

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KASTAMONU ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ'NDE FARKLI
MEŞCERELERDE TOPRAKTAKİ KARBON MİKTARININ
BELİRLENMESİ**

Abdulrazziq Ataf Ahmed ATAF

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Yrd. Doç. Dr. Miraç AYDIN
Yrd. Doç. Dr. İbrahim YURTSEVEN
Yrd. Doç. Dr. Kerim GÜNEY**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

KASTAMONU – 2017

TEZ ONAYI

Abdulraziq Ataf Ahmed ATAF tarafından hazırlanan "Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü'nde Farklı Meşcerelerde Topraktaki Karbon Miktarının Belirlenmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

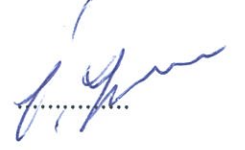
Danışman

Yrd. Doç. Dr. Miraç AYDIN
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. İbrahim YURTSEVEN
İstanbul Üniversitesi



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Kerim GÜNEY
Kastamonu Üniversitesi



22/05/2017

Enstitü Müdür V.

Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ



TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

İmza
Abdulrraziq Ataf Ahmed ATAF



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KASTAMONU ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ'NDE FARKLI MEŞCERELERDE TOPRAKTAKİ KARBON MİKTARININ BELİRLENMESİ

Abdulrazziq Ataf Ahmed ATAF

Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Miraç AYDIN

Bu çalışmada, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü, Kastamonu Orman İşletme Şefliği alanı içerisinde bulunan Meşe ve Karaçam meşcerelerinde karbon miktarı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda meşe meşceresinde üst toprak katmanında (0-10cm) ortalama karbon miktarı %35,43 ton/ha, alt toprak katmanında (10-20cm) %40,85 ton/ha bulunmuştur. Karaçam meşceresinde üst toprak katmanında (0-10cm) ortalama karbon miktarı %35,41 ton/ha, alt toprak katmanında (10-20cm) %41,79 ton/ha olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel değerlendirmede Meşe ve Karaçam meşcereleri arasında karbon miktarı bakımından anlamlı farklılık olmadı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karaçam, meşe, organik karbon, Kastamonu, Türkiye.

2017, 59 Sayfa

Bilim Kodu: 1205

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION OF DIFFERENT STAND TYPES THE AMOUNT OF
CARBON IN SOIL IN THE KASTAMONU FOREST MANAGEMENT

Abdulrazizq Ataf Ahmed ATAF

Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Miraç AYDIN

In this study was determining the amount of carbon in black pine and oak stands at Kastamonu Regional Directorate of Forestry, Kastamonu Forest Management Directorate, forest management units Kastamonu area. As a result of the study, the average amount of carbon in the top layer (0-10cm) was %35.43 tons / ha in oak stand and %35.41 tons / ha in black pine. The average amount of carbon in the bottom layer (10-20cm) was %40,85 tons / ha in oak stand and %41,79 tons / ha in black pine. It was determined that there was no significant difference in the amount of carbon between oak and black pine stands in the statistical evaluation.

Anahtar Kelimeler: Pinus nigra, oak, organic carbon, Kastamonu, Türkiye.

2017, 59 Pages

Science Code: 1205

TEŞEKKÜR

“Kastamonu Orman İŞletme M¼d¼rl¼g¼’nde Farklı Meşcerelerde Topraktaki Karbon Miktarının Belirlenmesi” isimli bu alıŐma Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstit¼s¼ OrmanM¼hendisliĐi Ana bilim Dalı Lisans¼st¼ Programı kapsamında gerçekleŐtirilmiŐtir.

Tez çalıŐmamın danıŐmanlıĐını yapan değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Miraç AYDIN’a, desteklerinden dolayı teŐekk¼r ederim.

Abdulraziq Ataf Ahmed ATAF
Kastamonu, Mayıs, 2017



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
GRAFİKLER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	xii
HARİTALAR DİZİNİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	19
2.1. Orman Ekosistemlerindeki Karbon Havuzları ve Temel Bileşenleri.....	19
2.2. Ormanların Karbon Depolama Fonksiyonu	22
2.3. Toprakta Organik Karbonun Belirlenmesi	22
2.4. Toprakların Organik Madde İçeriği	23
2.4.1. Orman Toprakları	24
2.4.2. Çayır Toprakları.....	26
2.4.3. Preri Toprakları.....	27
2.4.4. Çöl Toprakları.....	28
2.5. Topraktaki Organik Maddelerde Karbon-Azot İlişkisi	28
2.6. Bozulmamış Toprakların Organik Madde İçeriğini Belirleyen Faktörler	29
2.6.1. Bitki Örtüsü Miktarı ve Türü.....	30
2.6.2. Toprak Faunası ve Florası	31
2.6.3. İklim.....	31
2.6.4. Ana materyal ve Topografya	33
2.6.1. Zaman	34
2.7. Tarım Uygulamalarının etkileri.....	34

2.8. İlgili Araştırmalar	35
3. MATERYAL VE YÖNTEM	40
3.1. Materyal.....	40
3.1.1. Araştırma Alanının Mevkii.....	40
3.1.2. İklim.....	41
3.1.3. Vejetasyon	42
3.2. Yöntem	45
3.2.1. Örnek Alanların Seçilmesi.....	45
3.2.2. Laboratuvar Yöntemleri.....	45
3.2.2.1. Hacim Ağırlığı Organik Madde, Karbon Oranı ve Karbon Miktarının Belirlenmesi	46
3.2.2.1.1. Hacim Ağırlığı.....	46
3.2.2.1.2. Organik Madde Tayini	46
3.2.2.1.3. Karbon Oranı ve Karbon Miktarı	46
3.2.3. İstatistiksel Analizler	47
4. BULGULAR	48
4.1. Üst Toprakta (0-10cm) Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Miktarı ve Karbon Oranına İlişkin Bulgular	48
4.2. Alt Toprakta (10-20cm) Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Miktarı ve Karbon Oranına İlişkin Bulgular	50
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	54
6. ÖNERİLER	56
KAYNAKLAR	57
ÖZGEÇMİŞ	59

TABLULAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Karbon Havuzları (IPCC 2004)	21
Tablo 3.1. Çalışma alanlarının 1980-2014 yıllarına ait meteorolojik verileri (Kastamonu Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü, 2017)	43
Tablo 3.2. Kastamonu İline Ait İklimsel Sınıflandırma.....	44
Tablo 4.1. Üst Toprak (0-10 cm) için Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Oranı ve Karbon Miktarlarına İlişkin Bulgular	48
Tablo 4.2. Üst toprak (0-10cm) için hacim ağırlığı, organik madde, karbon oranı ve karbon miktarına ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	50
Tablo 4.3. Alt Toprak (10-20 cm) için Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Oranı ve Karbon Miktarlarına İlişkin Bulgular	51
Tablo 4.4. Alt toprak (10-20cm) için hacim ağırlığı, organik madde, karbon oranı ve karbon miktarına ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	53

GRAFİKLER DİZİNİ

	Sayfa
Grafik 4.1. Üst Toprak (0-10 cm) için Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Oranı ve Karbon Miktarlarının değişimi	49
Grafik 4.2. Alt Toprak (10-20 cm) için Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Oranı ve Karbon Miktarlarının değişimi	52



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Topraktaki humusun sentezi ve ayrışması ile ilgili çeşitli işlemler arasındaki ilişkiler	29



FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

	Sayfa
Fotoğraf 3.1. Saf karaçam meşceresi deneme alanı	40
Fotoğraf 3.2. Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü (Google Maps).....	42
Fotoğraf 3.3. Toprakların labaratuvar ortamında incelenmesi.....	45
Fotoğraf 3.4. Toprakların labaratuvarında analize hazır hale getirilmesi	46



HARİTALAR DİZİNİ

Harita 3.1. Araştırma alanının harita üzerindeki yeri.....	Sayfa 41
--	--------------------



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CO ₂	Karbondioksit
C	Karbon
SOC	Toprak Organik Karbonu



1. GİRİŞ

Karbon, canlı hücrenin yapı taşı ve biyolojik sistemin en önemli unsurudur. Karbon çözünebilir halde atmosferde, canlıların yapısında, organik atıklarda, fosil yakıtlarda, kayalarda ve okyanuslarda bulunmaktadır. Bitkiler, karbondioksit (CO₂) ve güneş ışığı kullanarak atmosferdeki karbondioksiti organik karbona dönüştürürler. Yaşam döngüsünde, bitkilerin toprak üstü ve toprak altı kısımları ölecek, toprak organik karbonun önemli bir kısmını oluşturmaktadırlar. Topraklar sahip oldukları organik karbon miktarına göre çeşitlilik göstermektedirler.

Organik karbonun orman topraklarında tutulması, toprak verimliliği açısından son derece önemlidir. Topraktaki organik karbon miktarı toprak verimliliğini artırır ve toprağın rüzgar ve su erozyonuna karşı daha dirençli olmasını sağlamaktadır. Topraktaki organik karbonun kaynağı bitkisel ve hayvansal atıklardan oluşabilmektedir. Mikroorganizmalar, bu karbonlaştırılmış bileşiklere, karbon ihtiyaçlarını karşılamak için büyük ölçüde gereksinim duyarlar. Organik maddenin heterotrofik mikroorganizmalarla parçalanması ve bitki solunumu, topraktan atmosfere salınan karbonun önemli bir kaynağını oluşturmaktadır. Karbondioksit, atmosferde konsantrasyonu hızla artan bir sera gazı olup, karbonun gaz halindeki halidir. Bu, topraktaki karbon depolama konusundaki çalışmaların önemini arttırmaktadır. Karbon topraklarda sadece son derece dinamik bir yapıya sahip değildir, aynı zamanda da küresel bütçenin önemli bir parçasıdır. Yönetim sistemleri ile bağlantılı olarak, topraklar için bir depo veya atmosferde artan miktardaki CO₂ için bir kaynak oluşturabilir. Atmosferdeki artışın en büyük payını fosil yakıtlar oluştururken, arazi kullanımındaki değişiklikler de bu artışın nedenlerinden biridir.

Karasal ekosistemdeki topraklar en büyük karbon havuzunu oluşturur ve yılda fosil yakıtların yakılmasıyla ortaya çıkan CO₂ miktarının on katını atmosfere gaz formunda salmaktadır.

Bununla birlikte, toprak tarafından salınan bu CO₂ gazın büyük bir kısmı, bitkiler tarafından yeniden asimile edilmekte ve organik yapıya bağlanabilmektedir. Topraktan atmosfere salınan bu CO₂ gaz miktarındaki küçük bir artış, bu havuzun

büyükliğünden ötürü atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olacaktır. Tarımın atmosferdeki CO₂ konsantrasyonuna olan etkisinin azaltılması, topraktaki organik maddenin korunmasını ve iyi muhafaza edilmesini gerektirir. Toprak organik maddesi toprağın önemli bir unsurudur ve topraktaki organik maddenin korunması ve geliştirilmesi için iyi bir toprak yönetim sistemini gerektirir. Bu yönetim sistemleri, yüksek ve sürekli bitkisel üretimden ve minimum toprak işleme tekniklerinden oluşmaktadır. Toprağın tarımsal işlemeye açılması, organik karbon seviyesinde bir düşüşe yol açmasına ve bunun sonucunda, atmosfere salınan CO₂ miktarının artışına neden olmaktadır. Organik karbon düzeyindeki azalma aynı zamanda toprakta fiziksel yapının bozulmasına ve bunun sonucunda da toprağın verimliliğin azalmasına ve toprakların erozyona karşı daha hassas hale gelmesine neden olmaktadır.

Topraktaki organik karbonun depolanması, topraklarımız fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirecek ve sonuç olarak bitkisel üretimimiz artacaktır. Farklı arazi kullanımları altındaki topraktaki organik karbonun fiziksel ve biyolojik fraksiyonlarındaki değişimleri belirleyerek, her arazi kullanımında depolanan organik karbonun fiziksel karbon fraksiyonları ve bu fraksiyonların biyolojik karbon fraksiyonlarıyla ilişkileri ortaya çıkacaktır.

Hızla artan nüfus, kentleşme ve sanayileşme ile birlikte tüketim alışkanlıkları ve tabiatın hoyratça kullanımı sonucunda toprağın, havanın ve suyun kirlenmesine sebep olmuştur. Toprak hava ve su kirlenmesi, ormanlık alanların tahribatı ve sonucunda erozyon, heyelan ve çarpık kentleşme ile birlikte sel ve taşkınlar yeryüzündeki tüm canlı yaşamın yaşam barınağını ve besinlerini tehdit eder hale gelmiştir. Bu ormansızlaşma, çölleşme, kuraklık, çevresel ve genetik kirlilik, göçler, açlık ve yoksulluk gerçekleri, ormanların ekonomik işlevlerinden ziyade ekolojik işlevlerinin ön plana çıkmasına neden olmuştur. Bunu doğrulayan, bugün hemen her ülkede gündem olan sorunlardan birisi de küresel iklim değişikliğidir (Bülbül, 2012).

Sera gazlarından birisi olan atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonundaki hızlı artış ile küresel iklim değişikliği, toprakta karbondioksit ve diğer karbon gazlarının (metan ve hidrokarbonların) depolanmasına olan ilgiyi artırmıştır. Atmosferdeki

karbondioksit konsantrasyonu 270 ppm iken endüstriyel gelişmeyle bugün 360 ppm'e kadar çıkmıştır. (IPCC, 2001). Küresel ısınmada etkili sera gazlarından en yüksek orana sahip olan (% 50) karbondioksit'in organik karbona dönüşerek depolanmasında ve küresel ısınmanın olumsuz etkilerinin azaltmak için karasal ekosistemler içerisinde dikkate değer pozitif bir etkiye sahip olan farklı orman ekosistemlerinin karbon depolama miktarlarının belirlenmesi önemli bir yer tutmaktadır.

