, Zeytin, Kestane, Çay	
I.	3.155.446	1.413.256	176.264	33.333	4.778.299
II.	4.876.280	835.791	187.972	86.823	5.986.866
III.	5.438.715	476.222	204.989	109.507	6.229.433
IV.	4.062.580	233.081	172.414	135.054	4.603.129
V.	13.340	3.980	143	-	17.463
VI.	3.377.458	34.290	201.714	235.037	3.848.499
VII.	1.683.515	4.260	115.041	442.398	2.245.214
VIII.	-	-	-	-	-
	Hata 6.111.176 (%23)				27.708.903 ha

Çizelge 2.11 Türkiye’deki tarım alanlarının 1990-201 yılları arasındaki değişimi
(www.tarim.gov 2017)

Tarım Alanı	1990		2002		2013		2014		2015		2016	
	Bin ha	%	Bin ha	%	Bin ha	%	Bin ha	%	Bin ha	%	Bin ha	%
Tarla Bitkileri	18.868	67,7	17.935	67,5	15.613	65,6	15.789	66,0	15.773	66,0	15.573	65,5
Nadas	5.324	19,1	5.040	19,0	4.147	17,4	4.108	17,2	4.114	17,2	4.050	17,0
Sebze	635	2,03	930	3,5	808	3,4	804	3,4	809	3,4	804	3,4
Meyve	3.029	10,9	2.674	10,1	3.232	13,6	3.238	13,5	3.284	13,7	3.329	14,0
TOPLAM	27.856	100	26.579	100	23.800	100	23.939	100	23.934	100	23.763	100

Çizelge 2.12 Türkiye’deki 2001-201 yılları arasındaki tarım alanlarının durumu
(Anonim 2017a)

Yıllar	Toplam Tarım Alanı	Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünlerin Alanı (1000 Ha)				Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri Alanı
		Ekilen Alan	Nadas	Sebze Bahçeleri Alanı	Süs Bitkileri Alanı	
2001	40 967	17 917	4 914	909	-	2 610
2002	41 196	17 935	5 040	930	-	2 674
2003	40 644	17 408	4 991	911	-	2 717
2004	41 210	17 962	4 956	895	-	2 780
2005	41 223	18 005	4 876	894	-	2 831
2006	40 493	17 440	4 691	850	-	2 895
2007	39 504	16 945	4 219	815	-	2 909
2008	39 122	16 460	4 259	836	-	2 950
2009	38 912	16 217	4 323	811	-	2 943
2010	39 011	16 333	4 249	802	-	3 011
2011	38 231	15 692	4 017	810	4	3 091
2012	38 399	15 463	4 286	827	5	3 201
2013	38 423	15 613	4 148	808	5	3 232
2014	38 558	15 782	4 108	804	5	3 243
2015	38 551	15 723	4 114	808	5	3 284
2016	38 328	15 574	3 998	804	5	3 329

Çizelge 2.13 Türkiye'deki tarım alanlarında 1991-201 yılları arasında net karbon tutunumu ve net CO₂ eşdeğerleri (Karakuş 2010)

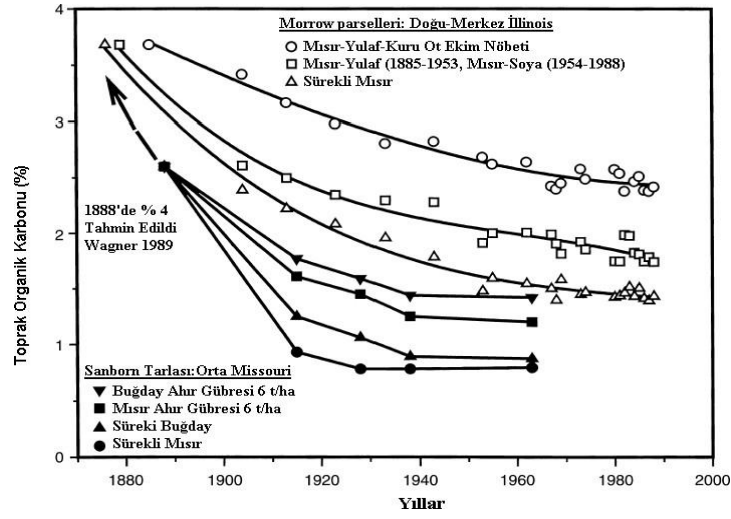
Yıllar	Tarım Alanlarında Canlı Biyokütlerdeki Karbon (Gt)	Tarım Alanlarında Mineral Topraktaki Karbon (Gt)	Toplam (Gt)	Toplam CO ₂ eq (Gt)
1991	3466.87	*-683.85	2783.02	10185.85
1992	3440.85	85.48	3526.34	12906.40
1993	3533.69	54.56	3588.26	13133.02
1994	3571.52	119.91	3691.43	13510.65
1995	3686.63	14.07	3700.70	13544.57
1996	3690.56	31.14	3721.70	13621.41
1997	3710.66	21.25	3731.91	13658.79
1998	3793.19	42.24	3835.43	14037.68
1999	3833.89	-11.99	3821.90	13988.17
2000	3870.48	37.10	3907.58	14301.76
2001	3925.00	859.82	4784.82	17512.44
2002	3811.86	107.18	3919.05	14343.71
2003	3961.13	-679.92	3281.20	12009.21
2004	4261.62	0.00	4261.62	15597.54

* - işareti azalmayı ifade etmektedir

Çizelge 2.13'de görüldüğü gibi, atmosferden almış olduğu miktarı ve karbonu bünyesinde daha kısa süre depolaması açısından tarım alanları en önemli alanlardan birisidir. Toplamda mevcut tarım alanlarındaki en fazla karbon tutunumu canlı biyokütle havuzunda olmuştur. Toprak havuzunda depolanan karbon düzensiz bir artış ve azalış gerçekleştirirken canlı biyokütle havuzunda depolanan karbon düzenli olmamakla birlikte her geçen yıl artış göstermiştir. 2004 yılında 4261.62 Gt iken canlı biyokütlerde en fazla karbon tutunumu, 1992 yılında en az 3440.85 Gt karbon tutunumu olmuştur. Mineral topraklarda tutulan karbon ise en fazla 2001 yılında 859.82 Gt olmasına karşın, 1991 yılında -683.85 Gt azalma olmuştur. CO₂ eşdeğeri olarak, tarım alanlarında karbon havuzunda tutulan toplam karbon miktarını incelediğimizde ise, 1991'den 2004 yılına kadar düzensiz bir şekilde 10185.85 Gt'dan 15597.54 Gt'a doğru bir artış görülmektedir (Karakuş 2010).

Bauer ve Black 1994'e ithafen Lal vd. 1997 tarafından, sürdürülebilir tarım için ve toprağın verimliliği açısından toprakta organik karbonun depolanması son derece önemli olduğunu vurgulanmaktadır. Sampson ve Scholes (2000), toprakta depolanan organik karbonun miktarı toprağın yönetim şeklindeki farklılaşmalara göre azalma ve artma gösterebildiği bildirilmektedir. Atmosferdeki yüksek CO₂'in dengeye gelmesi için en uygun tarımsal yönetim şekilleri ile organik karbonun depolanmasını sağlayarak gerçekleştirilebilir. Minimum toprak işleme, ekim nöbeti ve organik atıkların (bitkisel ve hayvansal) kullanımı en ideal tarımsal yönetim şekilleri arasında sayılabilir. Kern ve Johnson 1993 yaptıkları bir çalışmada, geleneksel sürüm sisteminden sürümsüz tarıma geçmekle, toprağın 8-15cm'lik derinliğinde depolanan karbon miktarındaki artışın ilk 8 cm'lik derinliğe göre daha az olduğu ve 8 cm'lik kısımda önemli miktarda karbon depolandığı sonucuna varmışlardır. Machado vd. (2006)'a göre, ekim nöbeti uygulanması en uygun toprak işlemeyle beraber depolanan karbonun miktarında önemli artışa neden olmaktadır. Sainju vd. (2006), ekim nöbetinin kuru tarım yapılan alanlarda minimum sürüm sistemiyle uygulanması durumunda topraktaki karbon miktarının arttığı düşüncesini desteklemiştir (Koçyiğit 2008).

Yoğun toprak işlemenin toprak organik maddesi üzerindeki etkilerinin, tarımsal üretimde nasıl olduğu şekil 2.19'de görülmektedir. Illinois'te ve Missouri'deki topraklardaki uzun dönemde toprak karbonundaki değişimlerin verilerini göstermektedir. Deneme parsellerini işlemek için kulaklı pulluk kullanılması, deneme alanlarındaki aynı olan tek faktördür. Toprak karbonunda Ekim nöbeti veya farklı yetiştirme sistemleri toprak karbonunda farklılıklara neden olabilmektedir. Buda topraktaki organik materyalin kontrolünün ve toprağın organik karbon miktarını düzenlemesinin amenajman çalışmalarına bağlı olduğunu işaret etmektedir. Tek yıllık bitkilere dönüş, kulaklı pulluk ve diskaro kullanımıyla birlikte toprak organik karbon ve azot miktarında önemli oranlarda azalmaya sebep olmuştur. Yapılan birçok çalışma benzer sonuçlar göstermekle beraber, koruyucu toprak işleme ve doğru anız amenajmanı gerekliliğini göstermiştir (<http://www.angelfire.com> 2017).



Şekil 2.19 ABD'nin Orta Batı Bölgelerinde Toprak Karbonuna, Toprak İşleme Ve Münavebe Yönteminin Uzun Süreli Etkisi (<http://www.angelfire.com> 2017)

Tarımsal üretim uygulamalarında toprakta tutulan karbonun konsantrasyonunu yükseltmek için; minimum toprak usul ve yöntemlerini kullanıldığı tek yıllık tarımsal üretimin gerçekleştirilmekte olduğu alanlarda uzun dönemli ve her yıl aynı kültür bitkisinin yetiştirilmesi yerine toprak tekstür, strüktür ve kimyasal verimlilik özelliklerinin daha fazla koruduğu bilinen ürün deseni değişimlerinin yapılması, toprağın nadas yerine bütün bir yıla yayılacak şekilde kullanılması, toprak kayıplarının önüne geçilecek önlemlerin alınması, karbon tutma kabiliyeti fazla olan ve hasattan sonra tarlada fazla atık bırakan türlerin yetiştirilmesi, otlak ve orman alanı olarak kullanımı daha uygun olacak yerlerde tarım yapılmaması daha yararlı olacağı bildirilmiştir (Koçyiğit 2008).

2.1.11 Çayır ve mera alanları

Tarım arazisi olarak kabul görmeyen otlak ve çayır alanları bu kategori içerisinde sınıflandırılır. Orman arazisi olarak belirlenen sınırın altında kalan ve insan etkisi olmadan orman arazisi sınıfına girmesinin mümkün olmadığı alanlarda bu gruba dahildir. Ayrıca bu kategoride tarım alanlarında ki silvo pastoral sistemleri ve ulusal

tanımlarla tutarlı olarak işletilen ve işletilmeyen alt kategorilerine ayrılan tüm otlakları içerirler (Asan vd. 2011).

Toprak ve su kaynaklarının korunması gibi birçok işlevi aynı anda yürütebilen çayır ve meralar oldukça önemli bir yere sahip ekosistemlerdir. Ancak, çayır ve meraların sadece hayvancılıkla ilgili alanlardaki önemi üzerinde durulmaktadır. Çayırlar ile meraların farklı özellikler taşıyan ortamlar olduğu Türkiye’de çoğunlukla bilinen bir durum değildir (Çevre ve Orman Bakanlığı 2006a, Karakuş 2010).

Çayır ve mera toplam alanı içinde % 3-4’lük bir paya sahip olan çayırlar, ilke olarak taban suyu düzeyi yüksek, düz arazilerde, sık ve yüksek boylu bitkilerin bulunduğu ortamlardır. Üzerinde hayvan otlatma hakkı tesis edilmiş bulunan ve hayvan otlatılmasına uygun bitki örtüsü ile kaplı arazi parçası ise mera olarak tanımlanmaktadır. Çayır ve mera alanları, başlıca kullanımı otlatma olduğu, genellikle kalıcı otların baskın olduğu bitki örtüsüne sahip arazilerdir. Aynı zamanda orman tanımında kullanılan eşikten, çayır ve mera alanları daha düşük ağaç örtüsü de içerebilir (Karakuş 2010).

Çizelge 2.14’de ülkemizdeki mera alanlarının 1970 ve 201 yılları arasındaki değişimi tüm bölgeler dikkate alınarak gösterilmiştir. Burada ülkemizdeki en fazla mera alanlarının 1970 yılından günümüze Doğu Anadolu bölgesinde bulunduğu en az mera alanlarının ise Marmara bölgesinde bulunduğu görülmektedir. Ülkemizdeki mera alanları toplamda 1970 yılından 201 yılına gelinceye kadar 2. 98.400 ha’ dan 10.811.817 ha’a gerileyerek mera alanlarının yarı yarıya azaldığı görülmektedir.

Çizelge 2.14 Mera alanlarının 1970 ile 201 yılları arasındaki değişimi
(www.tarim.gov. 2017)

	1970*	1991**	2001***	1998-2016-1
Bölgeler	Alan(ha)	Alan (ha)	Alan (ha)	Alan (ha)
Ege	1.027.900	615.900	802.879	389.941
Marmara	463.600	564.100	552.662	285.480
Akdeniz	1.002.400	434.300	659.334	530.652
İç Anadolu	5.884.200	3.890.300	4.570.182	3.928.327
Karadeniz	1.993.100	1.556.000	1.533.603	1.068.378
Doğu Anadolu	9.162.100	4.573.400	5.485.449	4.053.805
Güney Doğu Anadolu	2.165.100	743.600	1.012.576	555.234
Toplam	21.698.400	12.377.600	14.616.685	10.811.817

* Köy Hizmetleri Verileri, ** Tarım Sayımı, *** TÜİK Sayımı

Karbon depolama yeteneği bakımından, biyolojik çeşitliliği ve otlama sıklığının azaltılmasıyla oluşan yoğun bitki toplulukları sayesinde meralar karbon miktarı yüksek olan alanlardır. Doğal çim alanları, büyük ovalar, çalılı araziler, büyük çöller, tundralar, sahil bataklıkları ve nemli çayırliklar mera arazisi kategorisi içerisinde sayılırlar. Toprak, vejetasyon, hava ve suyun birliktelikleriyle mera ekosisteminin çevresel olayları belli bir dengede tutarak devam ettirmesi mera sağlığı açısından önemli bir süreçtir (Okur 2010). Çayır-mera alanları çizelge 2.15’de görüldüğü gibi, atmosferden almış olduğu karbon miktarı ve karbonu bünyesinde depolaması yönüyle ormanlardan sonra ikinci derece öneme sahip alanlardır.

Çizelge 2.15 Türkiye’deki çayır ve mera alanlarında 2000-2004 yılları arasında net karbon tutunumu ve CO₂ eşdeğerleri (Karakuş 2010)

Yıllar	Çayır ve Mera Alanlarında Canlı Biyokütlerdeki Karbon Tutunumu (Gt)	Çayır ve Mera Alanlarında Mineral Topraktaki Karbon Tutunumu (Gt)	Meraya Dönüşen Alanlarda Topraktaki Karbon Tutunumu (Gt)	Meraya Dönüşen Alanlarda Canlı ve Ölü Biyokütlerdeki Karbon Tutunumu (Gt)	Toplam Karbon Tutunumu (Gt)	Toplam CO ₂ eq Karbon Tutunumu (Gt)
2000	49.5	17.73	16.50	175.50	259.23	948.78
2001	17.2	11.05	16.50	175.50	220.25	806.13
2002	2.05	100.22	16.50	175.50	294.27	1077.04
2003	0.26	146.35	16.50	175.50	338.62	1239.34
2004	0.19	1269.92	16.50	175.50	1462.11	5351.32

Meralarda toprağın kalitesini gösteren faktörler Okur (2010) tarafından belirlenmiştir;

- Bitki üretim ve canlılığı
- Toprak kaybı
- Su randımanı ve kapasitesi
- Yaban hayatı
- Karbon zinciri
- Vejetasyon değişimleri
- İstilacı bitkilerin gelişimi ve tutunması
- Mera sağlığı
- İklim

Ülkemizde çayır ve mera alanlarının idare ve yönetimi olgusu hem üreticiler hem de idareciler bakımından oldukça zayıftır. Meralar ülkemizde kamu malı olarak görülmekte ve meraların daha iyi olması yönünde gerekli özenin gösterilmesi gerekmektedir. Aşırı otlatma, yeterince sulama ve gübreleme uygulamaların yapılmaması temel sorunlardır. Bu işletimsel sorunlar yeterince mera alanına sahip ülkemizde meralardan beklenen verim alınmamasına sebep olmaktadır. Bundan dolayıdır ki, gerekli mera yönetim sistemlerinin öncelikle devreye alınması, mülkiyet haklarının organize edilerek kullanımıyla ilgili gerekli düzenlemenin sağlanması gerekmektedir (Anonim 2006).

2.2 Kaynak Özetleri

Atmosferdeki sera gazı düzeyinin artmasıyla güneşten gelen radyasyonun atmosfer içinde tutulması ve sıcaklık artışlarına sebep olması iklim değişikliğinin en önemli nedenlerinden birisidir. Sera gazlarının organik ve/veya inorganik bağlayıcılarla tutulması, salınım ve yayılımının azaltılması iklim ve çevre çalışmalarında öncelikli konulardır. Ülkemizin iklim kuşağının kurak-yarı kurak olması ve insan nüfusunun giderek artmasından dolayı arazi kullanımındaki yanlışlıklar beraberinde iklimde bozulmalara ve çölleşmeye sebep olan sürecin hızlanması sonucunu doğurmaktadır. Küresel anlamda ormanlar, organik karbonu üzerindeki toprak ve bitki örtüsü sayesinde

en yüksek düzeyde depolayan yutaklardır. İklim değişimi üzerinde, ormanların sera gazı bağlama potansiyelinin ve işlevinin yüksek olması olumlu yönde etkilemektedir. Karbon orman alanlarında, biyoküttele ve toprakta depolanmaktadır. Karbon birikimi orman arazisi altındaki topraklarda, organik maddeye bitkisel artıkların dönüşümü ve oluşan organik maddenin ayrışması sırasındaki ilişki ile açıklanabilmektedir. Toprak üstü biyokütle, toprak altı biyokütle ve toprak üstü ölü ve diri örtüde tutulan karbon olarak biyokütle de tutulan karbon belirlenmektedir. Bununla beraber bölgesel ve toprak özelliklerine bağlı karbon depolama yetenek ve potansiyellerini ülkemizdeki ormanlarda detaylı olarak araştıran çalışmalar yetersizdir. Polat vd. (2011) yaptıkları çalışmada, küresel ısınma ve ormanda karbon döngüsü çerçevesinde tamamı ağaçlandırma ile kurulmuş Tarsus Karabucak Orman İşletme Şefliğinin'deki ormanların karbon tutumu etkinliğini incelemiştir. Tamamı bataklık ve kumulun ıslahı için yapılan ağaçlandırmalarla Tarsus Karabucak OİŞ orman alanları tesis edilmiştir. 2.557 ha'lık alanda, orman toprağında 1.051 ton ve toplam biyokütle içinde 105.21 ton olmak üzere tutulan toplam karbon miktarı 1.312 ton dur. Ağaçlandırma öncesi düşük olan organik madde değerleri Karabucak orman topraklarında günümüze gelindiğinde artmıştır. Bu çalışma yer yer Turan Emeksiz Serisi'nde % 5'e ve Fehmi Güresin Serisi'nde ise % 7.5'a ulaşan organik madde miktarlarıyla beraberinde ağaçlandırma çalışmalarının, biyokütle de karbon depolanmasının yanı sıra orman topraklarındaki karbonun depolanmasını da arttırdığını göstermektedir. En etkili yol, atmosferdeki karbonu biyokütleye ve toprağa bağlamak için orman varlığının ağaçlandırmalar yapılarak artırılmasıdır. Bitki örtüsünden yoksun alanların ağaçlandırılmasıyla, Karabucak örneğinde de görüldüğü gibi, kurulan ormanların karbon tutulumu açısından atmosfere çok önemli katkısı olmaktadır.

Asan (1995), "Global İklim Değişimi ve Türkiye Ormanlarında Karbon Birikimi" isimli çalışmada, Türkiye ormanlarında 19 0-1995 yılları arasındaki beşer yıllık periyotlar halinde gözlenen biyokütle değişimini sayısal veriler haline getirmiştir. Çalışmada, 1972 ve 1995 yılı orman varlığı verilerini kullanarak sayısal işlemleri gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonucunda, Türkiye ormanlarında her yıl giderek artan oranda karbon biriktiğine ve sera etkisini olumsuz etkilemediğini aksine olumlu yönde etkilediğini saptamış olduğu verilere göre vurgulamıştır.

Topraklarda ve bitkisel küttelede karbon depolanma süreci orman ekosistemlerinde gerçekleşmektedir. Orman topraklarında depolanan karbon miktarının belirlenmesi bitkisel küttelede biriktirilen karbona kıyasla daha zordur. Depolanan karbonun stok değişiminden veya ölü örtü ayrışmasından kaynaklanan yöntemlerle toprak organik karbonundaki yıllık değişimler belirlenmektedir. Orman topraklarında depolanan stok haldeki karbon miktarı hakkında yeterli veri ülkemiz toprakları için bulunmamaktadır. Ülkemizde konuyla ilgili yapılan çalışmaları Tolunay ve Çömez (2008), derleyerek veri yetersizliğini gidermeye çalışmışlar ve topraklarımızda depo karbon miktarını belirlemişlerdir. Böylece Türkiye'deki orman topraklarında 1 ha alanda depolanan organik karbon miktarını 78.0 Mt, ölü örtülerde 5.8 Mt olmak üzere toplam 83.8 Mt olarak hesaplamışlardır.

