

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

**YAYLACIK ARAŞTIRMA ORMANI'NDA FARKLI MEŞCERE**  
**ÇAĞLARINDAKİ SAF KAYIN (*Fagus orientalis* Lipsky.)**  
**MEŞCERELERİNDE TOPRAKTA TUTULAN KARBON**  
**MİKTARLARININ BELİRLENMESİ**

**Murat ÇETİNER**

|                   |                                        |
|-------------------|----------------------------------------|
| <b>Danışman</b>   | <b>Yrd. Doç. Dr. Miraç AYDIN</b>       |
| <b>Jüri Üyesi</b> | <b>Doç. Dr. Ahmet SIVACIOĞLU</b>       |
| <b>Jüri Üyesi</b> | <b>Yrd. Doç. Dr. İbrahim YURTSEVEN</b> |

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**KASTAMONU – 2016**

## TEZ ONAYI

**Murat ÇETİNER** tarafından hazırlanan "**Yaylacık Araştırma Ormanı'nda Farklı Meşcere Çağlarındaki Saf Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Meşcerelerinde Toprakta Tutulan Karbon Miktarlarının Belirlenmesi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Miraç AYDIN  
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Ahmet SIVACIOĞLU  
Kastamonu Üniversitesi

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. İbrahim YURTSEVEN.....  
İstanbul Üniversitesi

23/06/2016

Enstitü Müdürü

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.



Murat ÇETİNER

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**YAYLACIK ARAŞTIRMA ORMANI'NDA FARKLI MEŞCERE  
ÇAĞLARINDAKİ SAF KAYIN (*Fagus orientalis* Lipsky.)  
MEŞCERELERİNDE TOPRAKTA TUTULAN KARBON MİKTARLARININ  
BELİRLENMESİ**

Murat ÇETİNER

Kastamonu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Miraç AYDIN

Bu çalışmada, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yaylacık Araştırma Ormanı Mühendisliği alanı içerisinde saf kayın meşcerelerinde farklı meşcere kuruluşlarındaki alanlarda topraktaki karbon miktarının değişimi ortaya konulmuştur. Çalışmada araştırma alanında tespit edilen her bir meşcere kuruluşundaki 4 deneme alanından 4 farklı toprak derinlik kademesinden (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm ve 30-40 cm) toprak silindir örnekleri alınmıştır.

Çalışma sonucunda farklı meşcere kuruluşlarından (a, b, c, d çağı ve bozuk meşcere) alınan toprak örneklerine ait analiz sonuçlarına göre; toprakların organik madde, karbon oranı ve karbon miktarı değerlerinin toprakta üst katmandan alt katmanlara doğru gidildikçe azaldığı, hacim ağırlığı değerlerinin ise alt katmanlara ait topraklarda artış gösterdikleri belirlenmiştir.

Araştırma alanında bozuk meşcere kuruluşlarına ait topraklarda ortalama karbon miktarı değerlerinin en yüksek değerleri aldıkları, buna karşın (a) meşcere kuruluşuna ait topraklardaki ortalama karbon miktarlarının ise en düşük değerleri aldıkları belirlenmiştir. (b) meşcere kuruluşuna ait toprakların ortalama karbon değerlerinin ise nispeten diğer meşcere kuruluşlarına (a, c ve d) ait topraklardan daha yüksek oldukları tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Küresel ısınma, karbon, organik madde, Yaylacık

**2016, 79 sayfa**

**Bilim Kodu: 1205**

## ABSTRACT

MSc. Thesis

### **DETERMINATION OF CARBON AMOUNT IN SOIL AT THE DIFFERENT AGE PURE BEECH (*Fagus orientalis* Lipsky.) STANDS IN THE YAYLACIK RESEARCH BEECH FOREST**

Murat ÇETİNER

Kastamonu University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Forest Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Miraç AYDIN

In this study, the change in the amount of carbon was determined in the soil different stand structure in pure beech stands in Central Anatolia Forestry Research Institute of Forest Engineering Research Yaylacık. For this purpose, 4 different levels of depth in the soil (0-10 cm and 10-20 cm, 20-30 cm and 30-40 cm) soil samples were taken through cylinders each trial area from each stand.

According to results of analysis of soil samples the different stand structure (a, b, c, d and degraded stand); soil organic matter, carbon ratio and carbon content values decreases when going towards the lower layers from the top layer of soil, and the bulk density increased in the soil's substrate value on the substrate.

In this study, it was determined, the average amount of carbon in the soil of the degraded stand take the highest value, where as the average amount of carbon in the soil (a) stand taked the lowest value. In addition, the average amount of carbon in the soil (b) stand were found relatively higher than (a, c and d) stand soils.

**Key Words:** Global warming, carbon, organic matter, Yaylacik

**2016, 79 Pages**

**Science Code: 1205**

## TEŞEKKÜR

"Yaylacık Araştırma Ormanı'nda Farklı Meşcere Çağlarındaki Saf Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Meşcerelerinde Toprakta Tutulan Karbon Miktarlarının Belirlenmesi" isimli bu çalışma Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Lisansüstü Programı kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmamın danışmanlığını yapan değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Miraç AYDIN'a, desteklerinden dolayı teşekkür ederim. Tez jürimde bulunarak çalışmamı değerlendiren, beni yönlendiren hocalarım Sayın Yrd. Doç. Dr. Kerim GÜNEY'e ve Sayın Yrd. Doç. Dr. İbrahim YURTSEVEN'e teşekkür ederim. İstatistiksel analiz aşamasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Korhan ENEZ'e ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Gonca Ece ÖZCAN'a teşekkür ederim.

Arazi ve Tez çalışmamda her zaman destekte bulunan Sayın Türkan AYDIN'a, Sayın Seda SARANAY'a ve Sayın Mehmet ERGİN'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca arazi çalışmalarım boyunca desteklerini esirgemeyen, Araştırma Ormanı Mühendisi Sayın Saadettin PINARBAŞI'na, Orman Muhafaza Memurları Durmuş KANCA ve İsmet TELLİ'ye ve şöforümüz olan Mehmet ÖZGÜN'e teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde çok büyük emekleri olan, hayatım boyunca her türlü konuda maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili anne ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Murat ÇETİNER

Kastamonu, Haziran, 2016

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                                        | <b>Sayfa</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| ÖZET.....                                                                                                              | iv           |
| ABSTRACT.....                                                                                                          | v            |
| TEŞEKKÜR.....                                                                                                          | vi           |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                                                      | vii          |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                                                                                   | ix           |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                                                                                   | x            |
| TABLolar DİZİNİ .....                                                                                                  | xi           |
| GRAFİKLER DİZİNİ .....                                                                                                 | xii          |
| FOTOĞRAFLAR DİZİNİ .....                                                                                               | xiii         |
| HARİTALAR DİZİNİ .....                                                                                                 | xiv          |
| 1. GİRİŞ .....                                                                                                         | 1            |
| 2. LİTERATÜR ÖZETİ.....                                                                                                | 7            |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....                                                                                             | 14           |
| 3.1. Materyal.....                                                                                                     | 14           |
| 3.1.1. Araştırma Alanının Mevkii.....                                                                                  | 14           |
| 3.1.2. İklim.....                                                                                                      | 17           |
| 3.1.3. Vejetasyon .....                                                                                                | 20           |
| 3.1.4. Jeolojik Yapı.....                                                                                              | 21           |
| 3.2. Yöntem .....                                                                                                      | 22           |
| 3.2.1. Örnek Alanların Seçimi .....                                                                                    | 22           |
| 3.2.2. Toprak Örneklerinin Alınması.....                                                                               | 24           |
| 3.2.3. Laboratuvar Yöntemleri.....                                                                                     | 25           |
| 3.2.3.1. <i>Toprak Örneklerin Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon oranı ve karbon miktarların belirlenmesi</i> ..... | 25           |
| 3.2.3.1.1. <i>Hacim Ağırlığı</i> .....                                                                                 | 25           |
| 3.2.3.1.2. <i>Ateşte Kayıp</i> .....                                                                                   | 26           |
| 3.2.3.1.3. <i>Karbon Oranı ve Karbon Miktarı</i> .....                                                                 | 27           |
| 3.2.4. İstatistiksel Analizler .....                                                                                   | 27           |
| 4. BULGULAR.....                                                                                                       | 29           |

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1. Toprak Derinlik Kademesine Ait Bulgular (0-10 cm) .....                                                                  | 29 |
| 4.1.1. Hacim Ağırlığına İlişkin Bulgular .....                                                                                | 30 |
| 4.1.2. Organik Maddeye İlişkin Bulgular .....                                                                                 | 30 |
| 4.1.3. Karbon Oranına İlişkin Bulgular .....                                                                                  | 31 |
| 4.1.4. Karbon Miktarına İlişkin Bulgular .....                                                                                | 32 |
| 4.2. Toprak Derinlik Kademesine Ait Bulgular (10-20 cm) .....                                                                 | 34 |
| 4.2.1. Hacim Ağırlığına İlişkin Bulgular .....                                                                                | 34 |
| 4.2.2. Organik Maddeye İlişkin Bulgular .....                                                                                 | 35 |
| 4.2.3. Karbon Oranına İlişkin Bulgular .....                                                                                  | 36 |
| 4.2.4. Karbon Miktarına İlişkin Bulgular .....                                                                                | 37 |
| 4.3. Toprak Derinlik Kademesine Ait Bulgular (20-30 cm) .....                                                                 | 39 |
| 4.3.1. Hacim Ağırlığına İlişkin Bulgular .....                                                                                | 39 |
| 4.3.2. Organik Maddeye İlişkin Bulgular .....                                                                                 | 40 |
| 4.3.3. Karbon Oranına İlişkin Bulgular .....                                                                                  | 41 |
| 4.3.4. Karbon Miktarına İlişkin Bulgular .....                                                                                | 42 |
| 4.4. Toprak Derinlik Kademesine Ait Bulgular (30-40 cm) .....                                                                 | 44 |
| 4.4.1. Hacim Ağırlığına İlişkin Bulgular .....                                                                                | 44 |
| 4.4.2. Organik Maddeye İlişkin Bulgular .....                                                                                 | 45 |
| 4.4.3. Karbon Oranına İlişkin Bulgular .....                                                                                  | 46 |
| 4.4.4. Karbon Miktarına İlişkin Bulgular .....                                                                                | 47 |
| 5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA .....                                                                                                 | 49 |
| 6. ÖNERİLER .....                                                                                                             | 59 |
| KAYNAKLAR .....                                                                                                               | 61 |
| EKLER .....                                                                                                                   | 66 |
| EK-1. Farklı kayın meşcere kuruluşlarına ait hacim ağırlığı, organik madde,<br>karbon oranı ve karbon miktarı değerleri ..... | 67 |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                                                                                | 78 |

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

|        |                                                          |
|--------|----------------------------------------------------------|
| BD     | Hacim ağırlığı                                           |
| BM     | Birleşmiş Milletler                                      |
| BMİDÇS | Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi |
| $C_c$  | Karbon oranı                                             |
| $C_t$  | Toplam karbon miktarı                                    |
| CFC    | Kloroflorokarbon                                         |
| ÇOB    | Çevre ve Orman Bakanlığı                                 |
| ÇŞB    | Çevre ve Şehircilik Bakanlığı                            |
| D      | Örnek derinliği                                          |
| Gt     | Gigaton                                                  |
| IPCC   | Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli                 |
| Kn     | Kayın                                                    |
| $m^2$  | Metrekare                                                |
| $m^3$  | Metreküp                                                 |
| n      | Örnek sayısı                                             |
| OECD   | Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü                    |
| TOM    | Toprak organik madde                                     |
| UNEP   | Birleşmiş Milletler Çevre Programı                       |
| WMO    | Dünya Meteoroloji Örgütü                                 |
| %      | Yüzde                                                    |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                    | <b>Sayfa</b> |
|--------------------------------------------------------------------|--------------|
| Şekil 1.1. Küresel karbon döngüsü .....                            | 1            |
| Şekil 1.2. Küresel aylık ortalama CO <sub>2</sub> seviyeleri ..... | 2            |
| Şekil 1.3. Atmosferik CO <sub>2</sub> seviyeleri .....             | 3            |
| Şekil 3.1. Araştırma örnekleme deseni .....                        | 23           |



## TABLolar DİZİNİ

|                                                                                                                                  | <b>Sayfa</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Tablo 3.1. Çalışma alanının 1975-2005 yıllarına ait meteorolojik verileri.....                                                   | 19           |
| Tablo 3.2. Verilerin Kolmogorov-Simironov uygunluk testi ile normal dağılımı Kontrolü.....                                       | 28           |
| Tablo 4.1. 0-10 cm toprak derinliğinde hacim ağırlığı, organik madde karbon oranı ve karbon miktarlarına ilişkin bulgular .....  | 29           |
| Tablo 4.2. 10-20 cm toprak derinliğinde hacim ağırlığı, organik madde karbon oranı ve karbon miktarlarına ilişkin bulgular ..... | 34           |
| Tablo 4.3. 20-30 cm toprak derinliğinde hacim ağırlığı, organik madde karbon oranı ve karbon miktarlarına ilişkin bulgular ..... | 39           |
| Tablo 4.4. 30-40 cm toprak derinliğinde hacim ağırlığı, organik madde karbon oranı ve karbon miktarlarına ilişkin bulgular ..... | 44           |

## GRAFİKLER DİZİNİ

|                                                                                                                  | <b>Sayfa</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Grafik 4.1. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama hacim ağırlığı değerlerinin değişimi (0-10 cm).....   | 30           |
| Grafik 4.2. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama organik madde değerlerinin değişimi (0-10 cm).....    | 31           |
| Grafik 4.3. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama karbon oranı değerlerinin değişimi (0-10 cm).....     | 32           |
| Grafik 4.4. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama karbon miktarı değerlerinin değişimi (0-10 cm).....   | 33           |
| Grafik 4.5. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama hacim ağırlığı değerlerinin değişimi (10-20 cm).....  | 35           |
| Grafik 4.6. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama organik madde değerlerinin değişimi (10-20 cm).....   | 36           |
| Grafik 4.7. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama karbon oranı değerlerinin değişimi (10-20 cm).....    | 37           |
| Grafik 4.8. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama karbon miktarı değerlerinin değişimi (10-20 cm).....  | 38           |
| Grafik 4.9. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama hacim ağırlığı değerlerinin değişimi (20-30 cm).....  | 40           |
| Grafik 4.10. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama organik madde değerlerinin değişimi (20-30 cm).....  | 41           |
| Grafik 4.11. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama karbon oranı değerlerinin değişimi (20-30 cm).....   | 42           |
| Grafik 4.12. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama karbon miktarı değerlerinin değişimi (20-30 cm)..... | 43           |
| Grafik 4.13. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama hacim ağırlığı değerlerinin değişimi (30-40 cm)..... | 45           |
| Grafik 4.14. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama organik madde değerlerinin değişimi (30-40 cm).....  | 46           |
| Grafik 4.15. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama karbon oranı değerlerinin değişimi (30-40 cm).....   | 47           |
| Grafik 4.16. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama karbon miktarı değerlerinin değişimi (30-40 cm)..... | 48           |
| Grafik 4.17. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama organik madde değerlerinin değişimi .....            | 49           |
| Grafik 4.18. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama karbon oranı değerlerinin değişimi .....             | 49           |
| Grafik 4.19. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama karbon miktarı değerlerinin değişimi .....           | 50           |
| Grafik 4.20. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama hacim ağırlığı değerlerinin değişimi .....           | 51           |
| Grafik 4.21. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait toplam karbon miktarı değerlerinin değişimi .....             | 57           |

## FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

|                                                                                | <b>Sayfa</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fotoğraf 3.1. Saf kayın meşçeresi deneme alanı (d gelişim çağı).....           | 14           |
| Fotoğraf 3.2. Saf kayın meşçeresi deneme alanı (b gelişim çağı).....           | 21           |
| Fotoğraf 3.3. Saf kayın meşçeresi deneme alanı (c gelişim çağı).....           | 23           |
| Fotoğraf 3.4. Deneme alanlarından alınan toprak silindir örnekleri alımı ..... | 24           |
| Fotoğraf 3.5. Deneme alanlarından alınan toprak silindir örnekleri .....       | 24           |
| Fotoğraf 3.6. Toprak örneklerinin analize hazırlanması .....                   | 25           |
| Fotoğraf 3.7. Laboratuvarda hacim ağırlığı tespiti.....                        | 26           |
| Fotoğraf 3.8. Toprak örneklerinin ateşte kayıp analizi .....                   | 26           |



## HARİTALAR DİZİNİ

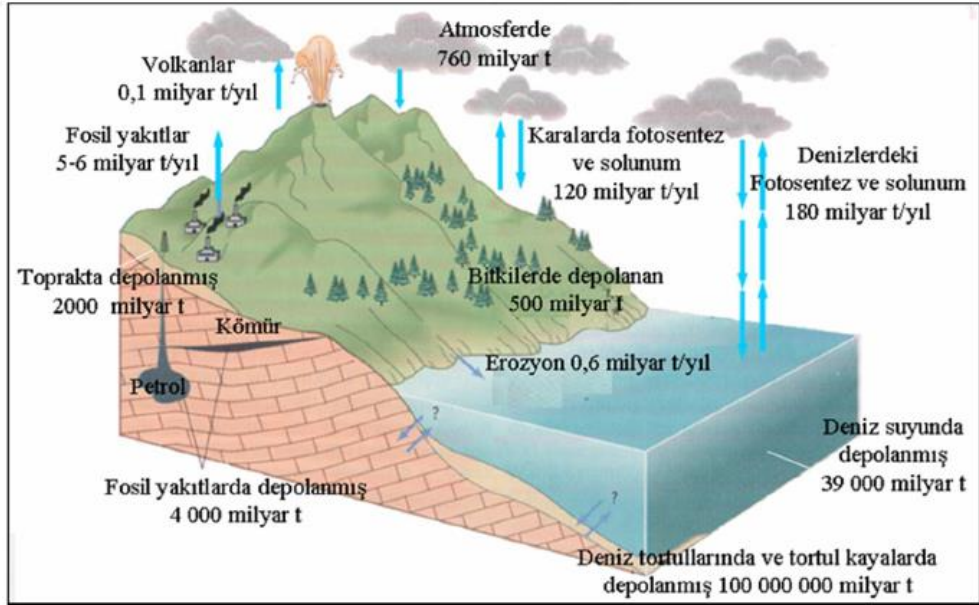
|                                                                 | <b>Sayfa</b> |
|-----------------------------------------------------------------|--------------|
| Harita 3.1. Yaylacık Araştırma Ormanı meşcere haritası .....    | 16           |
| Harita 3.2. Yaylacık Araştırma Ormanı mülki sınır haritası..... | 16           |
| Harita 3.3. Yaylacık Araştırma Ormanı ulaşım haritası.....      | 17           |
| Harita 3.4. Deneme alanlarına ait jeoloji haritası.....         | 22           |



## 1. GİRİŞ

Yaşamın en temel elementi olan karbon yerkabuğundan bitki örtüsüne ve denizlerden atmosfere kadar yaşamın olduğu her yerde element halde ya da bileşikleri halinde görülmektedir. Karbon; hava, toprak ve su arasında daimi bir dolaşım halindedir. Bu dolaşım yaşamın kaynağını oluşturan karbon döngüsünü meydana getirir (Şekil 1.1).

Atmosfer, hidrosfer ve litosfer yeryüzünde karbonun doğal kaynağını oluşturmaktadır. Karbon hidrosferde karbondioksit olarak, litosferde kömür, doğalgaz ve petrol halde bulunur, canlılarda da organik moleküllerin yapı taşı oluşturur. Karbondioksit aynı zamanda bitkilerde organik bileşiklerin yapımında gerekli olan karbonun ana kaynağıdır. Bitkiler karbondioksiti karbonhidrat ve diğer moleküllerin yapımında kullanır. Besin zinciri yardımıyla bitkilerin organik bileşiklerinde bulunan karbon diğer canlılara geçer. Fotosentez ile  $\text{CO}_2$  kullanılarak  $\text{O}_2$  ve organik madde üretilirken, solunum ile organik madde  $\text{O}_2$  ile parçalanarak yeniden  $\text{CO}_2$  oluşur (Yücel, 2006). Bu süreçler doğal karbon döngüsünün bir parçasıdır.



Şekil 1.1. Küresel karbon döngüsü (Tolunay ve Çomez, 2007) (Botkin ve Keller (1995) ve Jansen ve diğ. (2007)'ten değiştirilerek)

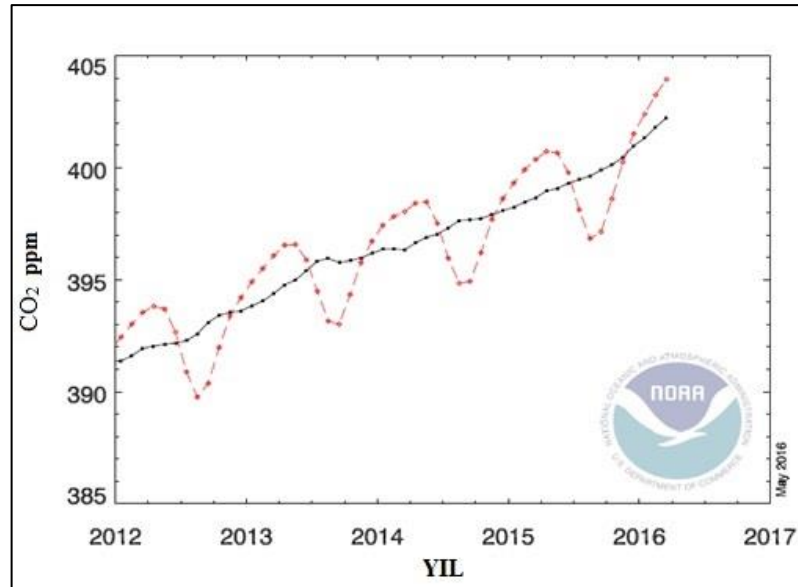
Günümüzde birçok araştırmaya konu olmuş sera etkisi ve küresel ısınma kavramları, yoğun insan etkisi sebebiyle canlıların yaşamlarını sürdürebildiği normal

düzeylemlerden, yaşamları ve yaşam alanlarını tehdit eder düzeylemlere doğru ilerlemektedir. Bir diğere ifadeyle, doğal şartlar altında sera etkisi, canlılar ve dünya için olumlu bir etki yaratırken, insan kaynaklı faaliyetler sonucunda atmosferdeki sera gazlarının konsantrasyonlarının daha hızlı artışı dünyamız üzerinde olumsuz etkileri daha belirgin ortaya çıkmaktadır.

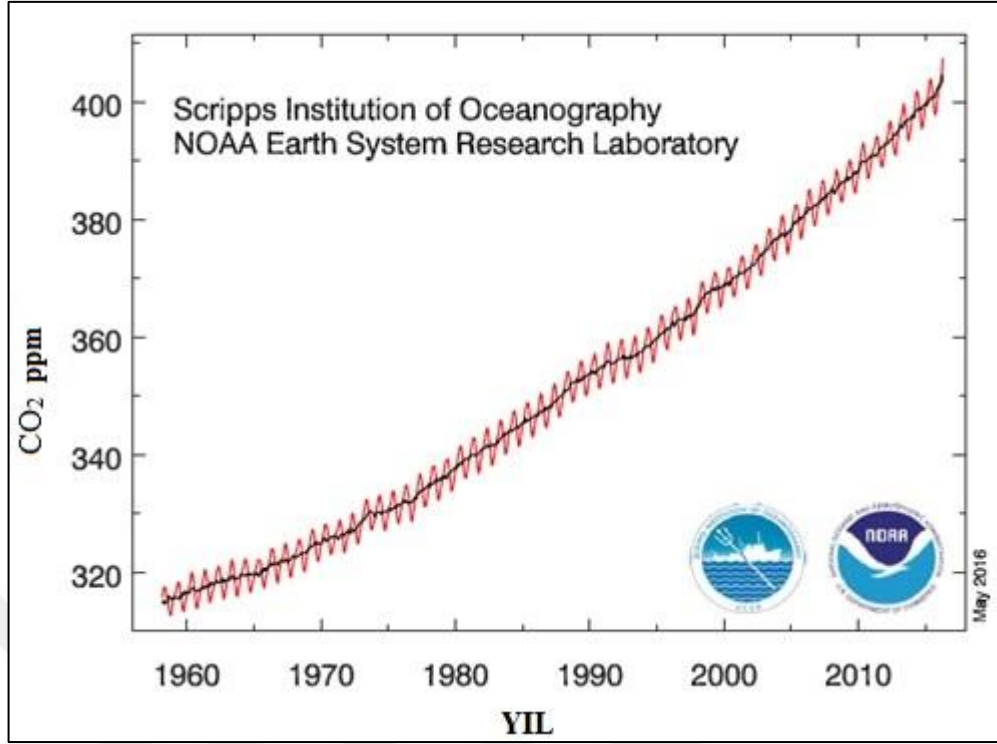
Bilhassa sanayi devriminden sonraki dönemlerde ve son yüzyılda fosil yakıt kullanımının yaygınlaşması ile atmosferdeki sera gazlarından CO<sub>2</sub> miktarının daha hızlı artışı ve daha yüksek konsantrasyonlarda bulunmasına yol açmıştır. Bu durum atmosferin daha fazla sera etkisi göstermesine ve dünyanın hızla ısınmasına sebep olmaktadır.