Sera gazlarından gelen karbondioksit, doğrudan güneşten gelen kısa dalgalı ışınları büyük ölçüde geçirdiğinden, ancak yerden verilen uzun dalgalı ışınların tutulması nedeniyle atmosferin alt kısımlarının daha fazla ısınmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Bilindiği üzere, atmosferdeki karbon dioksit miktarı, çeşitli alanlarda birinci sınıf fosil yakıtların kullanılması sonucunda hızla artmaktadır. Bununla birlikte, ormansızlaşma ve özellikle tropik yağmur ormanlarının aşırı tahribatı ve diğer bölgelerdeki dünya ormanlarının yerini alan yeni bitki örtüsü de bu artışa katkıda bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar, geçen yüzyılın sonunda atmosfere ortalama olarak verilen karbondioksit miktarının yılda 355 ppm'e ulaştığını ve bu değer bu yüzyılda iki katına çıkabileceğini göstermektedir. Birçok matematiksel iklim modeli sonuçları, karbondioksit miktarındaki bu iki kat artışın 2050'de küresel sıcaklıkta ortalama 1,5 ile 4,5 santigrat derece sıcaklık artışına neden olacağını ortaya koymaktadır (Öztürk, 2002).

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, gelişmiş ülkelerin fosil yakıtların kullanımını önemli ölçüde azaltmalarını zorunlu kılmaktadır. Atmosfer ve karasal ekosistemler arasında her yıl milyarlarca ton karbon yer değiştirmektedir. Bitki örtüsü ve toprak da dahil olmak üzere, karasal ekosistemlerde bir yıl içerisinde 1,7 milyar ton karbon atmosferde kalmaktadır. Ancak arazi kullanımındaki değişiklikler sonucunda, 1,4 milyar ton karbon tekrar atmosfere salınmaktadır. Böylelikle atmosfer ve ekosisteminde 0,3 milyar ton karbon hapsolmuş olur. Aslında, karasal ekosisteme atmosferden fotosentez ve solunum yoluyla geçen karbon miktarı yılda 61,7 milyar tondur. Karasal ekosistemlerden atmosfere geçen toplam miktar 1,7 milyar ton üretim nedeniyle 60 milyar tondur (Başaran, 2004).

Doğal ve yapay süreçlerle karbon tutulması karbondioksitin bitkilerde depolanıp

atmosferi terketmemesidir. Orman ekosistemleri, karbon tutulumunun en büyük kaynaklarından biridir. Fotosentez yoluyla ormanlar karbondioksit ve oksijen kullanırlar. Yakalanan karbondioksit, toprak altında bir biyokütle (kök) ve toprak üstü biyokütle (vücut, yaprak ve meyve) toprak organik maddeleri de dahil olmak üzere sistemdeki farklı karbon havuzlarına gönderilir. Topraktaki karbon depolaması, atmosferde depolanan miktarın üç katı ve vejetasyondan depolanan miktardan 5 kat daha fazladır (Schlesinger ve Andrews, 2000).

Karasal ekosistemlerde karbon depolaması açısından orman ekosistemleri, en önemli ekosistemler arasındadır. Toprakta depolanan karbon miktarı toprağın verimliliğini ve kalitesini olumlu yönde etkilemektedir. Yapılan bir çalışma, geleneksel sürüm sisteminden sürümsüz tarıma geçmekle, toprağın ilk sekiz santimetresinde önemli bir miktarda karbon depoladığını ve 8-15 santimetre de ise depolanan karbon miktarındaki artışın alt kısımlarda daha az olduğunu ortaya çıkarmıştır. (Kern ve Johnson, 1993). Toprağın işlenmesinin yanı sıra uygun sistemlerin kullanılması, toprakta depolanan karbon miktarında önemli bir artışa neden olmaktadır (Machado vd., 2006).

Ormanlık alanlarının bulunduğu toprakta ve orman biyokütlesinde karbon tutunmaktadır. Orman örtüsüne sahip toprak altlarında bulunan carbon bitkisel atıkların organik maddeye dönüşmesi ve maddenin ayrışmasında önemli bir etkiye sahiptir. Biyokütlerdeki karbon tespit edilmesinde; toprak altı, toprak üstü karbon miktarı ile toprak üstünde ölü ve diri örtüdeki karbon miktarı tespit edilmektedir. Bu çalışmalar yetersiz düzeydedir. Bugün Türkiyede bulunan ormanlık alanlarındaki yerel ve ulusal özellikler tespit edilip karbon dağılımlarının belirlendiği çalışmalar çok azdır. Bu çalışmada, ormanların küresel ısınma ve karbon döngüsü çerçevesinde doğal orman alanlarından oluşan Kastamonu Orman İşletme Şefi'ndeki meşe ve karaçam meşcere topraklarındaki karbon miktarı belirlenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Orman Ekosistemlerindeki Karbon Havuzları ve Temel Bileşenleri

Teknolojik yeniliklerin artması ile birlikte enerji kaynaklarına olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Artan enerji ihtiyacına cevap olarak son yıllarda jeotermal ve hidro enerji sistemleri yavaş yavaş terkedilirken yenilenebilir enerji kaynağı yaygınlaşmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından ormanların son zamanlarda bütün bir şekilde ele alınması amaçlanmaktadır. Ağaçlık alanlardan yalnızca odun olarak değil de tüm orman sisteminde ağaç bileşenlerinin tamamının değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalar artmakta ve biyokütle kavramı karşımıza çıkmaktadır.

Biyokütle; bir ağacın bütün yapısı (dal, gövde, yaprak, kök ve kabuk) meşcerenin toplam kütle (ağırlık) miktarı olarak tanımlanabilir. “Biyokütle, yaş veya fırın kuru ağırlık (kg veya ton) olarak ifade edilebilir olmasına karşın, kuru ağırlık değerleri, yaş ağırlık değerlerine kıyasla tercih edilmekte ve uygulamada daha çok kullanılmaktadır” (Saraçoğlu, 1992). Bunun sebebi ağacın konumu itibariyle sahip olduğu nem miktarı, ait olduğu coğrafyaya ait iklimsel koşullar ve kesim zamanıdır.

Biyokütlenin hesaplanmasında kullanılan yöntemler;

- Birim Alan Yöntemi,
- Orta Ağaç Yöntemi,
- Regresyon Yöntemi,

Birim alan yönteminde, bir ormandaki biyokütleyi tahmin etmek için belirli bir boyuttaki bir örnek alanlardan yararlanır. Her bir bileşenin toplam ağırlığı (ıslak veya kuru), söz konusu örnek alanlarındaki tüm ağaçları kesilip birleşenlere (kök, gövde, dal, yaprak ve kabuk) ayırarak ölçülmektedir. Buradan elde edilen değerler hektar birimine çevrilerek meşcereye ilişkin kütle miktarı belirlenmektedir. Bileşenler için biyokütle değerleri toplayarak, alan için toplam biyokütle miktarı tahmin edilir.

Orta ağaç yönteminde, örnek alanlar alınır ve bu örnek alanlar için orta ağaç olduğu

tespit edilen ağaç kesilerek bu ağacın biyokütlesi belirlenir. Elde edilen değeri örnek alanındaki ağaç sayısı ile çarparak, numune alanının biyokütlesi ve bu değeri hektara dönüştürerek, meşcerenin biyokütlesi belirlenir. Ayrıca, bu yöntemde, Birim Alan Yönteminde olduğu gibi hem ağaç bileşenleri için ayrı ayrı, hem de tüm ağaç başına toplam biyokütle miktarı belirlenebilir.

Regresyon yönteminde, birçok örnek ağaçtan alınan ölçümlere göre regresyon denklemleri düzenlenerek bu denklemlerin yardımıyla biyokütle tahmin edilir. Bu denklemlerin geliştirilmesinde göğüs çapı ve boy gibi kolaylıkla ölçülebilen çeşitli parametreler bağımsız değişken olarak alınmaktadır. Ölçümü daha zor ve karmaşık olan biyokütle değerleri de bağımlı değişkenler olarak sözü edilen bağımsız değişkenlerin fonksiyonu olarak tahmin edilmektedir. Bu denklemler ağaç bileşenleri için ayrı ayrı geliştirilebileceği gibi tüm ağaç için de elde edilebilir (Saraçoğlu, 1990).

Son yıllarda, yukarıda açıklanan üç temel biyokütle tahmin yönteminin aksine, orman alanlarının toplam biyokütle miktarlarını belirlemek için uzaktan algılama teknikleri de kullanılmaya başlamıştır. Bu yöntemle biyolojik kütle miktarı, orman alanında herhangi bir yersel ölçüm yapılmaksızın doğrudan hava fotoğrafları veya uydu görüntüleri yardımı ile belirlenebilmektedir (Bergen vd., 1998; Lucas vd., 1999) .

Sözleşme ve protokolü sonradan kabul ettiği için sera gazları azaltımı konusunda şu anda hiçbir zorunluluğu bulunmasada, Türkiye'den 2012 yılı sonrasında azaltım taahhüdünde bulunması istenecektir.

Uluslararası pazarlıklarda elinin güçlü olabilmesi için, Türkiye'nin her sektörde olduğu gibi ormancılık sektöründede önünü görebilmesi ve ileriki yıllarda bu sektörde doğrudan bir azaltım yapıp yapamayacağını bilmesi gerekecektir. Karbon stok değişiminde 1990-2009 yılları arasındaki 20 yıllık dönemde gerçekleşen kazanç ve kayıplara dayanarakilerideki 13 yıl içinde gerçekleşmesi muhtemel net veOrman biyokütle araştırmalarında, iki biyokütle birimi kullanılır; yaş ağırlık (Araujo vd., 1999) ve kuru ağırlık (Aboal vd., 2005; Ketterings vd., 2001; Montagu vd., 2005; Saint-Andre vd., 2005). Yürütülmüş pek çok biyokütle hesaplama araştırması toprak üstü orman biyokütlesine odaklanmıştır (Aboal vd., 2005; Brown, 1997; Kraenzal vd., 2003; Laclau 2003; Losi vd. , 2003; Segura ve Kanninen 2005) çünkü orman

ekosistemindeki toplam birikmiş biyokütlenin büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır.

Orman ekosistemlerinde Canlı Biyokütle, Ölü Organik Madde ve Toprak ana havuz olarak; Toprak Üstü, Toprak Altı, Ölü Odun, Döküntü ve Toprak Organik Maddesi ise alt kategori havuzları olarak aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Bu havuzların temel bileşenleri de bu tabloda (Tablo 2.1) (IPCC 2004) gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Karbon Havuzları (IPCC 2004)

Ana Havuzlar	Alt Kategori Havuzlar	Temel Bileşenler
Canlı Biyokütle	Toprak Üstü	Canlı tüm kütle; toprak üstündeki gövde, kütük, dallar, kabuk, tohum ve yapraklar.
	Toprak Altı (Kökler)	2 mm çaptan daha küçük olan kökler hariç, canlı biyokütlenin yaşayan tüm kökleri.
Ölü Organik Madde	Ölü Odun (Dikili Kuru)	Döküntü ya da canlı gövdeler dışında dikili kuru haldeki veya tabanda ya da toprakta bulunan tüm odunsu biyokütle. Ölü odun; yüzeyde yatan odunu, dikili kuruları, ölü kökleri ve 10 cm çaptan daha kalın (ülkelere göre değişir) kütükleri içermektedir.
	Döküntü (Ölü Örtü)	Mineral veya organik toprağın üstünde; en azından 10 cm çapta bir tabaka (ülkelere göre değişebilir) oluşturabilen tüm ölü odunsu biyokütle, döküntü, humus ve fomic tabakadan oluşmaktadır. Canlı çok küçük (kırıntılar halinde) köklerde bu bölümde sayılmaktadır.
Topraklar	Toprak Organik Maddesi	Minerallerdeki organik karbonu ve organik toprakları içermektedir. Canlı çok küçük kökler toprak organik maddesinden sayılır.

Orman ekosistemi küresel karbon döngüsünde önemli bir rol oynamaktadır. Tüm toprak üstü karasal organik karbonun %80'ini ve tüm toprak altı karasal organik karbonun %40'ını depolar (IPCC, 2001). Üretken sezon boyunca atmosferdeki CO₂ vejetasyon tarafından çekip alınır (Losi vd., 2003; Phat vd., 2004) ve bitki biyokütlesi olarak depolanır. Bu sebeple, UNFCCC ve onun Kyoto Protokolü ormanların karbon sekestrasyonundaki rolünü fark etmişlerdir. Özellikle Kyoto Protokolü Madde 3.3 ve

3.4 ormanları potansiyel karbon deposu olarak betimlemiştir (Brown, 2002; BM,

1998).

Her yıl milyarlarca ton karbon atmosfer ile okyanuslar ve karasal ekosistemler arasında yer değiştirmektedir. Vejetasyon ve toprak da dahil olmak üzere karasal ekosistemler, yılda 1.7 milyar ton karbonu atmosferden bağlamaktadır. Ancak arazi kullanımındaki değişiklikler sonucunda, 1,4 milyar ton karbon tekrar atmosfere salınmaktadır. Sonuç olarak sistemde 0.3 milyar ton karbon tutulmuş olur. Aslında, karasal ekosistemi atmosferden fotosentez ve solunum yoluyla geçen karbon miktarı yılda 61.7 milyar tondur. Karasal sistemlerden atmosfere geçen toplam miktar 1,7 milyar ton üretim nedeniyle 60 milyar tondur (Başaran, 2004).