Orman ekosistemleri sera gazlarından CO₂'in atmosferden alınarak depolanmasıyla ilgili en önemli rolü oynamaktadır. Fakat karbonun depolanması konusunda orman topraklarının etkileri göz ardı edilerek yalnızca orman ağaçlarının önemli bir görevi olduğu sanılmaktadır. Zaten toplamda depolanan 2500 milyar ton karbonun 2000 milyar tonunun karasal ekosistemlerde topraklarda depolanması toprakların bu konudaki önemini bize göstermektedir. Tarım ve otlak topraklarında orman topraklarına kıyasla daha az karbon biriktirilebilmektedir. Tolunay ve Çömez (2007), yaptıkları çalışmada orman topraklarında depolanan karbonun belirlenmesinde, ölü örtü oluşmasıyla organik madde girişi ve organik maddenin ayrışması arasındaki ilişkinin önemli olduğunu belirtmektedirler. Toprak içindeki organik karbonun ve yaprak dökümüyle oluşan ölü örtünün ayrışması üzerinde toprak özellikleri, yeryüzü şekli, erozyon, arazinin işlenmesi, iklim, meşçere özellikleri, ağaç türleri, silvikültürel müdahaleler gibi çeşitli faktörler etkilidir. Bu çalışma ile araştırmacılar, ülkemizde bugüne kadar yapılan araştırmaları derleyerek toprakta depolanan organik karbon stoğu üzerinde etki eden faktörleri incelemiş ve ülkemiz orman topraklarında depolanan karbonun miktarını saptamaya çalışmışlardır. Çalışmanın sonucunda 1159 toprak çukurundan elde edilen verilere göre bir hektar alanda 77.8 ton kadar karbon depolandığı belirlenmiştir.

Görücü ve Eker (2009), "Kahramanmaraş Ayvalı Baraj Havzasında Karbon Emisyonu ve Ekonomisi Üzerine Araştırmalar" adlı çalışmada, Kahramanmaraş Orman İşletme

Müdürlüğüne bağlı, Elmalar Orman İşletme Şefliğinin sınırlarında bulunan kızılçam meşçerelerinin (731,732,733 no'lu bölmelerdeki üçüncü bonitet sınıfına ait) karbon emisyonu ve ekonomisi açısından analiz etmişlerdir. Bu analizlerin sonucunda 1 kilogram odun kütesinde bağlanan CO₂ miktarını fotosentez denkleminde yararlanarak türetilen $M_d \times N_c \times R_c$ formülünde 1.65 kg olarak hesaplamışlardır. Daha sonra tutulan toplam karbon miktarı 475 ton ve karbondioksit miktarı 17408 ton olarak, 105,5 ha alana ve 121m³/ha hacme sahip 40 yaşındaki kızılçam ağacı için, hesaplanmıştır. Sonuç olarak, 40 yıllık idare süresi sonunda 105,5 hektarlık kızılçamların sağlayacağı yaklaşık net kazanım 220437\$ şeklinde hesaplanmıştır. Çalışmanın bir diğer sonucunda 40 yaşından sonra ortalama yıllık artımın düştüğü ve doğru orantılı olarak bağlanan karbon miktarının da düştüğü şeklindedir. Bu sebeple, idare süresine kadar karbondioksit bağlamak amacıyla kurulan ormanların sahada tutulmasını ve idare süresinden sonra döngünün sürdürülebilirliğinin sağlanması için, hasat yapılarak yeniden ağaçlandırmaya gidilmesinin önemini araştırmacılar vurgulamışlardır. İklim değişikliği ve küresel ısınmanın olumsuz etkilerinin azaltılması için ormanların karbon stoğu olarak kullanılması ve bu amaçla ormanların karbondioksit depolama işlevine finansal destek sağlanması ve buna ilişkin karbon piyasalarının ve borsasının oluşturulması çalışmalarının da bir an evvel başlatılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Paustian vd. (1997), “Yutak Alanları Olarak Tarımsal Toprakların CO₂ Emisyonlarını Azaltmaları” adlı çalışmada, öncelikle tarım topraklarındaki karbon depolarını geçmişten günümüze araştırmışlardır. Daha sonra topraktaki karbon artışının yönetimi ile ve topraktaki karbon seviyelerinin kontrolü ile ilgili yapılan çalışmaları araştırmışlar ve ılıman ve tropik bölgelerdeki tarım topraklarını detaylı bir şekilde incelemişlerdir. Çalışmada, özellikle toprakta karbon depolama ve bu karbon depolama potansiyelinin ılıman kuşağındaki endüstrileşmiş ülkelerde gerçekleştirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Tropikler içinse, küresel düzeydeki değerlendirmelerde kaybolan toprak, iklim ve yönetim kaynakları arasındaki ilişkinin belirlenmesinin gerekliliğini ifade etmişlerdir. Sera gazı salımlarını azaltmada toplam fosil karbon emisyonunun % 3- 'sı gibi oldukça mütevazı bir katkı sağlayabileceğine, yani tarımsal topraklarda karbon depolamanın tek başına yeterli olmayacağına dikkat çekmişlerdir. Ayrıca bu tarz

azaltımının sosyal hayatta rahatlık ve ekonomide bir etki ve oluşturmada tek başına etkili olmasının mümkün olmayacağını belirtmişlerdir. Topraktaki karbonun depolanmasını artıracak en uygun nitelikli yönetim uygulamalarıyla ilgili olarak, araştırmacılar çalışmalarında; çevresel ve sosyo-ekonomik faktörlere göre değişkenlik gösterdiği sonucuna varmışlardır. Geliştirdikleri öneriler ile ürün sıklığının artırılması, toprakları nadasa bırakmanın azaltılması ve çok yıllık yem bitkilerinin kullanılması gibi ılıman bölgelerde uygulanması gereken temel stratejileri belirlemişlerdir. Tropik bölgelerde ise, ürünlerin verimliliğinin artırılmasının gübrelemenin geliştirilmesinin karbon girdisini artırmak için gerekli ve önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Schuman vd. (2001), “Toprak Karbon Dinamikleri ve Çiftlik Arazilerinden Kaynaklanan Potansiyel Karbon Sequestration” adlı çalışmada, topraklardaki karbon yönetiminin günümüzdeki ve gelecekte olabilecek potansiyel etkilerini ABD’de bulunan çiftlik arazilerindeki otlak alanları açısından incelemişlerdir. Bu çalışmada otlak alanları, yangınlar, erozyon ve gübreleme nedeniyle çiftliklerdeki toprakların karbon depolarının etkilediğini ifade etmişlerdir. ABD’deki çiftliklerde bulunan otlak alanlarında uygun otlak alanlarının oluşturularak uygulanmasıyla karbon deposunun 0.1 Mt C ha/yıldan, 0.3 Mt C ha/yıla artıracak sonucuna varmışlardır. Ayrıca dünyadaki toprakların yaklaşık % 10-30’u kadar organik karbonu içerdiği tahmin edilen otlak alanlarının karbon havuzu olarak daha verimli bir şekilde kullanılabilmesi ve toprakta tutulan karbonun en etkin şekilde yönetilebilmesi için gereken çalışmaların yapılmasının gerekliliğini de sonuç olarak vurgulanmıştır.

Tokat’ta Koçyiğit (200) tarafından yapılan bir çalışmada mera topraklarının buğday vejetasyonu altındaki topraklarla kıyaslandığında iki kat daha fazla C ve N içerdiği belirlenmiştir. Mineralize C ve N buğdayda meraya göre daha yüksek oranda olduğu görülürken, tam tersi durum mikrobiyal biyokütle de ortaya çıkmıştır. Buğday vejetasyonu altındaki toprakların mera topraklarından daha dinamik karbon kaynakları ile daha hızlı karbon döngüsüne sahip olduğu görülmüştür. Yoğun toprak işleme ve toprak strüktürüne yapılmış olan tahribat bu hızlı karbon döngüsü ve daha dinamik karbon kaynaklarının temel sebebidir.

Koçyiğit ve Oğuz (2016), mineralize C ve N içeriği organik maddenin kalitesi ve amenajman sistemine bağlı olarak farklı kullanımlar altındaki topraklarda değişkenlik gösterebileceğini söylemiştir. Organik karbonun mineralizasyonunu ve karbonun depolanmasını toprağa dahil olan organik maddenin kalitesi etkilemektedir. Araştırmacılar bu çalışma ile mineralize C ve N içeriğindeki değişimin, yüksek rakımlı farklı kullanımlar altında (Tarım, mera ve orman) ve eğime bağlı olarak belirlenmesini amaçlamışlardır. Çalışma bir birine komşu üç farklı kullanımda 1500 m rakımda gerçekleştirilmiştir. Tarım toprağında ayrıca eğim boyunca bir örnekleme yapılmış olup toprak numuneleri 0-10, 10-20 ve 20-40 cm derinliklerden alınmıştır. Mineralize C miktarı en fazla ormanda görülürken bunu mera ve tarım toprağı izlemiştir. Farklı kullanımlar altında mineralize N içeriğinde önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Mineralize C içeriği eğime bağlı olarak en yüksek taban arazide belirlenirken mineralize N içeriğinde önemli bir değişim gözlenmemiştir.

Uzun zaman tahıl üretimi yapılan bir tarım arazisinde belirlenen organik karbon miktarı otlak arazisine kıyasla % 70, kavaklık alana göre % 60 azalırken, toplam azot miktarlarında değişim yine aynı sırayla % 15 ve % 2 azalma şeklinde olduğu Saviozzi vd. (2001) yaptıkları çalışmada belirlemişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar uzun süre tahıl ekimi yapılan tarım arazisinde toprak kalitesinde diğer alanlara göre bariz bir azalma olduğunu gözlemlemişlerdir.

Almanya'nın Baden Württemberg (southwest Germany) bölgesindeki topraklarında toprak organik karbon ve toplam azot birikimine ilişkin en iyi yönetim uygulamalarının geliştirilmesi için farklı arazi kullanımı altındaki topraklarda Chen vd. (2009) tarafından çalışma yapılmıştır. Bu çalışma topraktaki organik-karbon ve toplam azot stoğunun çayır (RT), işlenmiş tarım arazisi (PT) ve orman alanında (GL) etkilerini değerlendirmek için yapılmıştır. Çalışma sonucunda orman alanındaki topraklarda (GL) organik-karbon ve toplam azot stoğunun önemli ölçüde tarım ve mera alanındakilerden yüksek olduğunu, çayır topraklarının da tarım alanındaki topraklardan daha yüksek organik-karbon ve toplam azot içerdiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmanın sonuçları, otlak ile ilişkili arazi kullanım yönetiminin tahmin edilmesi ve Almanya'da azaltılmış toprak işleme için C ve N tutulumu tahminlerinin değerlendirilmesinde önemlidir.

Güney Brezilya'da birbirine komşu doğal orman, tarım ve otlaktan orman dönüştürülen arazilerde yapılan çalışmada mikrobiyolojik olarak toprak kalitesinin karbon ve azot dengesi ile ilgili olduğu belirlenmiştir (Nougeira vd. 2006)

Saffigna vd. (2004), Avustralya, Queensland'in güneyindeki, Kingaroy yakınlarında Coolabunia bölgesinde yaptıkları çalışmada, dayanıklı orman ağacı plantasyonları ve işlem görmüş topraklarda tutulan karbon ve azot miktarını belirlemiştir. Coolabunia bölgesi, tarım alanı (30 yıldan fazladır mısır ve fındık ekilen), mera alanı (20 yıldan fazla işlem görmemiş mera alanı), doğal alan (orman alanı) olarak 3 bölüme ayrılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, doğal topraklarda (orman alanı) daha büyük miktarda total karbon ve total azotun tarla ve mera alanlarının her ikisinde de daha fazla olduğu görülmüştür. Bu eğilim toprak profilindeki derinliklerde de tekrarlanmıştır.

Güner vd. (2010), yaptıkları çalışmada, Artvin-Murgul yöresinde toprak üstü ve toprak altı biyokütle, kök kütlesi, kök üretimi ve karbon depolama bakımından 1996 yılında dikimle oluşturulmuş yalancı akasya meşcereleri ve bitişindeki otlak alanlarını incelemiştir. Toplam biyokütle, karbon stokları ve karbon depolama potansiyelleri açısından çayır alanlarına kıyasla akasya alanları daha yüksek bulunmuştur. Çalışma sahalarından akasya alanlarında ortalama toplam biyokütle 100.5 ton/ha, toplam karbon stoğu ise 4 .1 ton C/ha seviyesindedir. Çayırılık alanda kalın kök bulunmazken akasyalık alanlarda ortalama 4 ton kalın kök kütlesi mevcuttur. Akasyalık alanlarda ortalama kılcal kök kütlesi 1449, çayırılık alanda ise 2075 kg/ha olduğu belirlenmiştir. 12 yıllık zaman diliminde akasya alanlarının ekonomik değeri, dikim için yapılan harcamaları karşılayacak şekilde ve hatta daha yüksek bir değere ulaşmıştır. Araştırmacılar bu çalışmada, bölgede yapılacak ağaçlandırmalarda, karbon depolama ve odun üretimi öncelikli amaç ise çayır örtüsüne kıyasla yalancı akasya ağaçlandırması tercih edilmesi gerektiği sonucuna varmışlardır.

Tokat yöresinde Oğuz ve Acar (2011), tarafından farklı arazi kullanımlarının, toprak özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla bu çalışma yürütülmüştür. Çalışmada Akış toprak serisi üzerinde yer alan 4 farklı arazi kullanım türünden (orman, mera, meyve bahçesi ve tarım arazisi) üst ve alt derinliklerden toprak numuneleri alınmıştır. Üst

toprak organik madde, pH, toplam azot, P ve K içerikleri ile farklı arazi kullanım türleri arasında önemli istatistikî farklılık bulunurken, kireç ve EC içerikleri arasında istatistikî anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Alt toprak pH, EC, toplam azot ve potasyum içerikleri ile farklı arazi kullanım türleri arasında yine istatistiksel önemli farklılıklar oluşmuş ancak, organik madde, kireç ve P içerikleri arasında istatistiksel anlamda bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Üst ve alt toprak özelliklerinin farklı arazi kullanımlarını altındaki topraklarda etkileri farklı olduğu görülmüştür.

Kastamonu bölgesinde Sarıyıldız vd. (2017), tarafından gerçekleştirilen çalışmada, farklı arazi kullanımının bazı toprak özellikleri, organik karbon ve azot miktarları ve depolama kapasiteleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Çalışmada, yaşlı ve genç göknar meşçeresi bitişiğindeki tarım ve mera alanlarının bazı toprak özellikleri ile karbon ve azot depolama kapasiteleri belirlenmiştir. İki farklı toprak derinlik kademesinden alınan mineral toprak örnekleri üst (0- 10 cm) ve alt (10-20 cm) bu örneklerde tekstür, su tutma kapasitesi, elektriksel iletkenlik, kireç miktarı, organik madde, fosfor (P) ve potasyum (K) konsantrasyonları yanında toplam organik karbon ve azot miktarları analiz edilerek belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, 0-10 cm toprak derinliğinde, en düşük kil, silt, su tutma kapasitesi, pH, P, K ve organik madde miktarı ile en yüksek kum miktarı tarım alanlarındaki toprak örneklerinde tespit edilmiştir. Toprak özellikleri çoğu parametrede 0-10 cm toprak derinliğinde yaşlı veya genç köknar meşçerelerinde daha yüksek olduğu görülmüştür. 10-20 cm toprak derinliğinde aynı değerlendirilme yapıldığında ise, farklı arazi kullanımları açısından bariz bir farklılık görülmemekle birlikte, tarım alanları topraklarının en yüksek kil, silt ve pH değerlerine, mera alanları topraklarının ise en düşük kil, silt, P ve K miktarına sahip olduğu görülmüştür. Yaşlı ve genç göknar meşçerelerinin 0-10 cm ve 10-20 cm toprak derinliklerinde en yüksek organik karbon ve azot miktarı ve depolama kapasitesine sahip olurken, bu değerleri mera alanları ve tarım alanları izlemiştir. Bununla beraber, tüm toprak derinliği değerlendirildiğinde (0- 20 cm), ortalama toprak organik karbon depolama kapasitesi en yüksek mera alanlarında ($50.2 \text{ Mt C ha}^{-1}$), bunu sırasıyla genç göknar meşçereleri ($48.6 \text{ Mt C ha}^{-1}$), yaşlı göknar meşçereleri ($47.4 \text{ Mt C ha}^{-1}$) ve tarım alanları ($32.3 \text{ Mt C ha}^{-1}$) takip etmiştir. Ortalama toplam azot depolaması ise en yüksek genç göknar meşçerelerinde (5.1 Mt N ha^{-1}) belirlenirken, bunu sırasıyla mera alanları

(5.09 Mt N ha⁻¹), yaşlı göknar meşcereleri (4.45 Mt N ha⁻¹) ve tarım alanları (3.33 Mt N ha⁻¹)'na ait topraklar izlemiştir.

Geçmiş yıllarda doğal yapının çeşitli nedenlerle bozulması sonucu eğimli bir arazi yapısına sahip olan İç Anadolu bölgesi Çankırı ili, Eldivan ilçesi Karataşbağı Deresi havzasında Göl ve Dengiz (2007), tarafından (19 1 yılına kadar süren sel ve taşkınlar sayesinde tarım arazileri ve yerleşim alanları su altında kalmış can ve mal kaybına neden olmuştur) bu yörede çalışma yapılmıştır. Sel taşkınlarının sebep olduğu olumsuzlukların engellenmesi için havzada ıslah çalışmalarına başlanılmıştır. Geçmişten günümüze arazi kullanımı ve arazi örtüsündeki değişmelerin ortaya konulmasının yanı sıra havza genel toprak özelliklerinin de 1961-200 yılları arasında başlanılan havzanın ıslah çalışmaları sonucu incelenmesi bu çalışma ile amaçlanmıştır. Araştırma alanına ait 1955 ve 2006 yılları arasındaki topografik, jeolojik ve meşcere haritaları ile iklim verileri araştırmada faydalanılmıştır. Yapılan incelemelere göre 1955 yılında % 14.5 olan karaçam ormanlık alanlar % 35.8'e çıkarken, bozuk baltalık, bozuk karaçam ve tarım alanlarında sırasıyla % 5.7, % 1.8 ve % 15.8 oranlarında düşüş olmuştur. Bunun yanı sıra çalışmada havza topraklarının toprak taksonomisine göre Entisol ve Inceptisol ordosunda göre sınıflandırıldığı belirlenmiştir.

Tarım açısından da topraklardaki organik karbon (C)'un depolanması son derece önemlidir. Demirci (2008), yaptığı çalışma ile senelerdir geleneksel toprak işleme yöntemi uygulanan yarı kurak bir iklim tipine sahip Tokat ilindeki topraklarda tarım arazisi ile doğal (mera ve orman) arazilerinden alınan toprak numunelerini incelenmiş C ve Azot (N)'un fraksiyonlarındaki değişme ve bu alanlarda organik karbon ve azotun depolandığı agregat fraksiyonları ve bu fraksiyonlardaki arazi kullanımından dolayı değişimler ve bunların biyolojik karbon fraksiyonlarıyla olan ilişkilerini belirlemiştir. Bu amaçla her bir alanı temsil edebilecek örnek almak için 4 farklı yer seçilmiş her bir noktadan 3 ayrı örnek alınmıştır. Böylece toplam 12 adet kompoze örnek her bir arazi kullanımından 0-5, 5-15 ve 15-30 cm derinlikten alınmıştır. Toprakların kuru hacim ağırlığı, organik madde ve kireç içerikleri önemli derecede ($p<0.05$) arazi kullanımındaki değişime bağlı olarak etkilenmiştir. Mera ve orman toprağına toplam organik C miktarı İşlemeli tarım yapılan alandakine göre daha yüksek bulunmuştur.

Arazi kullanımından biyolojik ve fiziksel C fraksiyonlarında etkilenmiştir. Toprak işlemeyle mikrobiyal biokütle C ve N ve mineralize olan C ve N büyük ölçüde düşmüş ve bunu mera ve orman toprağı izlemiştir. Arazi kullanımından fiziksel karbon fraksiyonları etkilenmiş ve orman toprağında en yüksek, makro agregat miktarı ve makro agregatlara bağı organik C miktarı bulunmuştur. Mera toprağında mikro agregat miktarı en yüksek belirlenirken yine en yüksek orman toprağında mikro agregatlara bağı organik C miktarı gözlemlenmiştir. Agregatlar tarafından topraktaki organik C'un büyük bir kısmı muhafaza edilmektedir. Bu çalışmayla arazi kullanımındaki farklılığın biyolojik ve fiziksel C fraksiyonlarında önemli bir değışim gösterdiği ve bu değışimin incelenmesiyle C içeriğine arazi kullanımının etkisini ortaya koymuştur.

Mikrobiyal biyokütlerde C ve N içeriklerini belirlemek için, Kara ve Bolat (2008), tarafından Bartın ili Ağdacı Köyü mevkiinde bulunan farklı arazi kullanım biçimi (orman ve tarım) altındaki üst toprakların (0-5 cm) incelenmiştir. Bu çalışma sayesinde topraklardaki mikrobiyal biyokütle C ve N ile bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin açıklanması amaçlanmıştır. 10'ar adet toprak örneğı çalışma alanlarından (orman ve tarım alanından) alınmıştır. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde ortalama mikrobiyal biyokütle C içerikleri, tarım alanında $522.01 \pm 45.68 \mu\text{g g}^{-1}$ iken orman alanında $107.01 \pm 45.8 \mu\text{g g}^{-1}$, olduğu görülmüştür. Ortalama N içerikleri ise mikrobiyal biyokütle olarak tarım alanında $43.02 \pm 3.3 \mu\text{g g}^{-1}$, orman alanında ise $118.71 \pm 10.8 \mu\text{g g}^{-1}$, olarak bulunmuştur. Arazi kullanım biçimi, T testi (bağımsız örnek t testi) sonuçlarına göre; C ve N içeriklerinde mikrobiyal biyokütlerde önemli düzeyde farklılıklar görülmüştür. Diğer taraftan mikrobiyal biyokütle C ve N ile tekstür, organik C, toplam N, kireç içeriğı, pH gibi fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri arasında da istatistikî anlamda ilişki görülmüştür.