IPCC (2007) 'ye göre atmosferde CO<sub>2</sub> konsantrasyonu seviyesi sanayi devriminden önce 280 ppm civarında iken 2005 yılına gelindiğinde 379 ppm seviyelerine ulaşmıştır.

Atmosferdeki CO<sub>2</sub> seviyesi 2013 yılında 396 ppm seviyelerinde olduğu Dünya Meteoroloji Örgütü bülteninde yer almıştır (Şekil 1.2). Earth System Research Laboratory verilerine göre Mart 2015 yılı CO<sub>2</sub> seviyesi 400,36 ppm iken, Mart 2016 yılı CO<sub>2</sub> seviyesi 403,94 ppm'e ulaşmıştır (Şekil 1.3).



Şekil 1.2. Küresel aylık ortalama CO<sub>2</sub> seviyeleri (Earth system research laboratory, 2016)



Şekil 1.3. Atmosferik CO<sub>2</sub> Seviyeleri, Mauna Loa Gözlem İstasyonu (Earth System Research Laboratory, 2016)

Böylelikle, insan kaynaklı faaliyetlerin iklim üzerinde tehlikeli etkileri olduğu görülmüş ve atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarını düşürmeye yönelik uluslararası adımlar atılması gerektiği gerçeği ortaya çıkmış ve küresel anlamda kabul görmüştür.

İklim değişikliği bilinen en güncel küresel çevre problemlerindedir. Küresel çevre problemlerinin uluslararası platformda görüşülmesi 1972 yılında gerçekleştirilen Stockholm Konferansı ile başlar. İlk Dünya İklim Konferansı 1979 yılında Birleşmiş Milletlere bağlı Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından Cenevre’de organize edilmiştir. Bu konferans sonucunda Dünya İklim Programı oluşturulmuştur. Bu programın amacı iklimle ilgili bilimsel verilerin ve iklim değişikliğinin boyutu ve etkilerinin araştırılmasıdır. Birleşmiş Milletler (BM) 1983 yılında bir komisyon oluşturmuş ve komisyon “Ortak Geleceğimiz” adlı bir rapor hazırlamıştır. Bu raporda ekonomik kalkınmanın yarattığı çevre sorunlarına, küresel ısınma, iklim değişikliği ve ormanlara olan baskılara değinilmiştir (Karabıyık, 2014).

Devamında ozon tabakasının incelmesi ve küresel ısınmaya sebep olduğu yönündeki görüşlerin yaygınlaşması sonucunda 1985 yılında 20 ülke Viyana Anlaşmasını imzalamıştır. Bu anlaşma ile ozon tabakasının incelmeye sebep olup küresel ısınmaya yol açtığı düşünülen kloroflorokarbonların (CFC) uluslararası düzeyde denetim ve yönetimi üzerine pazarlıklar başlamıştır. Viyana’da başlayan pazarlıklar 1987 yılında uluslararası düzeyde Montreal Protokolü’nün imzalanmasıyla sonuçlanmıştır. Anlaşmayı 196 ülke imzalamış ve 1989 yılında yürürlüğe girmiştir. Anlaşmaya göre gelişmekte olan ülkelerin CFC kullanımını 2030 yılına kadar tamamen durdurulması kararına varılmıştır.

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin, içinde bulunduğumuz yüzyılın en önemli çevre sorunlarının başında geldiği düşüncesiyle Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) Birleşmiş Milletlere (BM) bir öneri sunmuş ve bu öneri neticesinde Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) bünyesinde 1988 yılında Hükümetler-arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) oluşturulmuştur (Karabıyık, 2014).

IPCC’nin kuruluşunu takiben, Rio’da 1992 yılında Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Zirvesi düzenlenmiştir. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) imzaya açılması zirvenin ilk somut çıktısıdır. Sözleşme 21 Mart 1994 te yürürlüğe girmiştir.

BMİDÇS 1992 yılında kabul edildiğinde Türkiye OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) ülkesi olması sebebiyle, sözleşmede hem Ek-I hem de Ek-II’de yer almaktaydı. Fakat Türkiye sanayi ve ekonomik gelişmişlik seviyesi ile OECD ülkeleri ile karşılaştırılabilir düzeyde olmaması ve halen gelişmesi için sera gazı salımlarında azaltım tedbirlerinin uygulamada yaşayacağı güçlükler sebebiyle önce sözleşmeye taraf olmamıştır. Daha sonra 2001 yılında Marakeş’te alınan önemli kararlar üzerine Türkiye’ye özel şartlar tanınmış, sanayi ve ekonomideki gelişimini sağlayabilmesi için azaltım taahhüdü vermeden Ek-I listesinde diğer ülkelere farklı ama ortak sorumluluk ilkesi gereği sözleşmeye 2004 yılında taraf olmuştur (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2007).

BMİDÇS’nin uygulama esaslarının nasıl olacağı 1997 yılında imzalanan Kyoto Protokolü ile belirlenmiştir. Protokolün yürürlüğe girebilmesi için Ek-I listesinde yer alan ülkelerin (1990 yılı toplam CO<sub>2</sub> salımlarının yaklaşık %55’ini meydana getiren)

protokolü onaylaması gerekmektedir. 2004 yılında Rusya Federasyonu'nun da onaylaması ile Protokol 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

IPCC (2001)'e göre gelişmiş ülkeler 2008-2012 yılları arasında insan kaynaklı sera gazı salımları 1990 yılı seviyelerinin %5 altına çekmeyi taahhüt etmişlerdir. Türkiye Protokole 26 Ağustos 2009 tarihinde taraf olmuş fakat sahip olduğu özel koşullar sebebiyle 2008-2012 yılı sera gazı salımı sınırlama ve azaltımı yönünde bir taahhütte bulunmamıştır.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine göre imzacı tüm ülkelerin tarım, ormancılık ve diğer arazi kullanımlarındaki karbon stok değişimlerinin raporlanması için ulusal bir raporlama sistemi uygulama yükümlülükleri vardır. Bu sistemin bir parçası olarak, ülkeler toprak organik karbon stok değişimlerinin, alansal ve konumsal dağılımlarının miktarlarını belirlemek zorundadırlar (Lindner and Karjalainen, 2007). Türkiye'nin de içinde olduğu birçok ülke, toprak karbon stokları hakkında yeterli bilgiye sahip değildir. Bizimde taraf olduğumuz uluslararası anlaşmalar gereği bu bilgilerin hızlı bir şekilde elde edilmesi gerekmektedir.

Türkiye 2004 yılında taraf olduğu BMİDÇS gereği Ulusal Sera Gazı Emisyon Envanteri hazırlayıp yıllık olarak ta güncellemeyi taahhüt etmiştir. Bu taahhüt içinde ilk olarak 1990-2004 yılları arası dönemi kapsayan envanter sonuçlarını içeren 1. Ulusal Bildirim IPCC'nin ilgili klavuzları doğrultusunda hazırlanıp tamamlanmış, Nisan 2006'da BMİDÇS sekreteryasına sunulmuş ve Ocak 2007'de revize ederek yayımlanmıştır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2007).

Türkiye 2013 yılında 5. Ulusal Bildirimi (2. 3. 4. ve 5. Bildirimler birlikte) BMİDÇS Sekreteryasına sunmuştur. Bu bildirim BMİDÇS'ne taraf olduktan sonra yaptığı ikinci, Kyoto Protokolü'nü imzaladıktan sonra ise ilk bildirimdir.

5. Ulusal Bildirim'e göre, Türkiye'de 1990-2009 yılları arasında Arazi Kullanımı ve Değişimi sebebiyle yaklaşık olarak yıllık 1,38 Mton CO<sub>2</sub> seviyesi eşdeğeri emisyonla karşılık gelen karbon tutumu artışı gözlenmiştir. Tutulan karbon miktarındaki bu artışın sebebi artan orman varlığı, mera ve çayır alanların genişlemesi ile açıklanmaktadır. Türkiye ormanlarında artan orman varlığı karbon tutumunda sürekli bir artış göstermektedir. 1990 yılında 12,023 Mton/yıl olan net karbon stok artışı

2009 yılına gelindiğinde 15,644 Mton/yıl şeklinde kendini göstermektedir. Bu miktarlara toprak organik maddesinde depolanan karbon miktarları dahil edilmemiştir. Toprakta biriken karbon miktarlarının da eklenmesi ile ormanlarda yerüstünde ve yeraltında depolanan karbon miktarlarının daha da fazla olduğu görülecektir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2013).

Ormancılık Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporu (Asan, 2010)'a göre, ormanların iklim değişikliği üzerinde dört temel rolü vardır:

1. Ormanlar, orman toprağı ve orman ürünleri ile birlikte karbon depolarıdır.
2. Sürdürülebilir bir şekilde yönetilen ormanlar atmosferden daha fazla CO<sub>2</sub> uzaklaştırır.
3. Ormanlar fosil yakıtlara alternatif, temiz enerji kaynağıdır.
4. Ormanların tahribi emisyon artışına neden olur.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Karasal ekosistemlerde karbon hem bitki örtüsünde hem de yetiştirme ortamı olan toprakta tutulmaktadır. Ormanlar ve orman toprakları karbon dengesinde hayati bir role sahiptir. Küresel toprak karbon havuzlarının atmosferik karbon havuzlarından 3.3 (kat) defa daha fazla ve biyolojik havuzlardan da 4.5 (kat) defa daha fazla karbon içerdiği hesaplanmıştır (Lal, 2004).

Orman ekosistemlerinde, bitkisel kütle ve toprak karbonu çevre ile dinamik bir denge halinde canlı biokütlede ve toprakta depolanır (Tesfaye ve ark., 2016). Toprak organik karbonu üzerinde topoğrafya, ana materyal ve toprak derinliği gibi bazı çevresel faktörler etkilidir (Fu ve ark., 2004; Johnson ve ark., 2000). Tolunay ve Çömez (2007) orman topraklarında karbon birikiminde belirleyici olan hususun organik maddelerin toprağa girişi ve organik maddelerin ayrışma olayları olduğunu ifade etmişlerdir.

Toprak organik maddesinin temelini de toprakta yetişen bitkilerin ve yaşayan canlı organizmaların artıkları oluşturmaktadır. Orman topraklarına baktığımız zaman, orman topraklarının organik madde içeriğinin büyük kısmını ağaçların yaprakları, meyve ve tohumları, kozalakları, kabuk ve dalları gibi ağaç bileşenleri oluşturmaktadır (Kantarcı, 2000).

Ormanların ağaç tabakasında ve mineral topraklarında depolanan karbonun hesaplanması ormanların karbon borsası ve iklim değişikliğini önlemedeki rolüne ilişkin yerel, bölgesel ve uluslararası seviyelerde önemli bilgiler ortaya koymaktadır (Tesfaye ve ark., 2016).

Farklı yerlerde yapılmış çalışmalardan elde edilen bilgilere göre orman topraklarındaki organik karbon miktarları 0,8-448 Mg ha<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Tolunay ve Çömez, 2008). Tolunay ve Çömez (2008) bu durumun Türkiye ormanlarının çok farklı ekolojik koşullara sahip olmasından kaynaklandığını belirtmektedir. Mevki, iklim özellikleri, yeryüzü şekilleri ve ölü örtü özellikleri, ölü örtü ve topraktaki organik karbon miktarını etkileyen önemli faktörler arasındadır.

Janzen (2004) iklimin orman ekosistemlerindeki toprak organik karbonu miktarını etkilediğini ifade etmiştir. Bu farklılığın en belirgin olarak iklim kuşaklarına bağlı değiştiğini hesaplanmış bazı ortalama değerlerle ortaya koymuştur. Bu değerler, boreal ormanlardaki ortalama toprak organik karbonu miktarının 343,8 Mg ha<sup>-1</sup>, tropikal ormanlarda 122,7 Mg ha<sup>-1</sup>, ılıman kuşaklarda ise 96,2 Mg ha<sup>-1</sup> şeklindedir.

Yükseltisinde orman ekosistemlerinde topraktaki azot ve organik karbon miktarlarını etkilediği birçok çalışmada ifade edilmektedir. Kantarcı (1979) Bolu Aladağ'da Uludağ Göknarı ormanlarında yaptığı çalışmada yükselti artışı ile topraklardaki azot ve organik karbon miktarlarının arttığını tespit etmiştir.

Toprakta depolanan organik madde ve organik karbon miktarları her bir ekosistem tipi için farklılık göstermektedir hatta bu farklılık aynı ekosistemlerde toprak içerisinde de kendini göstermektedir. Genellemek gerekirse, topraktaki organik karbon miktarı toprak yüzeyinden derinlere doğru gittikçe azalır. İlgili çevrenin iklim durumu (sıcaklık, yağış v.b.), toprak özellikleri gibi faktörler de toprakta organik maddesinin dinamiği üzerinde etkilidir (Koçyiğit, 2008).

Arazi yüzeyi şekli de toprak suyu rejimi üzerinde etkisi olduğu için toprak organik karbonunu etkileyebilir (Gulledge and Schimel, 2000).

Ağaç türleri, yaprak dökülmesi ve kök aktiviteleri yoluyla organik materyalin kalitesi ve miktarı ile toprak organik karbonunu etkilemektedir. Ayrıca hasılat, aralama ve gübreleme gibi müdahalelerinde toprak organik karbonu üzerinde büyük etkisi vardır (Jandl ve ark., 2007).

Dünya üzerinde karasal ekosistemlerde toprakta depolanan organik karbon miktarı 1 m derinlik için yaklaşık olarak 1200-1600 Gt C (Giga ton C) arasındadır (Batjes and Sombroek, 1997).

Organik topraklar küresel iklim sisteminde önemli bir rol oynar ve karbon depolamasında, karasal ekosistemlerde bitkisel kütlede tutulan karbon kadar önemli bir yere sahiptir. (Joosten and Couwenberg, 2008).

Atmosferdeki sera gazlarının tutulmasında toprak karbon havuzlarının rolü üzerine yapılmış güncel bazı çalışmalar ağaçların tür bazında etkileri ile ilgili daha fazla bilgiye ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır (Jandl ve ark. 2007).

Asan (1999) Türkiye ormanlarının karbon stoğunu 875 milyon ton olarak hesaplamış ve bu miktarın 554 milyon tonunun bitkisel kütlede, geriye kalan 321 milyon tonluk miktarında orman topraklarında tutulduğunu belirtmiştir.

Schauvlieghe and Lust (1999) Belçika'nın kuzeyinde farklı arazi kullanımları altındaki karbon stoklarını değerlendirmiştir. Toplam karbon stoğu otlaklarda 128 Mg/ha, 29 yaşındaki ormanlar altında 173 Mg/ha, 69 yaşındaki meşcerelerde 232 Mg/ha, 27 yaşında meşe meşcerelerinde 117 Mg/ha, 69 yaşındaki meşe-kayın meşcereleri altında 227 Mg/ha olarak belirlenmiştir. Bu çalışmaya göre yaşlı meşcerelerde toplam karbon stoğu toprakta daha yüksektir.

Mineral orman topraklarının organik karbon içeriği 1 m derinliğe kadar olan kısım için genellikle orman tipine ve iklim koşullarına bağlı olarak 20 – 300 ton C/ha-1 aralığında değişir (Jobbagy and Jackson, 2000).

Karatepe (2004) Isparta Gölcük'te farklı yetişme ortamı özelliklerine sahip karaçam meşcerelerinde yaptığı çalışmada topraktaki ve ölü örtüdeki azot ve organik karbon, organik madde miktarlarının hektardaki rezerv değerlerini karşılaştırmıştır. Çalışma sonuçlarının karbon ile ilgili kısımları incelendiğinde, en yüksek organik karbon rezerv değerinin 79,076 ton/ha ile andezit anakayası üzerindeki topraklarda olduğunu, en düşük rezervin ise 12,796 ton/ha ile Gölcük formasyonu üzerindeki meşcerelerin topraklarında olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın sonucu, farklı yetişme ortamı özelliklerine sahip meşcereler altındaki topraklarda toplam azot ve organik karbon ile ölü örtülerindeki azot ve organik madde miktarlarının birbirinden farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur.

Tolunay ve Çömez (2008) Türkiye topraklarında depolanan karbon miktarını daha önceden yapılmış birçok çalışmayı derleyerek ortalama olarak hesaplamaya çalışmışlardır. Derledikleri toprak çalışmalarının birçoğunun karbon odaklı çalışmalar olmadığını, genel bir fikir vermesi amacıyla derlendiğini belirtmişlerdir. Derlenen ibrelili ormanlar için 751 adet toprak profilinden sağlanan verilerin ortalamasına göre ortalama organik karbon miktarı 77,1 Mg ha-1, yapraklı ormanlar için 191 toprak profilinden elde edilen ortalama organik karbon miktarı 80,4 Mg ha-1 dir. Ağaçlandırma sahaları için bu değer 83,2 Mg ha-1, ibrelili-karışık ormanlar için 62,2 Mg ha-1, ibrelili-yapraklı karışık ormanlarda 70,8 Mg ha-1, yapraklı karışık

ormanlarda 161,4 Mg ha-1 olarak hesaplanmıştır. En genel ifadeyle, toplam 1234 toprak profili sonucuna göre Türkiye ormanları için ortalama organik karbon miktarı 78,0 Mg ha-1'dir.

Çömez (2010) yaptığı doktora çalışması sonucunda Sündiken Dağları'nda sarıçam meşcerelerinde karbon stok değerlerini, ağaç kütlesinde 8,422-207,777; diri örtüde 0,040-3,533; ölü odunda 0,461-1,492; ölü örtüde 8,422-20,926 ve toprakta 90,056-108,450 tC/ha olarak hesaplamıştır. Karbon stok değerlerinin meşcere tipleri arasında, ağaç kütlesi, diri örtü ve ölü örtü önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Fakat ölü odun ve toprakta depolanan karbon miktarları üzerinde meşcere tiplerinin önemli farklar oluşturmadığını tespit etmiştir. Bu bilgiler ışığında Çömez (2010)'a göre karbon stok değerlerinde tespit edilen bu farklılıkların sebebi ormanların gelişmesinden kaynaklı ve geçmişte yapılmış silvikültürel müdahalelerin bir sonucudur.

Asan (2011) Türkiye ormanlarında yıllık net karbon stok artışını tahmini değerlerle ve bunlara denk CO<sub>2</sub> eşdeğerlerini hesaplayıp sunmuştur. Asan (2011)'e göre net karbon stok artışı 2010 yılında 15 milyon 481 bin ve CO<sub>2</sub> eşdeğeri de 56 milyon 662 bin iken, 2023 yılı için tahmin edilen değerler sırasıyla 17 milyon 710 bin ve 64 milyon 918 bin ton/yıl şeklindedir. Bu sonuçlara göre Asan (2011) ormanlarda bağlanan net karbon stoğunun ve eşdeğer CO<sub>2</sub> nin her yıl giderek artacağını ifade etmektedir.

Makineci ve ark, (2011)' nin Kuzey Trakya da koruya tahvil meşe ekosistemlerinde yaptıkları çalışmada toprakta depolanan karbon miktarını ortalama 98 ton/ha olarak belirlemişlerdir. Aynı çalışmada, toprak üstü kısımlarda depolanan karbon miktarı da 50,3 ton/ha olarak hesaplanmıştır. Toprak üstü karbon birikiminin bileşenlere göre dağılımı ise %93'ü ağaç bileşenlerinde, %5,2'si ölü örtü de ve %0,9'uda diri örtüde depolanmıştır.

Tolunay ve Karabıyık (2013) yaptıkları bir çalışmada stok değişim yöntemine göre 2002-2012 yılları arasında Türkiye ormanlarında bitkisel kütlede yıllık ortalama 8,43 milyon ton karbon biriktiğini hesaplamışlardır.

Erkut (2013) tarafından Giresun Orman Bölge Müdürlüğü, Akkuş Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisindeki saf kayın meşcerelerinde yapılan yüksek lisans

çalışmasında, karbon depolama miktarları sırasıyla ağaç bileşenlerinde 171,9 ton/ha, ölü örtüde 4.06, diri örtüde 0.07 ton/ha ve toprakta 81,1 ton/ha olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanı için depolanan toplam karbon miktarı ise 257,1 ton/ha olarak ortaya konulmuştur.

Güner ve Çömez (2014) Anadolu karaçamı ağaçlandırma alanlarındaki karbon stoklarını belirlemek amacıyla yaptıkları araştırma projesinde, ağaçlardaki ortalama karbon stok değerini 65,776 tC/ha, çalılarda 0,587 tC/ha, ölü örtüde 8,706 tC/ha, topraktaki karbon stoğunu ise 70,775 tC/ha olarak belirlemişlerdir. Çalışmanın sonuçları ağaç kütlesi, ot, ölü örtü ve toplam karbon stoğunun meşcere tiplerine göre önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuş, çalı ve toprak karbon stoğunda ise meşcere tiplerine göre farklılıkların önemli düzeyde olmadığı ifade edilmiştir.

Sarıyıldız ve ark. (2015) ağaç türlerinin, meşcere yaşının ve arazi kullanımı değişiminin toprak karbonu ve azot stoğu oranları üzerine Türkiye'nin kuzeybatısında yaptıkları bir çalışmada toprak karbonu ve azot içeriği bakımından üç ağaç türü (karaçam, sarıçam ve kayın) arasında ve genç göknar meşcereleri ile çayırılık alanlar arasında önemli farklılıklar olduğunu ortaya koymuşlardır.

Sarıyıldız ve ark. (2015)'in çalışmalarının sonuçlarına göre geniş yapraklı (ör. Kayın) meşcereler altındaki mineral topraklar ibrelili meşcerelerin (ör. Karaçam, Sarıçam) mineral topraklarından daha az karbon içermektedir. İbreliler kendi arasında karşılaştırıldığında ise karaçam meşcereleri altındaki topraklarda sarıçama göre daha fazla karbon birikmektedir.

Toplam 0-20 cm aralığındaki toprak derinliği dikkate alındığında, karaçam meşcereleri 78,8 Mg C ha<sup>-1</sup> ile en yüksek, kayın meşcereleri ise 67,0 Mg C ha<sup>-1</sup> ile en düşük toprak karbon stoğuna sahiptir (Sarıyıldız ve ark. 2015).

2015 yılı itibariyle Türkiye orman varlığı 22.342.935 ha'dır ve ülke yüzölçümünün %28,6'sını oluşturmaktadır. Ormanlık alanlarımızın %48 ini ibrelili ormanlar, %33 ünü yapraklı ormanlar ve %19 unuda ibrelili-yapraklı karışık ormanlar oluşturmaktadır. Kayın ormanları ise 1.899.929 ha ile genel orman alanının %8,50 sini oluşturmaktadır (OGM, 2015).

OGM (2015) verilerine göre 2015 yılı sonu itibariyle Türkiye ormanlarında tutulan karbon miktarı 1.910.762.195 ton olarak hesaplanmıştır.

Roßkopf ve ark (2015) Almanya'daki organik topraklar, organik toprakların yayılışı ve karbon stokları adlı çalışmada karbon stoklarını, yaş sınıflarına ve ağaç türüne bağlı 120–190 t C/ha, sığ bataklık topraklarda 170 t C/ha ve 2 metre derinlikteki turbalıklar ile bataklık topraklarda 1400 t C/ha olduğu belirtilmiştir. Buna göre organik toprakların en önemli karbon havuzlarından biri olduğu söylenebilir.

Mafrak (2016) Kastamonu'da Çaldere Orman İşletme Şefliğinde saf karaçam ormanlarındaki toprak organik karbonunu belirlemeye yönelik yüksek lisans çalışmasında, üst toprak (0-20 cm) için benzer koşullarda farklı yaş gruplarına göre karbon miktarlarını ortaya koymuştur. Ortalama karbon miktarları 1. Yaş (0-10 yaş) grubu için 39,85 ton/ha, 2. Yaş grubu (10-20 yaş) için 61,26 ton/ha, 3. Yaş grubu (20-30 yaş) için 53,05 ton/ha, 4. Yaş grubu (30-40 yaş) için 41,55 ton/ha, 5. Yaş grubu (40-50 yaş) 48,81 ton/ha, 6. Yaş grubu (50-60 yaş) için 47,44 ton/ha ve kontrol parseli 7 için de 38,49 ton/ha şeklinde bulmuştur. Aynı çalışmada yine farklı yaş grupları için alt toprak (20-40 cm) katmanında ortalama karbon miktarları sırasıyla, 36,87 ton/ha; 51,03 ton/ha; 45,42 ton/ha; 35,76 ton/ha; 39,63 ton/ha; 41,00 ton/ha, ve 30,85 ton/ha şeklindedir. Bu sonuçlara göre üst ve alt toprak katmanları karbon miktarları benzer trend göstermektedir. Bunu yanı sıra açıklık alanlardan alınan toprak örneklerinde meşcere altından alınan örneklerden daha düşük karbon miktarları içerdikleri tespit edilmiştir.