Fosil kaynaklı yakıtlardan atmosfere karışan yıllık karbon miktarı 6 milyar tondur. Arazi değişiminden kaynaklanan 1.4 milyar ton karbon miktarıyla birlikte fazladan atmosfere salınan karbon miktarı 7.4 milyar tondur. Bunun sadece 3.9 milyar tonluk kısmı okyanus ve karasal ekosistemde tutulmaktadır. 3.5 milyar ton karbon ise ne yazık ki atmosferde birikmektedir (Reichle vd., 1999).

2.2. Ormanların Karbon Depolama Fonksiyonu

Ormanlar, dünyanın yüzeyinin yaklaşık üçte birini oluşturmakta ve karasal biyolojik çeşitliliğin dörtte üçünü içermektedir. Ormanlar ayrıca karasal karbon havuzlarının neredeyse yarısını oluşturmaktadır ve bu nedenle dünya ikliminin düzenlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (URL-15).

2.3. Toprakta Organik Karbonun Belirlenmesi

Karbonun depolanması atmosferdeki sera gazlarından özellikle CO₂'nin miktarındaki artış, iklimi, bitkilerin fizyolojisini, toprağın mikrobiyal aktivitesini ve organik maddenin oluşumunu ve parçalanmasını önemli ölçüde etkiler.

Erozyona maruz kalan topraklar, erozyona maruz kalmamış topraklara göre daha düşük karbon yoğunluğuna sahiptir. Yapılan araştırmalara göre; organik karbonun mineralize olarak yalnızca %20-30'unun sulak alan ekosistemlerine taşındığı veya yoğun depresif bölgelerde gömüldüğü saptanmıştır. Öte yandan, yılda 1,14 PcC

erozyonla yer değiştirmekte ve atmosfere CO₂ olarak salınmaktadır. Toprak organik karbonunun izlediği yolları doğru bir şekilde belirlemek için toprak ve belirli ekobölgeler üzerinde araştırma yapılması gerekmektedir. Küresel iklim değişikliği ve insan kaynaklı sera gazları bağlamında, bir sistemin sürdürülebilirliği; C giriş/çıkışındaki periyodik değişiklikler değerlendirilerek belirlenebilir.

Topraklar hem organik hem de organik formda karbon (C) içerirler. Çoğu toprakta (kalkerli topraklar hariç) karbonun büyük bir kısmı toprak organik karbonu (SOC) olarak tutulur. Toprak organik maddesi terimi (SOM) topraktaki organik bileşikleri tanımlamak için kullanılmaktadır (ölü bitkiler ve hayvandan türetilen dokular, parçalanma ve ayrışma ürünleri ve toprak mikrobiyal kütlesi). Toprak organik karbonu, topraktaki organik maddede oluşan karbona karşılık gelmektedir. Toprak organik maddelerinin bileşikleri; şekerler, amino asitler ve yağlar gibi humik olmayan maddeler ve daha karmaşık yapıdaki, tanımlanamayan organik bileşenlerden oluşan humik maddeler olarak ayrılabilir. Humik veya non-humik organik bileşikler, karbon, oksijen ve hidrojen ile birlikte; azot, fosfor ve kükürt de içerebilir (Batjes, 1996, Batjes ve Sombroek, 1997, Lal, 2004, Smith, 2004).

2.4. Toprakların Organik Madde İçeriği

Bir maden toprağının organik madde içeriği, değişen derecelerde hem bireysel hem de toplu olarak etkilerini gösteren birçok faktöre bağlıdır. Bir faktördeki belirgin bir değişiklik, diğer faktörlerin etkisinde belirgin bir değişikliğe ve dolayısıyla tümüyle net karbon birikimine neden olabilmektedir. Bakir topraklarda insanın dokunmadığı bu değişimler genellikle çok yavaş gerçekteşir, belki de toprak profilindeki organik maddenin miktarında veya dağılımında belirgin bir değişiklik meydana getirmek için birkaç yüzyıl gerektirir. Aslında, doğal koşullar altında, topraktaki organik madde içeriğindeki belirgin değişiklikler ancak iklimde büyük bir değişim olması durumunda oluşmakta ve bu da bitki örtüsünün doğasını etkilemektedir. Genellikle bitkisel kapağın kaldırılması veya belirgin şekilde değiştirilmesi ve kalıplı sabanların kullanılması anlamına gelen insan faaliyetleri, organik madde seviyesindeki değişiklikleri büyük ölçüde hızlandırır. İnsan tarafından getirilen bu değişiklikler genellikle organik madde içeriğinin başlangıçta hızlı bir şekilde düşmesine neden

olmaktadır.

Dengeli çevre koşullarında bakir toprakta ya da ekili toprakta olsun, organik madde oldukça sabit bir seviyede bulunmaktadır. Karbon kaybı, başta karbondioksit olmak üzere bitkisel madde ilaveleri yoluyla dengelediğinde, bu dengeye ulaşılır. Toprağın organik maddenin yüzde birinden daha azını içerdiği bazı toprak koşulları altında böyle bir dengeye ulaşılabilir; diğer şartlar altında, bu oran %10 veya daha fazla olabilir. Çok zor koşullar altında, drenaj ve toprak havalandırmanın yetersiz kalabileceği yerlerde, toprak mineral madde içerdiğinden daha fazla organik madde içerebilir, bu durum bir gübre veya turba olarak sınıflandırılır.

2.4.1. Orman Toprakları

Hem bitki örtüsü hem de iklim toprak profillerin özelliklerini belirleyen başlıca faktörlerdir. Toprağın doğası bitki popülasyonunu belirgin şekilde etkilemekte ve aynı şekilde bitki popülasyonu üretilen toprağı etkilemektedir. Vejetasyonun toprak üzerindeki etkisi genellikle doğal koşullar altında tepe noktasına ancak birkaç yüzyıl sonra ulaşır ve muhtemelen doruk vejetasyon olarak tanımlanan aşamaya erişildikten sonra ulaşmaktadır.

En tipik podzollar çoğunlukla iğne yapraklı ormanların altında oluşurlar; daha az tipik olan podzol benzeri topraklar ise genellikle yaprak döken ormanların altında veya ılık bir iklimde oluşur. Türkiye'nin birçok bölgesinde bu iki bitki örtüsü karışım halinde oluşur ve ortaya çıkan topraklar, ikisine ait özellikleri gösterir. İnsanın doğaya müdahale ettiği diğer durumlarda, yaprak döken ağaçlar iğne yapraklı ağaçları izleyebilir veya tam tersi olabilir. Podzol benzeri topraklara genellikle gri-kahverengi orman toprakları ya da sıcak bölgelerin kırmızı ve sarı podzolik toprakları denilir.

Organik madde podzol profilinin gelişiminde büyük rol oynamaktadır. Aslında, gerçek bir podzolün gelişimi için ilk şart, toprak yüzeyinde önemli miktarda yaprak ve ölü dalların bırakılmasıdır. İğne yapraklı ağaçlardan çıkan artıklar, yaprak dökmeyen ağaçlardan çıkanlara kıyasla mikroorganizma saldırısına karşı çok daha dayanıklıdır ve çam ibreleri, solucanlar ve diğer küçük hayvanlar için yaprak dökmeyen ağaçların

yaprakları kadar tatminkar bir gıda değildir. Sonuç olarak, iğne yapraklı bitki örtüsü, duff veya mor olarak adlandırılan bir çürümemiş turba benzeri bir kütle olarak toprak yüzeyinde birikme eğilimindedir. Buna karşılık, yaprak döken ağaçlardan oluşan bitki örtüsü hem hayvan hem de mikroflora popülasyonları için mükemmel bir besindir. Toprağın gözle görülür derecede asidi yoksa, faunalar, başta solucanlar, bu kolayca sindirilmiş yaprakları toprağa sürekli olarak taşırlar ve bunları toprağa karıştırırlar. Gerçek bir podzolün gelişimi, yüzeydeki organik maddenin birikimine bağlı olduğundan, en fazla podzollerin neden yaprak döken ormanlarda değilde, iğne yapraklı ormanlarda bulunduğu açıktır.

Örneğin, tipik podzollerin baskın olduğu Finlandiya'da, orman toprakları, mineral toprağın üst kısmında bulunan değişen kalınlıkta bir humus tabakasına sahiptir. Viro (1963), ağaç köklerinin% 95'inden fazlasının humus tabakasında ve mineral toprağın üst kısmında bulunduğunu belirtmektedir. Güney Finlandiya'da, çam meşcerelerinin humus tabakası, hektar başına yaklaşık iki ton nitrojen içerir. Bu azotun çoğu elverişsiz bir biçimde bulunmaktadır. Finlandiya'daki iklim koşulları altında, koşullar üst katmanlarda hem humus hem de nitrojenin birikimini desteklemektedir.

Hem ılıman hem de tropik iklimlerde ortaya çıkan podzolleşme süreci esas olarak suyun çözülmüş organik asitler, demir ve alüminyum bileşikleri, bazlar ve ayrıca önemli kil ve diğer koloidal malzeme ile taşınan yüzey organik katmanı boyunca suyun aşağıya doğru hareketi ile sağlanmaktadır. Toprağın sürekli olarak ayrışması, genellikle yüzey organik tabakasının hemen altında bir ağartılmış toprak tabakası bırakmaktadır. Çıkarılan materyalin çoğu beyaz tabakanın altında, ancak genellikle profilin farklı seviyelerinde biriktirilir. Organik madde çoğu beyazlaştırılmış tabakanın hemen altına siyah bir katman olarak çökelir ve keskin bir şekilde zıtlık göstermektedir. Demir ve alüminyum bileşikleri, hem organik madde ile hem de bunun alt seviyesinde biriktirilir ve çimento kaynağı olarak işlev görmektedir. Aşırı durumlarda çimentolama işlemi, bir sert yüzey olarak adlandırdığımız ince, geçirimsiz bir katmana neden olmaktadır. Süspansiyonda kayda değer kil, ana toprak kütlelerinin dokusuna bağlı olarak daha büyük derinliklere taşınmaktadır. Hümik asitler içeren su ile ayrışarak elde edilen bazların, özellikle de kalsiyumun çoğu toprak profilinden tamamen çıkarılmaktadır. Bu sabit ayrışma ve süzdürme işlemi, düşük verimlilikte

ve genişlikte önemli ölçüde değişebilen farklı A ve B horizonlarına sahip asit topraklarında karakteristik bir şekilde sonuçlanmaktadır.

Yaprak döken ormanlarda oluşan, daha az dirençli organik artıkların bulunduğu podzol benzeri topraklarda çok daha az ayrışmavardır. Yaprak döken ağaçlar iğne yapraklı ağaçlara kıyasla daha fazla toprak tabanını asimile eder ve yapraklar daha kolay bozunabildiğinden alt katmanlardan yüzeye sabit bir baz dönüşü meydana gelir ve böylece kısmen drenajdaki aşağı doğru hareketi dengeler. Bu podzol benzeri topraklar gerçek podzollerden çok daha az belirgin horizonlara ve ağırlanmamış bir katmana sahip olabilirler. Tipik olarak iyi gelişmiş podzollerden daha az asitli ve verimlidirler ve organik madde toprak kütlesi ile daha karışıktır. Tipik podzollerin granüler yapısı az veya hiç yoktur, oysa gri-kahverengi topraklarda çoğunlukla oldukça gelişmiş bir kırıntı yapısı bulunur.

Kırmızı ve sarı laterit toprağın bulunduğu sıcak bölgelerde organik madde ayrışması daha hızlı ve tamamen gerçekleşir ve sızıntı ılıman bölgelerden daha yoğun olur (Sivarajasingham ve diğerleri, 1962). Bu topraklarda, kaya minerallerinin hidrolizi, nihai toprak materyalinin büyük ölçüde çeşitli miktarlarda silisik asit ile birlikte alüminyumdan ve demir hidroksitlerinden oluşmaktadır. Laterit toprakların oluşumu sırasında podzolleşme işlemi meydana gelir, ancak tam gelişmiş toprak profili soğuk bölgelerde oluşan tipik podzollardan çok farklıdır.

2.4.2. Çayır Toprakları

Yüzlerce yıldır sabit bir çim örtüsü olan alanlarda oluşan topraklar genelde tüm tarım topraklarının en verimli alanları arasındadır ve organik topraklardan ayrı olarak, en yüksek humus içeriğine sahiptir. Çernozem olarak adlandırılan en iyi gelişmiş çayır topraklarındaki toprak organik madde içeriği yaygın olarak %3-6 aralığında ve bazen üst katmanında %10 gibi yüksek bir orandadır. Organik madde içeriği derinlikle kademeli olarak azalır.

Çernozem ve çernozem benzeri topraklar, yoğun yağışın genellikle yoğun bir ağaç popülasyonunun oluşturulması için çok düşük olduğu Ilıman Bölge'nin yarı kurak iklimlerde bulunmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde bu topraklar çoğunlukla

dođu Dakota ve Nebraska'da bulunur ve gúneyden Kansas'ın merkezine ve Oklahoma'ya uzanmaktadır. Kestane olarak adlandırılan ve biraz benzer olan diğer topraklar, çernozemlerin batısındaki kurutucu bölge de bulunmaktadır. Yağış az olduğu ve bitki örtüsü seyrek olduğu için, bu kestane topraklarında genellikle organik madde, çernozemlerden daha düşüktür. Bununla birlikte noksan nem ayrışmayı geciktirir ve organik madde tutulmasını desteklemektedir.