Deng vd. (2014), Çin'de "Yeşil Ziraat" programıyla arazi kullanımı değışikliği ve değışen karbon stoklarını bir sentez çalışması üzerinden değılendirmişlerdir. İklim değışikliğinin azaltılması için bozulmuş tarım alanlarında; orman veya çayırılıkların kurulması gerekliliğini, bu arazi kullanımı türlerinin topraktaki karbonun (C) stoklarını artırabileceğini düşüncesinden yola çıkarak etkili bir yöntem olarak önermişlerdir. Bu çalışmada topraktaki organik karbonun değışimini hangi faktörlerin yönlendirdiğini

belirlemek amacıyla; Çin'deki, tarımsal alanların otlığa, çalılık alanlara veya ormana dönüştürülmesi ile "Yeşil Ziraat" programı olarak bilinen 135 yeni yayın (181 yerde 844 gözlem) araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Çalışmanın sonuçları, topraktaki C stoklarına, tarım arazisine dönüşümün olumlu etkisini kuvvetli bir şekilde göstermektedir. Çalışmada 0-100 cm toprak tabakasındaki topraklarda C stok değişiklikleri için zamansal modelde; erken evrede (<5 yıl) topraklarda C ilk kez düşüş gösterirken bitki örtüsü düzenlemesi ile çakışan net C kazanımlarında (> 5 yıl) artış gösterdiği görülmektedir. Toprağın C miktarındaki değişim oranının, yüzey profilinden (0-20 cm) derin toprağa (20-100 cm) oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Araştırmacılar tarafından, tarım alanlarının, çalılıklara veya otlakların Ormana dönüştürülmesiyle daha yavaş ama daha uzun süre bünyesinde C'ü tutma kapasitesine sahip olması ilave yararlarından birisi olduğu ifade edilmektedir. Ağaç türleri, toprak C stoğundaki (konifer <geniş yapraklı, her mevsim yaprak dökmeyen ormanlar) değişim hızının belirlenmesinde önemli bir rol oynadığını belirtmektedirler. Değişim döneminde ise, sıcaklığın ve yağıştan ziyade tarım arazisinin dönüşümünden sonra topraktaki C stok değişimi ve daha başlangıçtaki toprak C stok sahaları toprağın C birikimi üzerinde olumsuz etkiye sahip başlıca faktörler olduğu görülmektedir. Bu çalışmayla beraber araştırmacılar, toprakta C tutulumunun, değişim döneminden sonra, uzun vadede önemli ölçüde arttığı ve bu nedenle, "Yeşil Ziraat" programı kapsamında yapılan geniş çaplı arazi kullanımı değişikliğinin, Çin'in toprak C stoklarını önemli ölçüde artıracığı sonucuna varmıştır.

Conti vd. (2016), farklı arazi kullanım rejimleri altındaki Arjantin'in subtropikal mevsim, kurak ormanlarında değişen karbon dinamiklerini incelemişlerdir. Güney Amerika'daki subtropikal mevsim kurak ormanları şu anda küresel orman örtüsü en yüksek değişim oranlarından birini yaşamaktadır. Bu değişiklikler, ekosistemlerin verimliliği ve karbon depolanması için derin sonuçları olan uzun vadeli ve istikrarlı süreçleri de dahil olmak üzere toprak organik karbonun (TOK) dinamiklerini etkileyebilmektedir. Bu amaçla araştırmacılar, farklı arazi kullanım rejimlerinin TOK dinamikleri üzerindeki etkisini araştırmak için bitki döküntü miktarı ve kalitesini, TOK'ın miktarı ve kalitesi (lignin ve karbonhidrat içeriği) ve Arjantin'in mevsimlik olarak kuru Chaco ormanlarındaki toprak temel solunum hızlarını belirlemişlerdir. Arazi

kullanım rejimlerindeki değişikliklerin, bitki döküntülerini önemli ölçüde azalttığı ancak kalitesini de önemli ölçüde azalttığı görülmektedir. Araştırmacılar beklenmedik bir durum olarak, TOK içeriğinin de TOK kalitesinin de azaldığı sonucuna varmıştır. TOK miktarı ve kalitesi düşük olan topraklarda TOK birimi başına daha yüksek bir CO₂ salınımı gözlemlenmiştir. Araştırma sonuçları, farklı arazi kullanım rejimlerinin, TOK miktarında ve kalitesindeki azalmayla TOK dinamikleri üzerindeki net bir ilişkinin etkisinin olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak, potansiyel mikrobik aktivitenin bir şekilde substrat miktarından ve kalitesinden kaynaklandığını ortaya koymaktadır ki, TOK'ın moleküler yapısının mevsimlik olarak kuru olan ekosistemlerdeki uzun vadeli toprak stabilizasyon süreçlerini önemli ölçüde etkilememektedir.

Dayamba vd. (2016), Batı Afrika'nın Burkina Faso Sudanian bölgesinde farklı arazi kullanım türlerinde biyo çeşitlilik ve karbon stoklarını incelemişlerdir. Karbon stokları hakkında veri olmaması emisyon azaltma mekanizmalarının uygulanmasını engellemektedir. Bu yüzden araştırmacılar, bu sorunun ele alınmasının, özellikle biyolojik çeşitliliğin korunması gibi diğer zorluklarla birleştirildiğinde son derece önemli olduğunu ifade etmektedirler. Bu çalışmada Sudan bölgesinde Burkina Faso'daki Balé ve Ziro bölgelerindeki ağaç çeşitliliği (Shannon-Wiener'in indeksi) ve farklı arazi kullanımlarının karbon stokları değerlendirilmiştir. Yerüstü karbon stoğu genelleştirilmiş denklem kullanılarak değerlendirilirken, yer altı karbon stoğu her bir arsadan alınan toprak numuneleri ve bitki parçaları analiz edilerek değerlendirilmiştir. C'nun içeriğinin değerlendirmesi için toprak örnekleme ile ilgili olarak, her arsadan seçilen dört konumdan, 0 – 20 cm ve 20 – 50 cm derinliklerinde toprak numuneleri bir burgu kullanılarak alınmıştır. Her derinlikte elde edilen dört toprak örneği bir araya toplanarak oluşturulan ve iyice karıştırılan karma toprak numunesi, Walkley ve Black metodu kullanılarak karbon içeriğinin ölçümü ve toprak organik karbon (TOK) miktarını hesaplamak amacıyla kullanılmak üzere, laboratuvar ortamına götürülerek analiz edilmiştir. Balé ve Ziro'da sırasıyla, 85 ve 10 tür, 3 ve 82 cins, 29 ve 35 familya, en baskın olarak da Leguminosae ailesi tespit edilmiştir. Doğal vejetasyon alanları (DV), fidan park alanlarına kıyasla yüksek zenginlik ve çeşitlilik göstermiştir. Toprağın en önemli karbon havuzları: 12 yıl önce orman yönetim kurumu tarafından yönetilen ormanlarda (OYK), Ziro'daki (13.9, 14.71 ve 7.1 Mg/ha) yerüstü, yer altı ve

toprak C stoklarının en yüksek değerleri şeklinde kaydedilirken, Bale (25.76, 14.96 ve 53.02 mg/ha) için eşdeğer değerler yoğun DV 'de kaydedilmiştir. Bununla birlikte, C havuzu ne olursa olsun, OYK'lar ile 100 ağaç / ha Vitellaria park alanı arasındaki fark anlamlı çıkmazken, tür zenginliği ile yerüstü C stokları arasında korelasyonlar belirlenmiştir ($R^2 = 0.22$, $p < 0.0001$; $R^2 = 0.33$, $p < 0.0001$). Genel olarak, yoğunlaştırılmış Vitellaria park alanlarının, C tutulumu için gerçek potansiyellere sahip olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmanın sonucunda araştırmacılar çalışmanın sonucunda araştırmacılar, arazi kullanımı değişikliğinin C tutulumu potansiyelinde artış sağladığını ve C tutulumu ve biyo çeşitliliğin korunması birbiriyle çelişen hedefler olmadığı sonucuna varmışlardır.

Arazi kullanımı ve arazi kullanım eğişikliği nedeniyle dünya çapında 1870 ile 2014 yılları arasında tarihsel karbon (C) kayıplarının 148 Mt C olduğu tahmin edilmektedir. Güney Amerika'da Sa vd. (2016), küresel iklim değişikliğini azaltmak ve gıda güvenliğini geliştirmek için düşük karbonlu tarım konusunda çalışmışlardır. Araştırmacıların bu çalışma için Güney Amerika'nın seçmesinin nedeni; topraklarının dünya topraklarının toprak organik karbon stokunun % 10.3 ne (1 0 Mt C ila 1 m derinliğe) sahip olması, dünya nüfusunun % 5.7 sini (0.419 milyar kişi) barındırıyor olması ve dünya gıda üretiminin (% 49.1 milyon ton) % 8. sını ve et üretiminin % 21.0'ndan (355 milyon ton sığır ve manda) sorumlu olmasıdır. Güney Amerika da fosil yakıt yakma ve imento üretiminden kaynaklanan yıllık C emisyonu, toplam küresel emisyonların sadece % 2,5 ini (9.8 Mt C) temsil etmektedir. Bununla birlikte, Güney Amerika, arazi kullanımı ve arazi kullanım değişimi yoluyla dünya sera gazı emisyonlarının % 31,3 n (0,34 Mt C) yıllık sera gazı emisyonuna (1,1 Mt C) katkıda bulunmaktadır.

Senaryo, analiz yöntemine dayalı Düşük Karbonlu Tarım (DKT) stratejilerinin benimsenmesiyle birlikte iklim değişikliğini olumsuz etkilerini azaltmak için Güney Amerika'nın karasal bir C yutağı olarak potansiyeli 201 -2050 yılları arasında 8.24 Mt C şeklinde olacağıdır. Yıllık başlangıç C değeri, 201 dan 2020 ye, 2021'den 2035 e ve 203 dan 2050 ye sırasıyla 0.08, 0.25 ve 0.28 Mt C olarak hesaplanıyor ve bu da arazi kullanımı arazi kullanım değişiminden kaynaklanan küresel yıllık sera gazı

emisyollarının % 7.5, 22.2 ve % 25.2 sini dengelemeye eşdeğer olacak şekildedir. Düşük karbonlu tarım (DKT) faaliyetleri emisyon telafisi için, % 25. sı bozulmuş otlak alanlarının restorasyonu, % 24. 'ü entegre bitki hayvanları ormancılık sistemleri, % 12.8'i budama sistemleri, % 4.2 si dikilen ticari orman ve ormanlık alan, % 2.0 biyolojik olarak N fiksasyonu ve endüstriyel organik atıkların geri dönüştürülmesi olarak hesaplanmaktadır. DKT stratejileri ile araştırmacılar; Güney Amerika'dan gelen tarihi C kayıpları için ekosistem karbon geri ödeme süresini 2016 ve 2050 yılları arasında sırasıyla 5 ila 188 yıl arasında olabileceği ve DKT'nın kabul edilmesiyle aynı zamanda gıda ve et üretimini 15 Mt veya 17. Mt yıl⁻¹ ve 56 Mt veya 1.6 Mt yıl⁻¹ oranında artırabileceği sonuçlarını ortaya koymaktadırlar

Whisler vd. (2016), yaptıkları araştırmada, Orta Batı Tallgrass ovasında koruma rezervi programı (KRP) ve ekili araziler arasında arazi kullanımı, toprak dokusu, tür zenginliği ve toprak karbonu, arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Çalışma, Newton County, Indiana ve Lee County, Illinois'deki Koruma Rezervi Programı (KRP)'na kayıtlı arazilerde ve ekili tarla alanlarında, kalıntılar ve düzenleme yapılmış çayırları içermektedir. Ekosistemlerde toprak karbonunun (C) birikimi, iklim değişikliğinin hafifletilmesine yardımcı olabileceği, ancak karbonun birikim oranlarının arazi örtüsüne ve arazinin yönetim uygulamalarına bağlı olduğu düşünülmektedir. ABD Midwestern de toprak özellikleri ve bitki örtüsü yönetim stratejileri arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak için, farklı bitki türleri çeşitliliği bulduran beş yönetim uygulaması altındaki topraklarda C ve azot (N) içeriği incelenmiştir. Bu alanlar: çayırlardaki bitki artıkları, yüksek, orta ve az çeşitliliğe sahip çayır ve ekili tarla alanlarıdır. Beş yönetim tipinin her birinde bitişik olmayan iki ilde; toprakta C, değişebilir C ve zengin bitki türlerinde N, topraktaki biyokütle üretimi ve toprak üzerindeki silt + kil içeriği ilişkilerini incelenmiştir. Saha parselleri, alanlar arasındaki değişkenliği sınırlamak için her ilde orta dereceli C içeriğine sahip olduğu tahmin edilen alanlarda (% 2.0-2.5 veya % 2.4-2.9), oluşturulan bir C modeline (Libohova 2010) dayanılarak bulunmuştur. Bununla birlikte, Toprak Araştırması Coğrafi Veri tabanından (SSURGO, TAÇM için temel veri katmanı) elde edilen toprak dokusu verilerinin, toplanan toprak örneklerinin hidrometre tarafından ölçülen silt+kil içeriğini verilerine kıyasla mil+kil içeriğini sıklıkla gereğinden fazla tahmin ettiği görülmüştür.

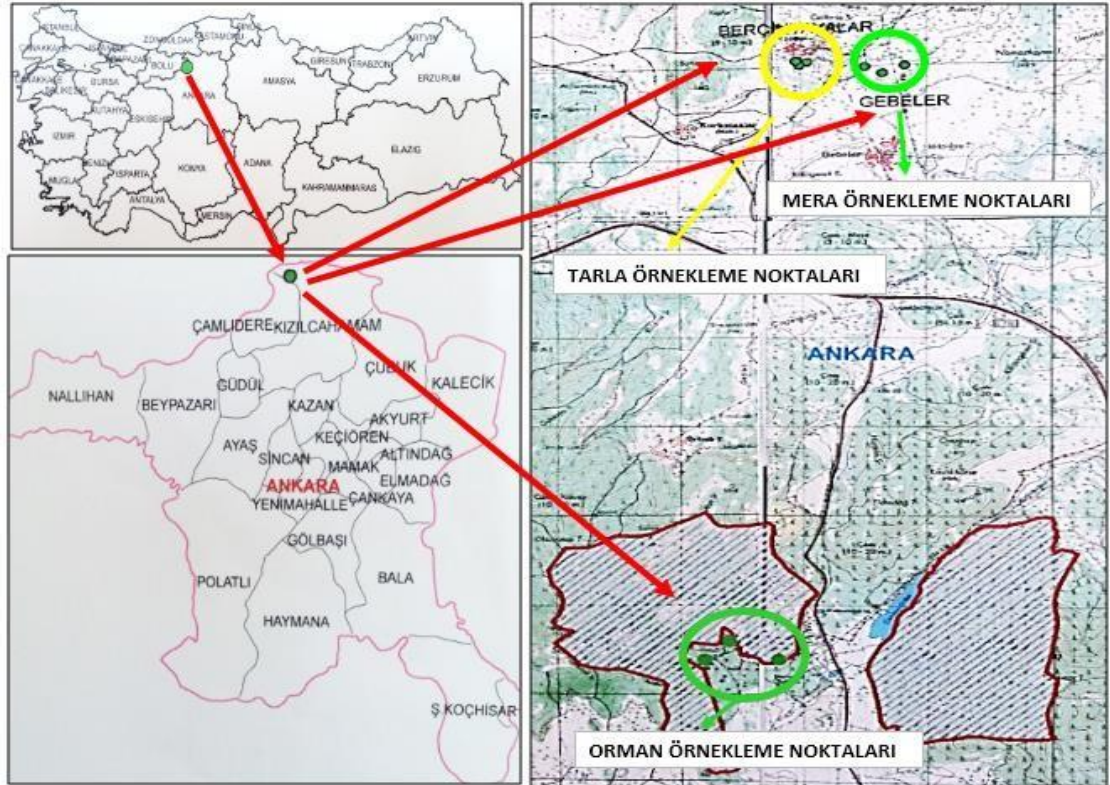
Düşük çeşitlilik gösteren alanların (en verimli alanlardı), tam toprak profili boyunca (90 cm derinliğe kadar) en büyük C ve N içeriğine sahip oldukları bulunmuştur. Düşük çeşitlilik gösteren alanlar sırasıyla Newton ve Lee Bölgelerindeki bitki kalıntıları ile karşılaştırıldığında; topraklardaki ortalama C'dan 1.3 ve 1.9 kat daha büyük ve toprakta N'dan, 3.7 ve 1.5 kat daha fazla olduğu görülmüştür. Muhtemelen bu alanlara hakim olma eğiliminde olan otların yüksek biyo kütleli üretiminin bir sonucu olarak bu değerlerin açıklanabileceği düşünülmüştür. Fidanlıklarda ve çok çeşitlilik gösteren alanlarda düşük toprak C içeriğini ise; daha az verimli alanların, daha çok verimli alanlar tarafından çayır ve daha üretken alanlar olarak bırakıldığı toprak çeşitliliği değişimine yol açan zamansal olarak toprağın dokusundaki şekillerine bağlanmıştır. Değişebilir C, her iki ilçedeki 0-15 ve 15-30 cm derinliklerinde düşük çeşitlilik gösteren düzenleme alanlarında en yüksek değerde olduğu görülmüştür. Değişebilir C, 0-15 cm'de en yüksek değerde görülürken toprak derinliği ile beraber azalma göstermektedir. Araştırmacılar çalışmanın sonucunda, Orta batıdaki tarım arazilerinde toprak C'nin muhafaza edilmesi ve tutulumu ile ilgili zorluklara ve olanaklara dikkat çekmektedir. Bu bölgede etkili şekilde yönetilen üretken alanların genellikle en büyük C toprağını barındırdığını ve bu topraktaki C'un SSURGO veri tabanından doğru şekilde tahmin edilemediğini, vurgulamaktadırlar.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1 Örnekleme alanlarının lokasyonu

Orman, mera ve tarla gibi farklı arazi kullanım şekillerini içermesi nedeniyle Ankara ilinin Kızılcahamam İlçesi sınırları içerisinde Çamkoru bölgesindeki alanlar çalışma alanları olarak seçilmiştir. Bu çalışmada Çamkoru Fuat Adalı Araştırma ormanı ve yakınında bulunan Berçinyayalar köyü sınırlarında yer alan çavdar üretimi yapılan ve mera şeklinde kullanımda olan alanlar numune alım alanları olarak seçilmiştir (şekil 3.1).



Şekil3.1 Dr. Fuat Adalı Çamkoru Araştırma Ormanı ve Berçinyayalar köyü çavdar tarlaları ve mera alanlarının konumları

Dr. Fuat Adalı amkoru Araştırma Ormanı alanından toprak örneklemeleeri için u adet nokta seçilmiştir. avdar tarımı yapılan ve mera arazisi olarak kullanılan alanlar Dr. Fuat Adalı amkoru Araştırma Ormanı'nın kuzeyinde yer alan bölgelerden seçilmiştir. Söz konusu toprak numunelerinin alındığı noktaların enlem ve boylam bilgileri aşağıda verilen izelge 3.1'deki gibidir.

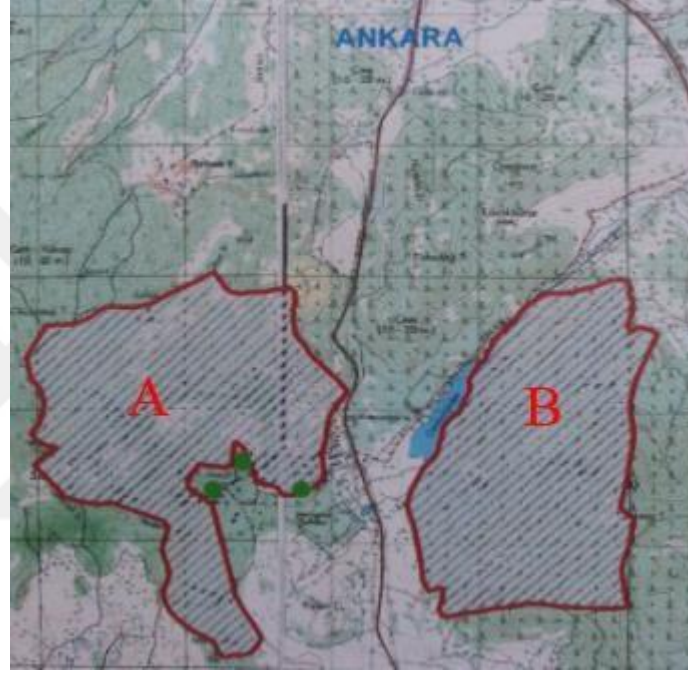
Çizelge 3.1 Farklı arazi kullanımını altındaki numune alanlarının enlem ve boylamları

Çalışma Alanları	Enlem	Boylam
Mera 1. Nokta	40° 34' ,28''K	32° 30'11, 8''D
Mera 2. Nokta	40° 34'1, 9''K	32° 30'14,00''D
Mera 3. Nokta	40° 34'0,13''K	32° 30'23,7 ''D
Tarla 1. Nokta	40° 32'47,33''K	32° 30'7, 9''D
Tarla 2. Nokta	40° 32'43,2 ''K	32° 30'0, 5''D
Tarla 3. Nokta	40° 32'42,70''K	32° 30'5,58''D
Orman 1. Nokta	40° 34'45,42''K	32° 29'38,80''D
Orman 2. Nokta	40° 34'45,42''K	32° 30'9,08''D
Orman 3. Nokta	40° 34'52,42''K	32° 29'50,12''D

3.1.2. Örnekleme alanlarının yapısı

1955 yılında 1 ha büyüklüğündeki alanda amkoru Araştırma Ormanı kurulmuş olup, İç Anadolu Bölgesi ve Ankara İli, Kızılcahamam Orman İşletmesi sınırları dahilinde 40° 34'03'' - 40° 35' 40''kuzey enlemleri ile 32° 28' 54''-32° 31'28'' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Sonraki dönemlerde amlıdere Bölge şefliğinin Orman İşletmesi olmasıyla Araştırma Ormanı da amlıdere Orman İşletmesi Müdürlüğü bünyesine dâhil edilmiştir. şu andaki adı Dr. Fuat Adalı amkoru Araştırma Ormanı'dır. 1952 yılından bu yana çalışma sahası olarak İç Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğünün sınırları içerisindedir.