Yolasiğmaz ve ark. (2016) Artvin Orman İşletme Şefliğinde iki farklı yöntemle göre yaptığı karbon birikiminin belirlenmesi çalışmasında kullandıkları ilk yöntemle göre bitkisel kütlede depolanan toplam karbon miktarını 228.034,1 ton, orman toprağında depolanan karbon miktarını 393.162,2 ton ve toplam karbon miktarını 621.196,2 ton olarak hesaplamışlardır. Bu hesaplama yönteminde orman toprağında biriken karbon miktarının bitkisel kütlede biriken miktardan fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Kullanılan diğer yöntemle göre ise toprak üstü ve toprak altı biyokütledeki karbon miktarı 350.525,2 ton, ölü örtüde 62.303,8, topraktaki karbon miktarı 136.484,5 ve toplam karbon birikimi 552.059,7 ton olarak hesaplanmıştır. İki yöntem karşılaştırıldığında elde edilen değerlerin çok farklı olduğu görülmektedir. Çalışmanın sonucunda her ağaç türü için ve karışık ormanlar içinde yerine göre

karışım oranlarında yeni katsayılar geliştirilmesi gerektiği ve her nevi canlı ve cansız biyokütlenin hesaba katılması gerektiği ifade etmişlerdir.

Güner ve Makineci (2016)'nin İç Anadolu'nun batısında Türkmen Dağı'nda sarıçam ormanlarındaki toprak ve ölü örtüde biriken yıllık organik karbonun miktarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada toprakta yılda 2,88 Mg C ha<sup>-1</sup>, ölü örtüde yılda 0,02 Mg C ha<sup>-1</sup> karbon depolandığı belirlenmiştir.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Çalışma alanı İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yaylacık Araştırma Ormanı alanı içerisinde kalmaktadır. Çalışma materyali Yaylacık Araştırma Ormanı alanı içerisinde bulunan saf kayın meşcerelerine ait farklı meşcere gelişim çağlarından (a, b, c ve d) ve bozuk meşcerelerden seçilmiştir. Farklı meşcere çağlarındaki kayın meşcerelerinde topraktaki karbon miktarının değişiminin ortaya konulması amacıyla her bir meşcere çağından 4 farklı derinlik kademesinden (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm ve 30-40 cm) toprak silindir örnekleri alınmıştır.



Fotoğraf 3.1. Saf kayın meşceresi deneme alanı (d gelişim çağı)

#### 3.1.1. Araştırma Alanının Mevkii

Çalışma alanı İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yaylacık Araştırma Ormanı sınırları içerisinde kalan alandır (Harita 3.1).

Yaylacık Araştırma Ormanı, Bolu İli Mengen İlçesi köyleri ile Karabük İli Yenice İlçesi köyleri arasında süre gelen ihtilafların giderilmesi için 1987 yılında Bakanlık Makamının 01.05.1987 tarih ve APK.1.TK.6/56 sayılı Olurları ile Sarıot Orman İşletme Şefliğinden ayrılarak o dönemde faaliyette bulunan Merkez Ormancılık

Araştırma Enstitüsüne bağlı Müstakil bir Araştırma Ormanı Şefliği olarak kurulmuştur.

Yaylacık Araştırma Ormanı Mühendisliği Ormanları 10 yılda bir yapılan ve en son 2011-2020 yıllarını kapsayan Fonsiyonel Orman Amenajman Planı'na göre işletilmektedir. Bu Amenajman Planı'na göre Ormanlar Sosyal ve Kültürel Fonksiyonlarına göre A ve B olarak iki işletme sınıfına ayrılmıştır;

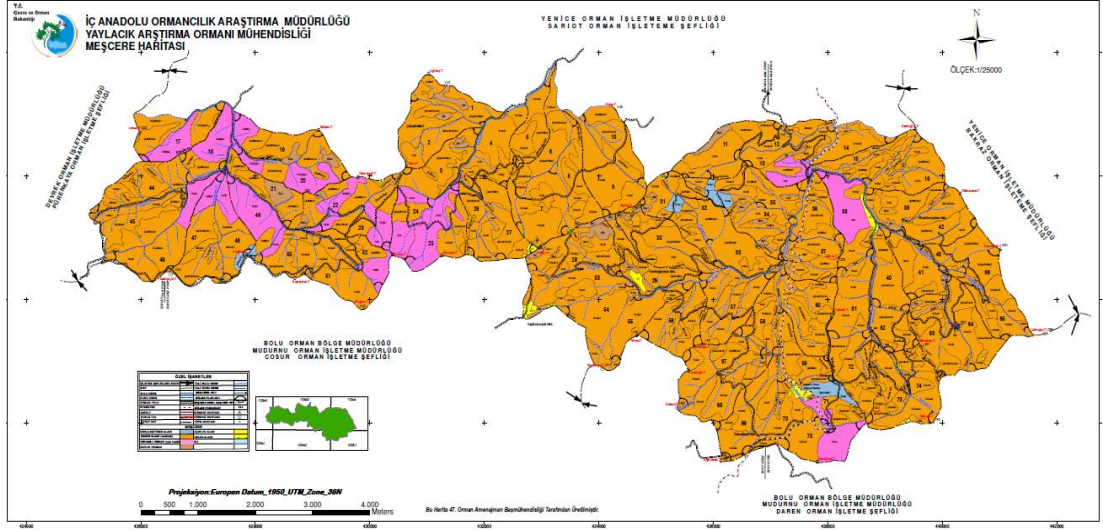
A-Kayın+Karaçam İşletme Sınıfı ( Bakım )

B-Kayın İşletme Sınıfı ( Devamlı Orman )

A İşletme sınıfında 4704 ha, B İşletme sınıfında ise 516,9 ha olmak üzere toplam 5220,9 ha ormanlık alan mevcut olup bu miktarın % 99 u verimli ormandır.

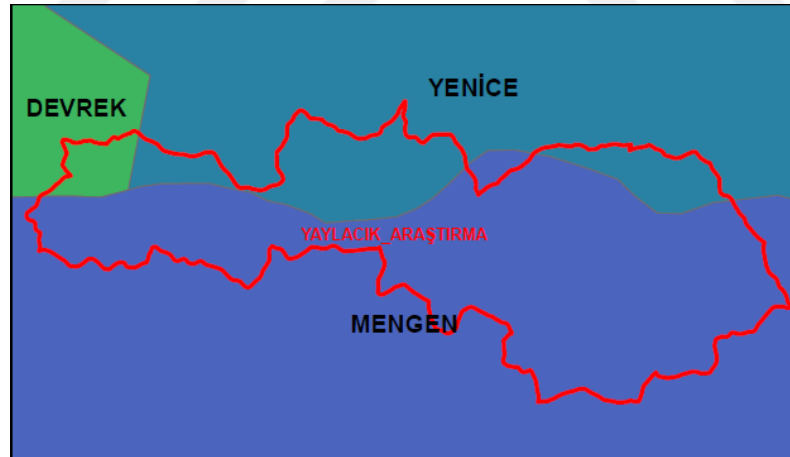
Ormanın ana ağaç türleri Kayın, Karaçam, Gökmar, Meşe ve Gürgen olup % 90 lık kısmı 1. ve 2. Bonitet sınıfında ülkemizin en verimli ormanlık alanlarından biri olma özelliğini taşımaktadır.

Yaylacık Araştırma Ormanını da içine alan Yenice Ormanları; zengin biyolojik çeşitliliği ve habitat çeşitliliği nedeniyle, WWF (Doğal Hayatı Koruma Vakfı ) tarafından, Avrupa da pek az orman için tanımlanan 100 sıcak noktadan biri olarak tanımlanmıştır. Bu nedenle hem ulusal hem de uluslararası düzeyde koruma hassasiyeti yüksek olan bir bölgedir.



Harita 3.1. Yaylacık Araştırma Ormanı meşcere haritası

Coğrafi olarak, Karadeniz bölgesinde bir kısmı Karabük İli Yenice İlçesinde bir kısmı da Bolu İli Mengen İlçesi hudutları içerisinde kalmaktadır. Mengen İlçesine 24 Km. Yenice İlçesine 37 Km. Ankara'ya 197 Km. Zonguldak İline 132 Km. Karabük İline 65 Km. mesafededir.



Harita 3.2. Yaylacık Araştırma Ormanı mülki sınır haritası



Harita 3.3. Yaylacık Araştırma Ormanı ulaşım haritası

Yaylacık Araştırma Ormanı; Ekvator'a göre  $40^{\circ}58'59.68''N$  (4537357.746m) -  $41^{\circ}02'34.93''N$  (4543846.094m) Kuzey Enlemleri ile Greenwich'e göre  $32^{\circ}06'31.88''N$  (425096.853m) -  $32^{\circ}18'21.13''N$  (441606.105m) Doğu Boyamları arasında yer almaktadır (OGM, 2011).

Yaylacık Araştırma Ormanı Mühendisliğinin ormanlık alanlarının mülkiyeti bütünü ile devlete aittir.

Araştırma Ormanının en yüksek noktası Keçikıran Tepe olup 1654,5 metredir. En alçak yeri Kırıkagıl pınarı mevki olup buranın rakımı 700 metredir (OGM, 2011).

### 3.1.2. İklim

Yaylacık Araştırma Ormanı Mühendisliği plan ünitesi, Karadeniz Bölgesinin Batı Karadeniz Bölümünde yer alır. Araştırma Ormanında tipik Karadeniz iklimi hüküm sürmekle birlikte, Kuzey Anadolu sahil mntıkasındaki dağlar üzerinde bulunması sebebi ile kısmen deniz ikliminin kısmen de kara ikliminin etkisi altında kalmaktadır. Erken ve geç donlar görülmektedir. Yazları serin, kışları soğuk ve yağışlıdır. Yağışlı günlerde yüksek kesimlere sis çöktüğünden ormanlarda değişik bir görüntü oluşturmaktadır. Bu görüntü sebebi ile Araştırma Ormanını da komşu olduğu Yenice Ormanları gibi "Sis Ormanları" olarak adlandırıldığı bilinmektedir.

Bitki toplumlarının tür bileşiminde ve bu türlerin yayılışında iklim özellikleri en önemli yetiştirme ortamı faktörüdür. Bunun için yükselti ve topoğrafik yapı bakımından plan ünitesi alanına en yakın meteorolojik rasat değeri uygunluğuna kanaat getirilen 1560 rakımlı Büyükdüz Araştırma Ormanı Meteoroloji İstasyonuna ait rasat değerlerinden yararlanılmıştır. Bu değerlere göre yıllık ortalama sıcaklık 6,2 derecedir. Ağustos ayında 31,0 derece ile en yüksek sıcaklık, Ocak ayında -18,0 derece ile en düşük sıcaklık ölçülmüştür.

Vejetasyon mevsimi ortalama olarak Haziran-Eylül aylarıdır. Vejetasyon mevsiminde 0 derece en düşük sıcaklık Haziran ayında, en yüksek sıcaklık ise 31 derece ile Ağustos ayındadır. Ortalama sıcaklık değeri ise 13,4 derecedir.

Yağış en az Temmuz ayında görülmektedir. Aralık, Ocak ve Şubat aylarında yağışlar daha çok görülmektedir. Aralık ayında günlük maksimum yağış miktarı 88,8 mm.seviyelerindedir. Günlük minimum yağış ise 56,7 mm. ile Temmuz ayında görülmektedir. Verilere göre yağış olmayan ay bulunmamaktadır. Ortalama toplam yağış miktarı yıllık 1371,2 mm'dir. Yıllık ortalama bağıl nem %75 olup, yıllık ortalama bulutluluk ise 89,7 olarak görülmektedir (OGM, 2011).

Tablo 3.1. Çalışma alanının 1975-2005 yıllarına ait meteorolojik verileri (Büyükdüz Araştırma Ormanı Meteoroloji İstasyonu, 2005)

| Meteorolojik Gözlemler       | AYLAR |       |       |             |       |         |        |         |       |      |       |        | Yıllık | Vejetasyon Süresinde |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------------|-------|---------|--------|---------|-------|------|-------|--------|--------|----------------------|
|                              | Ocak  | Şubat | Mart  | Nisan       | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık |        |                      |
| Ortalama Sıcaklık ( C° )     | -2.9  | -2.1  | 0.2   | 4.5         | 9.0   | 11.9    | 14.4   | 14.9    | 12.1  | 7.5  | 5.2   | -0.4   | 6.2    | 13.3                 |
| En Yüksek Sıcaklık ( C° )    | 10.0  | 14.0  | 16.0  | 23.0        | 25.6  | 28.0    | 28.3   | 31.0    | 28.5  | 23.5 | 19.0  | 10.5   | 31.0   | 31.0                 |
| En Düşük Sıcaklık ( C° )     | -18.0 | -16.0 | -12.0 | -11.0       | -3.0  | 0.0     | 2.5    | 2.0     | -2.8  | -5.0 | -9.0  | -11.0  | -18.0  | -2.8                 |
| Ortalama Nisbi Nem %         | 82    | 84    | 78    | 73          | 74    | 73      | 70     | 6.5     | 68    | 73   | 74    | 82     | 75     | 69.0                 |
| Yağış 10mm Olan Gün Sayısı   | 5.6   | 4.4   | 3.9   | 4.6         | 4.0   | 2.9     | 1.8    | 2.1     | 2.8   | 2.5  | 4.1   | 6.5    | 45.1   | 9.6                  |
| Ortalama Yağış (mm)          | 181.8 | 152.9 | 125.8 | 125.8       | 117.2 | 86.1    | 56.7   | 74.6    | 66.5  | 77.8 | 115.7 | 197.4  | 1371.2 | 283.9                |
| Donlu Günler Sayısı          | 18.2  | 17.8  | 10.2  |             |       |         |        |         |       | 1.5  | 10.0  | 14.2   | 74.5   |                      |
| Günlük Max. Yağış Miktarı    | 62.3  | 39.0  | 43.4  | 48.0        | 50.3  | 48.0    | 85.0   | 77.7    | 33.2  | 42.0 | 56.5  | 88.8   | 88.8   | 85.0                 |
| Vejetasyon(>10C°) Gün Sayısı | 2.4   | 3.8   | 9.0   | 24.8        | 31.0  | 30.0    | 31.0   | 31.0    | 29.6  | 29.2 | 15.2  | 3.0    | 240.0  | 181.8                |
| Ortalama Sisli Günler Sayısı | 6.4   | 8.0   | 8.8   | 8.8         | 8.4   | 5.0     | 4.8    | 5.7     | 6.4   | 8.7  | 8.8   | 9.6    | 89.7   | 21.9                 |
| En Hızlı Rüzgar Yönü         | SE    | SE    | SE    | NW<br>SW,SE | S     | NW      | NW     | SW      | NW    | SE,W | W     | E      | E      | NW                   |
| En Hızlı Rüzgar Hızı m/s     | 7     | 12    | 9     | 5           | 6     | 9       | 6      | 6       | 7     | 6    | 7     | 14     | 14     | 9                    |

**METEOROLOJİ İSTASYONU** : BÜYÜKDÜZ  
**RAKIM** : 1560

1975-2005 Yılları Rasatlarına Ait Ortalama ve Ekstrem Değerler

**ENLEM** : 42°01'N  
**BOYLAM** : 35°10'E

### 3.1.3. Vejetasyon

Araştırma Ormanı 5105,6 ha. Verimli (Prodüktif) Orman, 115,3 ha. Verimsiz (Bozuk) Orman ve 29,2 ha. Orman toprağı (OT) olmak üzere 5250,1 ha.dır.

Araştırma Ormanında Karadeniz nemli hava kütlesi hakim olduğundan daha fazla yağış almakta olup deniz iklimi etkisi görülmektedir. Kuzeye bakan yamaç ve alanlarda *Fagus orientalis* yaygın olup saf olarak yayılış gösterdiği gibi diğer ibrelilerle de (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*, *Pinus nigra* subsp. *nigra* var *caramanica*, *pinus sylvestris*) karışım oluşturmaktadır. Güneye bakan yamaçlar da ve alanlarda güneşin yakıcı ve kurutucu etkisi ile *Quercus petraea* ssp. *iberika* yayılış göstermektedir. Teze konu olan çalışma alanındaki toprak yağışlarla yıkandığı için asidik reaksiyon göstermektedir. Araştırma Ormanında yağış, yükselti, bakı, anakaya ve toprak faktörlerine göre birliklere, alt birliklere ve bitki gruplarına ayrılmıştır.

*Cardamino impatiendis-Fagetum orientalis* birliğı,

*Ostryo carpinifolia-Carpinetum betuli* birliğı,

*Festuco heterophylae-Quercetum ibericae* birliğı,

*Pinetum nigro-sylvestris* birliğı,

*Fagetosum orientalis* alt birliğı,

*Rhododendretosum pontici* alt birliğı,

*Abietosum bornmuelleriana* alt birliğı,

*Fagus orientalis-Fraxinus excelsior* subsp. *excelsior* bitki grubu,

*Fagus orientalis-Rhododendron ponticum* subsp. *ponticum*-*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* bitki grubu,

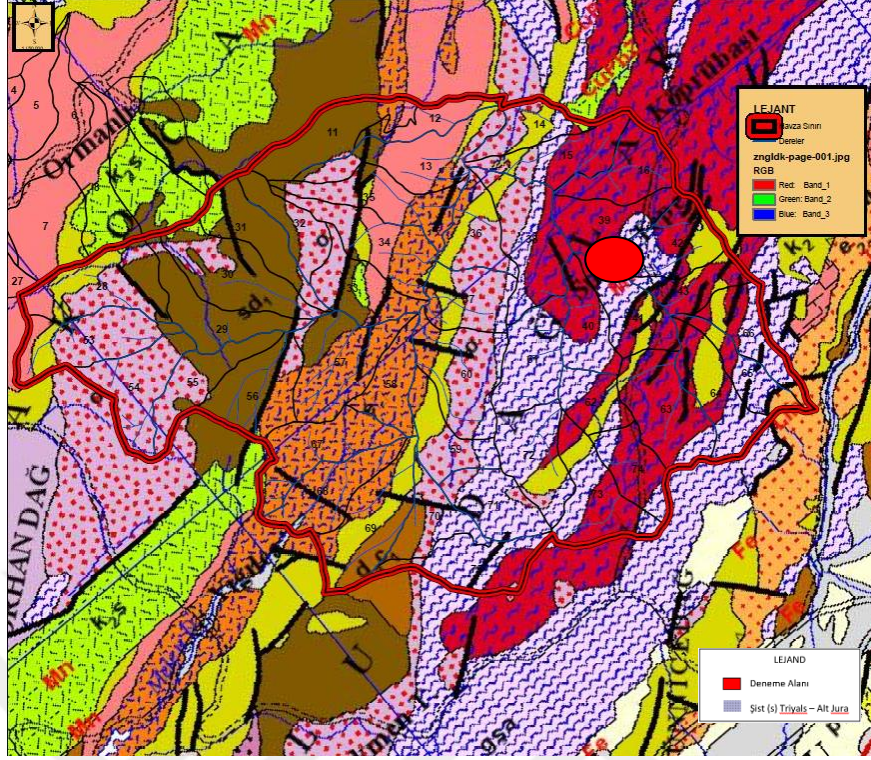
*Fagus orientalis-Rhododendron ponticum* subsp. *ponticum*-*Pinus sylvestris* bitki grubu (Arslan,2010).



Fotoğraf 3.2. Saf kayın meşceresi deneme alanı (b gelişim çağı)

#### **3.1.4. Jeolojik Yapı**

İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsüne bağlı Yaylacık Araştırma Ormanında seçilen deneme alanına ait jeolojik yapı özellikleri Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından hazırlanan Türkiye jeoloji haritasından yararlanılarak belirlenmiştir (Harita 3.4). Jeoloji haritasını incelediğimizde, örnek alanların plutonik kayalardan, prekambriyen jeolojik zamanında oluştuğu ve metagranit anakayasından meydana geldikleri belirlenmiştir. Ayrıca metaformik kayalardan, yine prekambriyen jeolojik zamanında oluştuğu ve ayrılmamış gnays, şist, migmatit, metagranit, amfibolit gibi anakayalardan meydana geldiği tespit edilmiştir. Toprak, güney yamaçlarda akışkan sığ kırıntılı strüktürde, kuzey yamaçlarda mul tipi humus örtülü su tutma kapasitesi iyi, derin ve gevşek strüktürdedir.



Harita 3.4. Deneme alanlarına ait jeoloji haritası

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Örnek Alanların Seçimi

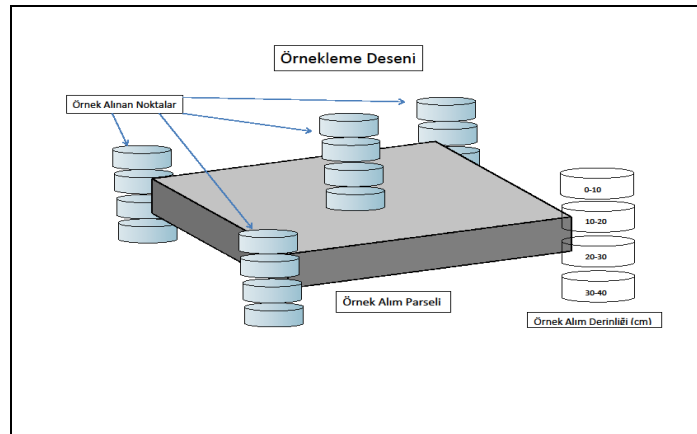
Planlanan tez çalışması için Yaylacık Araştırma Ormanı Mühendisliği alanı içerisinde bulunan saf kayın meşcerelerinin yayılış gösterdiği alanlar ARCGIS 9.3.1 programı kullanılarak harita üzerinde tespit edilmiştir. Harita üzerinde tespit edilen saf kayın meşcereleri arazide incelenerek güncel durumları belirlenmiştir. Belirlenen alanlar içerisinde araştırma amacına uygun olan farklı meşcere gelişim çağlarındaki kayın kuruluşları seçilmiştir. Örnek alanları sırası ile Kna3, Knb3, Knc3, Knd3 ve BK<sub>n</sub> meşcere gelişim çağlarından oluşmaktadır.

Kalıpsız (1976)'a göre ideal bir deney, diğer bütün değişkenleri sabit tutarak, sadece incelenmek istenilenin bir tanesini değiştirmek ve bu değişkenin etkilerini incelemek şeklinde ifade edilmektedir. Bu nedenle araştırma alanında belirlenen örnek alanlar eğim, bakı, mevki, yükseklik, ana kaya özellikleri benzer alanlardan seçilmeye çalışılmıştır (Zengin, 1997).



Fotoğraf 3.3. Saf Kayın Meşçeresi deneme alanı (c gelişim çağı)

Deneme alanları, araştırma ormanı alanında yayılış gösteren saf kayın meşçerelerinden farklı meşçere gelişim çağlarından (a, b, c, d) ve bozuk kayın meşçerelerinden seçilmiştir. Örnek alanın büyüklüğü  $20\text{m} \times 20\text{m} = 400$  metrekare olarak belirlenmiştir. Böylelikle her bir meşçere kuruluşundan (a, b, c, d ve bozuk) 4'er deneme alanı alınmış ve bu deneme alanlarının her birinden 5 replikasyon ile bu replikasyonların her birinde 4 farklı derinlik kademesinden (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm ve 30-40 cm) toplamda 400 adet toprak silindir örneği alınmıştır.



Şekil 3.1. Araştırma örnekleme deseni

### 3.2.2. Toprak Örneklerinin Alınması

Çalışma için araştırma alanında tespit edilen her bir meşcere kuruluşundaki 4 deneme alanından 4 farklı toprak derinlik kademesinden toprak silindir örnekleri alınmıştır.



Fotoğraf 3.4. Deneme alanlarından alınan toprak silindir örnekleri alımı

Toprak silindir örnekleri her bir deneme alanının dört bir köşesinden ve ortasından alınmıştır. Elde edilen örnekler kese kağıtları içerisine konularak Kastamonu Üniversitesi Havza Yönetimi Laboratuvarına getirilmiştir.



Fotoğraf 3.5. Deneme alanlarından alınan toprak silindir örnekleri

### 3.2.3. Laboratuvar Yöntemleri

Toprakların Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Oranı ve Karbon Miktarların belirlenmesi amacıyla alınan toprak örnekleri öncelikle laboratuvar ortamında hava kurusu hale getirilmiştir. Hava kurusu hale getirilen topraklar usulüne uygun olarak porselen havanlarda dövülerek iki milimetrelik eleklerden geçirilip numara verilerek analize hazır hale getirilmiştir.



Fotoğraf 3.6. Toprak örneklerinin analize hazırlanması

#### ***3.2.3.1. Toprak Örneklerin Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Oranı ve Karbon Miktarların belirlenmesi***

##### ***3.2.3.1.1. Hacim Ağırlığı***

Hacim ağırlığını belirlemek için, alınan silindir örnekleri içindeki toprak boşaltılmış ve 105°C deki kuru ağırlığı belirlenmiştir. Alınan toprakların silindir hacmi belli olduğuna göre örneklerin fırın kurusu ağırlığı silindir hacmine bölünmek sureti ile hacim ağırlığı  $\text{gr}/\text{cm}^3$  olarak tespit edilmiştir (Özyuvacı, 1978).