Organik madde önemli bir derinliğe kadar uzanır; çünkü kökler bu derinliklere nüfuz eder ve kalıntılar kalır. Çürüyen yüzeyde meydana gelen bazı organik maddeler toprak altına taşınır, ancak bu tür hareketler sınırlıdır çünkü yağış koşullarında profil boyunca hareket eden büyük miktarda su yoktur. Kalsiyumun ve bazı magnezyumun hareket derinliği, genellikle, yüzey sularının hangi derinliğe kadar hareket ettiğine karşılık gelir, ancak bu çökelmeler her zaman ortaya çıkmaz. Toprak profilindeki kalsiyum miktarı, koloidal kilin topaklaşmış bir halde kalmasına yardımcı olur ve toplanmamış podzol profillerinde olduğu gibi aşağıya doğru hareket etmez. Sonuç, horizonlar arasında yalnızca sınırlı bir ayrımla besin açısından zengin, organik madde oranı yüksek, topraksız, iyi toplanılmış bir toprak oluşmasıdır. Eğer toprak altına fazla miktarda kalsiyum çökelirse, görülebilen bir tabakalaşma olabilir, ancak bu kalsiyum bile farklı tabakalarda değil, genellikle suyun hareket ettiği kanallarda biriktirilebilir.

2.4.3. Preri Toprakları

Doğu podzollarının geniş kuşaağı ile batıdaki çernozem toprakları arasında bulunan preri toprakları genellikle Mısır Kuşaağı (Corn Belt) toprakları olarak adlandırılır. Tahmin edileceği gibi, iki grup arasında her iki yönde de derecelendirmeler vardır. Bu preri toprakları önemli miktarda sızıntı meydana gelmesi ve drenaj sularına kalsiyumun atılması için yeterli miktarda yağış almıştır. Bu topraklar genellikle minerallerle beslenirler ve oldukça derin profillere sahiptirler ve bunlar, çernozem ve kestane topraklarından farklı değildir. Organik madde, profil içine, çernozeminkilerle aynı şekilde uzanır ve genellikle granüler bir yapı mevcuttur. Yağışın en yüksek olduğu yerlerde profil özellikleri podzolleşme sürecinde üretilenlere çok benzemektedir. Bu Mısır Kuşaağı toprakları, yalnızca temel özelliklerinden değil aynı zamanda uzak batıdaki yarı kurak bölgelerden daha fazla bitki örtüsü üretmek için

yeterli yıllık yağış nedeniyle en üretken araziler arasında sayılmaktadır.

2.4.4. Çöl Toprakları

Çöl toprakları sulu olmadığı sürece tarımsal olarak büyük ilgi görmemektedir. Bu sıcak ve kuru topraklar doğal olarak sadece çalılıklardan ve birkaç ottan oluşan seyrek vejetasyonu desteklemektedir. Bu tür bitkiler tarafından bırakılan yıllık organik kalıntılar son derece azdır ve toprağın organik madde içeriği çok düşüktür. Çöl toprakları süzülmediğinden azot haricindeki mineral besin içeriği yüksektir ve profil belli bir derinliğe kadar genellikle tekdüzedir. Su ve azot verildiğinde, alkali tuzların özellikle sodyum karbonatın toksik olarak biriktiği yerler dışında, genellikle çok üretken olmaktadır.

2.5. Topraktaki Organik Maddelerde Karbon-Azot İlişkileri

Toprak organik maddesinin karbon içeriği, önceden yakma yöntemiyle yaklaşık %58 olarak belirlenmiştir ve bu değerden, bir toprağın organik madde içeriğinin, karbon içeriğini faktör 1.724 ile çarpmasıyla elde edilebileceği izlenmiştir. Bu yöntem, doğru olmamasına rağmen çokça kullanılmıştır ve çok tartışılmıştır. Örneğin, Broadbent (1953), 63 yüzey toprağı için veri sunarken, faktörün 1.6 ile 3.3 arasında değiştiğini ve değerlerin toplu değeri 1.8-2.0 aralığında olduğunu göstermektedir. Eğer bir faktör kullanılacak ise 1.9 değerinin 1.7'den daha tatmin edici olduğu sonucuna varmaktadır.

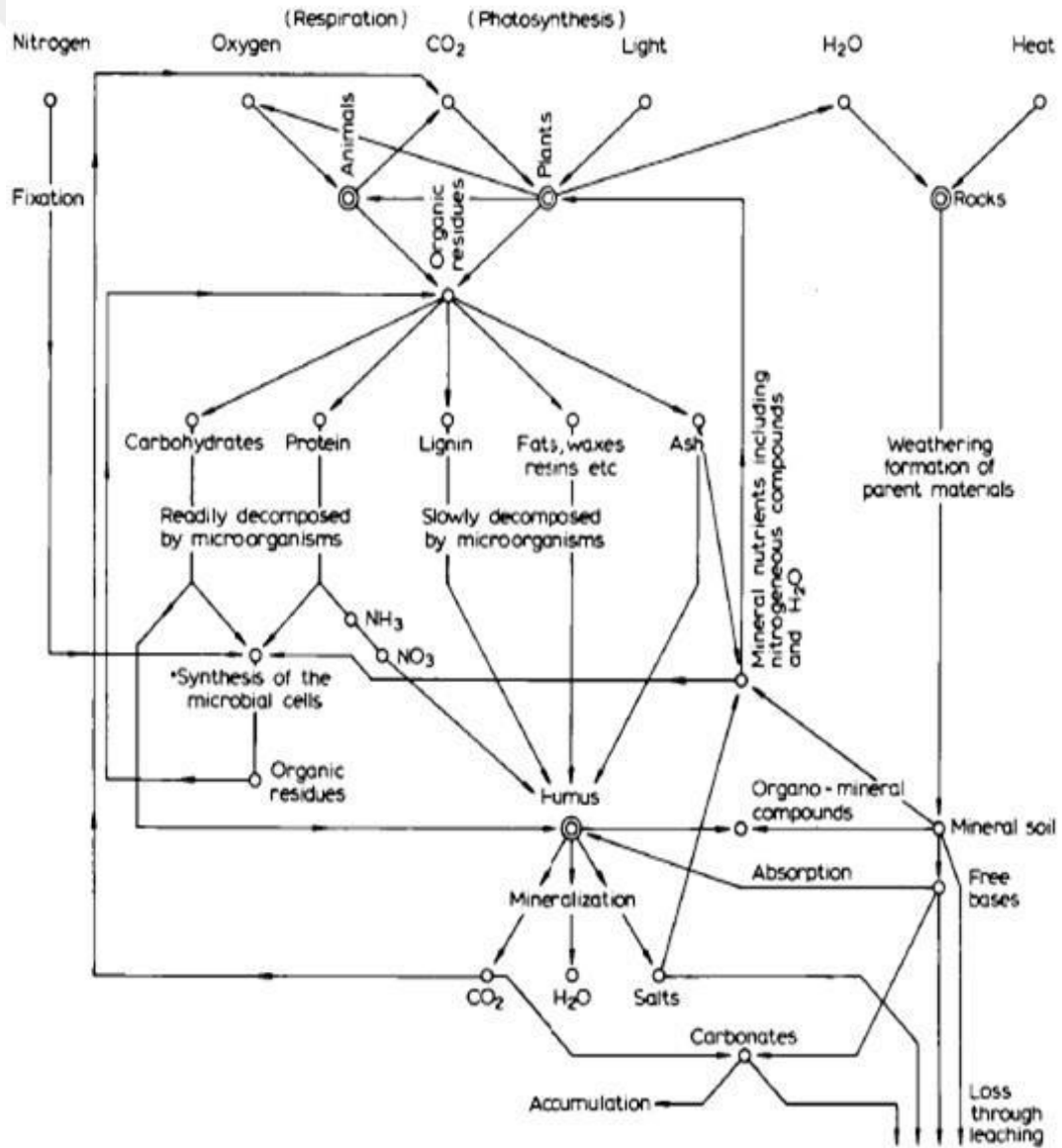
Azot, toprak organik maddenin bir unsuru olarak daima bulunmaktadır. Ekili toprakların büyük çoğunluğunda karbonun azot oranı genel olarak 10-12 arasındadır. 10'un altındaki oranlar daha sıcak ve kurak topraklarda bulunmaktadır ancak bu tür oranlar, üretken topraklarda yaygın değildir. 12'nin üzerindeki oranlar hem ayrışmanın geciktirildiği daha soğuk topraklarda hem de nitrojen bakımından yetersiz bu nedenle karbonlu kalıntıların birikmesi eğilimi olan sıcak topraklarda oldukça yaygındır.

Bununla birlikte, tarım topraklarındaki organik madde içeriğinin çoğunun kabaca bir yaklaşım olarak azot içeriğinin yaklaşık 20 katı kadar olduğu unutulmamalıdır.

2.6. Bozulmamış Toprakların Organik Madde İçeriğini Belirleyen Faktörler

Humus oluşumu ve ayrışması ile ilgili ana işlemler, Nikiforoff (1938) tarafından çizilen Şekil 2.1'de gösterilmektedir. Bu diyagram çeşitli adımların olduğundan daha az karmaşık görünmesini sağlamaktadır. Doğada, sayısız toprak faunası, bakteri ve mantarlar bitki ve hayvan kalıntılarını diğer formlara, bazı basit komplekslere dönüştürürler. Ölü mikroorganizmalar ve faunalar daha sonra diğer organizmaların beslediği alt tabakalar haline gelir.

SOIL ORGANIC MATTER FORMATION



Şekil 2.1. Topraktaki humusun sentezi ve ayrışması ile ilgili çeşitli işlemler arasındaki ilişkiler. (Nikiforoff'tan, 1938).

Humus oluşumu ve parçalanması sürecinin tamamı döngüsel, ancak döngü kapalı değildir. N, O, C, H, Ca, Mg, P ve S gibi çeşitli elementler ve bunları içeren bileşikler, hava, toprak ve su da dahil olmak üzere dış kaynaklardan döngüye girebilirler. Döngüden kaynaklanan kayıplar, bitki ve hayvan kalıntıları dışındaki kaynaklardan elde edilen kazançlardan genellikle daha büyüktür; çünkü ayrışma süreçleri esas olarak büyük moleküllerin daha küçük olanlara indirgenmesinden oluşur; bunların çoğu gazlar veya çözünür tuzlar olarak döngüden kolayca bırakılabilir. Nihai ürün, humus, bırakılan materyaldir ancak sadece atıl kalan materyal değildir; humus çöküntü ürünleri ve artık maddeler birbirleriyle kimyasal olarak reaksiyona girdikten sonra kalmakta ve hem kaynak malzemelerden hem de parçalanma ürünlerinden çok farklı bir ürün oluşturmak için önemli polimerizasyon geçirmektedir. Humus daha ileri biyolojik saldırılara karşı çok dirençlidir ve ağırlığı toprağa giren orijinal bozulmamış organik maddelerin kuru ağırlığının sadece% 10, %5 veya hatta% 1'ini oluşturabilir.

2.6.1. Bitki Örtüsü Miktarı ve Türü

Bir toprağın humus içeriği öncelikle toprağaki birim alan başına düşen bitki miktarına ve ayrışma oranına bağlıdır. Bir toprağın humus içeriğinin toprağa geri kazanılan kalıntı miktarına veya ayrışma oranına bağlıdır. Rüzgar ve su erozyonu, humusun bir kısmını uzak bölgelere taşıyabilmektedir. Topraklar rahatsız edilmediğinde, bu kayıplar asgari düzeyde tutulmaktadır.

Yıllık olarak toprağa düşen bitkisel madde miktarı, kurak ve kutup bölgelerinde sıfıra yakınken, büyümenin devam edebileceği ideal tropik koşullar altında dönüm başına 1 tona kadar değişebilir. Hayvan otlatma, yangınlar ve rüzgar taşımacılığı yoluyla bazı kayıplar olabileceği gibi, doğal koşullar altında hem bitki örtüsünün kökleri hem de toprak üstü kısımları humus kaynağı olarak görev yapmaktadır. Bu, humus kaynaklarının hemen hemen tamamen korunması anlamına gelir ve uygun toprak ve iklim koşulları altında humus oluşumu ve humus bozunumunun eşitlendiği bir dengeye ulaşılmadan önce yüksek seviyede birikim meydana gelmesine yol açmaktadır.

Toprakta biriken humus miktarının belirlenmesinde humus kaynağı olarak işlev gören bitki materyalinin özellikleri de önemli bir rol oynamaktadır. Zemin yüzeyinde yavaş

yavaş parçalanana iğne yapraklı artıkların biriktirilmesi, ardından organik asitlerin toprak profili boyunca aşağıya doğru süzülmesi referans alınmıştır. Bu, organik maddede yüksek olmayan katmanlı podzollerin oluşumuna neden olmaktadır. Buna karşın, yaprak döken ormanların altında oluşan topraklar, daha kolay ayrışabilen ve daha besleyici olan yaprak ve dal kalıntılarının, solucanlar ve böcekler tarafından yenmesi ve toprakla belirli derinlikte karıştırılması anlamına gelmektedir.

2.6.2. Toprak Faunası ve Florası

Enzimatik dönüşümler haricindeki tamamen kimyasal reaksiyonlar humus oluşumunun son evreleri hariç çok küçük olduğundan, bu canlılar bitki ayrışmasından hemen hemen tamamen sorumludur. Buna rağmen hayvan popülasyonu, özellikle solucanlar, bitki kalıntılarının toprağa dahil edilmesinde genellikle çok önemlidir ve karıştırma sürecinde önemli rol oynayan bakteri ve mantarlardır. Bitki ve hayvan atıkların ayrışması hayvanların yokluğunda da devam edebilir, ancak mikroflora yokluğunda humus oluşumu meydana gelmez.