A ve B bölümleri olmak üzere Çamkoru Fuat Adalı Araştırma Ormanı iki bölüm halindedir (şekil 3.2). Değirmen Çayırı ve Beypınar Göleti birbirinden ayrı iki dağlık arazinin arasında yer almaktadır. Beypınar Göleti duvarının bulunduğu yer araştırma alanının en alçak bölümü olup; yükseltisi 1350 m dir. Sarıölü Tepesi ise en yüksek bölümü olarak 1700 m yükseltidedir.

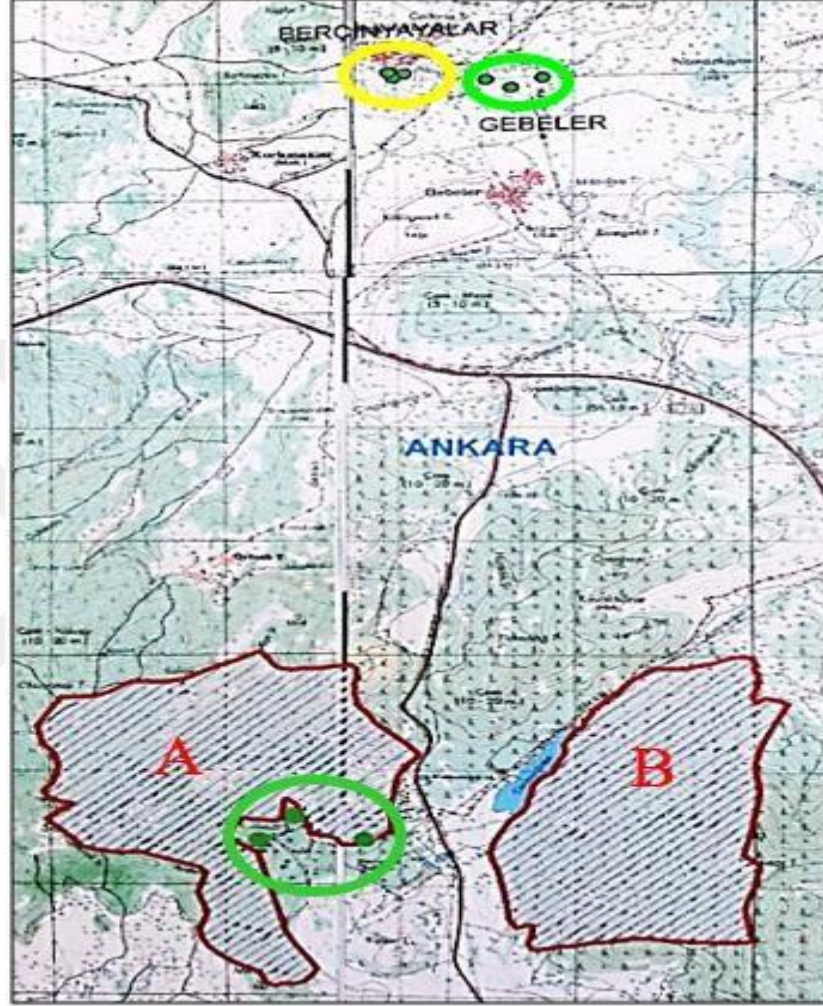


Şekil 3.2 Dr. Fuat Adalı Çamkoru Araştırma Ormanı

Akgül (1969) çalışma alanını volkanik, anakaya III. Zamanın Miosen devrine ait oluşuklardan, asit karakterli andezit ve yer yer andezit tüflerinden ve volkanik yapıda olmak üzere sedimanter taşlardan ibaret ve asit karakterli andezitler horblentli olduğunu belirtmiştir.

Şekil 3.3’de görüldüğü gibi Çamkoru araştırma ormanının yakınındaki, Berçinyayalar köyü sınırlarında olan tarım arazisi (Çavdar) ve mera alanlarından toprak örnekleri alınmıştır. Tarla arazisi çavdar ekimi yapılan, örneklerin alındığı dönemde hasadı yapılmış noktalardan örnekler alınmıştır. Mera alanlarından ise hiç ekim ve dikimin

yapılmadığı ve yalnızca büyükbaş ve küçükbaş hayvanların otlatıldığı alanlardan seçilen noktalardan yapılmıştır.



Şekil 3.3 Orman, tarım ve mera numunelerinin alındığı yerler

3.1.3. İklim

Çamkoru Dr. Fuat Adalı Araştırma Ormanı sınırları içerisinde 1400 m yükseltide olan Çamkoru meteoroloji istasyonu 1959 yılından itibaren ölçüm yapmaya başlamıştır. 1959-19 7 yılları arasındaki ortalama değerler ,4 °C/yıl olarak yayınlanmıştır (Bozakman 19 9). Bu süreç içerisinde ölçüm yapılamayan dönemler olduğu gibi

kullanılabilecek durumda olanlar 1975-1997 yılları arasındaki değerlerdir. 1975-1991 yılları arasında ortalama yıllık sıcaklık; ,1 °C iken (1992 yıllarında sıcaklık ölçümü yapılmamış), 1993-1997 yıllarında ,6 °C'dir (çizelge 3.2). Çizelge 3.2 de görüldüğü gibi, 1975-1991 yılları arasında ortalama yıllık yağışın ortalama değeri 7 .4 mm/m² iken 1993-1997 yıllarında ise 53 .9 mm/m² olarak ölçülmüştür (Karadağ vd. 2008).

Throntwaite Metoduna göre değerlendirme yapılarak iklim tipiyle ilgili sonuca varılmıştır. Buradan yola çıkarak Çamkoru B1, C'1, s, b'1 sembolleri ile ifade edilen nemli, mikrotermal, haziran, temmuz, ağustos aylarında orta derecede su noksanının yaşandığı, okyanusal iklim türünün özelliklerini göstermektedir (Karadağ vd. 2008).

Çizelge 3.2 Çamkoru'da bulunan ve 1400 m yükseltide 901 no'lu meteoroloji istasyon tarafından 1975-1997 yılları arasında ölçülen aylık ve yıllık ortalama sıcaklık (°C) değerleri (Karadağ vd. 2008)

Yıllar	AYLAR											Yıllık	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		XII
1975	-6.4	-3.8	1.0	7.6	9.6	15.4	17.9	17.1	12.4	7.1	-0.4	-1.8	6.3
1976	-7.2	-8.5	-1.1	5.6	10.3	13.1	16.8	14.6	11.0	9.2	3.4	-2.6	5.4
1977	-3.8	0.6	0.4	4.6	10.6	13.5	17.3	16.1	12.4	4.9	3.7	-2.5	6.5
1978	-0.5	-3.6	2.1	4.6	10.8	15.4	17.6	14.9	12.7	8.1	-0.1	0.7	6.9
1979	-8.1	-0.6	4.6	7.5	12.2	16.0	15.8	17.8	14.8	7.3	2.5	-1.6	7.4
1980	-6.7	-5.0	-2.1	4.0	10.3	14.1	18.5	16.3	10.0	7.3	3.1	-1.4	5.7
1981	-1.9	-2.7	1.0	4.1	8.1	15.1	17.0	15.3	12.5	8.5	-0.1	1.5	6.5
1982	-2.9	-7.0	-1.6	5.4	10.2	13.4	13.8	15.6	12.7	6.7	-0.4	-1.2	5.4
1983	-7.2	-5.4	0.3	6.3	9.9	12.3	15.3	13.6	11.4	5.3	1.3	-1.3	5.2
1984	-1.9	-1.5	0.7	2.9	10.5	13.1	14.9	13.7	13.4	7.0	2.3	-4.4	5.9
1985	-2.0	-8.7	-2.6	5.8	10.9	12.7	15.1	18.2	11.5	4.9	3.9	-2.2	5.6
1986	-2.0	-1.8	1.5	7.1	7.2	13.3	16.4	15.7	12.4	6.9	1.7	-1.5	6.4
1987	-4.2	-0.3	-0.4	3.7	10.0	13.9	18.2	15.4	13.5	7.1	2.5	-1.5	6.2
1988	-4.2	-3.7	-0.5	6.3	10.1	12.9	17.3	16.6	12.5	6.3	-1.4	-1.2	5.9
1989	-7.3	-4.0	2.7	9.1	10.4	13.9	16.8	18.2	12.6	6.2	1.7	-3.8	6.4
1990	-7.4	-5.2	2.7	4.9	9.5	13.0	18.6	17.5	11.9	8.9	3.2	-1.4	6.4
1991	-4.5	-4.0	2.5	5.8	8.1	13.8	18.4	16.7	12.9	8.9	2.9	-4.7	6.4
1992	Ölçüm yapılmamış												
Ort.	-4.6	-3.8	0.4	5.6	9.9	13.8	16.8	16.1	12.4	7.1	1.8	-1.8	6.1
75-92													
1993	-6.0	-2.9	-0.2	4.4	10.2	13.9	16.9	18.3	14.0	10.8	-0.2	0.1	6.6
1994	-0.6	-2.2	1.6	8.6	10.7	14.3	18.5	17.8	16.6	10.4	0.5	-3.5	7.7
1995	-2.2	-1.2	0.8	4.3	10.9	14.8	15.5	17.9	13.7	6.7	-0.5	-2.0	6.6
1996	-3.2	-3.2	-1.7	2.5	12.3	13.0	18.3	15.5	10.5	6.7	4.7	2.1	6.5
1997	-1.9	-4.9	-1.8	2.1	12.1	13.7	17.3	17.4	10.5	7.4	3.0	-0.1	6.2
Ort.	-2.8	-2.9	-0.3	4.4	11.2	13.9	17.3	17.4	13.1	8.4	1.5	-0.7	6.6
93-97													

Çizelge 3.3 Çamkoru’da bulunan ve 1400 m yükseltide 901 no’lu meteoroloji istasyon tarafından 1975-1997 yılları arasında ölçülen aylık ve yıllık ortalama yağış (mm/m²) değerleri

Yıllar	AYLAR												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1975	98.9	42.1	64.4	86.8	183.2	97.5	6.9	13.9	5.1	19.7	82.5	83.3	784.3
1976	175.4	67.1	30.0	69.5	79.0	50.2	14.1	11.4	21.9	67.7	37.7	116.4	740.4
1977	65.3	12.0	67.0	62.3	23.7	69.1	39.2	14.5	23.2	24.7	53.8	47.8	502.6
1978	99.8	19.9	43.7	110.0	28.2	7.2	16.7	4.1	55.9	64.8	49.6	36.4	536.3
1979	77.6	61.4	24.5	43.0	57.7	74.6	15.4	0.0	14.0	26.8	73.7	73.0	541.7
1980	90.2	49.4	50.5	112.8	56.7	27.8	31.5	9.4	21.8	4.7	83.6	115.2	653.6
1981	147.5	66.2	93.3	23.1	49.8	38.8	31.7	41.1	12.4	36.0	58.8	239.2	837.9
1982	76.4	37.4	59.9	104.7	109.0	49.1	25.5	62.9	27.4	33.3	25.5	39.5	651.0
1983	74.0	47.4	15.4	79.3	73.4	103.0	102.1	20.4	10.5	37.1	109.8	62.5	734.9
1984	94.1	40.8	77.2	130.0	80.5	34.8	52.3	21.5	21.4	0.5	26.4	7.0	586.5
1985	164.0	96.6	35.9	53.4	99.0	40.1	4.2	17.9	21.4	43.0	63.6	57.8	696.9
1986	113.2	89.6	23.1	25.6	82.7	82.1	30.9	19.7	21.4	32.6	60.5	79.8	661.1
1987	146.5	17.4	142.3	66.2	50.1	85.2	30.9	19.7	11.6	32.6	60.5	79.8	742.8
1988	40.5	56.3	135.2	85.1	74.8	58.4	11.9	19.7	6.6	52.0	60.5	81.8	682.9
1989	72.0	50.3	61.6	75.1	74.8	58.4	8.4	13.9	8.0	52.3	91.2	80.0	646.1
1990	102.4	50.3	61.6	75.1	79.1	19.8	16.6	15.6	41.0	18.2	62.5	143.0	685.2
1991	102.4	91.7	61.6	75.1	181.1	56.0	27.4	19.1	20.2	34.1	62.5	83.9	815.2
1992	Ölçüm yapılmamış												
1975-1991 Ort.										676.4			
1993	95.5	49.0	23.6	75.1	110.1	8.3	27.4	22.0	1.6	2.4	35.4	91.6	542.0
1994	71.4	52.5	10.5	81.7	89.7	53.4	23.4	14.2	5.7	38.4	76.1	63.7	580.7
1995	89.5	6.5	91.9	39.1	67.7	32.2	27.7	19.0	18.5	51.0	113.9	29.6	586.6
1996	17.5	77.0	93.8	37.4	45.5	5.1	8.1	1.0	53.8	12.0	35.7	44.1	431.0
1997	58.6	50.0	45.2	41.5	98.3	9.0	26.3	20.5	20.2	32.6	63.0	78.8	544.0
1993-1997 Ort.										536.9			

3.2 Yöntem

3.2.1 Örnekleme

Araştırma alanında bulunan mevcut arazi kullanma türleri, bakı, topografya ve jeolojik yapı haritalar üzerinde incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda elde edilen veriler kullanılarak orman, tarım (çavdar) ve mera alanları arazi şartlarında da incelenmiş ve aynı bakı, topoğrafya, jeolojik yapı ve rakım özellikleri gösteren noktalar seçilmiştir. Bu çerçevede belirlenen noktaların arazide incelenip değerlendirilmesinden sonra GBS verileri ile her üç arazi kullanımı altında bulunan noktalar belirlenmiş ve bu noktaların GBS verileri numune örnekleme yapılarırken kayıt altına alınmıştır.

Farklı arazi kullanımı altında olan ve bu çalışmaya konu teşkil eden orman, tarla (çavdar) ve mera alanlarında seçilen toprak numunesi örnekleme noktalarından çalışmada yapılacak laboratuvar analizlerinde kullanılacak yöntemlerin ön gördüğü numune alma prosedürlerine göre numune örnekleme yapılmıştır. Bu çerçevede saptanan ve 3 farklı arazi kullanımı altında bulunan arazilerden 3 noktada toprak çukurları açılmıştır. Açılan çukurlardan 3 farklı derinlik kademesinde (0-5 cm / 5-10 cm / 10-20 cm) 3 tekerrürlü olmak üzere toplam 81 adet toprak numunesi alınmıştır. Laboratuvar analizleri sırasında 3 farklı toprak çukurundan alınan toprak numunelerinin analizleri 3 tekrarlamalı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Örneğin; 0-5 cm derinlik X 3 çukur X 3 Analiz Tekrarlaması = Toplam 9 analiz sonucu elde edilmiştir bu verilerin sonuçları çizelgelerde; Tarla için; P1-T1, P1-T2, P1-T3, P2-T1, P2-T2, P2-T3, P3-T1, P3-T2 ve P3-T3 şeklinde ifade edilmiştir).



Şekil 3.4 Tarla kullanımı altındaki alandaki numune alım noktalarından bir görüntü



Şekil 3.5 Mera kullanımı altındaki alandaki numune alım noktalarından bir görüntü



Şekil 3. Orman kullanımı altındaki alandaki numune alım noktalarından bir görüntü

3.2.2 Analiz yöntemleri

Alanlarda farklı arazi kullanımı altındaki noktalardan alınan toplam 9 adet toprak çukurundan 3 derinlik kademesinde (0-5, 5-10, 10-20) ve her derinlik 3'er tekrarlı olacak şekilde doğal strüktürü bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Yapısı bozulmamış toprak numuneleri laboratuvarında seçilen numune analiz yöntemine göre laboratuvara getirilmiş ve her bir numunenin 3 kez tekrarı olacak şekilde analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapısı bozulmuş toprak numuneleri laboratuvarında uygun toprak kurutma kasalarına serilerek hava kurusu hale gelene kadar kurutulmuş, kuruyan

bozulmuş toprak örnekleri uygun biçimde havanda dövölüp 2mm'lik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir. Bozulmamış toprak örneklerinde hacim ağırlığı uygun yöntem ile analizi yapılmıştır.

Alanlardan alınan yapısı bozulmamış ve bozulmuş toprak örnekleri üzerinde aşağıdaki toprak analiz yöntemleriyle analizler gerçekleştirilmiştir. Bunlar;

- Tekstür Analizi (DIN ISO 11277),
- Hacim Ağırlığı Analizi (DIN ISO 11272),
- pH (H₂O) (DIN 19684-1),
- EC (ISO 11265:1994 + ISO 11265:1994/Corr.1:1996),
- Toplam Azot ((ISO 14255:199
- Organik Madde (Walkley, A. 1935),
- Yarayışlı Fosfor (Bingham, F.T. 1949),
- Yarayışlı Sodyum, Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum (Reeuwijk, LP van (2002),
- Toplam Organik Karbon (DIN EN 15936),

3.2.3 Toprak derinliğine bağılı olarak depolanan karbon ve azot miktarının hesaplanması

Farklı arazi kullanımı altındaki noktalardan alınan toplam 9 adet toprak çukurundan 3 derinlikte (3 tekrarlı) doğal strüktürü bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmamış toprak örneklerinde hacim ağırlığı analizi uygun yöntem ile yapılmıştır. Analiz sonuçları, aşağıdaki denklemler kullanılarak hektarda depolanan azot ve karbon miktarlarını hesaplamak üzere kullanılmıştır.

$$(\ /) \frac{\quad\quad\quad (\ /) (\) (\)}{\quad\quad\quad}$$

$$(\ /) \frac{\quad\quad\quad (\ /) (\) (\)}{\quad\quad\quad}$$

T1 numaralı 0-5 derinliğinde tarla alanına ait toprak numunesi için örnek hesaplama aşağıda görülmektedir;

$$(\ /) \frac{\quad\quad\quad (\ /) (\) (\)}{\quad\quad\quad}$$

(/) 3,127 t/ha C, T1 numaralı örnek için 0-5 derinliğinde 3,13t/ha C depolandığı sonucu görülmektedir.

$$(\ /) \frac{\quad\quad\quad (\ /) (\) (\)}{\quad\quad\quad}$$

(/) 0,7 t/ha N depolandığı sonucu görülmektedir.

Ayrıca, formülde 1 ha alan 10000 m² olarak ve 0-5 cm toprak derinliği 0,05m birimlerine çevrilerek kullanılmıştır.

3.2.4 Hipotez

Araştırma amaçları doğrultusunda aşağıda sunulan E=0 hipotezi istatistik yol ve yöntemleri kullanılarak sınanmıştır.

- H₀1: Farklı arazi kullanım koşulları altındaki toprakların aynı derinlikteki 0-5 cm, 5-10 ve 10-20 cm derinliklerinde depolanan % C, % Toplam Azot içerikleri arasında fark yoktur

3.2.5 İstatistiki analiz metotları

Elde edilen toprak analiz sonuçları SPSS 24 yazılımı yardımıyla ANOVA temel istatistikleri yapıldıktan sonra veriler DUNCAN testi ile analiz edilmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Analiz Sonuçları

Tarım alanı olarak kullanılan alanlardan T1, T2 ve T3 noktalarından alınan toprak örneklerinin pH ve Elektriksel Kondüktivite (EC) sonuçları Çizelge 4.1.1’de verilmektedir. Burada izleneceği üzere, tarla arazi kullanımı altında bulunan toprakların 0-5 cm derinliklerinde alınmış olan bu toprak örneklerinin pH değerleri sırasıyla; ,4 , ,48 ve ,51 olarak bulunmuştur. Aynı toprak numunelerinde 5-10 cm derinliklerinde pH değerlerinin; ,47, ,48 ve .44 olduğu ve yine aynı alanların 10-20 cm derinliklerinde değerlerin , 3, , 4 ve , olduğu görülmektedir. Bu verilerden yola çıkarak tarla örneklerinin pH sınıflarının çok hafif asitli ve hafif asitli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1 Tarla, Mera, Orman Alanlarının pH, EC analizi sonuçları

Parametre	pH			EC (dS/m)		
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
T1	6,46	6,47	6,63	0,157	0,163	0,164
T2	6,48	6,49	6,64	0,155	0,166	0,164
T3	6,51	6,44	6,66	0,154	0,165	0,162
M1	4,95	4,92	5,05	0,186	0,194	0,207
M2	5,11	5,06	5,04	0,185	0,207	0,210
M3	5,13	5,09	5,09	0,189	0,206	0,185
O1	5,61	5,60	5,57	0,069	0,077	0,069
O2	5,61	5,63	5,68	0,074	0,074	0,077
O3	5,61	5,62	5,60	0,066	0,075	0,073

Çizelge 4.1 incelendiğinde; tarım alanı olarak kullanılan alanlarından 0-5cm derinliklerinde alınmış olan toprak örneklerinin EC değerleri; 0.157dS/m, 0.155dS/m ve 0.154dS/m şeklinde bulunmuştur. Aynı toprak numunelerinde 5-10 cm derinliklerinde sırasıyla; 0.1 3dS/m, 0.1 dS/m ve 0.1 5dS/m olduğu, yine aynı alanların 10-20 cm derinliklerinde 0.1 4dS/m 0.1 4dS/m ve 0.1 2dS/m olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar tarla alanından alınan toprak örneklerinin tuzluluk sınıflarının tuzsuz olduğunu göstermektedir.