Fotoğraf 3.7. Laboratuvarda hacim ağırlığı tespiti

### 3.2.3.1.2. Ateşte Kayıp

Toprakların ateşte kayıp miktarı, kül fırınında 700-800°C'ye kadar kurutularak darası alınmış olan krozeler kullanılmış ve 10 gr toprak örnekleri 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Krozelere konulan toprak örnekleri 105°C 'de 24 saat kurutulmuş ve mutlak kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. Daha sonra örnekler kül fırınına alınmış ve 2 saat süre ile yakılmak suretiyle içerisindeki organik maddelere, kolloidlere ve kil minerallerine bağlı su bertaraf edilmiştir. Toprak örnekleri yakma süresince tam bir yanma için bir kaç kez karıştırılmış, süre sonunda örnekler tartılmış ve iki ağırlık arasındaki farktan ağırlık yüzdesi olarak ateşte kayıp miktarı tespit edilmiştir (Gülçur, 1974).



Fotoğraf 3.8. Toprak örneklerinin ateşte kayıp analizi

### 3.2.3.1.3. Karbon Oranı ve Karbon Miktarı

Toprak örneklerindeki karbon oranı ve karbon miktarını belirlenmesinde; karbon oranının tespiti için organik madde (ateşte kayıp) ile 0,58 katsayısı çarpılmıştır. Toplam karbon miktarının belirlenmesinde ise; hacim ağırlığı, karbon oranı yüzdesi ve örnek derinliği (cm) çarpılmak suretiyle bulunmuştur (Guo, Gifford, 2002).

$$C_c\% = 0,58 \times OM\% \quad (3.1)$$

$$C_t = BD \times C_c\% \times D \text{ (cm)} \quad (3.2)$$

### 3.2.4. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizlerde varyans analizinin uygulanabilmesi için veriler iki varsayımı yerine getirmelidirler. Birincisi veriler en az aralık ölçeğine sahip olmalıdır. İkincisi ise veriler normal dağılım göstermelidirler. İstatistiksel Analizimizi Kayın türünün farklı meşcere gelişim çağlarında, değişik toprak derinlik katmanında Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Oranı ve Karbon Miktarı değerlerine göre karşılaştırılması oluşturmaktadır. Elde edilen veriler nicel veriler olması ilk varsayımı sağlamaktadır. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov (K-S) tek örnek testi ile kontrol edilmiştir. Orijinal verilerin normal dağılım gösterdiği gözlemlenmiştir ( $P < 0,05$ ) (Özdamar, 2004). Bununla birlikte örnek büyüklüğü testlerin seçiminde önemli rol oynar. Büyük örneklerde ( $n > 30$ ) parametrik testler daha güvenceli olduğundan karbon miktarında da tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır (Batu, 1995).

Tablo 3.2. Verilerin Kolmogorov-Smirnov uygunluk testi ile normal dağılımın kontrolü

|       |                |       |
|-------|----------------|-------|
| 0-10  |                | P*    |
|       | Hacim Ağırlığı | 0,001 |
|       | Organik Madde  | 0,000 |
|       | Karbon Oranı   | 0,000 |
|       | Karbon Miktarı | 0,000 |
| 10-20 |                | P*    |
|       | Hacim Ağırlığı | 0,348 |
|       | Organik Madde  | 0,005 |
|       | Karbon Oranı   | 0,005 |
|       | Karbon Miktarı | 0,012 |
| 20-30 |                | P*    |
|       | Hacim Ağırlığı | 0,009 |
|       | Organik Madde  | 0,054 |
|       | Karbon Oranı   | 0,053 |
|       | Karbon Miktarı | 0,105 |
| 30-40 |                | P*    |
|       | Hacim Ağırlığı | 0,232 |
|       | Organik Madde  | 0,008 |
|       | Karbon Oranı   | 0,008 |
|       | Karbon Miktarı | 0,006 |

P\* < 0,05

## 4. BULGULAR

Bu çalışmada Yaylacık Araştırma Ormanı sınırları içerisinde kalan alandaki saf kayın meşcerelerinde farklı gelişim çağlarında toprak derinliklerine göre (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm) Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Oranı ve Karbon Miktarların belirlenmesi ile elde edilen bulgular değerlendirilmektedir. Ayrıca farklı yaş gruplarındaki aynı derinlik katmanında elde edilen ortalama Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Oranı ve Karbon Miktarı bütün tablo ve şekillerde değerlendirilmektedir.

### 4.1. Toprak Derinlik Kademesine Ait Bulgular (0-10 cm)

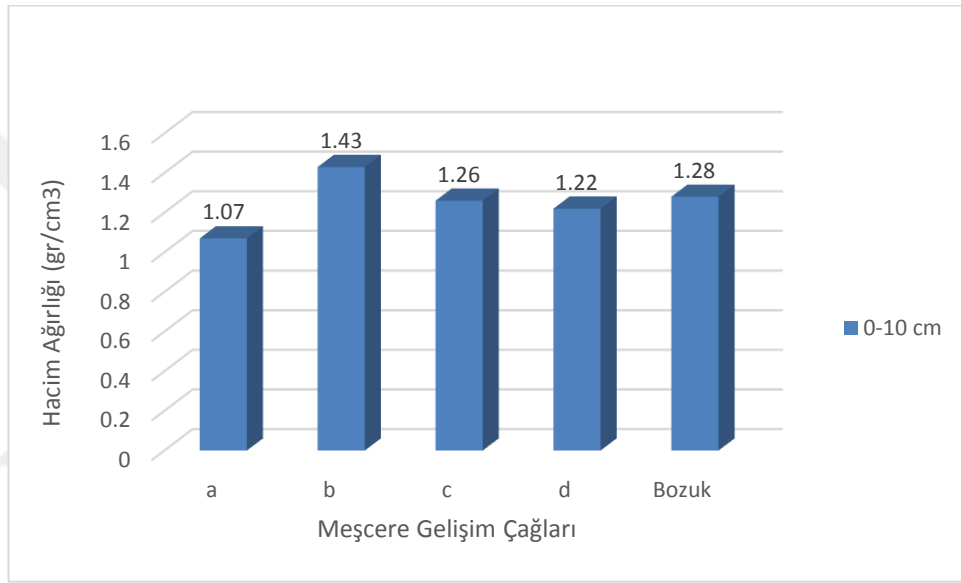
Tablo 4.1. 0-10 cm toprak derinliğinde hacim ağırlığı, organik madde karbon oranı ve karbon miktarlarına ilişkin bulgular

| Toprak özellikleri                   | Meşcere Kuruluşları | N  | Ortalama | Std Sapma | Std Hata | F     | P*    | İkili Karşılaştırma (Tukey HSD) |
|--------------------------------------|---------------------|----|----------|-----------|----------|-------|-------|---------------------------------|
| Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> ) | (a) (1)             | 20 | 1,07     | 0,281     | 0,062    | 4,957 | 0,001 | (1-2)                           |
|                                      | (b) (2)             | 20 | 1,43     | 0,157     | 0,035    |       |       |                                 |
|                                      | (c) (3)             | 20 | 1,26     | 0,321     | 0,071    |       |       |                                 |
|                                      | (d) (4)             | 20 | 1,22     | 0,270     | 0,060    |       |       |                                 |
|                                      | (bozuk) (5)         | 20 | 1,28     | 0,222     | 0,049    |       |       |                                 |
| Organik Madde (%)                    | (a) (1)             | 20 | 5,23     | 1,270     | 0,284    | 6,077 | 0,000 | (1-5),(2-5)<br>(3-5)            |
|                                      | (b) (2)             | 20 | 4,95     | 1,104     | 0,247    |       |       |                                 |
|                                      | (c) (3)             | 20 | 4,87     | 1,319     | 0,295    |       |       |                                 |
|                                      | (d) (4)             | 20 | 5,61     | 1,649     | 0,368    |       |       |                                 |
|                                      | (bozuk) (5)         | 20 | 6,68     | 1,277     | 0,285    |       |       |                                 |
| Karbon Oranı (%)                     | (a) (1)             | 20 | 3,03     | 0,736     | 0,164    | 6,067 | 0,000 | (1-5),(2-5)<br>(3-5)            |
|                                      | (b) (2)             | 20 | 2,87     | 0,640     | 0,143    |       |       |                                 |
|                                      | (c) (3)             | 20 | 2,82     | 0,764     | 0,171    |       |       |                                 |
|                                      | (d) (4)             | 20 | 3,25     | 0,957     | 0,213    |       |       |                                 |
|                                      | (bozuk) (5)         | 20 | 3,87     | 0,741     | 0,165    |       |       |                                 |
| Karbon miktarı ( ton/ha)             | (a) (1)             | 20 | 31,53    | 8,162     | 1,825    | 7,799 | 0,001 | (1-5),(3-5)<br>(4-5)            |
|                                      | (b) (2)             | 20 | 40,87    | 10,083    | 2,254    |       |       |                                 |
|                                      | (c) (3)             | 20 | 34,50    | 9,945     | 2,223    |       |       |                                 |
|                                      | (d) (4)             | 20 | 38,71    | 11,701    | 2,616    |       |       |                                 |
|                                      | (bozuk) (5)         | 20 | 49,77    | 14,925    | 3,337    |       |       |                                 |

\*P<0,05

#### 4.1.1. Hacim Ağırlığına İlişkin Bulgular

Yapılan çalışmada her bir farklı meşcere kuruluşunda (0-10 cm) toprak derinliği için ortalama hacim ağırlığı değerleri; (a) gelişim çağında  $1.07 \text{ gr/cm}^3$ , (b) gelişim çağında  $1.43 \text{ gr/cm}^3$ , (c) gelişim çağında  $1.26 \text{ gr/cm}^3$ , (d) gelişim çağında  $1.22 \text{ gr/cm}^3$  ve bozuk meşcere kuruluşunda  $1.28 \text{ gr/cm}^3$  olarak bulunmuştur (Tablo 4.1). Ortalama hacim ağırlığı değerlerinin farklı meşcere kuruluşlarına göre değişimi Grafik 4.1’de verilmiştir.



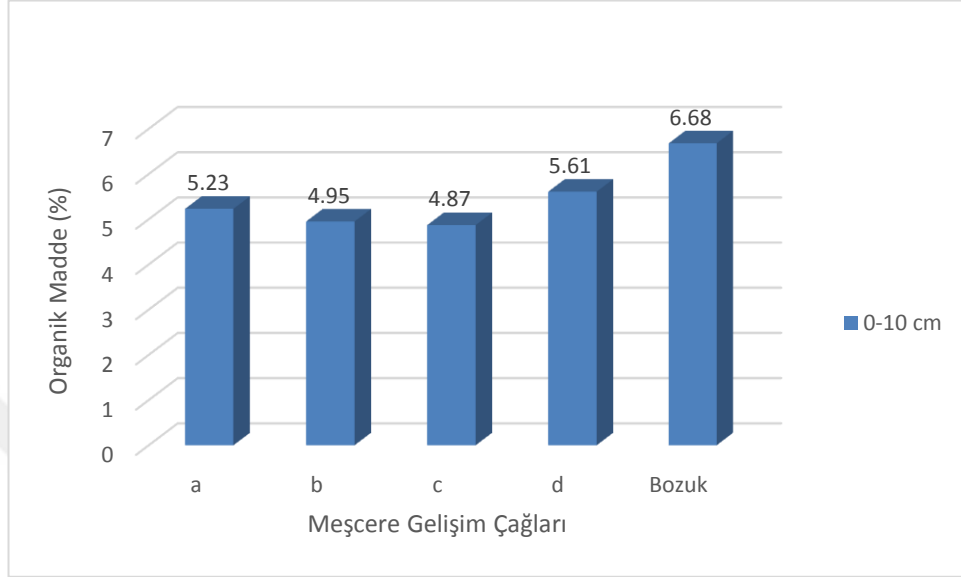
Grafik 4.1. Farklı meşcere gelişim çağlarına ait ortalama hacim ağırlığı değerlerinin değişimi (0-10 cm)

Varyans analizi sonuçlarına göre; farklı meşcere kuruluşlarında 0-10 cm toprak derinlik kademesinde ortalama hacim ağırlığı değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). İstatistiki açıdan farkın kaynağına çoklu karşılaştırma testleri Tukey HSD bakıldığında, farklı meşcere kuruluşlarında ortalama hacim ağırlığı değerleri (a) ve (b) gelişim çağları arasında istatistiki anlamda (%5 güven düzeyinde) bir farklılık tespit edilmiştir.

#### 4.1.2. Organik Maddeye İlişkin Bulgular

Farklı meşcere kuruluşlarında (0-10 cm) toprak derinliğinde ortalama organik madde değerleri; (a) gelişim çağında % 5.23, (b) gelişim çağında % 4.95, (c) gelişim

çağında % 4.87, (d) gelişim çağında % 5.61 ve bozuk meşcere kuruluşunda % 6.68 olarak bulunmuştur (Tablo 4.1). Ortalama organik madde değerlerinin farklı meşcere kuruluşlarına göre değişimi Grafik 4.2' de gösterilmiştir.

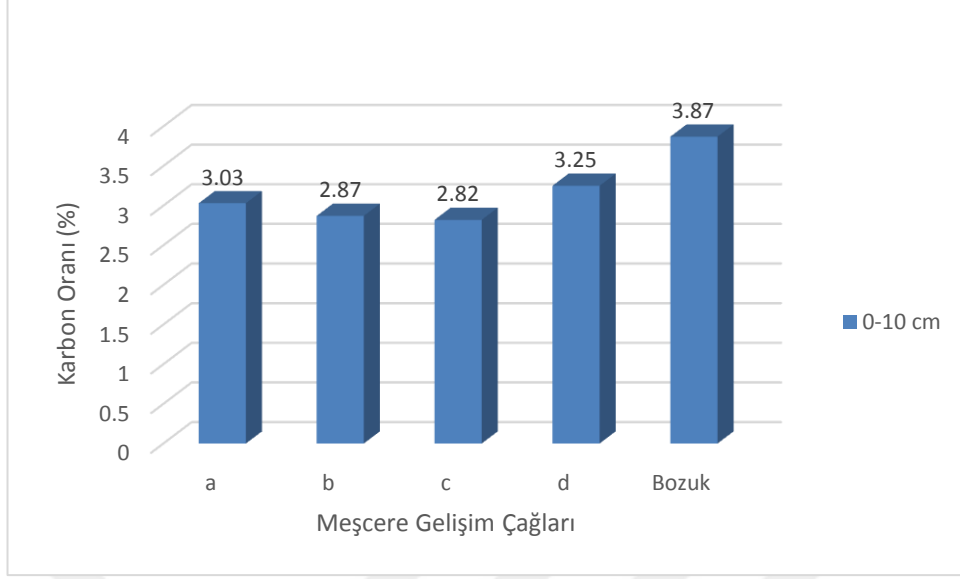


Grafik 4.2. Farklı meşcere gelişim çağlarına ait ortalama organik madde değerlerinin (0-10 cm) değişimi

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; farklı meşcere kuruluşlarında 0-10 cm toprak derinlik kademesinde ortalama organik madde değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Yapılan istatistiki değerlendirmede; farkın kaynağına ilişkin çoklu karşılaştırma testleri Tukey HSD ile değerlendirildiğinde, farklı meşcere kuruluşlarında ortalama organik madde değerleri bozuk meşcere kuruluşu ile (a), (b) ve (c) gelişim çağları arasında istatistiki anlamda (%5 güven düzeyinde) bir farklılık tespit edilmiştir.

#### 4.1.3. Karbon Oranına İlişkin Bulgular

Yapılan çalışmada farklı meşcere kuruluşlarında (0-10 cm) toprak derinliğinde ortalama karbon oranı değerleri; (a) gelişim çağında % 3.03, (b) gelişim çağında % 2.87, (c) gelişim çağında % 2.82, (d) gelişim çağında % 3.25 ve bozuk meşcere kuruluşunda % 3.87 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.1). Farklı meşcere kuruluşlarına ait ortalama karbon oranı değerlerinin farklı meşcere kuruluşlarına göre değişimi Grafik 4.3' de verilmiştir.

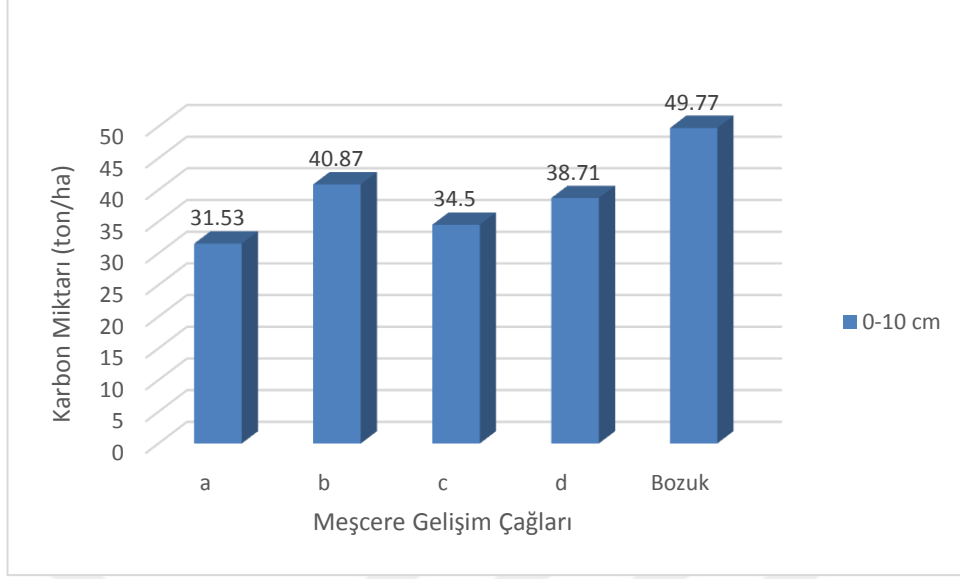


Grafik 4.3. Farklı meşçere gelişim çağlarına ait ortalama karbon oranı değerlerinin değişimi (0-10 cm)

Varyans analizi sonuçlarına göre; farklı meşçere kuruluşlarında 0-10 cm toprak derinlik kademesinde ortalama karbon oranı değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Yapılan istatistiksel değerlendirilmede; farkın kaynağına çoklu karşılaştırma testleri Tukey HSD ile bakıldığında, farklı meşçere kuruluşlarında ortalama karbon oranı değerleri bozuk meşçere kuruluşu ile (a), (b) ve (c) gelişim çağları arasında istatistiksel anlamda (%5 güven düzeyinde) bir farklılık tespit edilmiştir.

#### 4.1.4. Karbon Miktarına İlişkin Bulgular

Farklı meşçere kuruluşunda (0-10 cm) toprak derinliği için ortalama karbon miktarı değerleri; (a) gelişim çağında 31.53 ton/ha, (b) gelişim çağında 40.87 ton/ha, (c) gelişim çağında 34.50 ton/ha, (d) gelişim çağında 38.71 ton/ha ve bozuk meşçere kuruluşunda 49.77 ton/ha olarak belirlenmiştir (Tablo 4.1). Ortalama karbon miktarı değerlerinin farklı meşçere kuruluşlarına göre değişimi Grafik 4.4' de gösterilmiştir.



Grafik 4.4. Farklı meşcere gelişim çağlarına ait ortalama karbon miktarı değerlerinin değişimi (0-10 cm)

Varyans analizi sonuçlarına göre; farklı meşcere kuruluşlarında 0-10 cm toprak derinlik kademesinde ortalama karbon miktarı değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Yapılan istatistiki değerlendirmede; farkın kaynağına çoklu karşılaştırma testleri Tukey HSD ile bakıldığında, farklı meşcere kuruluşlarında ortalama karbon miktarı değerleri bozuk meşcere kuruluşu ile (a), (c) ve (d) gelişim çağları arasında istatistiki anlamda (%5 güven düzeyinde) bir farklılık tespit edilmiştir.

## 4.2. Toprak Derinlik Kademesine Ait Bulgular (10-20 cm)

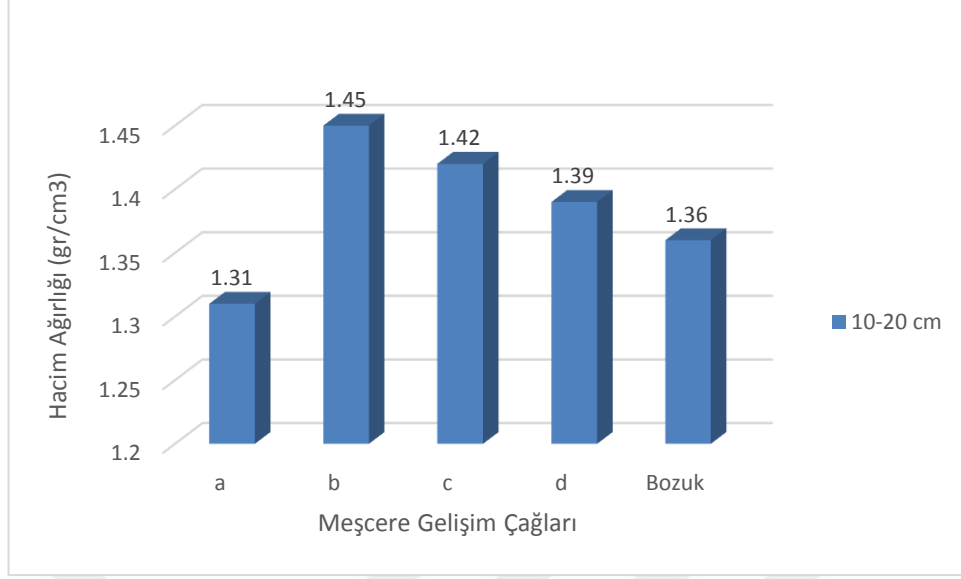
Tablo 4.2. 10-20 cmtoprak derinliğinde *hacim ağırlığı, organik madde karbon oranı ve karbon miktarlarına ilişkin bulgular*

| Toprak özellikleri                   | Meşcere Kuruluşları | N  | Ortalama | Std Sapma | Std Hata | F     | P*    | İkili Karşılaştırma (Tukey HSD) |
|--------------------------------------|---------------------|----|----------|-----------|----------|-------|-------|---------------------------------|
| Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> ) | (a) (1)             | 20 | 1,31     | 0,266     | 0,059    | 1,128 | 0,348 | (NS)                            |
|                                      | (b) (2)             | 20 | 1,45     | 0,199     | 0,044    |       |       |                                 |
|                                      | (c) (3)             | 20 | 1,42     | 0,226     | 0,050    |       |       |                                 |
|                                      | (d) (4)             | 20 | 1,39     | 0,255     | 0,057    |       |       |                                 |
|                                      | (bozuk) (5)         | 20 | 1,36     | 0,211     | 0,047    |       |       |                                 |
| Organik Madde (%)                    | (a) (1)             | 20 | 4,15     | 1,020     | 0,228    | 3,951 | 0,005 | (1-5),(3-5)                     |
|                                      | (b) (2)             | 20 | 4,30     | 1,101     | 0,246    |       |       |                                 |
|                                      | (c) (3)             | 20 | 3,83     | 1,117     | 0,249    |       |       |                                 |
|                                      | (d) (4)             | 20 | 4,34     | 1,219     | 0,272    |       |       |                                 |
|                                      | (bozuk) (5)         | 20 | 5,16     | 1,077     | 0,240    |       |       |                                 |
| Karbon Oranı (%)                     | (a) (1)             | 20 | 2,41     | 0,591     | 0,132    | 3,930 | 0,005 | (1-5),(3-5)                     |
|                                      | (b) (2)             | 20 | 2,49     | 0,639     | 0,143    |       |       |                                 |
|                                      | (c) (3)             | 20 | 2,22     | 0,647     | 0,144    |       |       |                                 |
|                                      | (d) (4)             | 20 | 2,52     | 0,707     | 0,158    |       |       |                                 |
|                                      | (bozuk) (5)         | 20 | 2,99     | 0,625     | 0,139    |       |       |                                 |
| Karbon miktarı ( ton/ha)             | (a) (1)             | 20 | 30,58    | 6,239     | 1,395    | 3,382 | 0,012 | (1-5),(3-5)                     |
|                                      | (b) (2)             | 20 | 35,80    | 9,840     | 2,200    |       |       |                                 |
|                                      | (c) (3)             | 20 | 31,33    | 8,680     | 1,941    |       |       |                                 |
|                                      | (d) (4)             | 20 | 35,41    | 13,137    | 2,937    |       |       |                                 |
|                                      | (bozuk) (5)         | 20 | 40,91    | 11,093    | 2,480    |       |       |                                 |

\*P<0,05

### 4.2.1. Hacim Ağırlığına İlişkin Bulgular

Yapılan çalışmada her bir farklı meşcere kuruluşunda (10-20 cm) toprak derinliği için ortalama hacim ağırlığı değerleri; (a) gelişim çağında 1.31 gr/cm<sup>3</sup>, (b) gelişim çağında 1.45 gr/cm<sup>3</sup>, (c) gelişim çağında 1.42 gr/cm<sup>3</sup>, (d) gelişim çağında 1.39 gr/cm<sup>3</sup> ve bozuk meşcere kuruluşunda 1.36 gr/cm<sup>3</sup> olarak bulunmuştur (Tablo 4.2). Ortalama hacim ağırlığı değerlerinin farklı meşcere kuruluşlarına göre değişimi Grafik 4.5' de verilmiştir.