Mantarların baskın olduğu yerlerde, CO₂ olarak karbon kaybı, karbon birimine kıyasla, bakterilerin baskın olduğu yerden daha az olur, çünkü organizmalar, karbonun çoğunu kendi hücre yapısına dönüştürürler.

2.6.3. İklim

Toprakta organik maddenin miktarının belirlenmesinde iklimin önemi, birtakım kişiler, özellikle de Jenny ve ortakları tarafından incelenmiştir; Dean; ve Smith, Samuels ve Cernuda. İklimin büyük önem taşıdığına dair genel bir görüş birliği olmasına rağmen, farklı bölgelerdeki verilerin neden her zaman beklenen kalıba girmediğiyle ilgili önemli belirsizlikler bulunmaktadır.

Jenny (1930), Amerika Birleşik Devletleri'nin toprakları üzerinde çalışmış ve sabit nem içeriğinde, sıcaklığın azalmasıyla birlikte hem çayır hem de kereste topraklardaki nitrojen ve organik madde içeriğinin katlanarak arttığını bulmuştur. Her yıl ortalama 10 ° C sıcaklık düşüşünde toprakların ortalama azotu ve organik madde içeriği 2-3 kat artmıştır. Organik maddenin karbon-azot oranı da sıcaklık düştükçe artmıştır. Jenny

ayrıca, sabit sıcaklıkta, Amerika Birleşik Devletleri'nin topraklarındaki azot ve organik madde içeriğinin, nem artışıyla birlikte logaritmik olarak arttığını gözlemlemiştir. Ona göre, bir bütün olarak Amerika Birleşik Devletleri'ndeki tortu topraklarının azot seviyesindeki ana toprak oluşum faktörlerinin (ekim hariç) önem derecesi: iklim> bitki örtüsü> topoğrafya ve ana materyal> yaştır.

Jenny vd., (1948, 1949), Kolombiya, Güney Amerika ve Kosta Rika toprakları üzerinde çalışmış ve benzer sıcaklıklar ve nem koşulları haricinde Birleşik Devletler toprakları için daha önce bildirilen sonuçlarla önemli bir görüş birliği bulmuştur. Kolombiya toprakları Kuzey Amerika'dakinden daha yüksek azot ve organik madde içeriğine sahiptir. Kolombiya'nın sıcak ve nemli bölgelerinde açık renkli toprakların birçoğu azot ve organik madde açısından zengin bulunmuştur. Tropikal orman topraklarındaki yüksek değerlerin açıklanmasında Jenny (1950), yüzeydeki orman örtüsünün çabuk ayrıştığını ve görünüşe göre ürünlerin önemli bir bölümünün ayrışmanın yavaş olduğu ve humusun yüksek seviyede birikebildiği mineral toprağa sızdığını gözlemledi. Organik maddenin kil varlığında kumun veya mineral maddeninkinden daha yavaş bir oranda ayrıştığı doğrudur, ancak bu açıklama, tropikal topraklarda organik maddenin nispeten yüksek seviyelerini açıklamak için pek yeterli değildir.

İklimin, Hindistan topraklarındaki azot ve organik madde üzerindeki etkileri üzerine yapılan araştırmalarda, Jenny ve Raychaudhuri (1960), karşılaştırılabilir koşullardaki organik madde seviyelerinin Hintli ülkelerde daha yüksek olduğunu gözlemlemişler. Orta Amerika'da ve Güney Amerika'nın ekvator bölgelerinde olduğu gibi, bu düzeyler o kadar yüksek değildi. Kuru iklimdeki ve uzun yıllardır ekimi yapılan toprakların organik maddenin% 60-70'ini kaybettiği bulmuşlardır. Bu gerçeğe rağmen, pek çok Hint topraklarındaki düşük organik madde seviyesinin öncelikli olarak çevresel koşulların ve sonra ikincil olarak kültürel uygulamaların neden olduğu sonucuna vardılar.

Dean (1930), Hawai'in topraklarının, ABD'nin güney eyaletlerindekiyle karşılaştırıldığında azot bakımından zengin olduğunu ve ortalama yıllık sıcaklığın artmasıyla organik maddenin karbon-azot oranının daha daraldığını bildirmiştir. Dean

(1937), Hawai'in topraklarına iklimin etkisi üzerine yapılan diğer çalışmalarında, yağış ve yükselme olaylarının artmasıyla toprakların karbon ve azot içeriklerinin arttığını bulmuştur. Yağış arttıkça toprağın karbon-azot oranı artmıştır.

Smith vd., (1951) organik madde ve azotun Porto Rikalı topraklarda çok çeşitli yağış koşullarında nispeten yüksek olduğunu ve en azından ılıman bölgedeki en iyi topraklarda olduğu kadar yüksek olduğunu belirtti. Organik madde dengesindeki baskın faktörlerin iklimsel veya hem iklimsel hem de biyotik olduğuna inanılmıştır. Ben Smith ve arkadaşları, Broadbent (1953) ile tam bir görüş birliği içinde. Bitki örtüsünün çoğu öldüğünde, bu ölü dokular hızlı ayrışmaya maruz kalır; Yıldan yıla hayatta kaldıklarında, ayrışma zaman zaman ölmekte olan büyük oranda kesilmiş kök hücrelerle, düşen yapraklarla ve parçalanmış köklerle sınırlı olmaktadır. Sürekli büyüme bu kısmi kayıpları telafi etmektedir ve organik madde seviyesi böylece nispeten yüksek bir seviyede kalmaktadır.

2.6.4. Ana Materyal ve Topografya

Zemin dokusu, toprakların humus içeriğinin belirlenmesinde son derece önemli bir faktördür. Benzer iklim koşulları altında mevcut olan miktar, çok kumlu bir topraktaki ince dokulu kil topraktan 2-4 kat daha büyük olabilir. Bu farklardan bazıları, kaba dokulu topraklarda daha iyi havalandırmaya ve artan oksidasyona bağlanabilir ancak ana farklılık şunlara bağlıdır;(1) organik-inorganik komplekslerin oluşumu; (2) kil partikülleri üzerindeki organik maddenin emilmesi ve killerin kristal kafeslerine fiksasyonu; Ve (3) Ca, Fe ve Al gibi metal-organik bileşiklerin oluşumu. Yüksek emme kapasiteli ve organik moleküllerin sıkışmasına izin veren genişleyen kristal kafesleri olan 2: 1 tipi yapıya sahip killer organik bileşiklerin tutulmasında çok etkilidir. Bu organik-inorganik ürünler büyük oranda ya da tamamen kolloidaldir ve dolayısıyla büyük ölçüde kumlu topraklardan yoksundurlar. Organik fraksiyonun doğasının kaba ve ince dokulu topraklarda aynı olduğu ve her iki toprağın kil fraksiyonundaki yüzde oranının benzer iklim koşullarında oldukça değiştiği tekrar tekrar gösterilmiştir. Mineral bileşimi, iklim ve tarımsal uygulamalardan etkilenen toprak reaksiyonu, aynı zamanda bazı koşullar altında, toprak organik madde düzeyleri üzerindeki etkisinde en azından dikkate değer bir öneme sahiptir. Çok düşük pH

değerleri bitki büyümesini ve dolayısıyla toprağa giren organik maddenin miktarını azaltabilir. Öte yandan, düşük pH değerleri, ayrışma oranını geciktirebilir ve aynı zamanda bakteriler üzerinde mantarların büyümesini destekleyebilir ve mantarlar, organik karbondan daha fazla korunmaktadırlar. Asit toprakları, kalsiyum humatlarının oluşumu yoluyla karbon tutmaya yardımcı olduğu bilinen kalsiyum bakımından yetersizdir. Herhangi bir topraktaki reaksiyonda, zıt yönlerde iş başında bazı faktörler olduğu için, pH'nın organik madde seviyelerine etkisi genellikle pek fazla değildir. Topografya, toprağın organik madde seviyesine etkisinde önemli bir faktördür. Sıcaklık (veya mikro iklim), sızıntı, su akışı ve evapotranspirasyon, su tablasının derinliği ve toprak derinliğini sınırlama eğilimi gösteren erozyon yoluyla toplam su kaybını etkilemektedir. Topografya meyil eğimi, uzunluk, yön ve eğrilik açısından yaygın olarak tanımlanmaktadır. Bu faktörlerin çoğu, herhangi bir bölgede bulunan bitki örtüsü tipini ve miktarını, nemlendirme oranını ve su ve rüzgar hareketi yoluyla karbon kaynaklarının kayıplarını etkilemektedir. Dağlar söz konusu olduğunda, yükselme çok önemlidir ve daha önce belirtildiği gibi, bu tür topraklardaki organik madde içeriği genellikle yükselti ile artmaktadır.

Zayıf tahliye edilmiş topraklarda veya doğal olarak çoğu zaman oldukça nemli olanlarda, topraklar iyi bir bitkisel örtü için olumsuz olmadığı sürece organik madde içeriği ortalamanın üzerinde olabilmektedir.

2.6.5. Zaman

Organik madde birikimi, humussuz topraklardan başlayarak, zamanın bir fonksiyonudur. Doğal koşullar altında azotun birçoğu azot tespit organizmaları vasıtasıyla toprağa ilave edilmesi gerektiği için, ilk birkaç yıl boyunca organik madde birikimi oranı genellikle simbiyotik ve simbiyotik olmayan azot tespit ediciler tarafından sağlanan azot miktarıyla doğrudan ilişkilidir.

2.7. Tarım Uygulamalarının Etkileri

Toprağın organik madde içeriği, mahsul ve toprak idaresi uygulamalarının sorumlusu olan tarımcının yaptığı muameleden etkilenmektedir.

2.8. İlgili Araştırmalar

Karbon döngüsü olarak ifade edilen tanımlama atmosferde biriken karbonun karalarda ve sularda fotosentez yapan yeşil bitkiler ile fitoplanktonlar tarafından karada toprağa ve su ortamına tutunması ve besin ziri tarafından kullanılması ile canlılara geçmesidir. Canlılarda da dönüşüm sürerek solunum sistemi ile karbondioksit olarak atmosfere salınmakta ayrıca organik atıkların ayrışması ile tekrardan atmosfere ulaşmaktadır. Bu döngü ile birlikte 60 milyar tona yakın miktarda carbon döngü içerisinde hareket etmektedir (Tolunay vd., 2007).

Karbonun karasal ekonomik sistemler, organik maddelerin ayrışması ve canlı biyokütledeki transferi karbon döngüsünde önemli rol oynamaktadır. Karbon tüm bu sistemler aracılığı ile gerek fotosentez, gerek ayrışma ve yanma gerekse solunum yoluyla yer değiştirmektedir. İnsan faaliyetleri bu karbon dönüşümünde önemli bir etkiye sahiptir (Dural 2010).

Orman alanlarının artması ile karbon birikimi artarken arazi kullanımları ve ormanlık alanlarında yapılan tahribat ile birlikte karbon birikimi azalmakta ancak salınım yoluyla karbondioksit miktarı artarak bir denge ortaya çıkmaktadır. Orman ekosistemlerinin azalması küresel ısınmaya küresel ısınmada yine orman ekosistemlerinin azalmasına sebep olacak bir döngü içerisine girmiştir. Doğal olarak bu döngüde ormanların yok olarak carbon birikiminin uzun vadede yokolmasına sebep olacaktır.

Karasal ekosistemlerdeki vejetasyonda depolanmış olan karbon miktarı 500 milyar ton civarındadır. Karalarda karbon sadece bitkilerde değil aynı zamanda topraklarda da depolanmaktadır. Topraklarda depolanan karbon miktarı yaklaşık olarak 2000 milyar tondur (1 m derinlikteki topraklar için) (Janzen, 2004).

Organik karbon uygun şartlarda çok uzun süre topraklarda muhafaza edilebilir. Ancak arazi kullanımındaki değişim ve tarımda yoğun toprak işleme teknikleri (toprak agregatlarının dağılarak bu agregatlardaki organik maddenin, toprağa oksijenin girmesi ile mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılarak CO₂ olarak topraktan uzaklaşmasına sebep olması) toprakların karbon stoklarını önemli ölçüde

azaltmaktadır.

Grogan ve Matthews (2001)'e atfen Dural (2010), daha önce tarımsal amaçlarla kullanılan topraklarda biyoenerji bitkilerinin yetişmesiyle toprak altında önemli miktarlarda karbonun depolanabileceğini ve böyle bir artışın köklerden, toprak organik madde içeriğinden kaynaklanabileceğini, bitki kökleri ile toprağa düşen diğer bitki aksamalarının (yaprak, dal, kozalak vb.) ayrışması zor olan humin maddeleri fraksiyonlarına dönüşebileceğini ve havadaki CO₂ miktarının azaltılmasında etkili bir yol olabileceğini belirtmiştir.

Kantarıcı (1979), "Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Aklarındaki Uludağ Göknarı Ormanlarında Yükselti-İklim Kuşaklarına Göre Bazı Ölü Örtü ve Toprak Özelliklerinin Analitik Olarak Araştırılması" adlı yapmış olduğu araştırmada, Uludağ göknarı(*Abies nordmanniana* ve *Abies sp.* *Bornmuelleriana* Mattf.) meşcerelerinde ölü örtüde depolanan karbon miktarının 10,47-13,00 ton/ha, toprakta depolanan karbonun ise 89,85-139,31 ton/ha arasında değiştiğini bildirmektedir.