Mera alanı kullanımı altındaki alanlardan alınan toprak örneklerinin, M1, M2, M3 noktalarında, çizelge 4.1 incelendiğinde, 0-5cm derinliklerinde alınmış olan toprak örneklerinin sırasıyla pH değerleri; 4.95, 5.11, 5.13 olarak bulunmuştur. Aynı toprak numunelerinde 5-10 cm derinliklerinde 4.92, 5.06, 5.09 olduğu, yine aynı alanların 10-20 cm derinliklerinde 5.05, 5.04, 5.09 olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar mera alanı kullanımı altındaki toprakların pH sınıflarının şiddetli asit ve orta şiddetli asit olduğu görülmektedir.

M1, M2, M3 noktalarında, 0-5cm derinliklerinde mera olarak kullanılan alanlardan alınmış olan toprak örneklerinin sırasıyla EC değerleri; 0.18 dS/m, 0.185 dS/m, 0.189 dS/m bulunmuştur. Aynı toprak numunelerinde 5-10 cm derinliklerindeki EC değerleri 0.194 dS/m, 0.207 dS/m, 0.207 dS/m olduğu, yine aynı alanların 10-20 cm derinliklerinde 0.207 dS/m, 0.210 dS/m, 0.185 dS/m olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar mera kullanımı altındaki alanlarından alınan toprak örneklerinin tuzluluk sınıflarının tuzsuz olduğunu izlenmektedir.

Orman alanı kullanımı altındaki alanlardan alınan toprak örneklerinin O1, O2, O3 noktalarında, çizelge 4.1 incelendiğinde; 0-5cm derinliklerinde alınmış olan toprak örneklerinin pH değerleri sırasıyla; 5. 1, 5. 1, 5. 1 olarak bulunmuştur. Aynı toprak numunelerinde 5-10 cm derinliklerinde 5.60, 5.63, 5. 2 olduğu, yine aynı alanların 10-20 cm derinliklerinde 5.57, 5.68, 5. 0 olduğu görülmektedir. Bu verilerden yola çıkarak orman alanı kullanımı altındaki örneklerinin pH sınıflarının orta şiddetli asitli olduğu görülmektedir.

Orman alanı kullanımı altındaki noktalarının, 0-5cm derinliklerinde alınmış olan toprak örneklerinin EC değerleri; 0.0 9 dS/m, 0.074 dS/m, 0.0 dS/m bulunmuştur. Aynı toprak numunelerinde 5-10 cm derinliklerinde 0.077dS/m, 0.074 dS/m, 0.075 dS/m olduğu, yine aynı alanların 10-20 cm derinliklerinde 0.069, 0.077, 0.073 olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar orman alanı kullanımı altındaki alanlardan alınan toprak örneklerinin tuzluluk sınıfının tuzsuz olduğunu görülmektedir (Çizelge 4.1)

Çizelge 4.2’de tarla kullanımı altındaki alanlardan alınan T1, T2, T3 noktalarının 0-5 cm, 5-10 cm ve 10-20 cm derinliklerinin tekstür analizleri sonucunda her üç derinlikteki bünye sınıflarının tın olduğu görülmektedir. Aynı çizelgede mera kullanımı altındaki alanlardan alınan M1, M2, M3 noktalarının 0-5 cm, 5-10 cm ve 10-20 cm derinliklerinin tekstür analizleri sonucunda her üç derinlikteki bünye sınıflarının siltli tın olduğu görülmektedir. Orman kullanımı altındaki alanlardan alınan O1, O2, O3 noktalarının 0-5 cm, 5-10 cm ve 10-20 cm derinliklerinin tekstür analizleri sonucunda her üç derinlikteki bünye sınıflarının tın olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2)

Çizelge 4.2 Tarla, mera ve orman kullanımı altındaki alanların sonuçları ve bünye sınıfları

	0-5 cm			5-10 cm			10-20 cm			Bünye Sınıfı
	% Kum	% Silt	% Kil	% Kum	% Silt	% Kil	% Kum	% Silt	% Kil	
T1	48,87	31,99	19,95	47,67	33,2	19,15	49,02	31,84	19,15	Tın
T2	49,24	31,31	19,45	49,28	31,2	19,45	48,58	31,97	19,45	Tın
T3	49,00	31,26	19,74	48,16	32,1	19,74	48,51	31,74	19,74	Tın
M1	25,23	60,35	14,42	25,46	60,1	14,42	21,94	63,65	14,42	Siltli Tın
M2	24,94	60,54	14,52	24,42	61,0	14,52	22,04	63,45	14,52	Siltli Tın
M3	24,37	61,34	14,30	24,21	61,5	14,30	21,65	64,06	14,30	Siltli Tın
O1	44,49	40,29	15,21	43,00	61,7	15,21	48,16	36,62	15,21	Tın
O2	44,46	40,68	14,86	43,54	61,6	14,86	48,61	36,53	14,86	Tın
O3	44,57	40,09	15,34	43,20	41,4	15,34	48,10	36,56	15,34	Tın

Çizelge 4.3 Tarla, mera ve orman kullanımı altındaki alanların yarıyırlı P,K Ca, Mg, Na analizi sonuçları

Parametre	Fosfor (mg/lt)			Potasyum (mg/lt)			Kalsiyum (mg/lt)		
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
T1	0,59	0,58	0,51	251	249	222	2526	2478	2440
T2	0,56	0,58	0,50	260	259	225	2531	2451	2432
T3	0,56	0,57	0,50	260	254	223	2565	2480	2420
M1	0,92	0,74	0,30	415	304	273	1659	1538	1352
M2	0,97	0,76	0,31	412	302	269	1627	1592	1366
M3	0,95	0,70	0,31	411	309	268	1676	1551	1349
O1	0,21	0,19	0,20	96	90	87	1456	1461	1488
O2	0,20	0,20	0,20	94	89	85	1498	1444	1427
O3	0,18	0,20	0,19	92	92	84	1460	1489	1456

Parametre	Magnezyum (mg/lt)			Sodyum (mg/lt)		
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
T1	143	145	132	21	25	20
T2	142	143	133	21	21	23
T3	144	139	134	21	21	24
M1	153	152	127	242	216	172
M2	155	149	124	243	217	166
M3	154	151	124	247	219	168
O1	111	109	91	29	31	29
O2	114	108	90	30	31	31
O3	107	107	92	29	30	32

Çizelge 4.3’de tarla kullanımı altındaki çalışma alanlarından alınan örneklerin P, K, Ca ve Mg analizi sonuçları görülmektedir. Buradan tarla kullanımı altındaki toprak örneklerinin her üç derinlikte yarıyırlı fosfor bakımından çok fakir sınıfta olduğu, yarıyırlı potasyum açısından iyi ve zengin sınıfta olduğu, aynı numunelerin yarıyırlı kalsiyum bakımından her derinlikte orta sınıfta olduğu, yarıyırlı magnezyum açısından iyi sınıfta olduğu görülmektedir. Mera kullanımı altındaki çalışma alanlarından alınan örneklerin P, K, Ca ve Mg analizi sonuçları görülmektedir. Buradan mera kullanımı altındaki toprak örneklerinin 0-5 cm ve 5-10 cm derinliktekilerin yarıyırlı fosfor bakımından fakir sınıfta olduğu 10-20 cm derinlikteki toprak numunelerinin yarıyırlı fosfor içeriklerinin ise çok fakir sınıfta olduğu, yarıyırlı potasyum açısından zengin ve çok zengin sınıfta olduğu, aynı numunelerin yarıyırlı kalsiyum bakımından her derinlikte orta sınıfta olduğu, yarıyırlı magnezyum açısından iyi sınıfta olduğu görülmektedir. Orman kullanımı altındaki çalışma alanlarından alınan örneklerin P, K, Ca ve Mg analizi sonuçları görülmektedir. Buradan orman kullanımı altındaki toprak örneklerinin her üç derinlikte yarıyırlı fosfor bakımından çok fakir sınıfta olduğu,

yarayışlı potasyum açısından her üç derinlikte çok fakir sınıfta olduğu, aynı numunelerin yarayışlı kalsiyum bakımından her derinlikte orta sınıfta olduğu, yarayışlı magnezyum açısından orta sınıfta olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.4 Tarla, mera ve orman kullanımı altındaki alanların hacim ağırlığı analizi sonuçları

Parametre	Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)		
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
T1	1,18	1,19	1,19
T2	1,18	1,19	1,20
T3	1,19	1,18	1,17
M1	1,26	1,24	1,42
M2	1,29	1,28	1,49
M3	1,29	1,26	1,47
O1	1,19	1,20	1,21
O2	1,21	1,19	1,20
O3	1,19	1,20	1,20

Tarla kullanımı altındaki alanların hacim ağırlığı sonuçlarının 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm derinliklerindeki değerleri en az 1.17 gr/cm³ ile en fazla 1.20 gr/cm³ olduğu görülmektedir. Mera kullanımı altındaki alanların hacim ağırlığı sonuçlarının 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm derinliklerindeki değerleri en az 1.24 gr/cm³ ile en fazla 1.49 gr/cm³ gr olduğu izlenmektedir. Orman kullanımı altındaki alanların hacim ağırlığı sonuçlarının 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm derinliklerindeki değerleri en az 1.19 gr/cm³ ile en fazla 1.21 gr/cm³ olduğu görülmektedir (çizelge 4.4).

Tarla kullanımı altındaki alanlardan üç derinlikte alınan toprak örneklerinin toplam azot değerleri incelendiğinde bunların azot sınıfı açısından iyi sınıf içerisinde yer aldıkları görülmektedir. Mera kullanımı altındaki alanlardan alınan 0-5 cm ve 5-10 cm derinliklerden alınan toprak örneklerinin azot yönünden zengin sınıfta olduğu 10-20 cm derinlikteki numunelerin toplam azot sınıfı açısından iyi sınıfta olduğu izlenmektedir. Orman kullanımı altındaki alanlardan üç derinlikte alınan toprak numunelerinin toplam azot sınıfı açısından değerlendirildiğinde zengin sınıfa girdikleri görülmektedir (çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Tarla, mera ve orman kullanımı altındaki alanlarından alınan örneklerin toplam azot, karbon ve organik madde analizi sonuçları ve bu sonuçlardan hesaplanan C/N oranları

Parametre	% Toplam-N			% C		
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
T1	0,129	0,119	0,104	0,53	0,53	0,46
T2	0,133	0,120	0,106	0,56	0,52	0,46
T3	0,130	0,123	0,103	0,55	0,52	0,45
M1	0,215	0,151	0,112	2,51	2,36	2,04
M2	0,221	0,151	0,112	2,58	2,33	2,05
M3	0,215	0,158	0,113	2,71	2,34	2,03
O1	0,252	0,240	0,209	5,71	5,44	4,91
O2	0,255	0,242	0,209	5,87	5,30	4,82
O3	0,256	0,233	0,208	5,62	5,57	4,63

Parametre	% Organik Madde			C/N		
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
T1	0,93	0,92	0,81	4,11	4,41	4,45
T2	0,98	0,91	0,80	4,21	4,33	4,31
T3	0,97	0,91	0,79	4,25	4,21	4,37
M1	4,40	4,14	3,57	11,69	15,60	18,24
M2	4,52	4,09	3,60	11,68	15,48	18,27
M3	4,75	4,10	3,57	12,58	14,79	18,06
O1	10,02	9,54	8,61	22,69	22,62	23,49
O2	10,30	9,30	8,45	23,00	21,91	23,04
O3	9,85	9,77	8,12	21,97	23,87	22,30

Tarla kullanımı altındaki alanlardan üç derinlikte alınan toprak örneklerinin karbon değerleri incelendiğinde bunların en az % 0.45 ile en fazla % 0.5 oranında olduğu görülmektedir. Mera kullanımı altındaki alanlardan üç derinlikte alınan toprak örneklerinin karbon değerleri incelendiğinde bunların en az % 2.03 ile en fazla % 2.71 oranında olduğu izlenmektedir. Orman kullanımı altındaki alanlardan üç derinlikte alınan toprak örneklerinin karbon değerleri incelendiğinde bunların en az % 4.3 ile en fazla % 5.87 oranında olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.5'te görüldüğü üzere; tarla kullanımı altındaki alanlardan üç derinlikte alınan toprak örneklerinin toplam organik madde değerleri incelendiğinde bunların organik madde sınıfı açısından fakir sınıfa girdikleri görülmektedir. Mera kullanımı altındaki alanlardan üç derinlikte alınan toprak örneklerinin toplam organik madde değerleri incelendiğinde bunların organik madde sınıfı açısından çok humuslu sınıfa girdikleri izlenmektedir. Orman kullanımı altındaki alanlardan üç derinlikte alınan toprak

örneklerinin toplam organik madde değerleri incelendiğinde bunların organik madde sınıfı açısından çok humuslu (zengin) sınıfa girdikleri görülmektedir.

Çizelge 4.5'te görüldüğü üzere; tarla kullanımı altındaki alanlardan üç derinlikte alınan toprak örneklerinin C/N oranı değerleri incelendiğinde bunların en az 4.11 ile en fazla 4.45 oranında olduğu görülmektedir. Mera kullanımı altındaki alanlardan üç derinlikte alınan toprak örneklerinin C/N oranı değerleri incelendiğinde bunların en az 11.9 ile en fazla 18.27 oranında olduğu izlenmektedir. Orman kullanımı altındaki alanlardan üç derinlikte alınan toprak örneklerinin C/N oranı değerleri incelendiğinde bunların en az 21.91 ile en fazla 23.87 oranında olduğu görülmektedir.

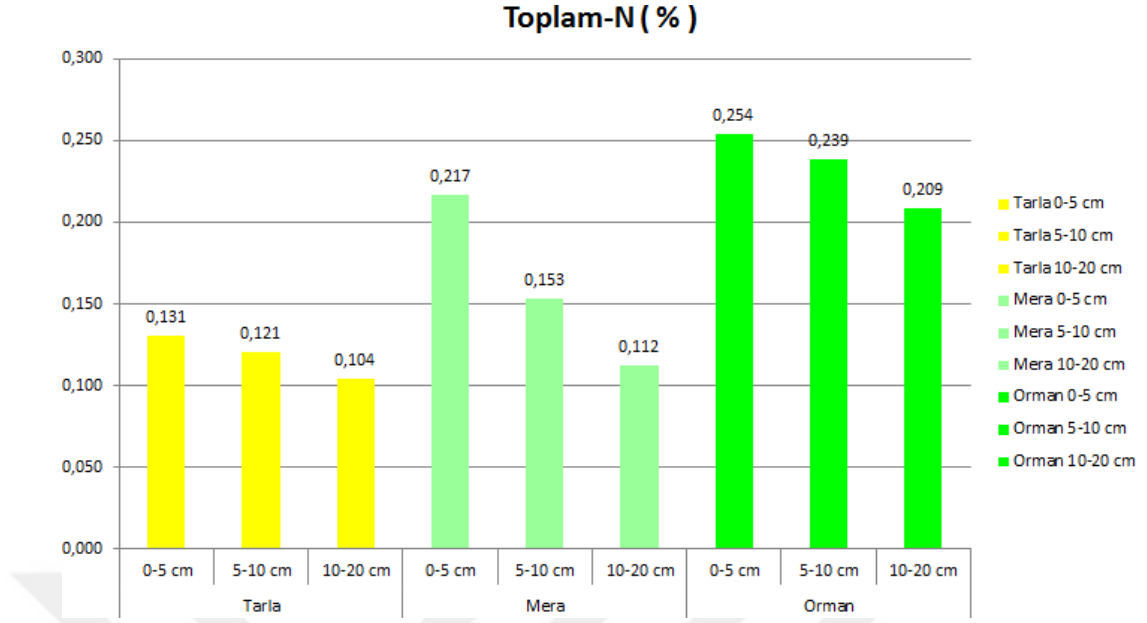
Çizelge 4. A: Arazi kullanım şekline göre derinlikler bazında toprakta depolanan toplam azot miktarları, B: Arazi kullanım şekline göre derinlikler bazında toprakta depolanan toplam karbon miktarları

A				B		
Parametre	Toplam Azot (t/ha)			Toplam Karbon (t/ha)		
Derinlik	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
T1	0,76	0,71	1,24	3,13	3,15	5,42
T2	0,78	0,71	1,27	3,30	3,09	5,52
T3	0,77	0,73	1,21	3,27	3,07	5,27
M1	1,35	0,94	1,59	15,81	14,63	28,97
M2	1,43	0,97	1,67	16,64	14,91	30,55
M3	1,39	1,00	1,66	17,48	14,74	29,84
O1	1,50	1,44	2,53	33,97	32,64	59,41
O2	1,54	1,44	2,51	35,51	31,54	57,84
O3	1,52	1,40	2,50	33,44	33,42	55,56

Çizelge 4. A bölümü incelendiğinde tarla kullanımı altında bulunan alanlardan alınan numune sonuçları kullanılarak hesaplanan toplam azot miktarlarının 0-5 cm derinlikte ortalama 0.77 t/ha toplam azot, 5-10 cm derinlikte ortalama 0.72 t/ha toplam azot ve 10-20 cm derinlikte 1,24 t/ha toplam azot depolanmaktadır. 0-20 cm derinlikte toplam 2.73 t/ha toplam azot depolandığı hesaplanmıştır. Mera kullanımı altında bulunan alanlardan alınan numune sonuçları kullanılarak hesaplanan toplam azot miktarlarının 0-5 cm derinlikte ortalama 1.39 t/ha toplam azot, 5-10 cm derinlikte ortalama 0.97 t/ha toplam azot ve 10-20 cm derinlikte 1.64 t/ha toplam azot depolanmaktadır. 0-20 cm derinlikte toplam 4.00 t/ha toplam azot depolandığı hesaplanmıştır. Orman kullanımı altında bulunan alanlardan alınan numune sonuçları kullanılarak hesaplanan toplam azot

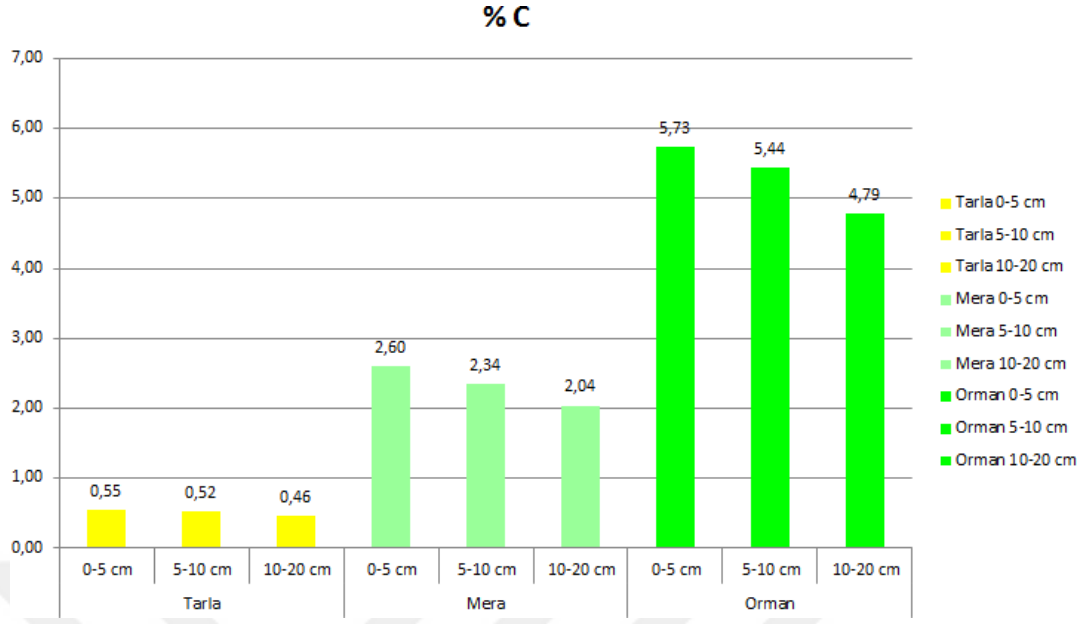
miktarlarının 0-5 cm derinlikte ortalama 1.52 t/ha toplam azot, 5-10 cm derinlikte ortalama 1.43 t/ha toplam azot ve 10-20 cm derinlikte 2.51 t/ha toplam azot depolanmaktadır. 0-20 cm derinlikte toplam 5.4 t/ha toplam azot depolandığı hesaplanmıştır.