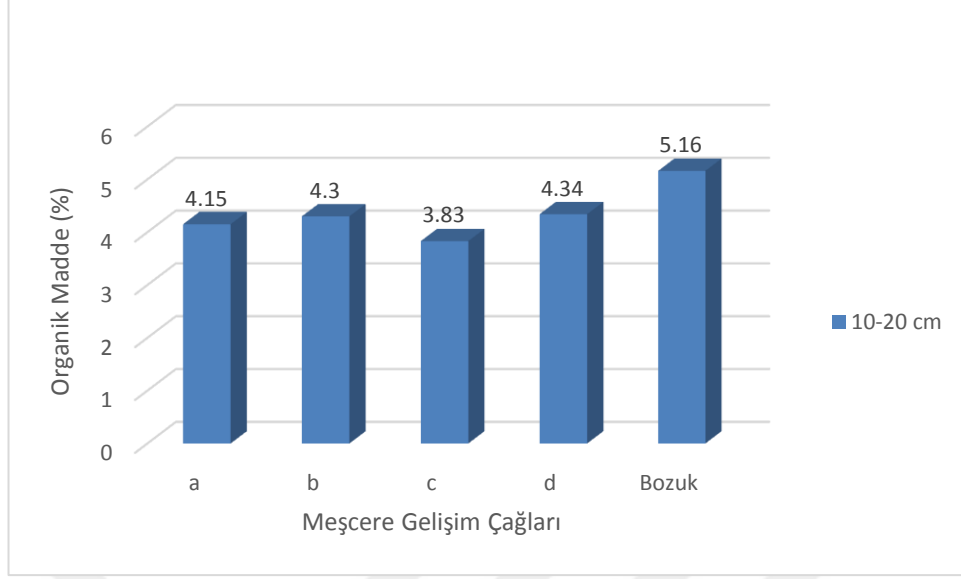


Grafik 4.5. Farklı meşcere gelişim çağlarına ait ortalama hacim ağırlığı değerlerinin değişimi (10-20 cm)

Varyans analizi sonuçlarına göre; farklı meşcere kuruluşlarında 10-20 cm toprak derinlik kademesinde ortalama hacim ağırlığı değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p < 0,05$ ).

#### 4.2.2. Organik Maddeye İlişkin Bulgular

Farklı meşcere kuruluşlarında (10-20 cm) toprak derinliğinde ortalama organik madde değerleri; (a) gelişim çağında % 4.15, (b) gelişim çağında % 4.30, (c) gelişim çağında % 3.83, (d) gelişim çağında % 4.34 ve bozuk meşcere kuruluşunda % 5.16 olarak bulunmuştur (Tablo 4.2). Ortalama organik madde değerlerinin farklı meşcere kuruluşlarına göre değişimi Grafik 4.6' da gösterilmiştir.

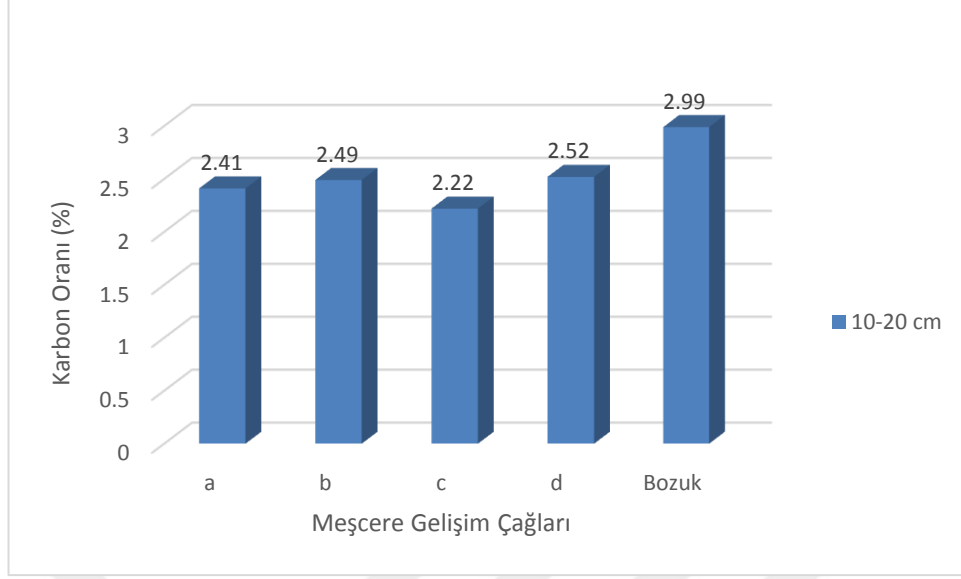


Grafik 4.6. Farklı meşcere gelişim çağlarına ait ortalama organik madde değerlerinin değişimi (10-20 cm)

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; farklı meşcere kuruluşlarında 10-20 cm toprak derinlik kademesinde ortalama organik madde değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Yapılan istatistiki değerlendirmede; farkın kaynağına ilişkin çoklu karşılaştırma testleri Tukey HSD ile değerlendirildiğinde, farklı meşcere kuruluşlarında ortalama organik madde değerleri bozuk meşcere kuruluşu ile (a) ve (c) gelişim çağları arasında istatistiki anlamda (%5 güven düzeyinde) bir farklılık tespit edilmiştir.

#### 4.2.3. Karbon Oranına İlişkin Bulgular

Yapılan çalışmada farklı meşcere kuruluşlarında (10-20 cm) toprak derinliğinde ortalama karbon oranı değerleri; (a) gelişim çağında % 2.41, (b) gelişim çağında % 2.49, (c) gelişim çağında % 2.22, (d) gelişim çağında % 2.52 ve bozuk meşcere kuruluşunda % 2.99 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.2). Farklı meşcere kuruluşlarına ait ortalama karbon oranı değerlerinin farklı meşcere kuruluşlarına göre değişimi Grafik 4.7' de verilmiştir.

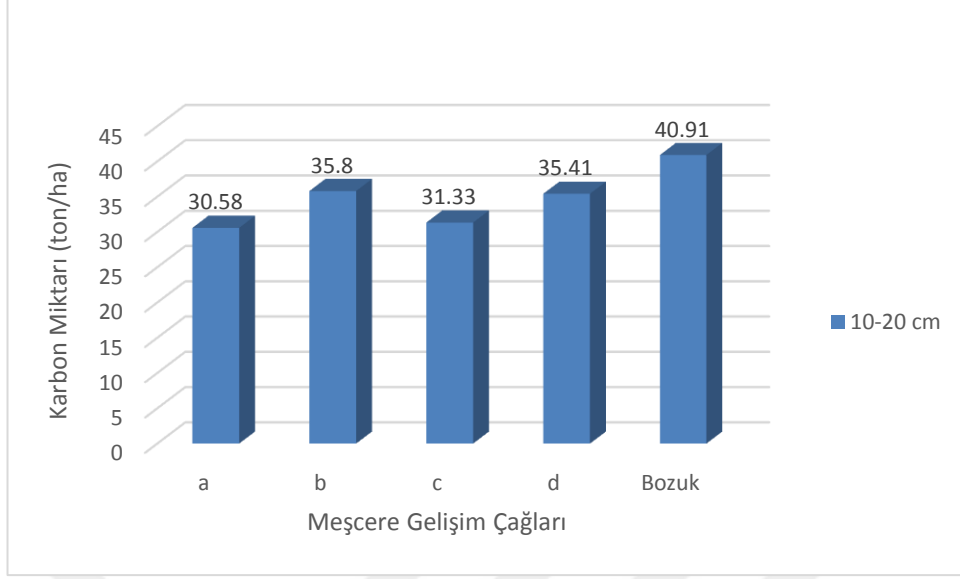


Grafik 4.7. Farklı meşcere gelişim çağlarına ait ortalama karbon oranı değerlerinin değişimi (10-20 cm)

Varyans analizi sonuçlarına göre; farklı meşcere kuruluşlarında 10-20 cm toprak derinlik kademesinde ortalama karbon oranı değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Yapılan istatistiki değerlendirmede; farkın kaynağına çoklu karşılaştırma testleri Tukey HSD ile bakıldığında, farklı meşcere kuruluşlarında ortalama karbon oranı değerleri bozuk meşcere kuruluşu ile (a) ve (c) gelişim çağları arasında istatistiki anlamda (%5 güven düzeyinde) bir farklılık tespit edilmiştir.

#### 4.2.4. Karbon Miktarına İlişkin Bulgular

Farklı meşcere kuruluşunda (10-20 cm) toprak derinliği için ortalama karbon miktarı değerleri; (a) gelişim çağında 30.58 ton/ha, (b) gelişim çağında 35.80 ton/ha, (c) gelişim çağında 31.33 ton/ha, (d) gelişim çağında 35.41 ton/ha ve bozuk meşcere kuruluşunda 40.91 ton/ha olarak belirlenmiştir (Tablo 4.2). Ortalama karbon miktarı değerlerinin farklı meşcere kuruluşlarına göre değişimi Grafik 4.8' de gösterilmiştir.



Grafik 4.8. Farklı meşcere gelişim çağlarına ait ortalama karbon miktarı değerlerinin değişimi (10-20 cm)

Varyans analizi sonuçlarına göre; farklı meşcere kuruluşlarında 10-20 cm toprak derinlik kademesinde ortalama karbon miktarı değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Yapılan istatistiki değerlendirmede; farkın kaynağına çoklu karşılaştırma testleri Tukey HSD ile bakıldığında, farklı meşcere kuruluşlarında ortalama karbon miktarı değerleri bozuk meşcere kuruluşu ile (a) ve (c) gelişim çağları arasında istatistiki anlamda (%5 güven düzeyinde) bir farklılık tespit edilmiştir.

### 4.3. Toprak Derinlik Kademesine Ait Bulgular (20-30 cm)

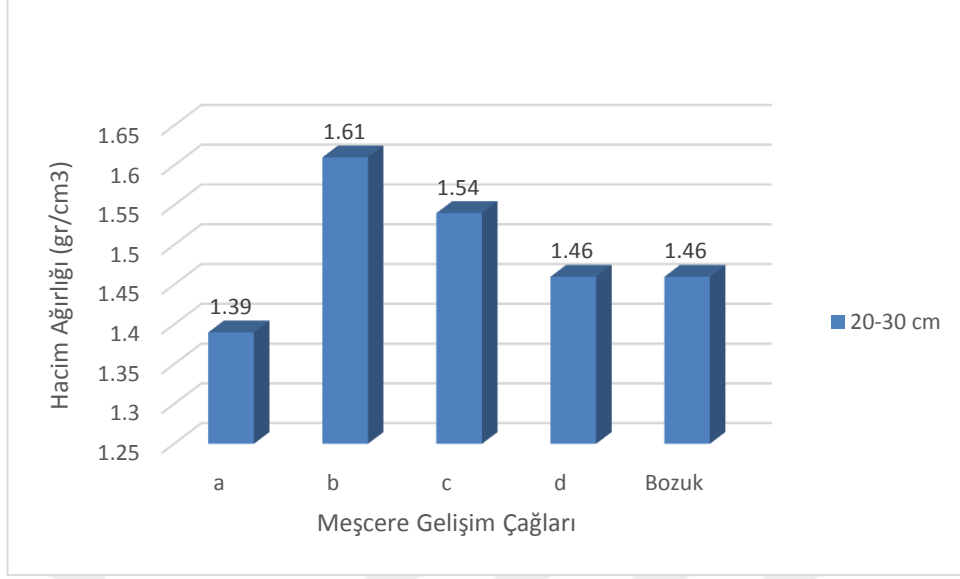
Tablo 4.3. 20-30 cmtoprak derinliğinde *hacim ağırlığı, organik madde karbon oranı ve karbon miktarlarına ilişkin bulgular*

| Toprak özellikleri                   | Meşcere Kuruluşları | N  | Ortalama | Std Sapma | Std Hata | F     | P*    | İkili Karşılaştırma (Tukey HSD) |
|--------------------------------------|---------------------|----|----------|-----------|----------|-------|-------|---------------------------------|
| Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> ) | (a) (1)             | 20 | 1,39     | 0,206     | 0,046    | 3,628 | 0,009 | (1-2)                           |
|                                      | (b) (2)             | 20 | 1,61     | 0,138     | 0,031    |       |       |                                 |
|                                      | (c) (3)             | 20 | 1,54     | 0,205     | 0,045    |       |       |                                 |
|                                      | (d) (4)             | 20 | 1,46     | 0,206     | 0,046    |       |       |                                 |
|                                      | (bozuk) (5)         | 20 | 1,46     | 0,237     | 0,053    |       |       |                                 |
| Organik Madde (%)                    | (a) (1)             | 20 | 3,77     | 0,757     | 0,169    | 2,414 | 0,054 | (NS)                            |
|                                      | (b) (2)             | 20 | 3,73     | 0,719     | 0,160    |       |       |                                 |
|                                      | (c) (3)             | 20 | 3,67     | 1,076     | 0,240    |       |       |                                 |
|                                      | (d) (4)             | 20 | 3,71     | 0,804     | 0,179    |       |       |                                 |
|                                      | (bozuk) (5)         | 20 | 4,41     | 1,024     | 0,229    |       |       |                                 |
| Karbon Oranı (%)                     | (a) (1)             | 20 | 2,19     | 0,440     | 0,098    | 2,423 | 0,053 | (NS)                            |
|                                      | (b) (2)             | 20 | 2,16     | 0,416     | 0,093    |       |       |                                 |
|                                      | (c) (3)             | 20 | 2,13     | 0,624     | 0,139    |       |       |                                 |
|                                      | (d) (4)             | 20 | 2,15     | 0,467     | 0,104    |       |       |                                 |
|                                      | (bozuk) (5)         | 20 | 2,56     | 0,593     | 0,132    |       |       |                                 |
| Karbon miktarı ( ton/ha)             | (a) (1)             | 20 | 30,25    | 7,225     | 1,615    | 1,973 | 0,105 | (NS)                            |
|                                      | (b) (2)             | 20 | 34,85    | 7,226     | 1,615    |       |       |                                 |
|                                      | (c) (3)             | 20 | 32,76    | 10,270    | 2,296    |       |       |                                 |
|                                      | (d) (4)             | 20 | 31,30    | 8,846     | 1,978    |       |       |                                 |
|                                      | (bozuk) (5)         | 20 | 37,28    | 10,761    | 2,406    |       |       |                                 |

\*P<0,05

#### 4.3.1. Hacim Ağırlığına İlişkin Bulgular

Yapılan çalışmada her bir farklı meşcere kuruluşunda (20-30 cm) toprak derinliği için ortalama hacim ağırlığı değerleri; (a) gelişim çağında 1.39 gr/cm<sup>3</sup>, (b) gelişim çağında 1.61 gr/cm<sup>3</sup>, (c) gelişim çağında 1.54 gr/cm<sup>3</sup>, (d) gelişim çağında 1.46 gr/cm<sup>3</sup> ve bozuk meşcere kuruluşunda 1.46 gr/cm<sup>3</sup> olarak bulunmuştur (Tablo 4.3). Ortalama hacim ağırlığı değerlerinin farklı meşcere kuruluşlarına göre değişimi Grafik 4.9' da verilmiştir.



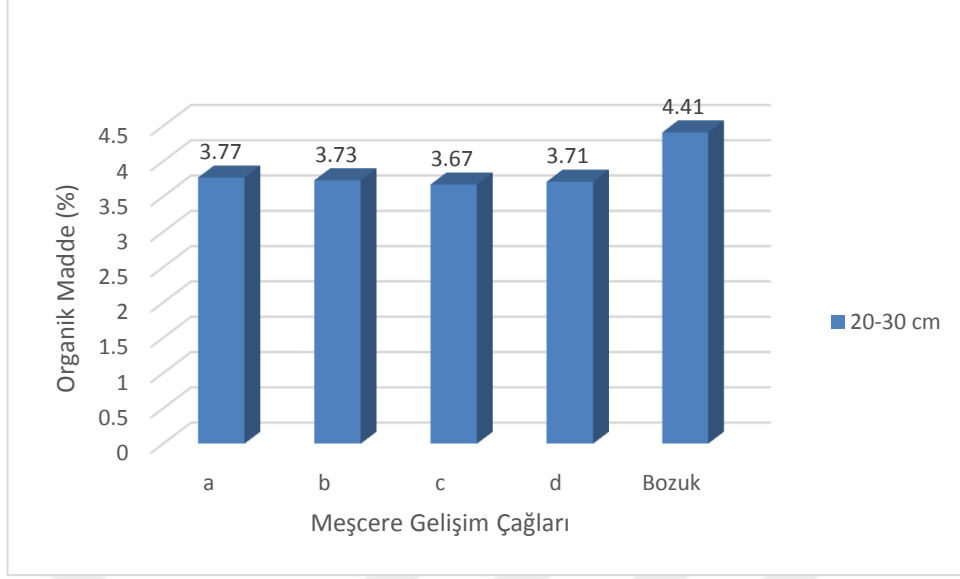
Grafik 4.9. Farklı meşcere gelişim çağlarına ait ortalama hacim ağırlığı değerlerinin değişimi (20-30 cm)

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; farklı meşcere kuruluşlarında 20-30 cm toprak derinlik kademesinde ortalama hacim ağırlığı değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Yapılan istatistiki değerlendirmede; farkın kaynağına ilişkin çoklu karşılaştırma testleri Tukey HSD ile değerlendirildiğinde, farklı meşcere kuruluşlarında ortalama hacim ağırlığı değerleri (a) ve (b) gelişim çağları arasında istatistiki anlamda (%5 güven düzeyinde) bir farklılık tespit edilmiştir.

#### 4.3.2. Organik Maddeye İlişkin Bulgular

Farklı meşcere kuruluşlarında (20-30 cm) toprak derinliğinde ortalama organik madde değerleri; (a) gelişim çağında % 3.77, (b) gelişim çağında % 3.73, (c) gelişim çağında % 3.67, (d) gelişim çağında % 3.71 ve bozuk meşcere kuruluşunda % 4.41 olarak bulunmuştur (Tablo 4.3). Ortalama organik madde değerlerinin farklı meşcere kuruluşlarına göre değişimi Grafik 4.10'da gösterilmiştir.

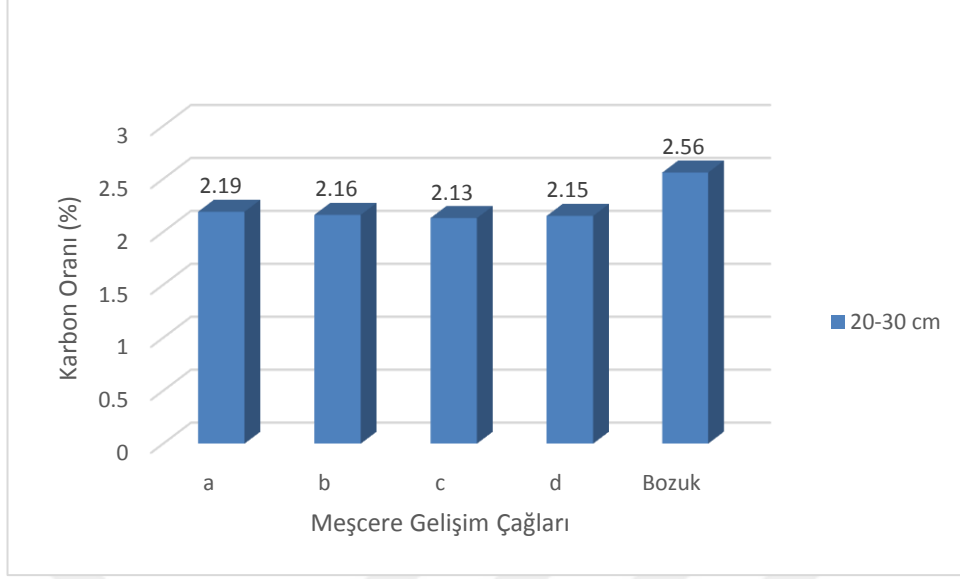


Grafik 4.10. Farklı meşcere gelişim çağlarına ait ortalama organik madde değerlerinin değişimi (20-30 cm)

Varyans analizi sonuçlarına göre; farklı meşcere kuruluşlarında 20-30 cm toprak derinlik kademesinde ortalama organik madde değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p < 0,05$ ).

### 4.3.3. Karbon Oranına İlişkin Bulgular

Yapılan çalışmada farklı meşcere kuruluşlarında (20-30 cm) toprak derinliğinde ortalama karbon oranı değerleri; (a) gelişim çağında % 2.19, (b) gelişim çağında % 2.16, (c) gelişim çağında % 2.13, (d) gelişim çağında % 2.15 ve bozuk meşcere kuruluşunda % 2.56 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Farklı meşcere kuruluşlarına ait ortalama karbon oranı değerlerinin farklı meşcere kuruluşlarına göre değişimi Grafik 4.11’de verilmiştir.

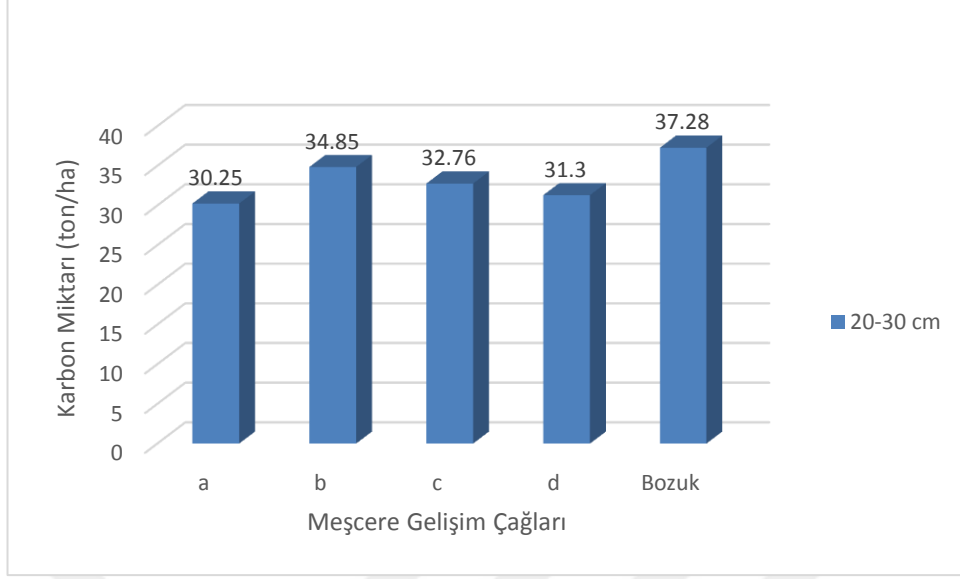


Grafik 4.11. Farklı meşcere gelişim çağlarına ait ortalama karbon oranı değerlerinin değişimi (20-30 cm)

Varyans analizi sonuçlarına göre; farklı meşcere kuruluşlarında 20-30 cm toprak derinlik kademesinde ortalama karbon oranı değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p < 0,05$ ).

#### 4.3.4. Karbon Miktarına İlişkin Bulgular

Farklı meşcere kuruluşunda (20-30 cm) toprak derinliği için ortalama karbon miktarı değerleri; (a) gelişim çağında 30.25 ton/ha, (b) gelişim çağında 34.85 ton/ha, (c) gelişim çağında 32.76 ton/ha, (d) gelişim çağında 31.30 ton/ha ve bozuk meşcere kuruluşunda 37.28 ton/ha olarak belirlenmiştir (Tablo 4.3). Ortalama karbon miktarı değerlerinin farklı meşcere kuruluşlarına göre değişimi Grafik 4.12’de gösterilmiştir.



Grafik 4.12. Farklı meşcere gelişim çağılarına ait ortalama karbon miktarı değerlerinin değişimi (20-30 cm)

Varyans analizi sonuçlarına göre; farklı meşcere kuruluşlarında 20-30 cm toprak derinlik kademesinde ortalama karbon miktarı değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p < 0,05$ ).