Asan (1995), "Global İklim Değişimi ve Türkiye Ormanlarında Karbon Birikimi" adlı çalışmasında, Türkiye ormanlarının atmosferden emdiği karbondioksit miktarının 1960 yılında 70 milyon ton iken 1995 yılında 79,5 milyon tona yükseldiğini bildirmektedir.

Telfer (1997), "Bolu Aladağ'daki Sıklık Çağındaki Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinde Bakımların Madde Dolaşımına Etkileri" adlı çalışmasında, sarıçam ormanlarında topraklardaki karbon miktarının 40,7-129,0 t/ha arasında olduğu ortaya koymuştur.

Asan (1999), Türkiye ormanlarındaki karbon stoğunun 875 milyon ton olduğunu, bunun 554 milyon tonunun bitkisel kütlede, 321 milyon tonunun da orman topraklarında tutulduğunu bildirmektedir.

Regina (2000), İspanya *Quercus pyrenaica* ormanlarında yapmış olduğu bir araştırmada farklı yetiştirme ortamlarında üst toprak organik karbon oranları 41,5 - 105,0 mg/g değeri arasında değişmekte olduğunu, alt toprak derinliklerinde ise 4,4 mg/g

değerini bulmuştur.

Sevgi (2003), ise, “Bayramiç İşletmesi’nde (Kaz Dağları) Karaçamın Yükseltiye Göre Beslenme Büyüme İlişkileri” adlı yapmış olduğu araştırmada, yükseltiye bağlı olarak, hem ölü örtü tabakalarının hem de toprak özelliklerinin değiştiğini tespit etmiştir.

Karatepe (2004), “Gölcük (Isparta)’te Karaçam (PinusnigraArn. subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) meşcerelerinin topraklarındaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtülerindeki toplam azot ve organik madde miktarları” adlı yapmış olduğu araştırmada, toprak organik karbonunu 79,076 ton/ha andezit anakarası üzerindeki topraklarda, 12,796 ton/ha ise Gölcük formasyonu üzerindeki topraklarda bulmuştur.

Makineci (2004), “Meşe (QnercusFrainetto Ten.) Baltalık Ormanında Bakım Kesimlerinin Ölü Örtü ve Üst Toprakların Bazı Özelliklerine Etkileri” adlı yapmış olduğu araştırmasında Macar meşesi baltalık ormanında, dört farklı ayıklama kesimleri (kontrol, kaba temizlik, hafif ayıklama, şiddetli ayıklama) sonrası, 1996 ve 1997 yılları işlem alanlarında, özellikle şiddetli ayıklama alanında olmak üzere, üst toprakhorizonlarındaki organik karbon oranları daha yüksek bulunmuştur. Birim hacimdeki organik karbon miktarları (gr/lt) ise 1995 ve 1997 yılları arasındaki işlem alanlarının üst toprak horizonlarında organik karbon oranları artışı, bakım kesimi yapılan alanlarda kontrol alanından daha fazla olup, en yüksek artış şiddetli ayıklama alanı Ah horizonunda olduğunu bulmuştur.

Tolunay (2004), “Bolu Aladağ’da genç sarıçam meşcerelerinde bakım kesimlerinin ölü örtü ve toprak özelliklerine etkisinin belirlenmesi” adlı yapmış olduğu araştırmada, 1991-2001 yıllarında Sarıçam ormanlarında yıllık ortalama olarak 0,65 ton/ha kadar topraklarda karbon biriktirildiği hesaplamıştır.

Lal (2005) araştırmasında, orman alanlarının küresel ölçekte yılda ortalama 0.4 ton / ha karbon biriktirdiğini bildirmiştir.

Asan (2006), “Karbon havuzu olarak bitki ekosistemleri ve ormanlar” adlı çalışmasında, Türkiye ormanlarının atmosferden aldığı ve saldığı CO₂’in 1990–2004 yılları arasındaki onbeş yıllık dönemde sürekli yükseldiğini belirtmiştir. 1990 yılında

atmosferden alınan karbondioksit miktarı 67. 078. 000 ton yıl iken, 14 yıl içinde 74.

430. 000 ton yıl⁻¹ olduğunu ve 1990 yılında atmosfere karbondioksit salınım miktarının 23.541. 000 ton iken, 14 yıl içinde bu miktarın yaklaşık 20.000.000 arttığını tespit etmiştir.

Güner (2006), “Türkmen Dağı (Eskişehir, Kütahya) Sarıçam (Pinussylvestrisssp. hamata) ormanlarının yükseltiye bağlı büyüme beslenme ilişkilerinin belirlenmesi”, adlı araştırmasında, Toprakların organik maddesi ortalama değerlere göre, üst toprak organik karbon oranları %5. 59-9. 73, alt toprak katmanında ise %0. 28-0. 70 arasında bulmuştur.

Tolunay ve Çömez (2008), “Türkiye Ormanlarında Toprak ve Ölü Örtüde Depolanmış Organik Karbon Miktarları” adlı çalışmalarında, ülkemizde topraklarda bulunan karbon miktarı belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre; ülkemiz orman topraklarında 1 hektar alan için organik karbonun toplam 83,8 Mg (ton) depolandığı hesaplanmıştır.

Çömez (2010), “Sündiken Dağlarında Sarıçam (Pinussylvestris L.) Meşcerelerinde Karbon Birikiminin Belirlenmesi” adlı yapmış olduğu araştırmasında Meşcere tipleri arasında kapalılık ve gelişim çağları bakımından farklı yapılara sahip sarıçam meşcerelerinde, ağaç kütlesi, diri örtü, ölü örtüde depolanan karbon stokları bakımından farklı olduğu ve farklılıkların sebebi, ormanlara geçmiş yıllarda yapılan sivil kültürel müdahalelerden kaynaklandığı sonucuna ulaşıldığını belirlemiştir. Ancak toprakta depolanan karbon miktarları meşcere tiplerine göre önemli farklar olduğunu ortaya koymuştur.

Asan (2011), “Türkiye Ormanlarındaki Yıllık Karbon Stok Değişimi Trendinin İrdelenmesi ve 2023 Yılındaki Durumun Kestirilmesi” adlı çalışmasında, Türkiye ormanlarında karbon stok artışı tahmini değerleri ile bunlara karşı gelen CO₂ eş 5 yıllık ara ise 2010 yılından 2020’ye ve son tahmin yılı ise 2023 olacak şekilde sırayla; 15milyon 481bin ve 56 milyon 662 bin iken 2023 yılında 17 milyon 710 bin ve 64 milyon 819 bin ton/yıl olacağını belirtmiştir.

Tolunay (2011), "Türkiye orman ekosistemlerindeki toplam karbon stoku ve canlı ağaç bitkisel kütledeki karbon birikimi" adlı çalışmasında; Türkiye ormanlarındaki tüm karbon havuzlarındaki (toprak altı ve toprak üstü bitkisel kütle, ölü örtü, ölü odun ve toprak) toplam karbon stokunun 2251,26 milyon ton olduğu belirlenmiştir. 2005 yılında Türkiye ormanlarında 312,31 milyon ton/yıl olan antropojenik CO₂ emisyonlarının % 7,99'unu absorbe etmektedir.

İnce (2011), "Uzaktan Algılama Yöntemiyle Karbon Depolama Miktarının Belirlenmesi" adlı çalışmasında karbon depolama kapasiteleri yöntemlerinden yararlanarak dört farklı sınıflandırma yapmıştır. Araştırma alanına ait uydu görüntüsü üzerinden (Landsat ETM) kontrollü sınıflandırma gerçekleştirmiştir. Yapılan kontrol sonucunda % 79.17 genel sınıflandırma doğruluk oranı, 0,7201 ise Kappa İstatistiği doğruluk oranı olarak bulunmuş ve uydu görüntüleri üzerinden karbon depolama kapasiteleri uzaktan algılama sistemleri ile belirlenebileceği sonucuna varılmıştır.

Gülsunar (2011), "Ormanların Karbon Depolama Kapasitesinin Uzaktan Algılama Yöntemi İle Belirlenmesi" adlı araştırmasında karbon depolama kapasiteleri yöntemlerinden yararlanarak dört farklı sınıflandırma yapmıştır. Araştırma alanına ait uydu görüntüsü üzerinden (Landsat ETM) kontrollü sınıflandırma gerçekleştirmiştir. Yapılan kontrol sonucu % 84.17 genel sınıflandırma doğruluk oranı, 0.7889 ise Kappa İstatistiği doğruluk oranı olarak bulunmuş ve uydu görüntüsü üzerinden uzaktan algılama yöntemi kullanılarak karbon depolama kapasitesinin belirlenebileceği sonucuna varılmıştır.

Tolunay ve Karabıyık (2013), "Türkiye Sera Gazları Ulusal Envanterinde Ormancılık Sektörü İçin Yapılan Karbon Hesaplamalarının Değerlendirilmesi" adlı çalışmalarında, stok değişimi yöntemine göre canlı ağaçlarda 2002-2012 yılları arasında yıllık ortalama net karbon birikimi 8,43 milyon ton C/yıl olarak hesaplanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma alanı Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü, Kastamonu Orman İşletme Şefliği bünyesinde bulunmaktadır. Kastamonu Orman İşletme Şefliği alanı içerisinde bulunan meşe ve karaçam meşcereleri araştırma alanını oluşturmaktadır. Belirlenen bu alanlardan topraktaki karbon miktarının belirlenmesi amacıyla üst toprak (0-10 cm) ve alt toprak (10-20 cm) katmanlarından toprak silindir örnekleri alınmıştır.



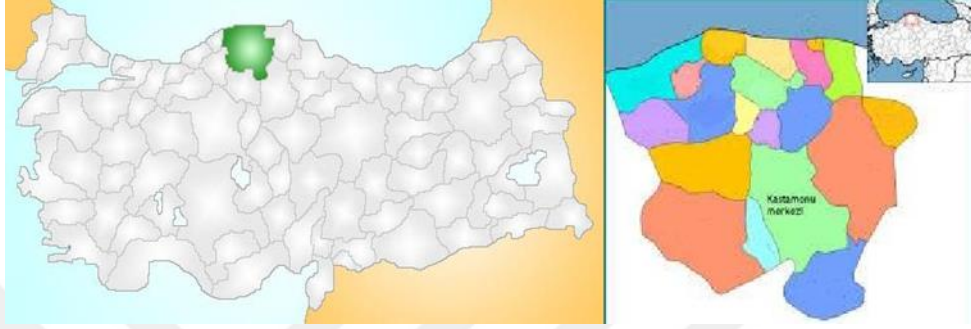
Fotoğraf 3.1. Saf karaçam meşceresi deneme alanı

3.1.1. Araştırma Alanının Mevkii

Çalışma Alanı Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde yer alan Kastamonu İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalan alandır (Harita 3.1).

Türkiye'nin Batı Karadeniz olarak adlandırılan bölgesinde yer alan Kastamonu İli batısında Bartın ve Karabük doğusunda Sinop, güneyinde Çorum ve Çankırı ile sınırlı

olan alana verilen isimdir. Kuzeyinde ise Karadeniz ile çevrilidir. 13.108 km² alan üzerinde yer alan Kastamonu Türkiye topraklarının %1,7'sini oluşturmaktadır. Orman bakımından zengin olan bölge kerestecilik sanayii açısından da gelişmiştir. İl merkezinin denizden yüksekliği 780 metredir. Karadeniz'e 170 km'lik sahil kıyısı ile açılmaktadır. (URL-1).



Harita 3.1. Araştırma alanının harita üzerindeki yeri

3.1.2. İklim

Kastamonu Orman İşletme Şefliği, Batı Karadeniz Bölgesinde bulunan Kastamonu ili sınırları içerisindedir. İşletme Şefliği orman alanları, iklimsel olarak değerlendirildiğinde “Batı Karadeniz İklim Bölgesi” içerisindedir. Kastamonu-İlgaz-Tosya arasındaki yüksek dağlık bölgede yer alır. Yurdumuzun İç Anadolu karasal bölgesi ile Karadeniz Nemli Ilıman iklim kuşağı arasındaki geçiş zonunda yer almaktadır. Bu konumu ile hakim iklim tipi, gerek kışın, gerekse yazın daha düşük sıcaklıkların hüküm sürmesi ve yağışın nisbeten azlığı ile kendini karakterize eder. İki ayrı iklim tipi Kastamonu İli'nde görülmektedir. İlin güneyde İç Anadolu iklimi egemen iken, kuzeyinde Karadeniz ikliminin etkilerine rastlanmaktadır.

Kastamonu kış mevsiminde kuzeyden gelen hava akımlarıyla durgun hava kütleleri ve düşük sıcaklıklara sahiptir. Güneyden ve batıdan gelen hava akımı ise daha sıcak bir hava oluşturur. Yıllık sıcaklık ortalaması ise yaklaşık 10 derecedir. Kastamonu'da Ocak ve Şubat yılın en soğuk ayları iken Temmuz ve Ağustos ise en sıcak aylardır.

Yıllık yağış durumuna bakıldığında yıllık yağışın % 27 si yaz aylarında % 18 i ise kış aylarında görülmektedir. En az yağış aralık ve ocak aylarında en çok yağış ise nisan ve mayıs aylarında düşmektedir. İşletme Şefliğine en yakın meteoroloji istasyonu,

Kastamonu Meteoroloji ve Klimatoloji İstasyonudur.

3.1.3. Vejetasyon

Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğünden alınan verilere göre, Kastamonu ilinin toplam ormanlık alan varlığı 54275,0 ha'dır. Kastamonu İşletme Sefliğinin toplam orman alanı ise 15771,0 ha'dır. Bunun 10431,0 hektarı verimli orman alanı, 5340,0 hektarı ise bozuk orman alanıdır (URL-1).