Çizelge 4. B bölümü incelendiğinde tarla kullanımı altında bulunan alanlardan alınan numune sonuçları kullanılarak hesaplanan toplam azot miktarlarının 0-5 cm derinlikte ortalama 3.23 t/ha toplam karbon, 5-10 cm derinlikte ortalama 3.11 t/ha toplam karbon ve 10-20 cm derinlikte 5.42 t/ha toplam karbon depolanmaktadır. 0-20 cm derinlikte toplam 11.7 t/ha toplam karbon depolandığı hesaplanmıştır. Mera kullanımı altında bulunan alanlardan alınan numune sonuçları kullanılarak hesaplanan toplam karbon miktarlarının 0-5 cm derinlikte ortalama 16.64 t/ha toplam karbon, 5-10 cm derinlikte ortalama 14.76 t/ha toplam karbon ve 10-20 cm derinlikte 29.78 t/ha toplam karbon depolanmaktadır. 0-20 cm derinlikte toplam 61.18 t/ha toplam karbon depolandığı hesaplanmıştır. Orman kullanımı altında bulunan alanlardan alınan numune sonuçları kullanılarak hesaplanan toplam karbon miktarlarının 0-5 cm derinlikte ortalama 34.31 t/ha toplam karbon, 5-10 cm derinlikte ortalama 32.53 t/ha toplam karbon ve 10-20 cm derinlikte 57.0 t/ha toplam karbon depolanmaktadır. 0-20 cm derinlikte toplam 124.44 t/ha toplam azot depolandığı hesaplanmıştır.



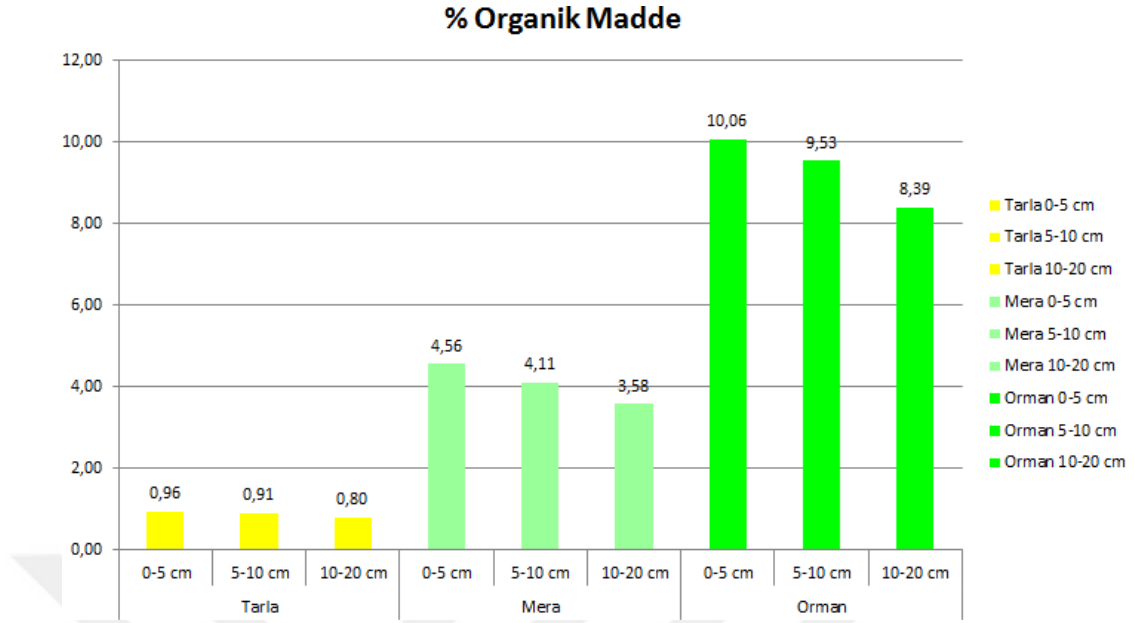
Şekil 4.1. Tarla, mera ve orman kullanımı altındaki alanların derinlikler bazında ortalama toplam azot değerlerinin derinliklerinin kendi aralarında ve birbirleri ile karşılaştırılması

Şekil 4.1 incelendiğinde arazi kullanım şekilleri ve 3 farklı derinlik kategorisine göre; topraktaki ortalama % toplam azot değerlerinin arazi kullanımı aynı olanların üst derinlikten alt derinliklere doğru hepsinde azalan bir değişim gösterdiği görülmektedir. Yine aynı şekilden mera ve orman arazi kullanımı altındaki toprakların toplam azot değerlerinin derinlik arttıkça azalmakta olduğu görülmekte iken bu durumun tarla şeklindeki arazi kullanımında daha az oranda ve yine azalma şeklinde olduğu görülmektedir. Ortalama % toplam azot miktarlarının her arazi kullanımı altında üst derinliklerden alt derinliklere doğru düşüşe geçtiği ve en yüksek ortalama toplam azot miktarının da orman arazisi kullanımı altındaki topraklarda 0-5 cm olan üst derinliğinde tespit edildiği görülmektedir. Mera arazisi kullanımı altındaki topraklarda ortalama % toplam azot değerinin % 0.217 iken, tarım arazisi kullanımı altındaki toprakların % 0.131 ile en düşük ortalama % toplam azot miktarına sahip olduğu görülmektedir. Alt derinliklere inildikçe ortalama % toplam azot değerlerinin arasında belirgin bir fark olmadığı görülmektedir.



Şekil 4.2 Tarla, mera ve orman kullanımı altındaki alanların derinlikler bazında ortalama % toplam karbon değerlerinin derinliklerinin kendi aralarında ve birbirleri ile karşılaştırılması

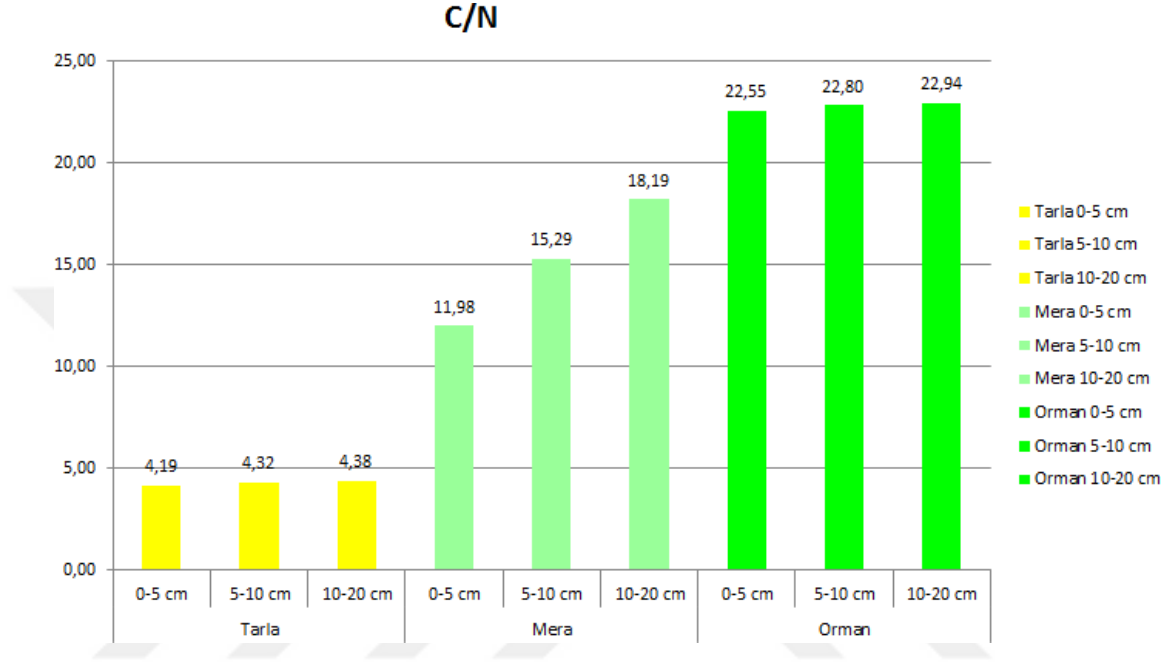
Şekil 4.2 incelendiğinde arazi kullanım şekilleri ve 3 farklı derinlik kategorisine göre; topraktaki ortalama % toplam karbon değerlerinin arazi kullanımı aynı olanların üst derinlikten alt derinliklere doğru hepsinde azalan bir değişim gösterdiği görülmektedir. Yine aynı şekilden mera ve orman arazi kullanımı şekilleri altındaki toprakların % toplam karbon değerlerinin derinlik arttıkça azalmakta olduğu görülmekte iken bu durumun tarla şeklindeki arazi kullanımında daha az oranda ve yine azalma şeklinde olduğu görülmektedir. Şekil 4.2’de % toplam karbon miktarının yüzeyden alt derinliklere doğru inildikçe azalma gösterdiği en yüksek % toplam karbon miktarının % 5.73 olduğu ve bu değer orman arazisi kullanımı altındaki topraklarda 0-5 cm yüzey toprağında olduğu bulunmuştur. Mera arazisi kullanımı altındaki topraklarında % toplam karbon miktarının yine yüzeyden derine doğru azalan bir eğilim gösterdiği ve 0-5 cm’de % 2.0 değerinin bulunduğu görülmektedir. Tarım arazisi kullanımındaki topraklarda ise 0-5 cm derinlikte % 0.55 değeri ile en düşük % toplam karbon miktarına sahip olduğu ve yüzeyden derine doğru topraklarda % toplam karbon miktarının çok yakın olduğu görülmüştür.



Şekil 4.3 Tarla, mera ve orman kullanımı altındaki alanların derinlikler bazında ortalama % organik madde değerlerinin derinliklerinin kendi aralarında ve birbirleri ile karşılaştırılması

Şekil 4.3 incelendiğinde arazi kullanım şekilleri ve 3 farklı derinlik kategorisine göre; topraktaki ortalama % organik madde değerlerinin arazi kullanımı aynı olanların üst derinlikten alt derinliklere doğru hepsinde azalan bir değişim gösterdiği görülmektedir. Yine aynı şekilden mera ve orman arazi kullanımı şekilleri altındaki toprakların ortalama % organik madde değerlerinin derinlik arttıkça azalmakta olduğu görülmekte iken bu durumun tarla arazi kullanımında olan topraklarda daha az oranda ve yine azalma şeklinde olduğu görülmektedir. Şekil 4.3’de arazi kullanımındaki değişim ile ortalama % organik madde arasındaki önemli düzeyde değişimin ortalama % toplam azot ve karbon miktarlarında olduğu gibi toplam organik madde miktarında da yüzeyden alt derinliklere doğru azalma gösterdiği gözlenmektedir. En yüksek organik madde miktarının orman arazi kullanımı altındaki toprakta % 10.0 değeri ile 0-5 cm derinlikte olduğu görülmektedir. Mera arazisi kullanımı altındaki topraklarda ortalama % organik madde miktarının yine yüzeyden derine doğru azalan bir eğilim gösterdiği ve 0-5 cm’de ortalama % organik madde % 4.56 değerinin bulunduğu görülmektedir. Tarım arazisi kullanımı altındaki topraklarda ise 0-5 cm’de % 0.96 değeri ile en düşük

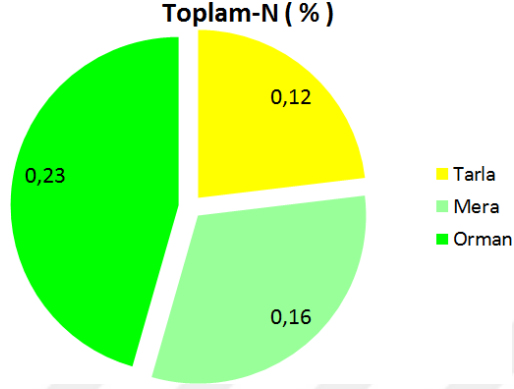
ortalama % organik madde miktarına sahip olduğu ve yüzeyden derine doğru topraklarda ortalama % organik madde miktarının çok yakın olduğu görülmüştür.



Şekil 4.4 Tarla, mera ve orman kullanımı altındaki alanların derinlikler bazında ortalama C/N değerlerinin; derinliklerin kendi aralarında ve birbirleri ile karşılaştırılması

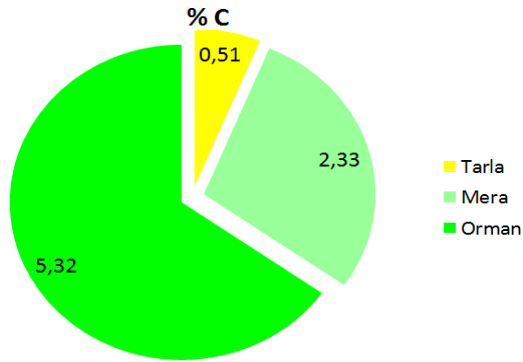
Şekil 4.4 incelendiğinde ortalama C/N oranının en yüksek değerinin orman alanında sonra mera ve en düşük tarla alanında olduğu görülmektedir. Şekil 4.1.4 incelendiğinde arazi kullanım şekilleri ve 3 farklı derinlik kategorisine göre; topraktaki C/N değerlerinin arazi kullanımı aynı olanların üst derinlikten alt derinliklere doğru mera arazisi kullanımı altındaki topraklarda artarak değişim gösterdiği birinci derinlikte bu oranın 11.98, ikinci derinlikte 15.2 ve üçüncü derinlikte 18.19 olduğu izlenmektedir. Tarla ve orman arazisi kullanımı altındaki toprakların C/N oranları incelendiğinde tarla arazisi kullanımı altındaki topraklarda bu orana ait değerlerin sırasıyla 4.19, 4.32 ve 4.38 olduğu ve derinliklere göre değişim göstermediği görülmektedir. Orman arazisi kullanımı altındaki toprakların C/N oranları ise sırasıyla derinlikler dikkate alındığında

22.55, 22.80 ve 22.94 olduğu ve derinliklere göre bu oranların değişim göstermediği görülmektedir.



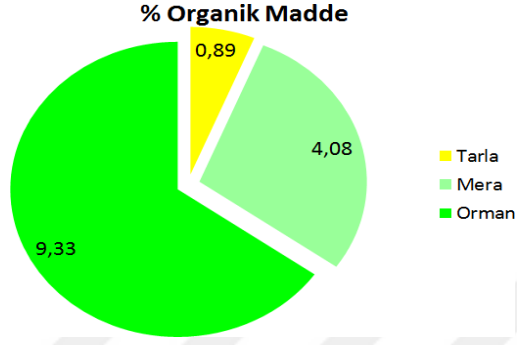
Şekil 4.5 Tarla, mera ve orman arazisi kullanımı altındaki alanların ortalama % toplam azot değerlerinin pasta grafikte gösterimi

Şekil 4.5' de görüldüğü gibi arazi kullanım farklılığına bağlı olarak toprakların ortalama % toplam azot değerlerinin pasta grafiği türündeki dağılımları büyükten küçüğe olmak üzere % 0.23, % 0.16 ve % 0.12 değerlerinde olduğu görülmektedir.



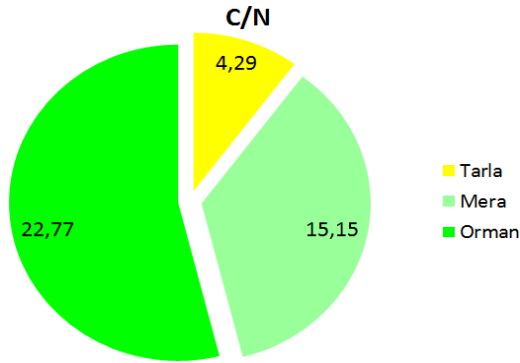
Şekil 4.6 Tarla, mera ve orman arazisi kullanımı altındaki alanların ortalama % toplam karbon değerlerinin pasta grafikte gösterimi

Şekil 4.6' da görüldüğü gibi arazi kullanım farklılığına bağlı olarak toprakların ortalama % toplam karbon değerlerinin pasta grafiği türündeki dağılımları büyükten küçüğe olmak üzere % 5.32, % 2.33 ve % 0.51 değerlerinde olduğu izlenmektedir.



Şekil 4.7 Tarla, mera ve orman arazisi kullanımı altındaki alanların ortalama % organik madde değerlerinin pasta grafikte gösterimi

Şekil 4.7' de görüldüğü gibi arazi kullanım farklılığına bağlı olarak toprakların ortalama % toplam karbon değerlerinin pasta grafiği türündeki dağılımları büyükten küçüğe olmak üzere % 9.33, % 4.08 ve % 0.89 değerlerinde olduğu izlenmektedir.



Şekil 4.8 Tarla, mera ve orman arazisi kullanımı altındaki alanların C/N oranı değerlerinin pasta grafikte gösterimi

Şekil 4.8’ de görüldüğü gibi arazi kullanım farklılığına bağlı olarak toprakların C/N oranı değerlerinin pasta grafiği türündeki dağılımları büyükten küçüğe olmak üzere 22.77, 15.15 ve 4.29 değerlerinde olduğu görülmektedir.

4.2 İstatistik analiz sonuçları ve değerlendirilmesi

Mera, tarla ve orman arazisi kullanımı altındaki toprakların üç derinlik kademesinde ayrı ayrı gerçekleştirilen laboratuvar testleri sonucunda elde edilen ve toprakların hacim ağırlıkları verileri kullanılarak hesaplanan bir hektar alanda depolanan toplam azot ve toplam karbon değerlerinin varyans analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu sonuçların birbirlerine göre arasındaki farklar DUNCAN testi uygulanarak belirlenmiştir. Arazi kullanım özelliklerine bağlı olarak toprakta depolanan toplam karbon ve toplam azotun değerleri arasındaki benzerlik ve farklılıklar ortaya konmuştur.

Çizelge 4.7’de görüldüğü üzere; mera arazi kullanımı altındaki topraklarda ortama 0-5 cm derinlikte 16.61 ton/ha 5-10 cm derinlikte 14.74 ton/ha ve 10-20 cm derinlikte 29.73 ton/ha karbon depolanmaktadır. Tarım (çavdar) arazi kullanımı altındaki topraklarda ortama 0-5 cm derinlikte 3.23 ton/ha 5-10 cm derinlikte 3.09 ton/ha ve 10-20 cm derinlikte 5.41 ton/ha karbonun depolandığı görülmektedir. Orman arazi kullanımı altındaki topraklarda ortama 0-5 cm derinlikte 34.31 ton/ha 5-10 cm derinlikte 32.47 ton/ha ve 10-20 cm derinlikte 54. 4 ton/ha karbonun depolandığı izlenmektedir.

Çizelge 4.7 Arazi Kullanım Özelliklerine Göre 3 Farklı Derinlik Kademesinde Alınan Toprak Numunelerinde Depolanan Toplam Karbon (t/ha) Miktarları

Arazi Türü		Mera		
Parametre		Depolanan Karbon (t/ha)		
Derinlik		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
P1-T1		16,50	14,56	28,94
P1-T2		15,91	14,64	28,05
P1-T3		14,92	14,57	29,72
P2-T1		18,49	14,76	31,46
P2-T2		15,92	15,51	30,41
P2-T3		15,51	14,50	29,55
P3-T1		17,96	14,07	30,26
P3-T2		16,05	15,03	29,88
P3-T3		18,28	15,04	29,31
Ortalama		16,61	14,74	29,73
Maksimum		18,49	15,51	31,46
Minimum		14,92	14,07	28,05
Standart Sapma (σ)		0,07	0,41	1,26
Standart Hata (S_x)		0,02	0,14	0,42
Arazi Türü		Tarla		
Parametre		Depolanan Karbon (t/ha)		
Derinlik		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
P1-T1		3,36	3,18	5,50
P1-T2		2,99	3,09	5,52
P1-T3		3,01	3,13	5,45
P2-T1		3,09	3,17	5,63
P2-T2		3,36	3,09	5,43
P2-T3		3,40	3,03	5,31
P3-T1		3,29	2,97	5,16
P3-T2		3,09	3,15	5,14
P3-T3		3,43	3,04	5,56
Ortalama		3,23	3,09	5,41
Maksimum		3,43	3,18	5,63
Minimum		2,99	2,97	5,14
Standart Sapma (σ)		0,18	1,30	1,50
Standart Hata (S_x)		0,06	0,43	0,50
Arazi Türü		Orman		
Parametre		Depolanan Karbon (t/ha)		
Derinlik		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
P1-T1		34,58	32,23	60,44
P1-T2		33,75	34,46	59,26
P1-T3		33,60	30,94	58,98
P2-T1		37,91	31,38	60,99
P2-T2		34,14	31,52	55,55
P2-T3		34,57	31,46	56,77
P3-T1		34,04	33,76	55,63
P3-T2		33,89	33,70	55,55
P3-T3		32,33	32,77	55,53
Ortalama		34,31	32,47	57,64
Maksimum		37,91	34,46	60,99
Minimum		32,33	30,94	55,53
Standart Sapma (σ)		0,17	0,96	2,28
Standart Hata (S_x)		0,06	0,32	0,76

Çizelge 4.8 Arazi Kullanım Özelliklerine Göre 3 Farklı Derinlikten Alınan Toprak Numunelerinin % C İçeriklerinin DUNCAN Testi Yöntemiyle Elde edilen Sonuçları

	N	Subset for alpha = 0.05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
T (5-10 cm)	9	0,52 Aa							
T (0-5 cm)	9	0,55 Aa							
T (10-20 cm)	9		046 Ab						
M (5-10 cm)	9			2,34 Ba					
M (0-5 cm)	9				2,60 Bb				
M (10-20 cm)	9					2,04 Bc			
O (5-10 cm)	9						5,43 Ca		
O (0-5 cm)	9							5,73 Cb	
O (10-20 cm)	9								4,78 Cc
Sig.		,811	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

* Çizelgede büyük harfler alanlar arasındaki farkı, küçük harfler aynı alandaki derinlikler arasındaki farkı göstermektedir.