#### 4.4. Toprak Derinlik Kademesine Ait Bulgular (30-40 cm)

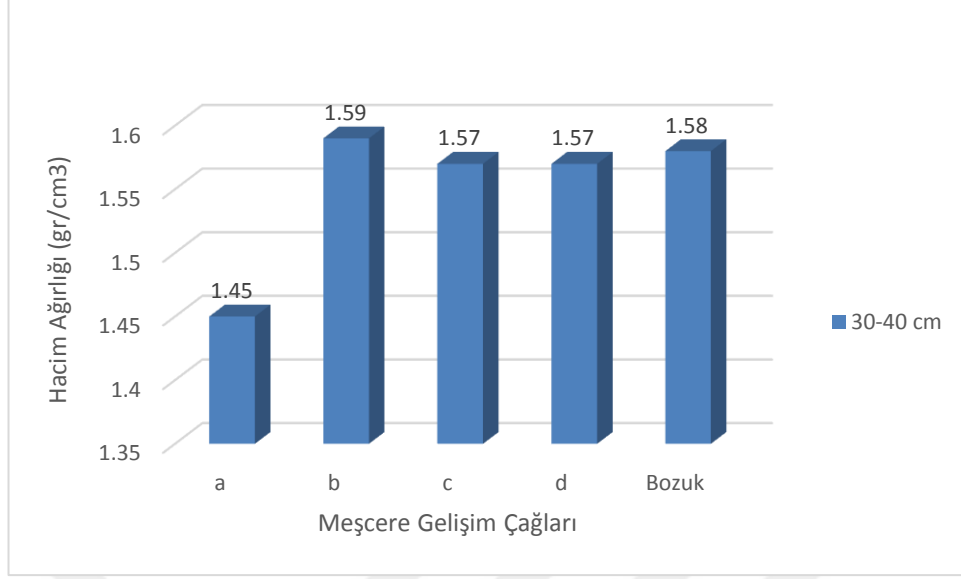
Tablo 4.4. 30-40 cmtoprak derinliğinde *Hacim Ağırlığı, Organik Madde Karbon Oranı ve Karbon Miktarlarına İlişkin Bulgular*

| Toprak özellikleri                   | Meşcere Kuruluşları | N  | Ortalama | Std Sapma | Std Hata | F     | P*    | İkili Karşılaştırma (Tukey HSD ) |
|--------------------------------------|---------------------|----|----------|-----------|----------|-------|-------|----------------------------------|
| Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> ) | (a) (1)             | 20 | 1,45     | 0,179     | 0,040    | 1,423 | 0,232 | (NS)                             |
|                                      | (b) (2)             | 20 | 1,59     | 0,220     | 0,049    |       |       |                                  |
|                                      | (c) (3)             | 20 | 1,57     | 0,265     | 0,059    |       |       |                                  |
|                                      | (d) (4)             | 20 | 1,57     | 0,200     | 0,044    |       |       |                                  |
|                                      | (bozuk) (5)         | 20 | 1,58     | 0,221     | 0,049    |       |       |                                  |
| Organik Madde (%)                    | (a) (1)             | 20 | 3,31     | 0,545     | 0,122    | 3,686 | 0,008 | (1-5),(3-5)<br>(4-5)             |
|                                      | (b) (2)             | 20 | 3,37     | 0,537     | 0,120    |       |       |                                  |
|                                      | (c) (3)             | 20 | 3,21     | 0,695     | 0,155    |       |       |                                  |
|                                      | (d) (4)             | 20 | 3,20     | 0,928     | 0,207    |       |       |                                  |
|                                      | (bozuk) (5)         | 20 | 3,95     | 0,831     | 0,185    |       |       |                                  |
| Karbon Oranı (%)                     | (a) (1)             | 20 | 1,92     | 0,318     | 0,071    | 3,700 | 0,008 | (1-5),(3-5)<br>(4-5)             |
|                                      | (b) (2)             | 20 | 1,95     | 0,312     | 0,069    |       |       |                                  |
|                                      | (c) (3)             | 20 | 1,86     | 0,402     | 0,089    |       |       |                                  |
|                                      | (d) (4)             | 20 | 1,86     | 0,537     | 0,120    |       |       |                                  |
|                                      | (bozuk) (5)         | 20 | 2,29     | 0,481     | 0,107    |       |       |                                  |
| Karbon miktarı ( ton/ha)             | (a) (1)             | 20 | 27,77    | 6,140     | 1,373    | 3,894 | 0,006 | (1-5),(3-5)<br>(4-5)             |
|                                      | (b) (2)             | 20 | 31,19    | 7,413     | 1,657    |       |       |                                  |
|                                      | (c) (3)             | 20 | 29,03    | 8,083     | 1,807    |       |       |                                  |
|                                      | (d) (4)             | 20 | 28,80    | 6,899     | 1,542    |       |       |                                  |
|                                      | (bozuk) (5)         | 20 | 36,24    | 9,424     | 2,107    |       |       |                                  |

\*P<0,05

##### 4.4.1. Hacim Ağırlığına İlişkin Bulgular

Yapılan çalışmada her bir farklı meşcere kuruluşunda (30-40 cm) toprak derinliği için ortalama hacim ağırlığı değerleri; (a) gelişim çağında 1.45 gr/cm<sup>3</sup>, (b) gelişim çağında 1.59 gr/cm<sup>3</sup>, (c) gelişim çağında 1.57 gr/cm<sup>3</sup>, (d) gelişim çağında 1.57 gr/cm<sup>3</sup> ve bozuk meşcere kuruluşunda 1.58 gr/cm<sup>3</sup> olarak bulunmuştur (Tablo 4.4). Ortalama hacim ağırlığı değerlerinin farklı meşcere kuruluşlarına göre değişimi Grafik 4.13'de verilmiştir.

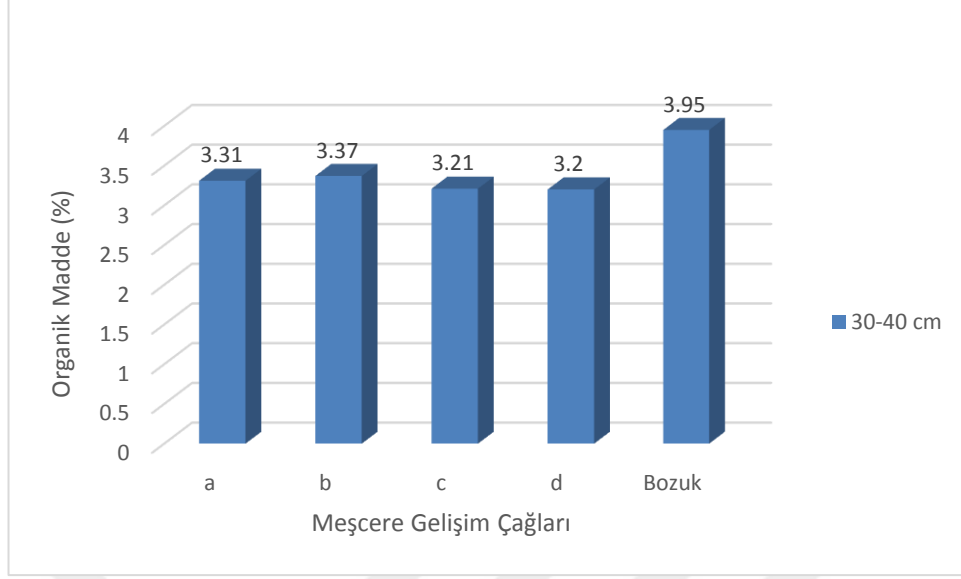


Grafik 4.13. Farklı meşcere gelişim çağlarına ait ortalama hacim ağırlığı değerlerinin değişimi (30-40 cm)

Varyans analizi sonuçlarına göre; farklı meşcere kuruluşlarında 30-40 cm toprak derinlik kademesinde ortalama hacim ağırlığı değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p < 0,05$ ).

#### 4.4.2. Organik Maddeye İlişkin Bulgular

Farklı meşcere kuruluşlarında (30-40 cm) toprak derinliğinde ortalama organik madde değerleri; (a) gelişim çağında % 3.31, (b) gelişim çağında % 3.37, (c) gelişim çağında % 3.21, (d) gelişim çağında % 3.20 ve bozuk meşcere kuruluşunda % 3.95 olarak bulunmuştur (Tablo 4.4). Ortalama organik madde değerlerinin farklı meşcere kuruluşlarına göre değişimi Grafik 4.14’de gösterilmiştir.

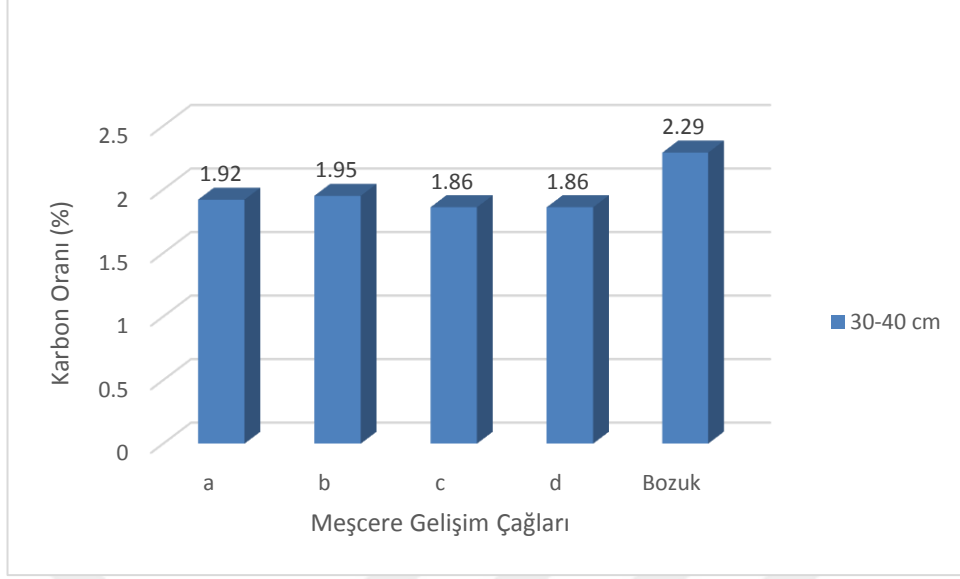


Grafik 4.14. Farklı meşcere gelişim çağlarına ait ortalama organik madde değerlerinin değişimi (30-40 cm)

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; farklı meşcere kuruluşlarında 30-40 cm toprak derinlik kademesinde ortalama organik madde değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Yapılan istatistiki değerlendirmede; farkın kaynağına ilişkin çoklu karşılaştırma testleri Tukey HSD ile değerlendirildiğinde, farklı meşcere kuruluşlarında ortalama organik madde değerleri bozuk meşcere kuruluşu ile (a), (c) ve (d) gelişim çağları arasında istatistiki anlamda (%5 güven düzeyinde) bir farklılık tespit edilmiştir.

#### 4.4.3. Karbon Oranına İlişkin Bulgular

Yapılan çalışmada farklı meşcere kuruluşlarında (30-40 cm) toprak derinliğinde ortalama karbon oranı değerleri; (a) gelişim çağında % 1.92, (b) gelişim çağında % 1.95, (c) gelişim çağında % 1.86, (d) gelişim çağında % 1.86 ve bozuk meşcere kuruluşunda % 2.29 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.4). Farklı meşcere kuruluşlarına ait ortalama karbon oranı değerlerinin farklı meşcere kuruluşlarına göre değişimi Grafik 4.15’de verilmiştir.

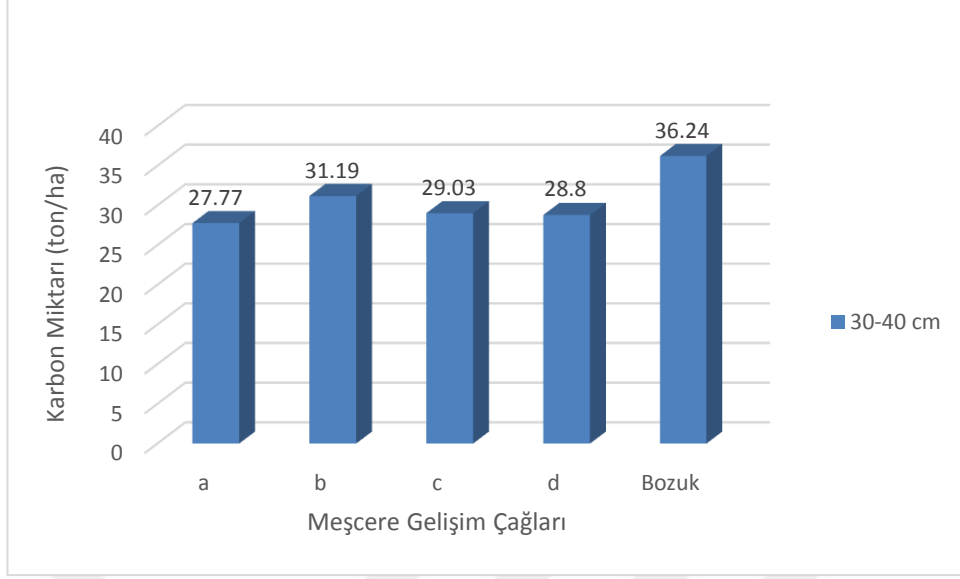


Grafik 4.15. Farklı meşcere gelişim çağlarına ait ortalama karbon oranı değerlerinin değişimi (30-40 cm)

Varyans analizi sonuçlarına göre; farklı meşcere kuruluşlarında 30-40 cm toprak derinlik kademesinde ortalama karbon oranı değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Yapılan istatistiksel değerlendirmede; farkın kaynağına çoklu karşılaştırma testleri Tukey HSD ile bakıldığında, farklı meşcere kuruluşlarında ortalama karbon oranı değerleri bozuk meşcere kuruluşu ile (a), (c) ve (d) gelişim çağları arasında istatistiksel anlamda (%5 güven düzeyinde) bir farklılık tespit edilmiştir.

#### 4.4.4. Karbon Miktarına İlişkin Bulgular

Farklı meşcere kuruluşunda (30-40 cm) toprak derinliği için ortalama karbon miktarı değerleri; (a) gelişim çağında 27.77 ton/ha, (b) gelişim çağında 31.19 ton/ha, (c) gelişim çağında 29.03 ton/ha, (d) gelişim çağında 28.80 ton/ha ve bozuk meşcere kuruluşunda 36.24 ton/ha olarak belirlenmiştir (Tablo 4.4). Ortalama karbon miktarı değerlerinin farklı meşcere kuruluşlarına göre değişimi Grafik 4.16'da gösterilmiştir.

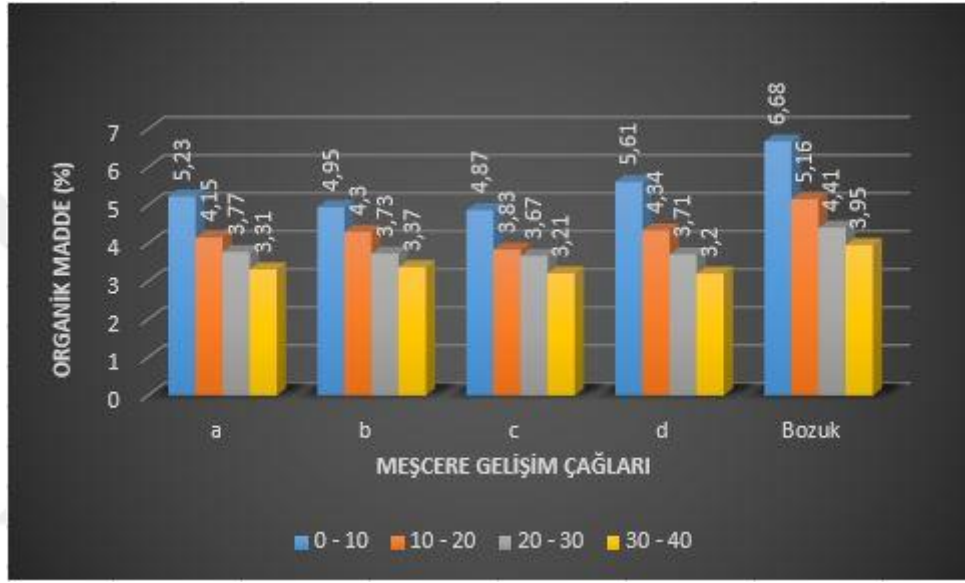


Grafik 4.16. Farklı meşcere gelişim çağlarına ait ortalama karbon miktarı değerlerinin değişimi (30-40 cm)

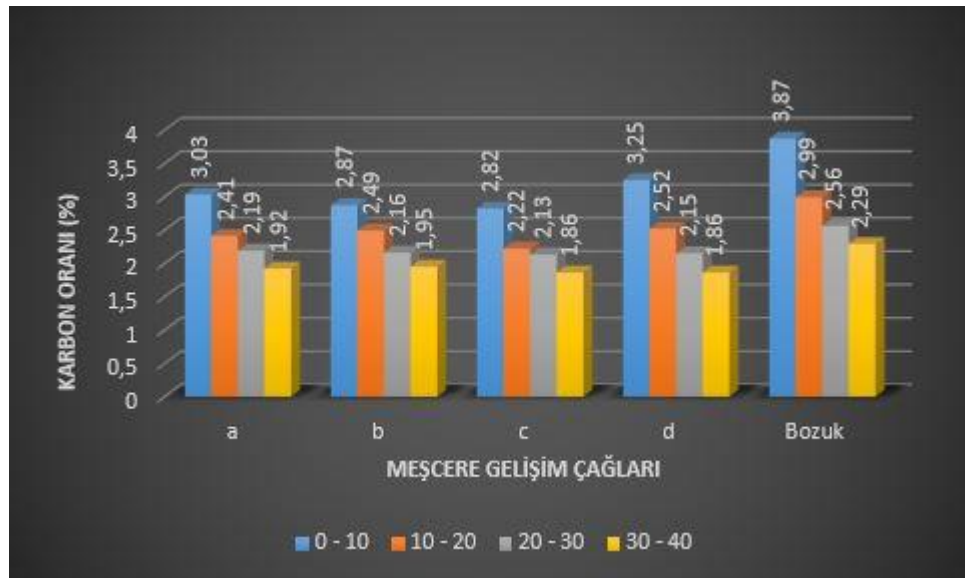
Varyans analizi sonuçlarına göre; farklı meşcere kuruluşlarında 30-40 cm toprak derinlik kademesinde ortalama karbon miktarı değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Yapılan istatistiki değerlendirmede; farkın kaynağına çoklu karşılaştırma testleri Tukey HSD ile bakıldığında, farklı meşcere kuruluşlarında ortalama karbon miktarı değerleri bozuk meşcere kuruluşu ile (a), (c) ve (d) gelişim çağları arasında istatistiki anlamda (%5 güven düzeyinde) bir farklılık tespit edilmiştir.

## 5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Tez çalışması araştırma alanından farklı meşcere kuruluşlarına ait deneme alanlarından alınan toprak örnekleri hacim ağırlığı, organik madde, karbon oranı ve karbon miktarları istatistiki olarak değerlendirilmiş ve deneme alanları arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur.

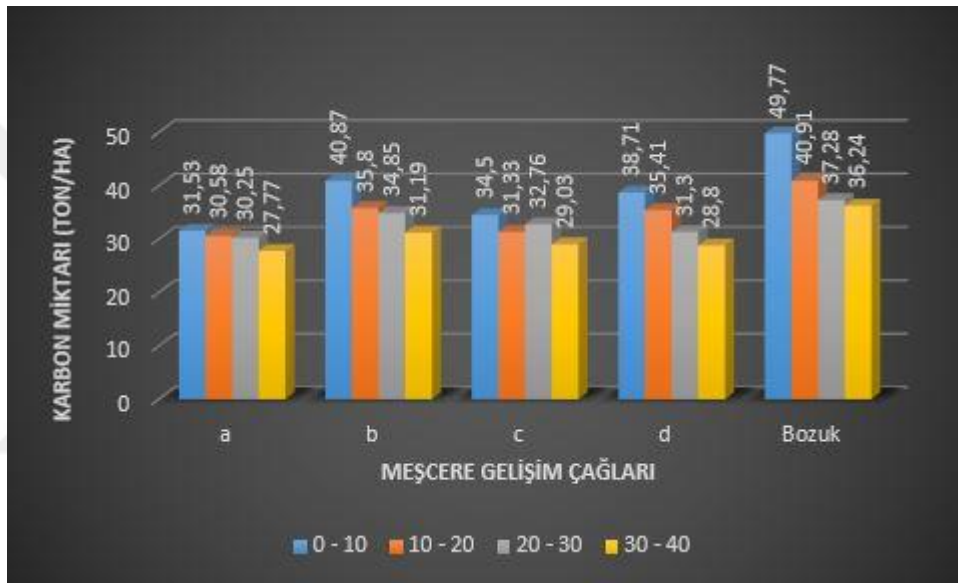


Grafik 4.17. Farklı meşcere gelişim çağlarına ait ortalama organik madde değerlerinin değişimi



Grafik 4.18. Farklı meşcere kuruluşlarına ait ortalama karbon oranı değerlerinin değişimi

Araştırma alanında farklı meşcere kuruluşlarından (a, b, c, d çağı ve bozuk meşcere) alınan toprak örneklerine ait analiz sonuçlarına göre; toprakların organik madde, karbon oranı ve karbon miktarı değerlerinin toprakta üst katmandan alt katmanlara doğru gidildikçe azaldığı tespit edilmiştir. Koçyiğit (2008) de topraklarda depolanan karbon miktarının her ekosistem için farklı olduğunu belirtmiş ve bu farklılığın yanı sıra ekosistemlerdeki toprak içindeki karbon miktarının dağılımının ise genellikle toprak yüzeyinden derinlere doğru inildikçe karbon miktarlarının azaldığını ifade etmektedir.



Grafik 4.19. Farklı meşcere kuruluşlarına ait ortalama karbon miktarı değerlerinin değişimi

Hiederer (2009) da benzer şekilde karbonun topraktaki düşey dağılımında derinlere doğru azalışlar olduğunu yüzeye yakın yerlerde daha yüksek miktarda karbon bulunduğunu söylemektedir. Yapılan çalışma sonuçlarında literatürdeki örnekleri destekler nitelikte sonuçlar vermiştir.

Araştırma alanında farklı meşcere kuruluşlarından (a, b, c, d çağı ve bozuk meşcere) alınan toprak örneklerine ait analiz sonuçlarına göre; toprakların hacim ağırlığı değerlerinin ise alt katmanlardan üst katmanlara doğru gidildikçe artış gösterdikleri tespit edilmiştir.



Grafik 4.20. Farklı meşcere kuruluşlarına ait ortalama hacim ağırlığı değerlerinin değişimi

Orman topraklarında ve diğer karasal ekosistemlerde toprak karbonunun ana kaynağı, toprağa karışan ve ayrılan organik maddedir. Toprak organik maddesi miktarının yüzeyde yüksek olması yer yer humus tabakalarıyla karışması sebebiyle toprakta gevşek bir yapı oluşturur. Derinlere doğru inildikçe toprak organik maddesi azalması nedeniyle toprağın gevşek dokusu yok olmakta ve hacim ağırlığında artışlar gözlemlenmektedir. Ele alınan çalışmada da görüldüğü üzere yüzeye yakın alanlardaki yüksek organik madde içeriği toprağın kırıntılı gevşek bünye oluşturmasına imkân sağlamış ve yüzeye yakın kısımlarda hacim ağırlığını daha düşük değerlerde göstermiştir.

Araştırma alanından farklı toprak derinliklerinden alınan toprak örneklerinin analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde; bozuk meşcere kuruluşlarına topraklarda ortalama karbon miktarı değerlerinin en yüksek değerleri aldıkları, buna karşın (a) meşcere kuruluşuna ait topraklardaki ortalama karbon miktarlarının ise en düşük değerleri aldıkları belirlenmiştir. (b) meşcere kuruluşuna ait toprakların ortalama karbon değerlerinin ise nispeten diğer meşcere kuruluşlarına (a, c ve d) ait topraklardan daha yüksek oldukları tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada 0-10 cm toprak derinliğinde ortalama hacim ağırlığı değerleri; (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda  $1,07 \text{ gr/cm}^3$ , (b) meşcere kuruluşuna ait topraklarda  $1,43 \text{ gr/cm}^3$ , (c) meşcere kuruluşuna ait topraklarda  $1,26 \text{ gr/cm}^3$ , (d)

meşçere kuruluşuna ait topraklarda  $1.22 \text{ gr/cm}^3$  ve bozuk meşçere kuruluşuna ait topraklarda  $1.28 \text{ gr/cm}^3$  olarak tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirmede; ortalama hacim ağırlığı değerleri en yüksek değerini (b) meşçere kuruluşuna ait topraklarda alırken, en düşük değerini ise (a) meşçere kuruluşuna ait topraklarda almıştır. İstatistiki bakımdan değerlendirildiğinde; (a) ile (b) meşçere kuruluşları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

0-10 cm toprak derinliğinde ortalama organik madde değerleri; (a) meşçere kuruluşuna ait topraklarda % 5.23, (b) meşçere kuruluşuna ait topraklarda % 4.95, (c) meşçere kuruluşuna ait topraklarda % 4.87, (d) meşçere kuruluşuna ait topraklarda % 5.61 ve bozuk meşçere kuruluşuna ait topraklarda % 6.68 olarak belirlenmiştir.