Fotoğraf 3.2. Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü (Google Maps)

Tablo 3.1. Çalışma alanlarının 1980-2014 yıllarına ait meteorolojik verileri (Kastamonu Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü, 2017)

KASTAMONU	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1950 - 2015)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	-0.9	0.7	4.3	9.6	14.1	17.5	20.3	20.0	15.6	10.6	5.1	0.9
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	3.2	6.0	10.8	16.5	21.1	24.6	27.8	28.0	23.9	17.9	10.9	4.9
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-4.3	-3.5	-0.8	3.5	7.6	10.5	12.4	12.3	8.9	5.2	0.9	-2.3
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.2	3.4	4.4	5.5	7.2	8.4	10.0	9.4	7.3	5.4	3.5	2.0
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12.8	11.2	12.6	13.4	14.6	12.0	6.4	5.8	6.7	9.1	9.6	12.2
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m ²)	31.7	27.7	35.8	53.5	71.4	72.8	32.0	29.6	31.9	36.3	27.9	34.6
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1950 - 2015)*												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	17.3	21.1	27.6	31.4	35.1	37.5	42.2	40.2	36.5	32.5	24.7	21.1
En Düşük Sıcaklık (°C)	-23.7	-22.3	-19.7	-8.5	-3.6	0.2	3.8	3.2	-1.5	-7.5	-11.5	-20.4

En yüksek ve en düşük sıcaklıkların gerçekleşme tarihini görmek için fare imlecini değerlerin üstüne getiriniz.

Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı		Günlük En Hızlı Rüzgar		En Yüksek Kar	
03.05.1953	104.7 kg/m²	26.02.1973	94.7 km/sa	25.01.1954	53.0 cm

Tablo 3.2. *Kastamonu İline Ait İklimsel Sınıflandırma*

Aydeniz İklim Sınıflandırması					
Kuraklık Katsayısı	0,59	İklim Tipi	Yarı Nemli		
Erinç İklim Sınıflandırması					
Yağış Etkinlik İndisi	30,48	İklim Tipi	Yarı Nemli		
DeMartonne İklim Sınıflandırması					
Kuraklık İndisi	13,77	İklim Tipi	Step-Nemli arası		
Trewartha İklim Sınıflandırması (evrensel sıcaklık ölçeğine göre)					
Kış mevsimi iklim tipi	Kışları soğuk, (-1,20)	Yaz mevsimi iklim tipi	yazları ılık (20,00)		
Thornthwaite İklim Sınıflandırması					
İklim Sınıfı	C1,B'1,d,b'3	C1: Yarı Kurak-az nemli	B'1: Mezotermal	d: Su fazlası olmayan veya pek az olan	b'3: Yaz buharlaşma oranı: % 55

3.2. Yöntem

3.2.1. Örnek Alanların Seçilmesi

Deneme alanları seçilirken Karaçam ve Meşe meşcerelerinin yayılış gösterdiği alanlar ARCGİS 10.0 programı kullanılarak harita üzerinde belirlenmiştir. Harita üzerinde belirlenen alanlardan benzer koşullarda olan meşcereler deneme alanları olarak seçilmiştir.

3.2.2. Laboratuvar Yöntemleri

Araziden alınan toprak örnekleri hacim ağırlığı, organik madde, karbon oranı ve karbon miktarının belirlenebilmesi için hava kurusu hale getirip 2 milimetrelik eleklerden geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir (Fotoğraf 3.3 ve 3.4).



Fotoğraf 3.3. Toprakların laboratuvar ortamında incelenmesi



Fotoğraf 3.4. Toprakların labaratuarda analize hazır hale getirilmesi

3.2.2.1. Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Oranı ve Karbon Miktarının Belirlenmesi

3.2.2.1.1. Hacim Ağırlığı

Toprak örneklerinin 105°C'deki fırın kurusu ağırlıkları tespit edilerek bu ağırlığın silindirin hacmine bölünmesi ile her bir örneğin hacim ağırlığı tespit edilmiştir (Özyuvacı, 1978).

3.2.2.1.2. Organik Madde Tayini

Fırın kurusu hale getirilen toprak örnekleri yakma fırınında 800°C'de yakıldıktan sonraki ağırlıkları ölçülmüştür. Fırına verilmeden önceki ve sonraki kütleleri arasındaki farkın yüzdesi ile ateşteki kayıp miltarları belirlenmiştir (Gülçur, 1974).

3.2.2.1.3. Karbon Oranı ve Karbon Miktarı

Toprak örneklerinin karbon oranının belirlenmesi için organik madde yüzdesi ile 0,58 katsayısı çarpılmıştır (Formül 1). Toplam karbon miktarı ise hacim ağırlığı, karbon oranı yüzdesi ve örnek derinliğinin çarpılması ile bulunmaktadır (Formül 2)

(Guo ve Gifford, 2002).

$$C_c\% = 0,58 \times OM\% \quad (\text{Formül 1})$$

$$C_t = BD \times C_c\% \times D \text{ (cm)} \quad (\text{Formül 2})$$

3.2.3. İstatistiksel Analizler

İki bağımsız grubun ortalamalarını karşılaştırmak için bağımsız örneklem t-testi, yapılır. Değişkenlerin normal dağılması ve grup varyanslarının homojen olması bu test için ön şarttır. Çalışmada verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi ile kontrol edilerek örneklerin normal dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir. İki grubun ortalamaları karşılaştırılıp rastlantısallık ölçülmüş ve anlamlılık düzeyi belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Bu çalışmada saf Karaçam ve saf Meşe meşcerelerinden alınan toprak örneklerinde yapılan hacim ağırlığı, organik madde, karbon oranı ve karbon miktarı analizlerinden elde edilen bulgular değerlendirilmektedir.

4.1. Üst Toprakda (0-10 cm) Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Miktarı ve Karbon Oranına İlişkin Bulgular

Toprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda Meşe meşceresinde ortalama hacim ağırlığı 0,52 gr/cm³, ortalama organik madde %12,20, ortalama karbon oranı %7,07 ve ortalama karbon miktarı 35,43ton/ha olarak bulunmuştur. Karaçam meşceresinde ise ortalama hacim ağırlığı 0,38gr/cm³, ortalama organik madde %16,35, ortalama karbon oranı %9,48 ve ortalama karbon miktarı 35,41 ton/ha olarak bulunmuştur (Tablo 4.1).

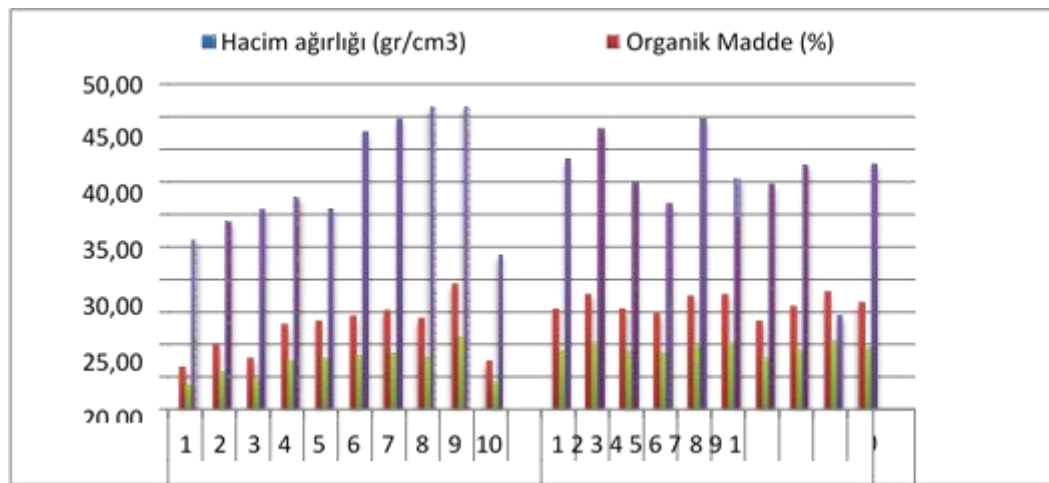
Tablo 4.1. Üst Toprak (0-10 cm) için Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Oranı ve Karbon Miktarlarına İlişkin Bulgular

Örnek No	Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	Organik Madde (%)	Karbon Oranı (%)	Karbon miktarı (ton/ha)	
Meşe	1	0,68	6,60	3,83	26,12
	2	0,49	10,11	5,86	29,02
	3	0,66	8,03	4,66	30,77
	4	0,43	13,13	7,61	32,76
	5	0,39	13,71	7,95	30,89
	6	0,51	14,35	8,32	42,75
	7	0,51	15,22	8,83	44,88
	8	0,57	14,00	8,12	46,67
	9	0,41	19,41	11,26	46,67
	10	0,55	7,39	4,29	23,80
	Ortalama	0,52	12,20	7,07	35,43

Tablo 4.1'ün devamı. Üst Toprak (0-10 cm) için Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Oranı ve Karbon Miktarlarına İlişkin Bulgular

Örnek No	Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	Organik Madde (%)	Karbon Oranı (%)	Karbon miktarı (ton/ha)	
Karaçam	1	0,43	15,52	9,00	38,59
	2	0,42	17,84	10,35	43,33
	3	0,39	15,46	8,97	35,08
	4	0,37	14,94	8,66	31,80
	5	0,44	17,46	10,13	44,78
	6	0,34	17,85	10,35	35,58
	7	0,44	13,73	7,96	34,74
	8	0,41	15,85	9,19	37,64
	9	0,14	18,25	10,59	14,59
	10	0,39	16,57	9,61	37,92
	Ortalama	0,38	16,35	9,48	35,41

Grafik 4.1'deki verileri incelediğimizde en yüksek hacim ağırlığı ve Karbon miktarının Meşe meşçeresinde olduğu, organik madde ve karbon miktarının en yüksek değerinin ise Karaçam meşçeresinde olduğu görülmektedir.



Grafik 4.1. Üst Toprak (0-10 cm) için Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Oranı ve Karbon Miktarlarının değişimi

Yapılan istatistiksel değerlendirmelere göre hacim ağırlığı ve karbon oranı bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Ancak Organik madde ve karbon miktarında yapılan değerlendirmede gruplar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. *st toprak (0-10cm) için hacim ağırlığı, organik madde, karbon oranı ve karbon miktarına ilişkin istatistiksel analiz sonuçları*

Toprak zellikleri	Meşcere türü	örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma	standart hata	P (nem düzeyi)
Hacim Ağırlığı	Meşe	10	0,52	0,10	0,03	0,484 ^{ns}
	Karaçam	10	0,38	0,09	0,03	
Organik Madde	Meşe	10	12,20	4,06	1,28	0,007*
	Karaçam	10	16,35	1,49	0,47	
Karbon Oranı	Meşe	10	7,07	2,35	0,74	0,007*
	Karaçam	10	9,48	0,87	0,27	
Karbon Miktarı	Meşe	10	35,43	8,87	2,80	0,234 ^{ns}
	Karaçam	10	35,41	8,29	2,62	

(ns: $p>0,05$ anlamlı fark yok, *: $p<0,05$ anlamlı fark var)

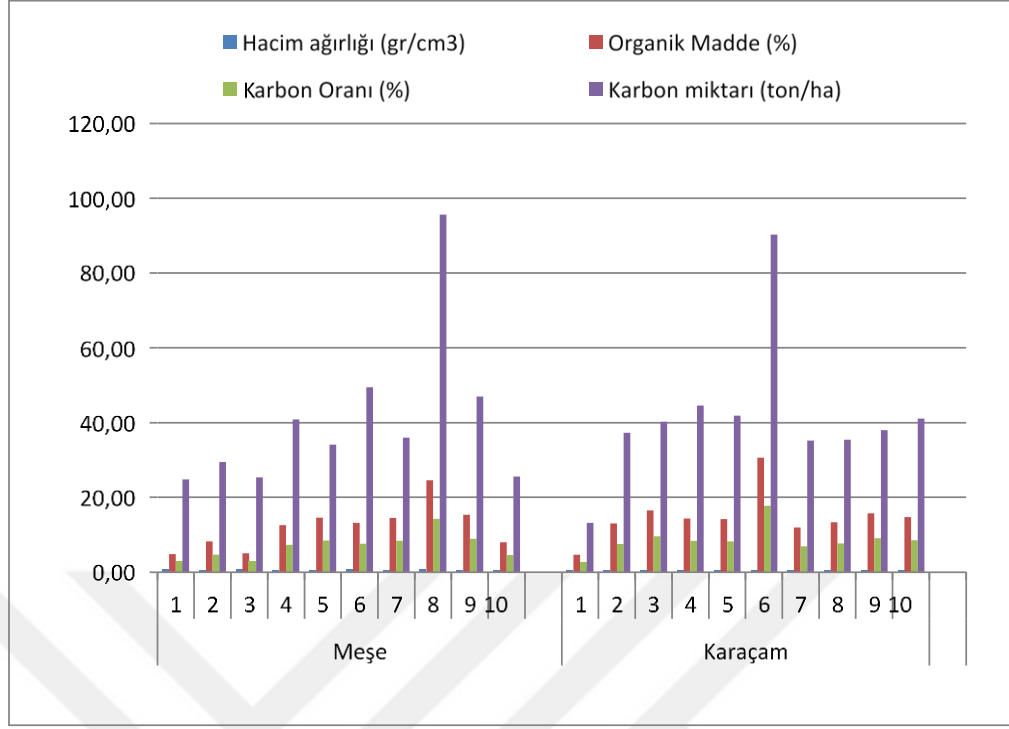
4.2. Alt Toprakda (10-20 cm) Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Miktarı ve Karbon Oranına İlişkin Bulgular