Çizelge 4.8 incelendiğinde; arazi kullanım özelliklerine ve derinlik kademelerine göre, tarla arazisi kullanımı altında % C değerlerinin 0-5 cm ve 5-10 cm derinliklerde % C miktarları yönünden aynı grup içerisinde yer aldığı ancak $p > 0,05$ olduğundan aynı grup içerisinde yer aldığı aralarında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir. Buradan tarla arazisi kullanımı altındaki 0-5 cm, 5-10 cm ve 10-20 cm derinliklerdeki % C miktarları arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir. Mera arazisi kullanımı altında % C değerlerinin 0-5 cm, 5-10 cm ve 10-20 cm derinliklerde % C miktarları yönünden ayrı gruplar içerisinde yer aldığı $p = 1,00 > 0,05$ olduğundan ayrı gruplar içerisinde yer aldığı aralarında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir. Buradan mera arazisi kullanımı altındaki 0-5 cm, 5-10 cm ve 10-20 cm derinliklerdeki % C miktarları arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir. Orman arazisi kullanımı altındaki alanların % C değerlerinin 0-5 cm, 5-10 cm ve 10-20 cm derinliklerde % C miktarları yönünden ayrı gruplar içerisinde yer aldığı $p = 1,00 > 0,05$ olduğundan ayrı gruplar içerisinde yer aldığı aralarında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir. Buradan orman arazisi kullanımı altındaki 0-5 cm, 5-10 cm ve 10-20 cm derinliklerdeki % C miktarları arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.9 Farklı arazi kullanımı altında ve aynı derinlik kademelerindeki depolanan toplam karbon sonuçlarının DUNCAN testi sonuçları

0-5 cm Derinlik Kademesi

	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
T (0-5 cm)	9	3,22A		
M (0-5 cm)	9		16,61B	
O (0-5 cm)	9			34,31C
Sig.		1,000	1,000	1,000

5-10 cm Derinlik Kademesi

	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
T (5-10 cm)	9	3,09A		
M (5-10 cm)	9		14,74B	
O (5-10 cm)	9			32,46C
Sig.		1,000	1,000	1,000

10-20 cm Derinlik Kademesi

	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
T (10-20 cm)	9	5,41A		
M (10-20 cm)	9		29,73B	
O (10-20 cm)	9			57,63C
Sig.		1,000	1,000	1,000

Çizelge 4.9 incelendiğinde; arazi kullanım özelliklerine göre aynı derinlikler arasında toprakta depolanan toplam karbon değerleri arasındaki benzerlikler ve farklılıklar görülmektedir. Burada her üç arazi kullanımı altındaki 0-5 cm, 5-10 cm ve 10-20 cm derinliklerde depolanan toplam karbon miktarları arasında anlamlı bir farkın ($p=1,00>0,05$) olmadığı bu nedenle de farklı gruplar içerisinde yer almakta oldukları görülmektedir.

Çizelge 4.10 Arazi kullanım özelliklerine göre 3 farklı derinlik kademesinde alınan toprak numunelerinde depolanan toplam azot (t/ha) miktarları

Arazi Türü		Mera		
Parametre		Depolanan Azot (t/ha)		
Derinlik		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
P1-T1		1,313	0,936	1,565
P1-T2		1,414	0,939	1,515
P1-T3		1,327	0,931	1,679
P2-T1		1,443	0,926	1,798
P2-T2		1,413	1,004	1,624
P2-T3		1,414	0,963	1,590
P3-T1		1,359	0,938	1,682
P3-T2		1,378	1,037	1,591
P3-T3		1,419	1,013	1,684
Ortalama		1,389	0,965	1,637
Maksimum		1,443	1,037	1,798
Minimum		1,113	0,926	1,515
Standart Sapma (σ)		0,03	0,04	0,03
Standart Hata (S_x)		0,01	0,01	0,01
Arazi Türü		Tarla		
Parametre		Depolanan Azot (t/ha)		
Derinlik		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
P1-T1		0,797	0,726	1,321
P1-T2		0,755	0,708	1,156
P1-T3		0,725	0,696	1,234
P2-T1		0,802	0,708	1,318
P2-T2		0,803	0,738	1,214
P2-T3		0,743	0,702	1,274
P3-T1		0,756	0,679	1,172
P3-T2		0,814	0,756	1,205
P3-T3		0,744	0,743	1,250
Ortalama		0,771	0,717	1,238
Maksimum		0,814	0,756	1,321
Minimum		0,725	0,679	1,156
Standart Sapma (σ)		0,03	0,04	0,04
Standart Hata (S_x)		0,01	0,01	0,01
Arazi Türü		Orman		
Parametre		Depolanan Azot (t/ha)		
Derinlik		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
P1-T1		1,536	1,404	2,574
P1-T2		1,476	1,476	2,529
P1-T3		1,481	1,434	2,505
P2-T1		1,579	1,446	2,547
P2-T2		1,494	1,398	2,532
P2-T3		1,562	1,464	2,444
P3-T1		1,505	1,622	2,511
P3-T2		1,482	1,398	2,472
P3-T3		1,584	1,380	2,493
Ortalama		1,522	1,425	2,512
Maksimum		1,584	1,476	2,574
Minimum		1,476	1,380	2,444
Standart Sapma (σ)		0,06	0,08	0,04
Standart Hata (S_x)		0,02	0,03	0,01

Çizelge 4.10'da görüldüğü üzere; mera arazi kullanımı altındaki topraklarda ortama 0-5 cm derinlikte 1.38 ton/ha, 5-10 cm derinlikte 0.96 ton/ha ve 10-20 cm derinlikte 1.63 ton/ha azot depolanmaktadır. Tarım (çavdar) arazi kullanımı altındaki topraklarda ortama 0-5 cm derinlikte 0.77 ton/ha, 5-10 cm derinlikte 0.72 ton/ha ve 10-20 cm derinlikte 1.24 ton/ha azotun depolandığı görülmektedir. Orman arazi kullanımı altındaki topraklarda ortama 0-5 cm derinlikte 1.52 ton/ha 5-10 cm derinlikte 1.43 ton/ha ve 10-20 cm derinlikte 2.51 ton/ha azotun depolandığı izlenmektedir.

Çizelge 4.11 Arazi Kullanım Özelliklerine Göre 3 Farklı Derinlikten Alınan Toprak Numunelerinin % N İçeriklerinin DUNCAN Testi Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçları

	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
T (5-10 cm)	9	0,12 Aa						
T (0-5 cm)	9	0,13 Aa						
T (10-20 cm)	9		0,10 Ab					
M (5-10 cm)	9			0,15 Ba				
M (0-5 cm)	9				0,22 Bb			
M (10-20 cm)	9					0,11 Bc		
O (5-10 cm)	9						0,24 Ca	
O (0-5 cm)	9						0,25 Ca	
O (10-20 cm)	9							0,21 Cb
Sig.		,020	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

*Çizelgede büyük harfler alanlar arasındaki farkı, küçük harfler derinlikler arasındaki farkı göstermektedir.

Çizelge 4.11 incelendiğinde; arazi kullanım özelliklerine ve derinlik kademelerine göre, tarla arazisi kullanımı altında % N değerlerinin 0-5 cm ve 5-10 cm derinliklerde % N miktarları yönünden aynı grup içerisinde yer aldığı ve $p=0,02 < 0,05$ olduğundan aynı grup içerisinde yer aldığı aralarında anlamlı bir farkın söz konusu olduğu tespit edilmiştir. Buradan tarla arazisi kullanımı altındaki 5-10 cm ve 10-20 cm derinliklerdeki % N miktarları arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmekte ve bu nedenle de söz konusu derinlikler ayrı gruplar içerisinde yer almaktadır. Mera arazisi kullanımı altında % N değerlerinin 0-5 cm, 5-10 cm ve 10-20 cm derinliklerde % azot miktarları yönünden ayrı gruplar içerisinde yer aldığı $p=1,00 > 0,05$ olduğundan ayrı gruplar içerisinde yer aldığı aralarında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir. Buradan mera arazisi kullanımı altındaki 0-5 cm, 5-10 cm ve 10-20 cm derinliklerdeki % N miktarları

arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir. Orman arazisi kullanımı altında % N değerlerinin 0-5 cm ve 5-10 cm derinliklerde % N miktarları yönünden aynı gruplar içerisinde yer aldığı $p=0,01>0,05$ olduğundan ayrı gruplar içerisinde yer aldığı ancak aralarında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir. Buradan orman arazisi kullanımı altındaki 0-5 cm, 5-10 cm ve 10-20 cm derinliklerdeki % N miktarları arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.12 Farklı Arazi Kullanımı Altında ve Aynı Derinlik Kademelerindeki Depolanan Toplam Azot Sonuçlarının DUNCAN testi sonuçları

0-5 cm Derinlik Kademesi

	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
T (0-5 cm)	9	0,77A		
M (0-5 cm)	9		1,38B	
O (0-5 cm)	9			1,52C
Sig.		1,000	1,000	1,000

5-10 cm Derinlik Kademesi

	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
T (5-10 cm)	9	0,71A		
M (5-10 cm)	9		0,96B	
O (5-10 cm)	9			1,42C
Sig.		1,000	1,000	1,000

10-20 cm Derinlik Kademesi

	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
T (10-20 cm)	9	1,23A		
M (10-20 cm)	9		1,63B	
O (10-20 cm)	9			2,51C
Sig.		1,000	1,000	1,000

Çizelge 4.12 incelendiğinde; arazi kullanım özelliklerine göre aynı derinlikler arasında toprakta depolanan toplam azot değerleri arasındaki benzerlikler ve farklılıklar görülmektedir. Burada her üç arazi kullanımı altındaki 0-5 cm, 5-10 cm ve 10-20 cm derinliklerde depolanan toplam azot miktarları arasında anlamlı bir farkın ($p=1,00>0,05$) olmadığı bu nedenle de farklı gruplar içerisinde yer almakta oldukları görülmektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Arazi kullanım özelliklerine göre, birim alanda ve derinliğe bağlı olarak toprakta depolanan toplam karbon miktarı değişim göstermektedir. İklim değişikliği ve iklim değişikliği üzerine etki eden sera gazlarından birisi olan CO₂'nin önemli bir yutak alanı olan toprakta organik ve inorganik bileşikler halinde depolanması ve atmosfere ulaşmaması oldukça önem taşımaktadır. Günümüzde insanoğlunun ekonomik ve sosyal ihtiyaçları doğrultusunda karbon depolama kapasitesi bakımından en yüksek oranda karbon tutan orman arazilerinin ve mera arazilerinin kullanımları değiştirilerek başta tarla olmak üzere yerleşim yeri olarak yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Yaptığımız çalışmada, ülkemiz koşullarında İç Anadolu bölgesinde sınırları içerisinde olan orman, mera ve tarla kullanımı altında bulunan toprakların toplam karbon ve azot depolanması kapasitelerini belirlemek için bu alanlardan toprak numuneleri alınmış ve 0-5 cm, 5-10 cm ve 10-20 cm derinlikteki toprak katmanlarındaki bu iki elemente ait depolanma oranları belirlenmiştir. Aynı alanlarda depolanan azot miktarının da iklim değişikliğine yol açan ve sera gazı etkisi olan NO₂ ve diğer azotlu bileşikler de etkin bir rol oynadıkları bilinmektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara dayalı sonuç ve öneriler aşağıda özetlenmiştir;

1. Tarla kullanımı altındaki arazilerde depolanan toplam karbon miktarı 0-5 cm, 5-10 cm derinliklerde aynı miktarlarda olup 10-20 cm derinliklerde ise küçük bir artış görülmektedir. 0-5 cm ve 5-10 cm derinliklerde depolanan toplam karbon miktarı aynı grup içerisinde yer almakta olup her üç derinlik arasında da önemli bir ilişki bulunmamaktadır. Tarla kullanımı altındaki arazilerde çavdar tarımı yapılmaktadır. Çavdar tek yıllık bir tarla bitkisidir. İç Anadolu bölgesinde çavdar gerekli toprak hazırlıkları yapıldıktan sonra ekim ayı içerisinde ekim mibzeri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Hasadı ise, iklim özelliklerine bağlı olarak değişmekle birlikte Haziran ayından itibaren gerçekleştirilmektedir. Çavdar ekimi öncesi toprak hazırlığında intensif tarım faaliyetleri sırasında kullanılmakta olan tarım alet ve ekipmanlar (diskaro, pulluk vb.) ile toprağın 0-40 cm kalınlığındaki katmanlarında

toprak işlenmekte ve bu sayede toprak hazırlanmaktadır. Bu nedenle yapılan çalışmada 0-5 ve 5-10 cm derinlikteki katmanlarda depolanan toplam karbon miktarları arasında bir fark oluşmamıştır.

2. Tarım arazisi kullanımı altındaki topraklar ile orman ve mera arazisi olarak kullanılan topraklardaki depolanan toplam karbon miktarı incelendiğinde tarım arazisi kullanımı altındaki topraklarda depolanan toplam karbonun en düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni çavdar tarımı sırasında toprakların toprak işleme aletleriyle sık sık işlenmesi çavdarın hasadı ile çavdar ürünü olarak ve sap saman olarak toprak bünyesinde bulunan karbonun uzaklaşmasıdır. Bir diğer neden de özellikle yaz döneminde bu alanlarda hava sıcaklıklarının ve buna bağlı toprak sıcaklıklarının yükselmesi sonucunda topraktaki karbonun depolandığı en önemli fraksiyonlardan biri olan organik maddenin mikroorganizmalar tarafından mineralize edilmesi ve karbonun toprak bünyesinde tutulamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
3. Mera ve orman arazisi kullanımı altındaki topraklarda depolanan toplam karbon miktarının 0-5 cm ve 5-10 cm derinliklerde farklı oranlarda depolandığı ancak bu depolanma miktarları arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı belirlenmiştir. Ancak her üç arazi kullanımı altındaki toprakların 0-5 cm ve 5-10 cm derinliklerde depolanan toplam karbon miktarlarının benzerlik gösterdiği fakat her üç arazi kullanım özelliği altındaki topraklarda 10-20 cm depolanan toplam karbon miktarlarının ilk iki derinliğe kıyasla daha yüksek oldukları belirlenmiştir. Bunun nedeni de olarak ta, bu derinlikteki toprakların havalanması ve hava sıcaklıklarının üst derinlikteki katmanlara göre daha az olması sonucunda burada mikrobiyolojik karbon mineralizasyonunun daha az gerçekleşmesi şeklinde olduğu düşünülmektedir.
4. Mera arazisi kullanımı altındaki topraklarda depolanan karbon miktarı ise, bu alanlarda büyük baş ve küçükbaş hayvan otlatmasına bağlı olarak tarla arazisi kullanımı altındaki topraklara göre daha yüksek, orman arazisi kullanımı altındaki topraklardan daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun nedeni tarla arazisi kadar olmasa da mera arazisinde otlatılan büyük baş ve küçükbaş hayvanların beslenmek için tükettikleri bitkiler yoluyla bu alanlardan daha az karbon depolanmasına sebep olmasıdır. Bir diğer neden de

yağışın etkisi ile yıkanmanın orman arazilerine göre bu alanlarda daha çok gerçekleşmesi sayılabilir.

5. Arazi kullanım özelliklerine göre toprakta depolanan toplam karbon miktarının orman>mera>tarla şeklinde sıralanmıştır.
6. Her üç arazi kullanım şekline göre bakıldığında toprakta depolanan toplam azot miktarları arasında önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Bunun nedeni ise ülkemiz orman ekosistemlerindeki azot girdisinin her üç arazi tipinde de aynı olmasına dayanmaktadır sonuçlar incelendiğinde tarla kullanımında olan ve çavdar tarımının gerçekleştirilmekte olduğu alanlarda depolanan toplam azot miktarının en düşük miktarlarda çıktığı belirlenmiştir. Bunun nedeni ise çavdar tarımı sonrasında bu alanlardan çavdarın sap saman danesi ile birlikte toplam hektardan 120-200kg saf azotun kaldırılması nedeniyle bu alanlarda azotun depolanamamasıdır. Ayrıca bu alanlarda toprak işleme ve tarım faaliyetleri neticesinde oluşan su ve rüzgâr erozyonuyla bu elementin kayıpları gerçekleşmektedir.
7. İklim değişikliğinin kontrol altına alınabilmesi için orman arazilerinin mera veya tarım arazilerine dönüştürülmesi engellenmeli, mera arazilerinin ise tarım arazilerine dönüştürülmesi mutlak suretle engellenmelidir. Bunun olabilmesi için ülkemizde tarla arazilerinden birim alanda alınan verimin artırılabilmesi için çiftçi eğitiminin geliştirilmesi yanında modern tarım tekniklerinin çiftçinin kullanımına sunulması ve ülke genelinde ürün planlamasının yapılması neticesinde de çiftçinin elde ettiği üründen elde edeceği kazancın artırılması gerekmektedir. Mera alanlarında ise, bu alanların mera olarak kullanılması yönünde ve verimliliklerinin artırılması yönünde sulama, mera ıslahı ve programlı ve kontrollü otlatma gibi tekniklerin uygulanması geliştirilmesi gerekmektedir. Böylelikle hayvancılığın en önemli girdilerinden biri olan yeşil ot ihtiyacı karşılanmış olur ülkemizdeki hayvancılık gelişir buna bağlı olarak meraların değeri anlaşılmalı ve korunmuş olur.

Araştırma sonucunda elde edilen veriler arazi kullanım değişikliğine bağlı olarak toprakta biriken toplam karbon ve azot oranlarının farklılık gösterdiğini bununda

dünyada bu alanda yapılmış diğer çalışmalarla paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Nedeni ne olursa olsun ülkemiz genelinde toprak varlığımızın ve bunun kullanılma türlerinin değiştirilmemesi bunun yerine mevcut kullanım özelliği altındaki alanların üzerinde yetişmekte ve büyümekte olan bitki türleri tarafından elde edilen marjinal faydanın arttırılmasına yönelik önlemlerin alınması daha doğru olacaktır. Bu sayede aynı zamanda tüm insanlığı tehdit eden iklim değişikliğini önleme konusunda gerekli sorumluluğu yerine getirmiş olacaktır.



KAYNAKLAR

- Akgül, E.,1969. Çamkoru (Kızılcahamam) Araştırma Ormanında Muhtelif bonitetlerde Topraktaki Başlıca Besin Maddelerinin Derinliklere Göre Tespiti ile Bunlar Arasındaki Münasebetlerin Araştırılması. Ormancılık Araştırma Dergisi. Cilt 15 Sayı 1 s(62-71). Dergi Serisi No:29. Ankara.
- Altınbaş, Ü., Çengel, M., Uysal, H., Okur, B., Okur, N., Kurucu, Y., Delibacak, S., 2004. Toprak Bilimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:557, İzmir, 355s.
- Anonim, 2011.KüreselIsınmaylaMücadele. Web sitesi:
www.ziraatforum.com/index.php?option=com_fireboard...id...Erişim 04.05.2011
- Anonim, 2012. Düşük Karbon Ekonomisine Geçiş: İklim Değişikliği Müzakereleri ve Özel Sektörün Rolü, Yayın No: TÜSİAD-T/2012/12/538, İstanbul.
- Anonim, 2016a. Türkiye Arazi Tahribatının Dengelenmesi Ulusal Rapor 2016-2030. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı
- Anonim, 2016b. Türkiye Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Faaliyetleri 2016. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
- Anonim, 2017. Orman Atlası. Orman ve Su işleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü
- Anonim, 2006. Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (Land Use, Land-Use Change Forestry- LULUCUF) Çalışma Grubu Raporu, Çevre ve Orman Bakanlığı Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara
- Anonim. 2017a. Web Sitesi: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24588>, Erişim Tarihi: 09.10.2017
- Anonim. 2017b. Web Sitesi:
www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVerileri/BUGEM.pdf, Erişim Tarihi: 09.10.2017
- Anonymous. 1994. ISO 11265: + ISO 11265:1994/Corr.1:1996 : Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im Dt. Inst. für Normung e.V. [Hrsg.] (1997): DIN ISO 11265, Ausgabe:1997-06: Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit (ISO 11265:1994 + ISO 11265:1994/Corr.1:1996).
- Anonymous, 1995. ISO 10693: Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im Dt. Inst. für Normung e.V. [Hrsg.] (1997): Bodenbeschaffenheit - Bestimmung des Carbonatgehaltes - Volumetrisches Verfahren (ISO 10693:1995).