Ortalama organik madde değerlerinin en yüksek değerini bozuk meşçere kuruluşuna ait topraklarda, en düşük değerini ise (c) meşçere kuruluşuna ait topraklarda aldığı tespit edilmiştir. İstatistiki bakımdan değerlendirildiğinde; bozuk meşçere kuruluşu ile (a), (b) ve (c) meşçere kuruluşları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirmede; 0-10 cm toprak derinliğinde ortalama karbon oranı değerleri; (a) meşçere kuruluşuna ait topraklarda % 3.03, (b) meşçere kuruluşuna ait topraklarda % 2.87, (c) meşçere kuruluşuna ait topraklarda % 2.82, (d) meşçere kuruluşuna ait topraklarda % 3.25 ve bozuk meşçere kuruluşuna ait topraklarda % 3.87 olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre ortalama karbon oranı değerlerinin en yüksek değerini bozuk meşçere kuruluşuna ait topraklarda, en düşük değerini ise (c) meşçere kuruluşuna ait topraklarda aldığı tespit edilmiştir. İstatistiki bakımdan değerlendirildiğinde; bozuk meşçere kuruluşu ile (a), (b) ve (c) meşçere kuruluşları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirmede 0-10 cm toprak derinliğinde ortalama karbon miktarı değerleri; (a) meşçere kuruluşuna ait topraklarda 31.53 ton/ha, (b) meşçere kuruluşuna ait topraklarda 40.87 ton/ha, (c) meşçere kuruluşuna ait topraklarda 34.50

ton/ha, (d) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 38.71 ton/ha ve bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda 49.77 ton/ha olarak tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirmede 0-10 cm toprak derinliğinde; ortalama karbon miktarı değerlerinin en yüksek değerini bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda, en düşük değerini ise (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda aldığı tespit edilmiştir. İstatistiki bakımdan değerlendirildiğinde; bozuk meşcere kuruluşu ile (a), (b) ve (c) meşcere kuruluşları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada 10-20 cm toprak derinliğinde ortalama hacim ağırlığı değerleri; (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 1.31 gr/cm<sup>3</sup>, (b) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 1.45 gr/cm<sup>3</sup>, (c) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 1.42 gr/cm<sup>3</sup>, (d) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 1.39 gr/cm<sup>3</sup> ve bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda 1.36 gr/cm<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirmede; ortalama hacim ağırlığı değerleri en yüksek değerini (b) meşcere kuruluşuna ait topraklarda alırken, en düşük değerini ise (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda almıştır. İstatistiki bakımdan değerlendirildiğinde; farklı meşcere kuruluşları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir.

10-20 cm toprak derinliğinde ortalama organik madde değerleri; (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 4.15, (b) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 4.30, (c) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 3.83, (d) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 4.34 ve bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 5.16 olarak belirlenmiştir.

Ortalama organik madde değerlerinin en yüksek değerini bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda, en düşük değerini ise (c) meşcere kuruluşuna ait topraklarda aldığı tespit edilmiştir. İstatistiki bakımdan değerlendirildiğinde; bozuk meşcere kuruluşu ile (a) ve (c) meşcere kuruluşları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirmede; 10-20 cm toprak derinliğinde ortalama karbon oranı değerleri; (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 2.41, (b) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 2.49, (c) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 2.22, (d) meşcere

kuruluşuna ait topraklarda % 2.52 ve bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 2.99 olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre ortalama karbon oranı değerlerinin en yüksek değerini bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda, en düşük değerini ise (c) meşcere kuruluşuna ait topraklarda aldığı tespit edilmiştir. İstatistiki bakımdan değerlendirildiğinde; bozuk meşcere kuruluşu ile (a) ve (c) meşcere kuruluşları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirmede 10-20 cm toprak derinliğinde ortalama karbon miktarı değerleri; (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 30.58 ton/ha, (b) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 35.80 ton/ha, (c) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 31.33 ton/ha, (d) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 35.41 ton/ha ve bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda 40.91 ton/ha olarak tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirmede; ortalama karbon miktarı değerlerinin en yüksek değerini bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda, en düşük değerini ise (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda aldığı tespit edilmiştir. İstatistiki bakımdan değerlendirildiğinde; bozuk meşcere kuruluşu ile (a) ve (c) meşcere kuruluşları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada 20-30 cm toprak derinliğinde ortalama hacim ağırlığı değerleri; (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 1.39 gr/cm<sup>3</sup>, (b) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 1.61 gr/cm<sup>3</sup>, (c) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 1.54 gr/cm<sup>3</sup>, (d) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 1.46 gr/cm<sup>3</sup> ve bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda 1.46 gr/cm<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirmede; ortalama hacim ağırlığı değerleri en yüksek değerini (b) meşcere kuruluşuna ait topraklarda alırken, en düşük değerini ise (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda almıştır. İstatistiki bakımdan değerlendirildiğinde; bozuk meşcere kuruluşu ile (a) ve (b) meşcere kuruluşları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

20-30 cm toprak derinliğinde ortalama organik madde değerleri; (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 3.77, (b) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 3.73, (c) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 3.67, (d) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 3.71 ve bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 4.41 olarak belirlenmiştir.

Ortalama organik madde değerlerinin en yüksek değerini bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda, en düşük değerini ise (c) meşcere kuruluşuna ait topraklarda aldığı tespit edilmiştir. İstatistiki bakımdan değerlendirildiğinde; farklı meşcere kuruluşları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir.

Yapılan değerlendirmede; 20-30 cm toprak derinliğinde ortalama karbon oranı değerleri; (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 2.19, (b) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 2.16, (c) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 2.13, (d) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 2.15 ve bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 2.56 olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre ortalama karbon oranı değerlerinin en yüksek değerini bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda, en düşük değerini ise (c) meşcere kuruluşuna ait topraklarda aldığı tespit edilmiştir. İstatistiki bakımdan değerlendirildiğinde; farklı meşcere kuruluşları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir.

Yapılan değerlendirmede 20-30 cm toprak derinliğinde ortalama karbon miktarı değerleri; (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 30.25 ton/ha, (b) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 34.85 ton/ha, (c) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 32.76 ton/ha, (d) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 31.30 ton/ha ve bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda 37.28 ton/ha olarak tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirmede; ortalama karbon miktarı değerlerinin en yüksek değerini bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda, en düşük değerini ise (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda aldığı tespit edilmiştir. İstatistiki bakımdan değerlendirildiğinde; farklı meşcere kuruluşları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir.

Yapılan çalışmada 30-40 cm toprak derinliğinde ortalama hacim ağırlığı değerleri; (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda  $1.45 \text{ gr/cm}^3$ , (b) meşcere kuruluşuna ait topraklarda  $1.59 \text{ gr/cm}^3$ , (c) meşcere kuruluşuna ait topraklarda  $1.57 \text{ gr/cm}^3$ , (d) meşcere kuruluşuna ait topraklarda  $1.57 \text{ gr/cm}^3$  ve bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda  $1.58 \text{ gr/cm}^3$  olarak tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirmede; ortalama hacim ağırlığı değerleri en yüksek değerini (b) meşcere kuruluşuna ait topraklarda alırken, en düşük değerini ise (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda almıştır. İstatistiki bakımdan değerlendirildiğinde; farklı meşcere kuruluşları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir.

30-40 cm toprak derinliğinde ortalama organik madde değerleri; (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 3.31, (b) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 3.37, (c) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 3.21, (d) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 3.20 ve bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 3.95 olarak belirlenmiştir.

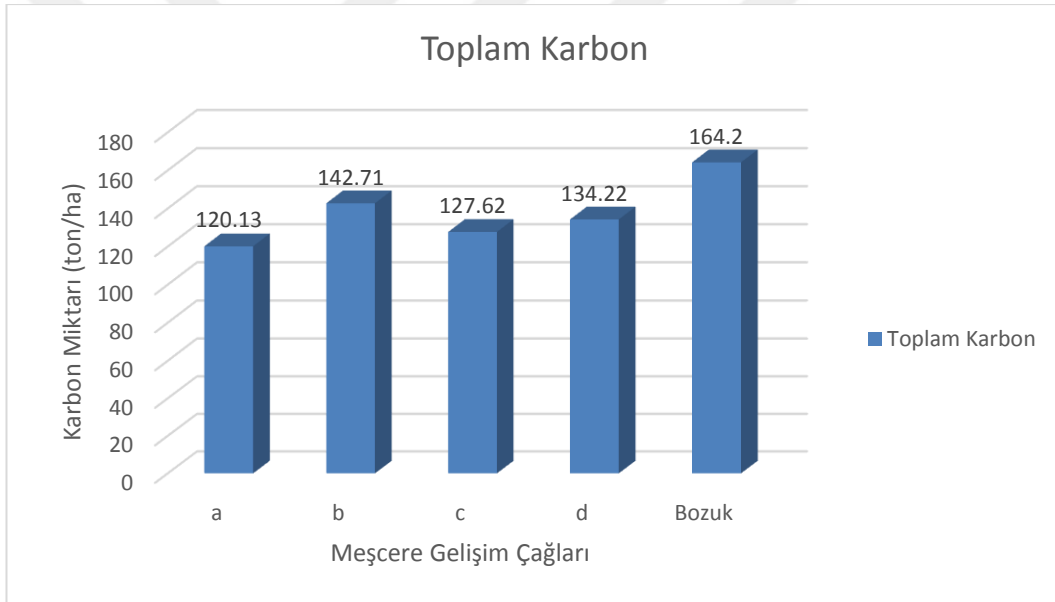
Ortalama organik madde değerlerinin en yüksek değerini bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda, en düşük değerini ise (d) meşcere kuruluşuna ait topraklarda aldığı tespit edilmiştir. İstatistiki bakımdan değerlendirildiğinde; bozuk meşcere kuruluşu ile (a), (c) ve (d) meşcere kuruluşları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirmede; 30-40 cm toprak derinliğinde ortalama karbon oranı değerleri; (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 1.92, (b) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 1.95, (c) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 1.86, (d) meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 1.86 ve bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda % 2.29 olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre ortalama karbon oranı değerlerinin en yüksek değerini bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda, en düşük değerini ise (c) ve (d) meşcere kuruluşuna ait topraklarda aldığı tespit edilmiştir. İstatistiki bakımdan değerlendirildiğinde; bozuk meşcere kuruluşu ile (a), (c) ve (d) meşcere kuruluşları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirmede 30-40 cm toprak derinliğinde ortalama karbon miktarı değerleri; (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 27.77 ton/ha, (b) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 31.19 ton/ha, (c) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 29.03 ton/ha, (d) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 28.80 ton/ha ve bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda 36.24 ton/ha olarak tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirmede; ortalama karbon miktarı değerlerinin en yüksek değerini bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda, en düşük değerini ise (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda aldığı tespit edilmiştir. İstatistiki bakımdan değerlendirildiğinde; bozuk meşcere kuruluşu ile (a), (c) ve (d) meşcere kuruluşları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.



Grafik 4.21. Farklı meşcere gelişim çağlarına ait toplam karbon miktarı değerlerinin değişimi

Bu çalışmadaki sonuçlara göre 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm ve 30-40 cm toprak derinliklerinde hesaplanan ortalama karbon miktarlarına göre toplam olarak; (a) çağında 120,13 ton/ha, (b) çağında 142,68 ton/ha, (c) çağında 127,62 ton/ha, (d) çağında 134,22 ton/ha ve bozuk meşcerelerde 164,20 ton/ha olarak bulunmuştur.

Bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda karbon miktarının yüksek çıkmasının nedeninin kapalılığın düşük olmasından dolayı ayrışmanın fazla gerçekleşmesinden

kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Diğer meşcere kuruluşlarında karbon miktarının düşük çıkması meşcere kapalılıklarının yüksek (3 kapalı) olması ve meşcereye ışık ile ısının daha az girmesi ile birlikte ayrışmanın daha az oluşmasına sebep olmaktadır.

Dünyanın çeşitli yerlerinde orman ekosistemlerinde depolanan karbon miktarını belirlemeye yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Örneğin; Wang ve ark. (2002) Çin de yaptıkları bir çalışmada, toprakta tutulan karbon miktarını 212 t/ha olarak hesaplamış, Kraenzel ve ark. (2003) Panama'da ağaçlandırma alanlarında yaptıkları çalışmada toprakta 225 t/ha karbon depolandığını tespit etmişlerdir. Jia ve Akiyama (2005) serin ve orta kuşak yapraklı ormanlarda toprakta 318,3 t/ha karbon miktarı hesaplamışlardır.

Türkiye'de de Kantarcı (1979) Bolu-Aladağlar'da uludağ göknarı meşcerelerinde toprakta 89,85-139,31 t/ha arasında değişen karbon miktarı tespit etmiştir. Tolunay (1997) aynı bölgede sarıçam için topraktaki karbon miktarının 40,7-129,0 t/ha arasında değiştiğini belirtmiştir.

Tolunay ve Çömez (2008) Türkiye topraklarında depolanan karbon miktarlarına ait yapılmış birçok çalışmadan derledikleri sonuçlara göre yapraklı ormanlar için ortalama karbon miktarını 80,4 Mg/ha-1 olarak hesaplamışlardır.

Erkut (2013) te saf kayın meşcerelerinde ortalama toprakta depolanan karbon miktarını 81,1 ton/ha olarak hesaplamıştır.

Sarıyıldız ve ark. (2015) kayın meşcerelerinde 0-20 cm toprak derinliğinde depolanan karbon miktarını 67,0 Mg C ha-1 olarak tespit etmiştir.

Ormanlık alanlarda toprakta depolanan karbon miktarının meşcere tiplerine, yükselti, iklim v.b. gibi faktörlere göre yöreden yöreye değiştiği bilinmektedir.

## 6. ÖNERİLER

Son yıllarda yaşanan küresel ısınma ve meydana gelen iklim değişiklikleri dünyamızdaki yaşamı önemli derecede etkilemektedir. Sera gazlarının ve özellikle CO<sub>2</sub>'nin atmosferdeki konsantrasyonlarının son yıllarda artış göstermesi ile birlikte iklim elemanları üzerinde belirgin değişiklikler olmaktadır. İklim değişikliklerinin etkileri özellikle sıcaklık ve yağış değerleri üzerinde önemli etkide bulunmaktadır. İklim elemanları üzerindeki değişiklikler dünyamızda farklı coğrafyalarda farklı şekillerde ortaya çıkmaktadır. Dünyamızda bazı bölgelerde yağış azlığı ve sıcaklık artışları görülürken bazı bölgelerde ise yağışlarda artış görülebilmektedir.

Atmosferdeki karbonun depolanmasında önemli bir rol oynayan orman ekosistemlerinde tutulan karbonun bilinmesi küresel ısınma için alınacak önlemlerde önem arz etmektedir. Bu nedenle farklı orman ekosistemlerinde tutulan karbon miktarlarının tespiti yapılacak olan çalışmalarda önem kazanmıştır.

Ülkemizde fonksiyonel orman amenajman planlarında farklı orman ekosistemlerinin ortalama karbon depolama değerleri yer almaktadır. Bu konuda yapılacak olan çalışmalardan elde edilecek olan veriler fonksiyonel orman amenajman planlarındaki ortalama karbon değerlerinin belirlenmesinde katkı oluşturacaktır.

Özellikle ülkemizdeki farklı coğrafyalarda bulunan farklı orman ekosistemlerinin karbon depolama kapasitelerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle farklı orman ekosistemlerinin karbon depolama potansiyellerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar ve projeler desteklenmelidir.

Ormanlarda bitkisel kütlede depolanan karbonun tespit edilip envanterler yardımıyla belirli aralıklarla izlenmesi mümkündür. Buna benzer bir uygulama ile orman topraklarında depolanan karbon miktarlarının tespit edilip, diğer bileşenlerde olduğu gibi belirli aralıklarla değişiminin de izlenmesine yönelik çalışmalara gereksinim vardır. Bu sayede uluslararası anlaşmalar gereği raporlamak zorunda olduğumuz

emisyon veya tutumlara toprak karbonundaki değişimleri de ekleyerek daha gerçeği rakamlarla sunma olanağı ortaya çıkacaktır.

Karbon miktarlarının azaltılmasında etkin rol oynayan orman ekosistemlerinin karbon depolama kapasitelerinin arttırılması için öncelikle ormansız alanlarda yapılacak olan ağaçlandırma çalışmaları ve bozuk alanların rehabilite edilerek yeniden iyi vasıfta orman niteliği kazandırılması gerekmektedir. Yapılacak olan bu çalışmalarda farklı orman ekosistemlerinin depoladıkları karbon miktarlarının bilinmesi çalışmaların başarısını önemli lde etkileyebilecektir.



## KAYNAKLAR

- Arslan, M. (2010). Yaylacık araştırma ormanının bitki sosyolojisi yönünden incelenmesi. Central Anatolia Forestry Research Institute. Teknik Bülten.
- Asan, Ü. (1999). Climate change, carbon sinks and the forests of Turkey, Proceedings: International Conference on Tropical Forests and Climate Change: Status, Issues and Challenges Makati City, The Philippines, 157-170.
- Asan, Ü. (2010). Ormanlık Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporu. Türkiye'nin İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planının Geliştirilmesi Projesi, Ankara.
- Asan, Ü. (2011). Türkiye Ormanlarındaki Yıllık Karbon Stok Değişimi Trendinin İrdelenmesi ve 2023 Yılındaki Durumun Kestirilmesi, 1.Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Kahramanmaraş.
- Batjes, NH. and Sombroek, W.G. (1997). Possibilities for carbon sequestration in tropical and subtropical soils. *Global Change Biol.*, 3,161–173.
- Batu, F. (1995). Uygulamalı İstatistik Yöntemler, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Genel Yayın No: 179, Fakülte Yayın No:22, 312s., Trabzon.
- ÇOB (Çevre ve Orman Bakanlığı) (2007). Türkiye İklim Değişikliği 1. Ulusal Bildirimi. Ankara
- Çömez, A. (2010). Sündiken Dağlarında Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) Meşcerelerinde Karbon Birikiminin Belirlenmesi. Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. İstanbul.
- ÇŞB (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı) (2013). Türkiye İklim Değişikliği 5. Ulusal Bildirimi. Ankara.
- Earth System Research Laboratory, Global Monitoring Division, (2016). <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html> Erişim: 12.05.2016
- Erkut, S. (2013). Giresun Orman Bölge Müdürlüğü Akkuş Orman İşletme Müdürlüğü Saf Kayın Meşcerelerinin Ekosistem Bazında Karbon Depolama Kapasitesi. Yüksek Lisans Tezi. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Trabzon.
- Fu, B.J., Liu, S.I., Ma, K.M., Zhu, Y.G. (2004). Relationships between soil characteristics, topography and plant diversity in a heterogeneous deciduous broad-leaved forest near Beijing, China. *Plant Soil* 261, 47–54. <http://dx.doi.org/10.1023/B:PLSO.0000035567.97093.48>.

- Gulledge, J., and Schimel, J.P. (2000). Controls on soil carbon dioxide and methane fluxes in a variety of taiga for stands in interior Alaska. *Ecosystems* 3, 269–282.
- Guol, B.L., & Gifford R.M. (2002). Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Global Change Biology* 8, 345-360
- Gülçur, F. (1974). Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri. İÜ Orman Fakültesi Yayınları, OF Yayın, (201), 225.
- Güner, Ş. T., ve Çömez, A. (2014). Karaçam (*Pinus nigra* Arn. Subsp. *pallasiana*) Ağaçlandırma Alanlarında Karbon Stoklarının Belirlenmesi. Araştırma Projesi, ESK-10(6303)/2011-2014. Teknik Bülten No:2. Orman Toprak Ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir.
- Güner, Ş. T., and Makineci, E. (2016). Determination of annual organic carbon sequestration in soil and forest floor in Scots pine forests in Türkmen Mountain (Eskişehir, Kütahya). Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*.
- Hiederer, R. (2009). Distribution of organic carbon in soil profile data. *Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 126*.
- IPCC (2001). (Intergovernmental Panel on Climate Change). Climate change 2001, third assessment report of the IPCC.
- IPCC (2007). (Intergovernmental Panel on Climate Change). Climate Change 2007: Synthesis Report, 2007.
- Jandl, R., Lindner, M., Vesterdal, L., Bauwens, B., Baritz, R., Hagedorn, F., Johnson, DW., Minkinen, K., Byrne, KA. (2007). How strongly can forest management influence soil carbon sequestration. *Geoderma* 137: 253-268
- Janzen, H. H. (2004). Carbon cycling in earth systems—a soil science perspective. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 104(3), 399-417.
- Jia, S., Akiyama, T. (2005). A precise, unified method for estimating carbon storage in cool-temperate deciduous forest ecosystems, *Agricultural and Forest Meteorology*, 134, 70-80.
- Jobbagy, E.G. and Jackson, R.B. (2000). The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications* 19(2):423-436.
- Johnson, C.E., and Ruiz-Mendez, J.J., Lawrence, G.B. (2000). Forest soil chemistry and terrain attributes in a Catskill watershed. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64, 1804–1814 (PII: S0378-1127(00)00282-6).

- Joosten, H., Couwenberg, J. (2008). Peatlands and carbon. In: Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silviu, M., Stringer, L. (Eds.), Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen, pp. 99–117.
- Kalıpsız, A. (1976). Bilimsel Araştırma. 1. Baskı. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2076, Orman Fakültesi Yayın No: 216, İstanbul.
- Kantarcı, M.D. (1979). Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Aklanındaki Uludağ Göknaarı Ormanlarında Yükselti İklim Kuşaklarına Göre Bazı Ölü Örtü ve Toprak Özelliklerinin Analitik Olarak Araştırılması. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 2634, O.F. Yayın No: 274, İstanbul, s. 220.
- Kantarcı, M.D. (2000). Toprak İlmi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 4261, O.F. Yayın No: 462. (Syf: 105-109).
- Karabıyık, S. B. (2014). Türkiye Ormanlarında Bitkisel Kütledeki Karbon Stoku: Farklı Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Karatepe, Y. (2004). Gölcük (Isparta)'de Karaçam (Pinus Nigra Arn. Subsp. Pallasiana (Lamb.) Holmboe) Meşcerelerinin Topraklarındaki Toplam Azot Ve Organik Karbon İle Ölü Örtülerindeki Toplam Azot Ve Organik Madde Miktarlarının Araştırılması. Turkish Journal Of Forestry. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 2, Pp.1-16.
- Koçyiğit, R. (2008). Karasal Ekosistemde Karbon Yönetimi ve Önemi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2008 (1).
- Kraenzel, M., Castillo, A., Moore, T., Potvin, C. (2003). Carbon storage of harvest-age teak (*Tectonia grandis*) plantations, Panama, *Forest Ecology and Management*, 173, 213-225.
- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma* 123, 1–22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.01.052>.
- Lindner, M., Karjalainen, T. (2007). Carbon inventory methods and carbon mitigation potentials of forests in Europe: a short review of recent progress. *European Journal of Forest Research* 126, 149–156.
- Makineci, E., Yılmaz, E., Özdemir, E., Kumbasli, M., Sevgi, O., Keten, A., Beskardes, V., Zengin, H., Yılmaz, H. and Çaliskan, S. (2011). Kuzey Trakya koruya tahvil mese ekosistemlerinde saglik durumu, biyokütle, karbon depolama ve faunistik özelliklerin belirlenmesi [Determination of health condition, biomass, carbon sequestration and faunistic characteristics on conversion of coppice oak ecosystems in Northern Thrace]. TÜBİTAK Project, TÜBİTAK-TOVAG 1070750, Turkey.[in Turkish].

- Mafrak, M. (2016). Saf Karaçam Ormanlarındaki Toprak Organik Karbon Miktarlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kastamonu.
- OGM (Orman Genel Müdürlüğü) (2011). Yaylacık Araştırma Ormanı, Orman Amenajman Planı.
- OGM (Orman Genel Müdürlüğü) (2015). Türkiye Orman Varlığı. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Özdamar, K. (2004). Paket Programlar ve İstatistiksel Veri Analizi 1, Genişletilmiş 5. Baskı, Kaan Kitabevi, ISBN: 975-6787-09-0, 975-6787-10-4, 649s., Eskişehir.
- Özyuvacı, N. (1978). Kocaeli Yarımadası Topraklarında Erozyon Eğiliminin Hidrolojik ve Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi.
- Roßkopf, N., Fell, H. and Zeitz, J. (2015). Organic soils in Germany, their distribution and carbon stocks. *Catena*, 133, pp.157-170.
- Sariyildiz, T., Savaci, G. and Kravkaz, I.S. (2015). Effects of tree species, stand age and land-use change on soil carbon and nitrogen stock rates in North western Turkey. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, p.911.
- Schauvlieghe, M., Lust, N. (1999). Carbon accumulation and allocation after afforestation of a pasture with pin oak (*Quercus palustris*) and ash (*Fraxinus excelsior*). *Silva Gandevensis* 64,72–81.
- Tesfaye, M.A., Bravo, F., Ruiz-Peinado, R., Pando, V. and Bravo-Oviedo, A. (2016). Impact of changes in land use, species and elevation on soil organic carbon and total nitrogen in Ethiopian Central Highlands. *Geoderma*, 261, pp.70-79.
- Tolunay, D. (1997). Aladağ'da (Bolu) Sıklık Çağındaki Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinde Bakımların Madde Dolaşımına Etkileri, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. İstanbul.
- Tolunay, D. ve Çömez, A. (2007). Orman topraklarında karbon depolanması ve Türkiye'deki durum, Küresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar Sempozyumu, 13-14 Aralık 2007, İstanbul, 97-107.
- 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. 750-765.
- Tolunay, D. ve Karabıyık S.B. (2013). Türkiye Sera Gazları Ulusal Envanterinde Ormancılık Sektörü İçin Yapılan Karbon Hesaplamalarının Değerlendirilmesi V.Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, Eskişehir.