Alt toprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda Meşe meşceresinde ortalama hacim ağırlığı 0,61 gr/cm³, ortalama organik madde %12,13, ortalama karbon oranı %7,04 ve ortalama karbon miktarı 40,85ton/ha olarak bulunmuştur. Karaçam meşceresinde ise ortalama hacim ağırlığı 0,48gr/cm³, ortalama organik madde % 14,94, ortalama karbon oranı %8,67 ve ortalama karbon miktarı 41,79 ton/ha olarak bulunmuştur (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Alt Toprak (10-20 cm) için Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Oranı ve Karbon Miktarlarına İlişkin Bulgular

Örnek No	Hacim ağırlığı	Organik Madde (%)	Karbon Oranı (%)	Karbon miktarı	
Meşe	1	0,88	4,88	2,83	24,85
	2	0,62	8,26	4,79	29,49
	3	0,84	5,19	3,01	25,39
	4	0,56	12,58	7,30	40,84
	5	0,40	14,65	8,50	34,20
	6	0,64	13,23	7,67	49,46
	7	0,43	14,53	8,43	36,03
	8	0,67	24,63	14,28	95,69
	9	0,53	15,39	8,93	46,97
	10	0,55	7,99	4,64	25,59
	Ortalama	0,61	12,13	7,04	40,85
Karaçam	1	0,49	4,70	2,73	13,24
	2	0,49	13,03	7,56	37,34
	3	0,42	16,53	9,59	40,26
	4	0,53	14,48	8,40	44,66
	5	0,51	14,24	8,26	41,99
	6	0,51	30,63	17,77	90,42
	7	0,51	11,95	6,93	35,25
	8	0,46	13,34	7,74	35,48
	9	0,42	15,75	9,13	38,12
	10	0,48	14,78	8,57	41,14
	Ortalama	0,48	14,94	8,67	41,79

Grafik 4.2'deki verileri incelediğimizde en yüksek hacim ağırlığı değerinin Meşe meşçeresinde olduğu, organik madde, karbon oranı ve karbon miktarının en yüksek değerinin ise Karaçam meşçeresinde olduğu görülmektedir.



Grafik 4.2. Alt Toprak (10-20 cm) için Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Oranı ve Karbon Miktarlarının değişimi

Yapılan istatistiksel değerlendirmelere göre organik madde, karbon oranı ve karbon miktarı bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Ancak Organik madde de gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Üst toprak (10-20cm) için hacim ağırlığı, organik madde, karbon oranı ve karbon miktarına ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Toprak Özellikleri	Meşcere türü	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	P (önem düzeyi)
Hacim Ağırlığı	Meşe	10	0,61	0,16	0,05	0,010*
	Karaçam	10	0,48	0,04	0,01	
Organik Madde	Meşe	10	12,13	5,90	1,87	0,682 ^{ns}
	Karaçam	10	14,94	6,41	2,03	
Karbon Oranı	Meşe	10	7,04	3,42	1,08	0,682 ^{ns}
	Karaçam	10	8,67	3,72	1,18	
Karbon Miktarı	Meşe	10	40,85	21,20	6,70	0,613 ^{ns}
	Karaçam	10	41,79	19,17	6,06	

(ns: $p > 0,05$ anlamlı fark yok, *: $p < 0,05$ anlamlı fark var)

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Meşe meşçeresinden alınan üst toprak örneklerinde ortalama hacim ağırlığı 0,52 gr/cm³; organik madde %12,20; karbon oranı %7,07 ve karbon miktarı 35,43 ton/ha olarak; alt toprak örneklerinde ise ortalama hacim ağırlığı 0,61 gr/cm³; organik madde %12,13; karbon oranı %7,04 ve karbon miktarı 40,85 ton/ha olarak ölçülmüştür.

Karaçam meşçeresinde ise üst toprak örneklerinde ortalama hacim ağırlığı 0,38 gr/cm³; organik madde %16,35; karbon oranı %9,48 ve karbon miktarı 35,41 ton/ha olarak, alt toprak örneklerinde ise ortalama hacim ağırlığı 0,48 gr/cm³; organik madde %14,94; karbon oranı %8,67 ve karbon miktarı 41,79 ton/ha olarak ölçülmüştür.

Deneme alanlarında yapılan analiz sonuçlarını değerlendirdiğimizde her iki meşçere türü içinde alt toprak katmanında ortalama hacim ağırlığı ve karbon miktarında artış meydana gelirken organik madde ve karbon oranında azalma meydana gelmiştir.

İstatistiksel değerlendirme sonucunda üst toprak katmanında organik madde ve karbon oranı arasında, alt toprak katmanında ise hacim ağırlığında gruplar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir (p<0,05).

Tolunay ve Çömez (2008) tarafından yapılan çalışmada ülkemiz ormanlarında topraklarda 1 hektar alanda toplam 83,8 Mg (ton) organik karbon depolandığı hesaplanmıştır. Kantarcı (1979), Uludağ göknarı (*Abies bornmulleriana* Mattf.) meşçerelerinde toprakta depolanan karbonun ise 89,85-139,31 t/ha arasında değiştiğini bildirmektedir.

Çetiner (2016), topraktaki ortalama karbon miktarının üst toprak katmanında a çağındaki meşçerelerde 31,53ton/ha; b çağındaki meşçerelerde 40,87 ton/ha; c çağındaki meşçerelerde 34,50 ton/ha ve d çağındaki meşçerelerde ise 38,71 ton/ha olduğunu; alt toprak katmanında ise a çağındaki meşçerelerde 27,7 ton/ha; b çağındaki meşçerelerde 31,19 ton/ha; c çağındaki meşçerelerde 29,03 ton/ha ve d çağındaki meşçerelerde 28,80 ton/ha olduğunu ifade etmiştir.

Mafrak (2016), 0-20 cm derinliğindeki üst toprak katmanında ortalama karbon miktarının 0-10 yaş grubu için 39,85 ton/ha; 10-20 yaş grubu için 61,26 ton/ha ; 20-30 yaş grubu için 53,05 ton/ha; 30-40 yaş grubu için 41,55 ton/ha; 40-50 yaş grubu için 48,81 ton/ha ve 50-60 yaş grubu için 47,44 ton/ha olduğunu; 20-40 cm derinliğindeki alt toprak katmanında ortalama karbon miktarının 0-10 yaş grubu için 36,87 ton/ha; 10-20 yaş grubu için 51,03 ton/ha; 20-30 yaş grubu için 45,42 ton/ha; 30-40 yaş grubu için 35,76 ton/ha; 40-50 yaş grubu için 39,63 ton/ha ve 50-60 yaş grubu için 41,00 ton/ha olduğunu ifade etmiştir.

Tolunay (1997), Sarıçam ormanlarında topraktaki karbon miktarının 40,7-129,0 ton/ha arasında değişiklik gösterdiğini ifade etmiştir.

6. ÖNERİLER

Orman ekosistemleri atmosferdeki CO₂'nin azaltılmasında en önemli rolü oynamaktadırlar. Orman ekosistemlerde karbon hem toprak hem de bitkiler tarafından depolanabilmektedirler. Ormanlarda depolanan C miktarını artırmak ağaçların ve toprağın yapısında bulunan karbonun parçalanmadan korunmasıyla mümkündür. Ayrıca karbon depolanan alanlarda daha fazla depolanma olmasını sağlamakta farklı bir yaklaşımdır. Böylece orman ekosistemlerinin önemi artacak, enerji ihtiyacını karşılamak için fosil yakıtlar yerine bitkisel kütle, yapacak ve yakacak orman ürünlerine olan talep artacaktır. Bu da orman alanlarının iyi bir şekilde yönetilmesine bağlıdır. Yapılacak olan silvikültürel ve amenajman uygulamalarında ormanların karbon biriktirme potansiyelleri ön planda tutulmalıdır.

Bozuk orman alanları verimli hale getirilmesi, karışık orman kuruluşlarına yer verilmesi, traşlama kesimlerinden kaçınılması, silvikültürel müdahalelerin planlı yapılması, toprağın korunması, toprak erozyonunu önleyici tedbirlerin alınması, orman niteliğinde olmayan alanların ağaçlandırılması, orman alanlarındaki yanlış arazi kullanımı, aşırı otlatma, kaçak kesimler ve yapılaşmaların önlenmesi ile orman topraklarının daha fazla karbon depolaması sağlanabilir.

Bu çalışmada Kastamonu Orman İşletme Şefliğine bağlı arazideki Meşe ve Karaçam meşcerelerine ait toprakta depolanan karbon miktarları belirlenmeye çalışılmıştır. Kısıtlı bir zamanda ve boyutsal olmayan bu çalışmanın orman topraklarındaki karbon miktarını tam olarak yansıttığı söylenemez. Ancak yine de bir fikir verme amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Topraklarla ilgili araştırmaların sayısı oldukça az olup, topraklarda depolanan karbon miktarı ve diğer önemli toprak özelliklerinin (pH, tekstür, derinlik, taşlılık, besin maddesi miktarları vb) belirlenmesine yönelik araştırmaların sayısının artırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Allison, F. E., & Sterling, L. D. (1949). Nitrate formation from soil organic matter in relation to total nitrogen and cropping practices. *Soil Science*, 67(3), 239-252.
- Bartholomew, W. V., & Clark, F. E. (1965). *Soil nitrogen*. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, *Madison, Wisconsin, Google Scholar*. 10: 1-42.
- Broadbent, F. E. (1953). The soil organic fraction. *Advances in Agronomy*, 5, 153-183.
- Buckman, H. O., & Brady, N. C. (1960). The nature and properties of soils., Newyork, 90-3., 212.
- Dean, A. L. (1930). Nitrogen and organic matter in Hawaiian pineapple soils. *Soil Science*, 30(6), 439-442.
- Dean, L. A., (1937). Soil Organic Carbon., *Soil Science.*, 2:455-459.
- Fuller, W. H., McAlister, D. F., & Metcalfe, D. S. (1960). Agronomy in the southwest united states. *Advances in Agronomy*,12, 197-227.
- Haas, H. J., Evans, C. E., & Miles, E. F. (1957). *Nitrogen and carbon changes in Great Plains soils as influenced by cropping and soil treatments*. No:1164. US Department of Agriculture.
- Hobbs, J. A., & Brown, P. L. (1957). Nitrogen changes in cultivated dryland soils. *Agronomy Journal*, 49(5), 257-260.
- Jenny, H. & Raychaudhuri, S. P., 1960. Effect of climate and cultivation on nitrogen and organic matter reserves in Indian soils. *Indian Council of Agricultural Research*, New Delhi, 126.
- Jenny, H. (1930). Study on the influence of climate upon the nitrogen and organic matter content of the soil. Research bulletin, *Missouri Agricultural Experiment Station*. 152:1-66.
- Jenny, H. (1950). Causes of the high nitrogen and organic matter content of certain tropical forest soils. *Soil Science.*, 69(1), 63-70.
- Jenny, H., 1933. Soil fertility losses under Missouri conditions. University Of Missouri, Research bulletin, *Missouri Agricultural Experiment Station.*, 324: 1-10.
- Jenny, H., Bingham, F., & Padilla-Saravia, B. (1948). Nitrogen and organic matter contents of equatorial soils of Colombia, South America. *Soil Science.*, 66(3), 173-186.

- Jenny, H., Gessel, S. P., & Bingham, F. T. (1949). Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. *Soil Science.*, 68(6), 419-432.
- Muir, A. (1961). The podzol and podzolic soils. *Advances in agronomy*, 13, 1-56.
- Nikiforoff, C. C. (1938). *Soils & Men: a Yearbook of Agriculture 1938.*, Department Agriculture U. S. Govt. Printing Office, Washington, D. C., 929-939.
- Nye, P. H. (1960). *The soil under shifting cultivation.* Commonwealth Agricultural Bureaus; England. 51,156.
- Schreiner, O., & Brown, B. E. (1938). Soil nitrogen. *Soils & men. A Yearbook of Agriculture 1938.* Department of Agriculture., U. S. Govt. Printing Office, Washington, D.C, Sivarajasingham, S. , Alexander, L. T. , Cady, J. G. , & Cline, M. G. (1962). Laterite. *Advances in Agronomy*, 14, 1-60.
- Smith, R. M., Samuels, G., & Cernuda, C. F. (1951). Organic matter and nitrogen build-ups in some puerto rican soil profiles. *Soil Science.*,72(6), 409-428.
- Stallings, J. H. (1957). *Soil conservation.* Prentice Hall. Inc. Englewood Cliffs, N. J. 575.
- URL-1 Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, 25/04/2017 tarihinde [www.kastamonuobm.gov.tr/Sayfalar/İşletme %20 Müdürlükleri/ Kastamonu-Orman- İşletme-Müdürlüğü.aspx](http://www.kastamonuobm.gov.tr/Sayfalar/İşletme%20Müdürlükleri/Kastamonu-Orman-İşletme-Müdürlüğü.aspx) adresinden alınmıştır.
- Viro, R. J. (1963). Factorial experiments on forest humus decomposition. *Soil Science.*, 95(1), 24-30.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Abdulraziq Ataf Ahmed ATAF
Doğum Yeri ve Yılı : 03.08.1987 Braak. Libya
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce



Eğitim Durumu

Lise : Ortaöğretim Biyoloji Okulu
Lisans : Zawai Üniversitesi Ziraat Bilimleri Toprak ve Su
Bölümü