- Anonymous, 1996. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 5, Land-use Change and Forestry, p 76.
- Anonymous, 1997a. DIN ISO 11260, Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im Dt. Inst. für Normung e.V. Bodenbeschaffenheit – Bestimmung der effektiven Kationenaustauschkapazität und der Basensättigung unter Verwendung Bariumchloridlösung.
- Anonymous, 1997b. DIN 19684-1, Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im Dt. Inst. Für Normung e.V. [Hrsg.] (1997): Bodenuntersuchungsverfahren im landwirtschaftlichen Wasserbau – chemische Laboruntersuchungen – Bestimmung des pH-Wertes des Bodens und Ermittlung des Kalkbedarfs.
- Anonymous, 1998. ISO 14255: Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im Dt. Inst. für Normung e.V. [Hrsg.] (1998): DIN ISO 14255, Ausgabe:1998-11: Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Nitratstickstoff, Ammonium- Stickstoff und löslichem Gesamt-Stickstoff in lufttrockenen Böden nach Extraktion mit Calciumchloridlösung (ISO 14255:1998).
- Anonymous, 2001. DIN ISO 11272, Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im Dt. Inst. für Normung e.V. [Hrsg.] (2001): Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der Trockenrohdichte.
- Anonymous, 2002. DIN ISO 11277, Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im Dt. Inst. für Normung e.V. [Hrsg.]. Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in Mineralböden - Verfahren mittels Siebung und Sedimentation.
- Anonymous, 2003a. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC, IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme Technical Support Unit, Kanagawa/Japan, ISBN 4-88788-003-0. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_contents.html (Erişim tarihi: 25.10.2009)
- Anonymous, 2003b. Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry (Penman, J., M. Gytarsky, T. Hiraishi, T. Krug, D. Kruger, R. Pipatti, L. Buendia, K. M., T. Ngara, K. Tanabe and F. Wagner, eds.). IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme Technical Support Unit. Japan. 590 p.
- Anonymous, 2006. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, In: IGES, Japan (Eds.: H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe), <http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html> erişim23 Ocak 2010].
- Anonymous, 2007. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Raporu (IPCC) - Şubat 2007

- Anonymous, 2014. The Fifth Assessment Report (AR5), The Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, (<http://www.ipcc.ch>).
- Anonymous.2017a.WebSitesi:
https://www.mpimet.mpg.de/fileadmin/download/Bilder_und_Grafik/Treibhauseffekt_uk.pdf, Erişim Tarihi.26.10.2017
- Anonymous.2017b. Web Sitesi: <http://www.eea.europa.eu/tr/işaretler/makaleler/toprak>, Erişim Tarihi.02.10.2017
- Anonymous. 2017c. Web Sitesi:
<http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/17/presentation.htm>, Erişim Tarihi.10.10.2017
- Anonymous.2017d. Web Sitesi:
http://www.afandpa.org/issues/issues-group/carbon-neutrality-of-biomassormanurunleri_CO2, Erişim Tarihi. 10.10.2017
- Anonymous.2017e. Web Sitesi: <http://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>,Erişim Tarihi. 10.11.2017)
- Anonymous.2017f. Web Sitesi:
<http://www.mdpi.com/1999-4907/5/4/847/htm>,Erişim Tarihi.10.11.2017
- Anonymous.2017g. Web Sitesi: <http://www.theenergycollective.com/lindsay-wilson/310066/9-simple-charts-explain-global-carbon-budget> ,Erişim Tarihi. 10.10.2017
- Anonymous.2017h. Web Sitesi:
http://klimat.czn.uj.edu.pl/enid/Nr8April26OzonN2Kreislauf/CDer_Stickstoffkreislauf_5ln.html,Erişim Tarihi. 10.11.2017
- Anonymous.2017ı. Web Sitesi:
<http://www.unisense-environment.com/N2OScienceandBiology/Biology>, Erişim Tarihi. 09.10.2017
- Arevalo C. B. M., Bhatti J. S., Chang S. X., Sidders D. 2009. Ecosystem carbon stocks and distribution under different land-uses in north central Alberta, Canada. *Forest Ecology and Management* 257, 1776-1785.
- Arneth ve Agreiter (2016). *Wie Land and Forsrtwirtschaft unser Klima vorandorh und wie wirdamit umgehen*. LUC4C, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU). LUC4C- 603542
- Asan, Ü., 2011. Türkiye Ormanlarındaki Yıllık Karbon Stok Değişimi Trendinin İrdelenmesi ve 2023 Yılındaki Durumun Kestirilmesi. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu , 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş

- Asan, Ü.,Yeşil, A., Özdemir, İ., Sağlam, S., Ormanlarda Karbon Birikimi ve Yıllık Değişimin Belirlenmesinde Başvurulan Temel Yaklaşımlar, www.ogm.gov.tr/iklim/karbon_birikim.doc erişim 30.04.2011
- Asan, Ü. 1995. Global İklim Değişimi ve Türkiye Ormanlarında karbon Birikimi. İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Sayı 1-2, s. 23-38.
- Babuş, D., 2005. Küresel Isınma Sorununun Uluslar arası Çevre Politikası İçerisinde İrdelenmesi ve Türkiye'nin Yeri. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı - Yüksek Lisans Tezi, 210s.
- Battle-Aguilar J., Brovelli A., Porporato A., Barry D. A. 2011. Modelling soil carbon and nitrogen cycles during land use change. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 31(2): 251–274
- Bauer,A. and Black, A.L., 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. *Soil Scie. Soc. Am. J.* 58,185-193.
- Baumert K., Pershing J., Herzog T., Markoff M. 2004. *Climate Data: Insights and Observations*. Pew Center on Global Climate Change. World Resources Institute, Arlington, VA.
- Bayraç, H. N. (2010), “Enerji Kullanımının Küresel Isınmaya Etkisi ve Önleyici Politikalar”, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 11, Sayı: 2, 229- 260.
- Bayraç, H.N.,Doğan, E., 2016. Türkiye’de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, Nisan 2016, 11(1), 23-48
- Binbaşaran, B., 2001. Fazla Karbonu Nereye Saklasak? *Bilim ve Teknik Dergisi*, Eylül, İGEME’den Bakış, Sayı: 35, Ankara, 103-111.
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ. İ., Savaşçı, S., Paslı, N., 2001. *Ekoloji-II Toprak*, Başken Kliše Matbacılık, ISBN: 975-96377-2-3, Ankara
- Bozakman, İ.H., 1969. Çamkoru Araştırma Ormanı yetiştirme muhiti ünitelerinin tespiti ve yetiştirme muhiti haritasının tanzimi üzerine araştırmalar. (Untersuchungen über die Bestimmung der Standortseinheiten und Standortskartierung des Versuchswaldes von Çamkoru) Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, TeknikBülten Seri nu. 37 (VI+47). Güzel İstanbul Matbaası-Ankara
- Broadmeadow, M. J. and Matthews, R. W., 2003. *Forests, Carbon and ClimateChange: the UK Contribution*. Forestry Commission Information Note 48. Edinburgh: Forestry Commission
- ([http://www.forestresearch.gov.uk/pdf/fcin048.pdf/\\$FILE/fcin048.pdf](http://www.forestresearch.gov.uk/pdf/fcin048.pdf/$FILE/fcin048.pdf)).
- Chen, H., Marhan, S., Billen, N., Stahr, K.,2009. Soil organic-carbon and total nitrogen stocks as affected by different land uses in Baden-Württemberg (southwest Germany). *J.Plant Nutr. Soil Sci.*2009, 172, 32-42

- Clausen, R.M. and Gholz, H.L., 1998. Carbon And Forest Management. USDA Forest Service
- Cline, W., C., 1992. The Economics of Global Warming, Institute for International Economics, Washington.
- Conti, G., Kowaljow, E., Baptist, F., Rumpel, C., Cuchiatti, A., Perez Harguindeguy, N., Diaz, S., 2016. Altered soil carbon dynamics under different land-use regimes in subtropical seasonally-dry forests of central Argentina. *Plant Soil*, DOI 10.1007/S11104-016-2816-2
- Çepel, N., 2003. Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri. Aydoğdu Matbaası, Tübitak Yayınları, 125-146. ISBN: 975-403-290-4, Ankara
- Çolak, A.H., 2001. Ormanda Doğa Koruma (Kavramlar-Prensipeler-Stratejiler-Önlemler). Milli Parklar Av Yaban Hayatı Genele Müdürlüğü Yayını, 1.baskı, Ankara
- Çömez, A., 2010. Sündiken Dağlarında Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) Meşçerelerinde Karbon Birikiminin Belirlenmesi. Doktora Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Davidson E. A., Ackerman, I. L. 1993. Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. *Biogeochemistry* 20, 161–193
- Dayamba, S.D., Djoudi H., Zida, M., Sawadogo, L., 2016. Biodiversity and carbon stocks in different land use types in the Sudanian Zone of Burkina Faso, West Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 216 (2016) 61-72
- Demirci, S.2008, Farklı arazi kullanımlarında agregatlara bağlı karbon ile biyolojik karbon ve azot fraksiyonlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilimdalı ..
- Deng, L., Liu, G.,Shangguan, Z., 2014. Land-use conversion and changing soil carbon stocks in China's 'Grain-for-Green' Program: a synthesis. *Global Change Biology* 20,3544-3556, doi: 10.1111/gcb.12508
- Dellal, İ. 2008. "Küresel İklim Değişikliği ve Enerji Kısılacında Tarım ve Gıda Sektörü", İGEME'den Bakış, Sayı: 35, Ankara, 103-111.
- Dumanski J. 2004. Carbon sequestration, soil conservation, and the Kyoto protocol: summary of implications. *Climatic Change* 65, 255–261.
- Grace, J., 2004, Understanding and managing the global carbon cycle, *Journal of Ecology*, 92, 189-202.
- Göl, C., Dengiz, O., 2007. Çankırı-Eldivan Karataşbağı Deresi Havza Arazi Kullanım-Arazi Örtüsündeki Değişim Ve Toprak Özellikleri. *Ondokuz Mayıs Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 2007,22(1):86-97

- Görücü, Ö., Eker, Ö., 2009. Kahramanmaraş Ayvalı Baraj Havzasında Karbon Emisyonu ve Ekonomisi Üzerine Araştırmalar. II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi 19-21 Şubat 2009, SDÜ, Isparta.
- Güner, S., Tüfekçioğlu, A., Duman, A., Küçük, M., 2010. Murgul Yalancı Akasya Ağaçlandırmalarının Ve Bitişiğindeki Otlak Alanların Toprak Üstü Biyokütle, Kök Kütlesi, Kök Üretimi Ve Karbon Depolama Yönlerinden Karşılaştırılması. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Cilt: III, Sayfa: 1045-1055
- Hobbie S.E. 2008. Nitrogen effects on decomposition: a five-year experiment in eight temperate sites. *Ecology* 89 (9), 2633-2644.
- Houghton R.A. 1990. The future role of tropical forest in affecting the carbon dioxide concentration of the atmosphere, *Ambio* 19, 204. Houghton R.A. 1999. The annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land-use 1850–1990.
- Islam K.R., Kamaluddin M., Bhuiyan M.K., Badruddin A. 1999. Comparative performance of exotic and indigenous forest species for tropical semi evergreen degraded forest land reforestation in Chittagong, Bangladesh, *Land Degradation and Development* 10, 241–249.
- Jiang C., Yu G., Fang H., Cao G., Li Y. 2010. Shortterm effect of increasing nitrogen deposition on CO₂, CH₄ and N₂O fluxes in an alpine meadow on the Qinghai-Tibetan.
- Johnson, B., 1991. Responding to Tropical Deforestation: An Eruption of Crises, an Array of Solutions. World Wildlife Fund for Nature, Baltimore, Maryland, 63 s.
- Kadıoğlu, M., 2001. Bildiğiniz Havaaların Sonu, Küresel İklim Değişimi ve Türkiye. Kitap Matbaası, Güncel Yayıncılık, İstanbul. ISBN: 975-8621-084. 06.09.2010)
- Kara, Ö., Bolat, İ., 2008. Bartın İli Orman ve Tarım Topraklarının Mikrobiyal Biyokütle Karbon (C_{mic}) ve Azot (N_{mic}) İçerikleri. *Ekoloji* 18, 69, 32-40. *Plateau, China. Atmospheric Environment* 44 (24), 2920-2926.
- Karaçal, İ., 2008. Toprak verimliliği. Nobel yayın dağıtım tic. ltd. şti., Ekim 2008, Ankara
- Karadağ, M., 2013. Ankara Orman Bölge Müdürlüğü'nde Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)'ın doğal gençleştirme koşullarının belirlenmesi. Orman Genel Müdürlüğü İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Md., Teknik Bülten no:299, Ankara
- Karadağ, M., Balkız, G. B., Göl, C., Öztekin, M. 2008. Çamkoru Araştırma Ormanında Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Ve Bunların Verim Sınıflarının Belirlenmesi. Orman Genel Müdürlüğü İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Md., Teknik Bülten, Ankara

- Karakuş, N., 2010. Yutak Alanların İklim Değişikliği Üzerine Etkilerinin Türkiye Örneğinde Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
- Kayıkçıoğlu H.H. ve Okur, N., 2012. Sera Gazı Salınımlarında Tarımın Rolü. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi; 9(2) : 25 – 38
- Kern, J.S., and Johnson, M.G., 1993. Conservation tillage impact on national soil and atmospheric carbon levels. Soil Sci. Soc. Am. J., 57,200-210.
- Kimble J. M., Lal R., Follett R. R. 2002. Agricultural Practices and policy options for carbon sequestration: what we know and where we need to go. In Agricultural practices and policies for carbon sequestration in soil eds by Kimbel, J.M., R. Lal, and R.F. Follett. New York, Lewis Publishers, p 512.
- Koçak, K. ,2011. İklim Değişiminde İnsan Faktörü (web.itu.edu.tr/~kkocak/iklim.html erişim 07.05.2011).
- Koçyiğit, R., 2006. Carbon Dynamics in Tallgrass Prairie and Wheat Ecosystems. Turk J Agric For 28 (2006) 141-153.
- Koçyiğit, R., 2008. Karasal Ekosistemde Karbon Yönetimi ve Önemi. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 25 (1), Tokat, s.81-85.
- Koçyiğit, R., Oğuz, İ., 2016. The Effects of Land Management and Slope on Mineralize Carbon and Nitrogen Contents. Gaziosmanpaşa University, Agricultural Faculty, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Tokat
- Lecointe S., Claude NYS, Christian W, Françoise F, Sandrine H, Paula R, Stéphane F. 2006. Estimation of carbon stocks in a beech forest (Fougères Forest – W. France): extrapolation from the plots to the whole forest. Annals of Forest Science 63, 139-148.
- Machado, S., Rhinhart, K., And Petrie, S. 2006. Long-term cropping system effects on carbon sequestration in eastern Oregon. J. Environ. Qual. 35, 1548-1553.
- Nordhaus, W. D., 1991. To Slow or Not to Slow: The Economics of the Greenhouse Effect. The Economics Journal, 101: 920-937
- 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., And 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
- Oğuz, İ. ve Acar, M., 2011. Tokat Kazova Koşullarında Farklı Arazi Kullanım Türlerinin Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisinin Araştırılması. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2011, 28(2), 171-178

- Okur, M., 2010, Tarihsel Orta Anadolu Arazi Kullanım Dokusundaki Mera Bitkilerinin Toprak Kalitesine Etileri, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Osher L.J., Matson P.A., Amundson R. 2003. Effect of land use change on soil carbon in Hawaii. *Biogeochemistry* 65, 213-232.
- Okur, M., 2010, Tarihsel Orta Anadolu Arazi Kullanım Dokusundaki Mera Bitkilerinin Toprak Kalitesine Etileri, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Özdemir, S. 2011. Jeobiyokimyasal döngüler, <http://web.sakarya.edu.tr/~saimo/ders-unite07.htm>. erişim 10.05.2011).
- Öztürk, K.,2002. “Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri”, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22 (1), 47-65.
- Paustian, K., Andren, O., Janzen, H.H., Lal, R., Smith, P., Tian, G., Tiessen, H., Van Noordwijk M. Ve Woorner, P.L., 1997. Agricultural soils as a sink to mitigate CO₂ emissions. *Soil Use and Management* (1997) 13:230-244. <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-in/fulltext/119153873/PDFSTART> Erişim tarihi: 10.07.2009
- Polat, O., Polat, S., Akça, E., 2011. Küresel Isınmada Ormanların Karbon Tutulumuna Etkisi(Tarsus-KarabucakÖrneği). I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim2011, Kahramanmaraş
- Ravindranath, N.H., Ostwald, M., 2008, Carbon Inventory Methods: Handbook for Greenhouse Gas Inventory, Carbon Mitigation and Rounwood Production Projects, Springer,Switzerland, 978-1-4020-6546-0.
- Reichle, D., Houghton, J., Kane, B. Ve Ekman,J., 1999. Carbon Sequestration Research and Development. Office of Science Office of Fossil Energy. U.S. Department of Energy. New York
- Sa, J.C.M., Lal, R., Cerri, C.C., Lorenz, K., Hungria, M., Carvalho, P.C.F.,2016. Low-carbon agriculture in South America to mitigate global climate change and advance food security. *Environment International*(2016), E1-03488; No of Pages 11
- Saatçı, F., 1984. Toprak İlimi. E.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. Bornova-İzmir
- Saffigna, P.G., Moody, P.M., Mathers, N.J., 2004. Impact of Cropping on the Soil C and N, and the Potential For C Sequestration Under Hardwood Forest Plantations in Subtropical Queensland, Australia. ISCO 2004- 13th International Soil Conservation Conference, Brisbane
- Sainju, U.M., Lenssen, A., Caesar-Thonthat, T., And Waddell, J., 2006. Carbon sequestration in dryland soils and plant residue as influenced by tillage and crop rotation. *J. Environ. Qual.* 35: 1342-1347.

- Sampson, R.N. And Scholes, R.J., 2000. Additional human-induced activities. In: Land use, land-use change, and forestry: A special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited R.T. Watson et al. IPCC.
- Sarı, M., 2011, Türkiyedeki Arazi Varlığı ve Bu Arazilerin Erozyona Olan Duyarlılığı (<http://www.scribd.com/doc/32279610/Cevre-ve-%C4%B0nsan-5-Turkiye-deki-AraziVarl%C4%B1%C4%9F%C4%B1-ve-Bu-Arazilerin-Erozyona-OlanDuyarl%C4%B1%C4%B1%C4%9F%C4%B1> Erişim Tarihi: 10.05.2011)
- Sariyildiz T., Savacı G., Kravkaz İ.S. 2016. Effects of tree species, stand age and land-use change on soil carbon and nitrogen stock rates in northwest of Turkey. *Forest-Biogeosciences and Forestry*. 9, 165-170.
- Sariyıldız, T., Savacı, G., Maral, Z., 2017. Effect of Different Land Uses (Mature and Young Fir Stands Pasture and Agriculture Sites) on Soil Organic Carbon and Total Nitrogen Stock Capacity in Kastamonu Region. *Kastamonu Univ., Journal of Forestry Faculty* Doi: 10.17475/kastorman.296912
- Saviozzi, A., Minzi, R.L., Cardelli, R. Ve Riffaldi, R., 2001. A comparison of soil quality in adjacent cultivated forest and native grassland soils. *Plant and soil* 233: 251-259.
- Schachtschabel, P., Blume, H.-P., Brümmer, G., Hartge, K.-H. Schwertmann, U., (çevirenler: Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H.) 1995. *Toprak Bilimi*. Ç.Ü Ziraat Fakültesi Genel Yayın No. 73, Ders Kitapları Yayın No.:16
- Schuman, G.E., Janzen, H.H. Ve Herrick, J.E., 2001. Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. *Environmental Pollution* vol. 116 (2002):391–396.
- Scotese, C. R., 2001. *Atlas of Earth History, Volume 1, Paleogeography, Paleomap Project*, Arlington, Texas, 52 pp. www.scotese.com erişim 10.10.2017
- Sedjo, R. A., 1989. Forests: A tool to Moderate Global Warming? *Environment*, 31: 14-20.
- Sezen, Y., 1995. Gübreler ve Gübreleme. Atatürk Üniversitesi Yayınları no:679. Ziraat Fakültesi Yayınları No:303. Ders Kitapları serisi no: 55 Erzurum
- Singh B.R., Lal R. 2005. The potential of soil carbon sequestration through improved management practices in Norway. *Environment, Development and Sustainability*. 7, 161–184.
- Şaylan, L., 2007. Ekosistemin CO₂ Değişiminin Belirlenmesi (A. ÖZTOPAL ve Z. ŞEN editör). I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi TİKDEK 2007 Bildiri Kitabı, (11–13 Nisan 2007) İTÜ Maslak Kampüsü - Kültür ve Sanat Birliği Kampusu, İstanbul, s.54-63.

- Subbarao, G.V., O. Ito, K.L. Sahrawat, W.L. Berry, K., Nakahara, T. Ishikawa, T. Watanabe, K. Suenaga, M. Rondon, I.M. Rao. 2006. Scope and strategies for regulation of nitrification in agricultural systems—challenges and opportunities. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 25: 303–335.
- Tansı, V., Sera Gazı Emisyonuna Tarımın Katkıları, web sitesi <http://www.angelfire.com/vt2/veyis/kitap/emisyon.Pdf> erişim 02.11.2017
- Tolunay, D. ve Çömez, A., 2007. Orman Topraklarında Karbon Depolanması ve Türkiye'deki Durum. Küresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar (13-14 Aralık 2007), İstanbul, s:97-108.
- Tolunay, D. ve Çömez, A. 2008. Türkiye Ormanlarında Toprak ve Ölü Örtüde Depolanmış Organik Karbon Miktarları. Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu 2008 (22-25 Ekim 2008), Hatay.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. Ve Çetiner, G., 2000. Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği
- Türkeş, M., 2001. Küresel İklimin Korunması, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye. Tesisat Mühendisliği, TBMMO Makine Mühendisleri Odası, Süreli Teknik Yayın 61:14-29.
- Türkeş, M., 2003. Sera gazı salımlarının azaltılması için sürdürülebilir teknolojik ve davranışsal seçenekler (Sustainable technological and behavioral options for reducing of greenhouse gas emissions). V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi: Çevre Bilim ve Teknoloji Küresellesmenin Yansımaları, Bildiriler Kitabı, Ankara, s.267-285.
- Usta, S., 1995. Toprak Kimyası. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1387 ders kitabı .401, Ankara
- Yılmaz, E., 2005, "İklim Geleceğimiz", Bilim ve Teknik, 451, 38-48
- Zengin, 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>)
- Walkley, A. 1935. An examination of methods for determining organic carbon and nitrogen in soils. *J. Agric. Sci.* 25:598-609.
- Wayburn, L.A, F.J. Franklin, J.C.Gordon, C.S. Binkley, D.J. Mlandenoff, Andn.L.Chrstian, Jr. 2000. Forest Carbon in the United States: Opportunities & Options for Private Lands. The Pacific Forest Trust, Inc., Santa Rosa, CA.
- Whisler, K.M., Rowe, H.I., Dukes, J.S., 2016. Relationships among land use, soil texture, species richness, and soil carbon in Midwestern tallgrass prairie, CRP and crop lands. 2016. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 216 (2016) 237-246

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Derya ŞAHBAZ YAĞDI

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 06.08.1980

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : M.R.Uzel Kimya Teknik Lisesi (1998)

Lisans : Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Bölümü (2005)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak ve Bitki Besleme Anabilim dalı (Mayıs 2018)

Çalıştığı Kurum : Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (2011,....)