Wang, S., Zhou, C., Liu, J., Tian, H., Li, K., Yang, X. (2002). Carbon storage in northeast China as estimated from vegetation and soil inventories, *Environmental Pollution*, 116, 157-165.

Yolasiğmaz, H. A., Çavdar, B., Demirci, U., Aydın, İ. Z. (2016). İki farklı yöntemle göre karbon birikiminin tahmin edilmesi: Artvin Orman İşletme Şefliği örneği, *Türkiye Ormancılık Dergisi* 2016, 17(1): 43-51.

Yücel, E. (2006). Canlılar ve Çevre. Web: <http://www.Aof.Edu.Tr/Kitap/Ioltp/2281/Unite05.Pdf>. Erişim: 12.05.2016.

Zengin, M. (1997). Kocaeli Yöresinde Orman Ekosistemlerinin Hidrolojik Ağaçlandırmalar Yönünden Karşılaştırılması. Orman Bakanlığı Yay. No:055, İzmit.



## **EKLER**

**EK-1** Farklı kayın meşcere kuruluşlarına ait hacim ağırlığı, organik madde, karbon oranı ve karbon miktarı değerleri

EK-1. Farklı kayın meşcere kuruluşlarına ait hacim ağırlığı, organik madde, karbon oranı ve karbon miktarı değerleri

| Örnek Adı | Derinlik (cm) | Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> ) | Organik Madde (%) | C (%) | Karbon miktarı (ton/ha) |
|-----------|---------------|--------------------------------------|-------------------|-------|-------------------------|
| Kna D1-P1 | 0 - 10        | 1.12                                 | 6.27              | 3.64  | 40.75                   |
|           | 10 - 20       | 1.39                                 | 3.92              | 2.27  | 31.53                   |
|           | 20 - 30       | 1.45                                 | 3.27              | 1.90  | 27.44                   |
|           | 30 - 40       | 1.45                                 | 3.00              | 1.74  | 25.30                   |
| Kna D1-P2 | 0 - 10        | 1.08                                 | 6.83              | 3.96  | 42.77                   |
|           | 10 - 20       | 1.25                                 | 5.13              | 2.97  | 37.19                   |
|           | 20 - 30       | 1.12                                 | 3.45              | 2.00  | 22.41                   |
|           | 30 - 40       | 1.43                                 | 3.67              | 2.13  | 30.38                   |
| Kna D1-P3 | 0 - 10        | 0.99                                 | 5.19              | 3.01  | 29.96                   |
|           | 10 - 20       | 1.24                                 | 4.76              | 2.76  | 34.17                   |
|           | 20 - 30       | 1.12                                 | 3.36              | 1.95  | 21.81                   |
|           | 30 - 40       | 1.41                                 | 3.07              | 1.78  | 25.00                   |
| Kna D1-P4 | 0 - 10        | 0.47                                 | 5.47              | 3.17  | 14.80                   |
|           | 10 - 20       | 0.86                                 | 4.66              | 2.70  | 23.24                   |
|           | 20 - 30       | 1.19                                 | 3.62              | 2.10  | 24.98                   |
|           | 30 - 40       | 1.36                                 | 3.09              | 1.79  | 24.45                   |
| Kna D1-P5 | 0 - 10        | 0.84                                 | 8.47              | 4.91  | 41.49                   |
|           | 10 - 20       | 1.11                                 | 5.82              | 3.38  | 37.33                   |
|           | 20 - 30       | 1.35                                 | 2.79              | 1.62  | 21.90                   |
|           | 30 - 40       | 1.57                                 | 2.45              | 1.42  | 22.26                   |
| Kna D2-P1 | 0 - 10        | 1.22                                 | 5.75              | 3.34  | 40.64                   |
|           | 10 - 20       | 1.42                                 | 3.54              | 2.05  | 29.14                   |
|           | 20 - 30       | 1.22                                 | 3.88              | 2.25  | 27.50                   |
|           | 30 - 40       | 1.19                                 | 3.77              | 2.19  | 26.02                   |
| Kna D2-P2 | 0 - 10        | 0.99                                 | 3.64              | 2.11  | 20.84                   |
|           | 10 - 20       | 1.14                                 | 3.67              | 2.13  | 24.28                   |
|           | 20 - 30       | 1.37                                 | 3.48              | 2.02  | 27.62                   |
|           | 30 - 40       | 1.54                                 | 3.02              | 1.75  | 27.04                   |
| Kna D2-P3 | 0 - 10        | 0.78                                 | 5.57              | 3.23  | 25.03                   |
|           | 10 - 20       | 0.95                                 | 4.63              | 2.68  | 25.61                   |
|           | 20 - 30       | 1.45                                 | 3.64              | 2.11  | 30.69                   |
|           | 30 - 40       | 1.17                                 | 3.16              | 1.83  | 21.48                   |
| Kna D2-P4 | 0 - 10        | 1.47                                 | 4.76              | 2.76  | 40.55                   |
|           | 10 - 20       | 1.71                                 | 3.66              | 2.13  | 36.30                   |
|           | 20 - 30       | 1.46                                 | 3.40              | 1.97  | 28.74                   |
|           | 30 - 40       | 1.70                                 | 3.35              | 1.94  | 32.96                   |
| Kna D2-P5 | 0 - 10        | 0.94                                 | 6.85              | 3.97  | 37.17                   |
|           | 10 - 20       | 0.83                                 | 6.33              | 3.67  | 30.41                   |

EK-1'in devamı

| Örnek Adı | Derinlik (cm) | Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> ) | Organik Madde (%) | C (%) | Karbon miktarı (ton/ha) |
|-----------|---------------|--------------------------------------|-------------------|-------|-------------------------|
| Kna D2-P5 | 20 - 30       | 1.12                                 | 4.28              | 2.48  | 27.71                   |
|           | 30 - 40       | 1.11                                 | 3.67              | 2.13  | 23.64                   |
| Kna D3-P1 | 0 - 10        | 0.95                                 | 6.06              | 3.51  | 33.36                   |
|           | 10 - 20       | 1.21                                 | 4.05              | 2.35  | 28.39                   |
|           | 20- 30        | 1.24                                 | 4.87              | 2.83  | 35.17                   |
| Kna D3-P2 | 30-40         | 1.43                                 | 3.01              | 1.75  | 25.02                   |
|           | 0 - 10        | 1.22                                 | 4.90              | 2.84  | 34.61                   |
|           | 10 - 20       | 1.28                                 | 3.81              | 2.21  | 28.23                   |
| Kna D3-P3 | 20 - 30       | 1.48                                 | 4.67              | 2.71  | 40.18                   |
|           | 30 - 40       | 1.53                                 | 3.63              | 2.11  | 32.15                   |
|           | 0 - 10        | 1.09                                 | 4.61              | 2.68  | 29.12                   |
| Kna D3-P4 | 10 - 20       | 1.66                                 | 4.78              | 2.77  | 46.00                   |
|           | 20 - 30       | 1.54                                 | 4.83              | 2.80  | 43.22                   |
|           | 30 - 40       | 1.60                                 | 4.68              | 2.72  | 43.44                   |
|           | 0 - 10        | 0.70                                 | 5.50              | 3.19  | 22.33                   |
| Kna D3-P5 | 10 - 20       | 1.17                                 | 4.85              | 2.81  | 33.04                   |
|           | 20 - 30       | 1.09                                 | 4.90              | 2.84  | 30.98                   |
|           | 30 - 40       | 1.23                                 | 3.09              | 1.79  | 22.08                   |
|           | 0 - 10        | 1.30                                 | 3.84              | 2.23  | 29.07                   |
| Kna D4-P1 | 10 - 20       | 1.63                                 | 3.34              | 1.94  | 31.59                   |
|           | 20 - 30       | 1.59                                 | 4.85              | 2.82  | 44.89                   |
|           | 30 - 40       | 1.61                                 | 4.49              | 2.61  | 41.89                   |
|           | 0 - 10        | 0.99                                 | 4.94              | 2.87  | 28.46                   |
| Kna D4-P2 | 10 - 20       | 1.35                                 | 4.82              | 2.80  | 37.64                   |
|           | 20 - 30       | 1.80                                 | 3.54              | 2.05  | 36.96                   |
|           | 30 - 40       | 1.62                                 | 3.10              | 1.80  | 29.16                   |
|           | 0 - 10        | 1.74                                 | 4.12              | 2.39  | 41.62                   |
| Kna D4-P3 | 10 - 20       | 1.74                                 | 2.67              | 1.55  | 26.92                   |
|           | 20 - 30       | 1.37                                 | 2.71              | 1.57  | 21.48                   |
|           | 30 - 40       | 1.49                                 | 2.95              | 1.71  | 25.52                   |
|           | 0 - 10        | 1.35                                 | 3.11              | 1.80  | 24.37                   |
| Kna D4-P4 | 10 - 20       | 1.42                                 | 2.49              | 1.44  | 20.47                   |
|           | 20 - 30       | 1.58                                 | 2.47              | 1.43  | 22.60                   |
|           | 30 - 40       | 1.67                                 | 2.75              | 1.59  | 26.60                   |
|           | 0 - 10        | 0.94                                 | 4.62              | 2.68  | 25.32                   |
| Kna D4-P5 | 10 - 20       | 1.26                                 | 3.32              | 1.93  | 24.25                   |
|           | 20 - 30       | 1.53                                 | 4.14              | 2.40  | 36.64                   |
|           | 30 - 40       | 1.59                                 | 3.28              | 1.90  | 30.27                   |
|           | 0 - 10        | 1.20                                 | 4.07              | 2.36  | 28.36                   |
|           | 10 - 20       | 1.58                                 | 2.82              | 1.64  | 25.80                   |

EK-1'in devamı

| Örnek Adı | Derinlik (cm) | Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> ) | Organik Madde (%) | C (%) | Karbon miktarı (ton/ha) |
|-----------|---------------|--------------------------------------|-------------------|-------|-------------------------|
| Kna D4-P5 | 20 - 30       | 1.71                                 | 3.23              | 1.87  | 32.04                   |
|           | 30 - 40       | 1.22                                 | 2.93              | 1.70  | 20.79                   |
| Knb D1-P1 | 0 - 10        | 1.41                                 | 3.80              | 2.20  | 31.00                   |
|           | 10 - 20       | 1.67                                 | 3.90              | 2.26  | 37.79                   |
|           | 20 - 30       | 1.94                                 | 3.22              | 1.87  | 36.31                   |
|           | 30 - 40       | 1.96                                 | 3.65              | 2.12  | 41.44                   |
|           | Knb D1-P2     | 0 - 10                               | 1.58              | 3.03  | 1.76                    |
|           | 10 - 20       | 1.62                                 | 3.58              | 2.07  | 33.60                   |
|           | 20 - 30       | 1.65                                 | 2.93              | 1.70  | 28.06                   |
|           | 30 - 40       | 1.67                                 | 2.89              | 1.67  | 27.89                   |
| Knb D1-P3 | 0 - 10        | 1.45                                 | 4.11              | 2.39  | 34.59                   |
|           | 10 - 20       | 1.58                                 | 3.27              | 1.90  | 29.91                   |
|           | 20 - 30       | 1.62                                 | 2.77              | 1.61  | 26.04                   |
|           | 30 - 40       | 1.70                                 | 2.85              | 1.65  | 28.05                   |
| Knb D1-P4 | 0 - 10        | 1.62                                 | 6.14              | 3.56  | 57.71                   |
|           | 10 - 20       | 1.77                                 | 6.29              | 3.65  | 64.73                   |
|           | 20 - 30       | 1.81                                 | 3.77              | 2.19  | 39.59                   |
|           | 30 - 40       | 1.89                                 | 3.30              | 1.91  | 36.15                   |
| Knb D1-P5 | 0 - 10        | 1.21                                 | 4.06              | 2.36  | 28.45                   |
|           | 10 - 20       | 1.62                                 | 2.54              | 1.47  | 23.91                   |
|           | 20 - 30       | 1.62                                 | 3.47              | 2.01  | 32.67                   |
|           | 30 - 40       | 1.28                                 | 3.26              | 1.89  | 24.31                   |
| Knb D2-P1 | 0 - 10        | 1.28                                 | 3.68              | 2.13  | 27.32                   |
|           | 10 - 20       | 1.38                                 | 3.81              | 2.21  | 30.52                   |
|           | 20 - 30       | 1.45                                 | 3.72              | 2.16  | 31.38                   |
|           | 30 - 40       | 1.57                                 | 3.86              | 2.24  | 35.19                   |
| Knb D2-P2 | 0 - 10        | 1.52                                 | 6.38              | 3.70  | 56.14                   |
|           | 10 - 20       | 1.54                                 | 5.89              | 3.42  | 52.66                   |
|           | 20 - 30       | 1.43                                 | 2.27              | 1.31  | 18.83                   |
|           | 30 - 40       | 1.80                                 | 3.13              | 1.82  | 32.70                   |
| Knb D2-P3 | 0 - 10        | 1.44                                 | 5.30              | 3.07  | 44.25                   |
|           | 10 - 20       | 1.52                                 | 3.85              | 2.23  | 33.93                   |
|           | 20 - 30       | 1.51                                 | 4.02              | 2.33  | 35.10                   |
|           | 30 - 40       | 1.55                                 | 3.63              | 2.11  | 32.58                   |
| Knb D2-P4 | 0 - 10        | 1.64                                 | 4.37              | 2.53  | 41.59                   |
|           | 10 - 20       | 1.50                                 | 3.07              | 1.78  | 26.67                   |
|           | 20 - 30       | 1.68                                 | 3.54              | 2.05  | 34.55                   |
|           | 30 - 40       | 1.39                                 | 2.41              | 1.40  | 19.36                   |
| Knb D2-P5 | 0 - 10        | 1.17                                 | 5.60              | 3.25  | 37.82                   |
|           | 10 - 20       | 1.42                                 | 5.07              | 2.94  | 41.71                   |

EK-1'in devamı

| Örnek Adı | Derinlik (cm) | Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> ) | Organik Madde (%) | C (%) | Karbon miktarı (ton/ha) |
|-----------|---------------|--------------------------------------|-------------------|-------|-------------------------|
| Knb D2-P5 | 20 - 30       | 1.71                                 | 4.41              | 2.56  | 43.76                   |
|           | 30 - 40       | 1.53                                 | 3.40              | 1.97  | 30.16                   |
| Knb D3-P1 | 0 - 10        | 1.28                                 | 4.71              | 2.73  | 35.00                   |
|           | 10 - 20       | 1.19                                 | 3.37              | 1.96  | 23.22                   |
|           | 20 - 30       | 1.63                                 | 3.83              | 2.22  | 36.19                   |
|           | 30 - 40       | 1.60                                 | 3.73              | 2.16  | 34.67                   |
|           | Knb D3-P2     | 0 - 10                               | 1.64              | 4.83  | 2.80                    |
|           | 10 - 20       | 1.16                                 | 4.69              | 2.72  | 31.56                   |
|           | 20- 30        | 1.51                                 | 4.29              | 2.49  | 37.56                   |
|           | 30- 40        | 1.40                                 | 3.00              | 1.74  | 24.44                   |
| Knb D3-P3 | 0 - 10        | 1.31                                 | 5.23              | 3.03  | 39.64                   |
|           | 10 - 20       | 1.53                                 | 5.14              | 2.98  | 45.49                   |
|           | 20 - 30       | 1.55                                 | 4.16              | 2.41  | 37.44                   |
|           | 30 - 40       | 1.65                                 | 3.91              | 2.27  | 37.46                   |
| Knb D3-P4 | 0 - 10        | 1.58                                 | 4.96              | 2.88  | 45.35                   |
|           | 10 - 20       | 1.57                                 | 3.12              | 1.81  | 28.44                   |
|           | 20 - 30       | 1.60                                 | 3.18              | 1.85  | 29.60                   |
|           | 30 - 40       | 1.77                                 | 3.14              | 1.82  | 32.26                   |
| Knb D3-P5 | 0 - 10        | 1.56                                 | 6.48              | 3.76  | 58.63                   |
|           | 10 - 20       | 1.61                                 | 4.33              | 2.51  | 40.45                   |
|           | 20 - 30       | 1.69                                 | 4.42              | 2.56  | 43.33                   |
|           | 30 - 40       | 1.76                                 | 4.32              | 2.51  | 44.04                   |
| Knb D4-P1 | 0 - 10        | 1.41                                 | 3.59              | 2.08  | 29.25                   |
|           | 10 - 20       | 1.27                                 | 4.95              | 2.87  | 36.38                   |
|           | 20 - 30       | 1.37                                 | 3.72              | 2.16  | 29.53                   |
|           | 30 - 40       | 1.20                                 | 2.26              | 1.31  | 15.78                   |
| Knb D4-P2 | 0 - 10        | 1.14                                 | 6.95              | 4.03  | 46.05                   |
|           | 10 - 20       | 0.97                                 | 6.48              | 3.76  | 36.40                   |
|           | 20 - 30       | 1.62                                 | 5.68              | 3.29  | 53.37                   |
|           | 30 - 40       | 1.11                                 | 3.42              | 1.98  | 21.92                   |
| Knb D4-P3 | 0 - 10        | 1.49                                 | 4.34              | 2.52  | 37.58                   |
|           | 10 - 20       | 1.45                                 | 3.84              | 2.23  | 32.22                   |
|           | 20 - 30       | 1.42                                 | 4.01              | 2.33  | 33.01                   |
|           | 30 - 40       | 1.60                                 | 3.20              | 1.86  | 29.68                   |
| Knb D4-P4 | 0 - 10        | 1.47                                 | 6.36              | 3.69  | 54.07                   |
|           | 10 - 20       | 1.24                                 | 4.95              | 2.87  | 35.52                   |
|           | 20 - 30       | 1.72                                 | 3.51              | 2.04  | 34.99                   |
|           | 30 - 40       | 1.65                                 | 4.17              | 2.42  | 39.78                   |
| Knb D4-P5 | 0 - 10        | 1.32                                 | 5.11              | 2.96  | 39.05                   |
|           | 10 - 20       | 1.41                                 | 3.78              | 2.19  | 30.83                   |

EK-1'in devamı

| Örnek Adı | Derinlik (cm) | Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> ) | Organik Madde (%) | C (%) | Karbon miktarı (ton/ha) |
|-----------|---------------|--------------------------------------|-------------------|-------|-------------------------|
| Knb D4-P5 | 20 - 30       | 1.69                                 | 3.65              | 2.12  | 35.77                   |
|           | 30 - 40       | 1.63                                 | 3.80              | 2.20  | 35.95                   |
| Knc D1-P1 | 0 - 10        | 1.40                                 | 5.03              | 2.92  | 40.85                   |
|           | 10 - 20       | 1.72                                 | 3.72              | 2.16  | 37.12                   |
|           | 20 - 30       | 1.79                                 | 3.95              | 2.29  | 41.01                   |
| Knc D1-P2 | 30 - 40       | 1.86                                 | 3.36              | 1.95  | 36.21                   |
|           | 0 - 10        | 1.08                                 | 5.53              | 3.21  | 34.80                   |
|           | 10 - 20       | 1.30                                 | 3.67              | 2.13  | 27.67                   |
| Knc D1-P3 | 20 - 30       | 1.50                                 | 4.75              | 2.76  | 41.46                   |
|           | 30 - 40       | 1.35                                 | 3.04              | 1.76  | 23.74                   |
|           | 0 - 10        | 1.53                                 | 4.77              | 2.77  | 42.22                   |
| Knc D1-P4 | 10 - 20       | 1.52                                 | 3.79              | 2.20  | 33.41                   |
|           | 20 - 30       | 1.58                                 | 3.48              | 2.02  | 31.88                   |
|           | 30 - 40       | 1.58                                 | 3.04              | 1.76  | 27.87                   |
|           | 0 - 10        | 1.87                                 | 4.54              | 2.63  | 49.14                   |
| Knc D1-P5 | 10 - 20       | 1.42                                 | 3.54              | 2.05  | 29.08                   |
|           | 20 - 30       | 1.81                                 | 3.18              | 1.84  | 33.43                   |
|           | 30 - 40       | 1.33                                 | 2.53              | 1.47  | 19.48                   |
|           | 0 - 10        | 1.25                                 | 3.21              | 1.86  | 23.25                   |
| Knc D2-P1 | 10 - 20       | 1.54                                 | 2.66              | 1.54  | 23.76                   |
|           | 20 - 30       | 1.54                                 | 2.51              | 1.45  | 22.41                   |
|           | 30 - 40       | 1.91                                 | 2.14              | 1.24  | 23.75                   |
|           | 0 - 10        | 0.49                                 | 7.92              | 4.59  | 22.45                   |
| Knc D2-P2 | 10 - 20       | 1.13                                 | 5.87              | 3.41  | 38.53                   |
|           | 20 - 30       | 1.41                                 | 3.59              | 2.08  | 29.39                   |
|           | 30 - 40       | 1.51                                 | 2.59              | 1.50  | 22.76                   |
|           | 0 - 10        | 1.14                                 | 5.76              | 3.34  | 38.01                   |
| Knc D2-P3 | 10 - 20       | 1.94                                 | 3.63              | 2.11  | 40.87                   |
|           | 20 - 30       | 1.81                                 | 2.87              | 1.66  | 30.10                   |
|           | 30 - 40       | 1.85                                 | 3.48              | 2.02  | 37.31                   |
|           | 0 - 10        | 1.36                                 | 4.58              | 2.66  | 36.13                   |
| Knc D2-P4 | 10 - 20       | 1.88                                 | 3.21              | 1.86  | 34.95                   |
|           | 20 - 30       | 1.95                                 | 2.35              | 1.37  | 26.57                   |
|           | 30 - 40       | 1.85                                 | 2.29              | 1.33  | 24.62                   |
|           | 0 - 10        | 0.76                                 | 6.18              | 3.58  | 27.32                   |
| Knc D2-P5 | 10 - 20       | 1.24                                 | 4.76              | 2.76  | 34.17                   |
|           | 20 - 30       | 1.33                                 | 4.11              | 2.39  | 31.68                   |
|           | 30 - 40       | 1.17                                 | 3.60              | 2.09  | 24.48                   |
|           | 0 - 10        | 1.13                                 | 3.47              | 2.01  | 22.75                   |
|           | 10 - 20       | 1.21                                 | 4.53              | 2.62  | 31.82                   |

## EK-1'in devamı

| Örnek Adı | Derinlik (cm) | Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> ) | Organik Madde (%) | C (%) | Karbon miktarı (ton/ha) |
|-----------|---------------|--------------------------------------|-------------------|-------|-------------------------|
| Knc D2-P5 | 20 - 30       | 1.55                                 | 4.50              | 2.61  | 40.31                   |
|           | 30 - 40       | 1.66                                 | 4.56              | 2.64  | 43.81                   |
| Knc D3-P1 | 0 - 10        | 1.45                                 | 2.79              | 1.62  | 23.45                   |
|           | 10 - 20       | 1.16                                 | 1.98              | 1.15  | 13.36                   |
|           | 20 - 30       | 1.13                                 | 2.80              | 1.62  | 18.30                   |
| Knc D3-P2 | 30 - 40       | 1.31                                 | 3.16              | 1.83  | 24.03                   |
|           | 0 - 10        | 1.29                                 | 5.91              | 3.43  | 44.05                   |
|           | 10 - 20       | 1.44                                 | 5.14              | 2.98  | 42.90                   |
| Knc D3-P3 | 20 - 30       | 1.74                                 | 5.44              | 3.15  | 54.74                   |
|           | 30 - 40       | 1.86                                 | 4.78              | 2.77  | 51.59                   |
|           | 0 - 10        | 1.43                                 | 5.78              | 3.35  | 47.94                   |
| Knc D3-P4 | 10 - 20       | 1.51                                 | 4.80              | 2.79  | 42.06                   |
|           | 20 - 30       | 1.67                                 | 4.35              | 2.52  | 42.19                   |
|           | 30 - 40       | 1.70                                 | 3.45              | 2.00  | 34.05                   |
|           | 0 - 10        | 1.04                                 | 6.82              | 3.96  | 41.16                   |
| Knc D3-P5 | 10 - 20       | 1.25                                 | 6.21              | 3.60  | 45.06                   |
|           | 20 - 30       | 1.43                                 | 6.59              | 3.82  | 54.55                   |
|           | 30 - 40       | 1.27                                 | 3.92              | 2.27  | 28.89                   |
|           | 0 - 10        | 1.10                                 | 4.86              | 2.82  | 30.87                   |
| Knc D4-P1 | 10 - 20       | 1.22                                 | 2.79              | 1.62  | 19.78                   |
|           | 20 - 30       | 1.42                                 | 4.06              | 2.36  | 33.53                   |
|           | 30 - 40       | 1.57                                 | 2.79              | 1.62  | 25.46                   |
|           | 0 - 10        | 1.86                                 | 4.87              | 2.82  | 52.66                   |
| Knc D4-P2 | 10 - 20       | 1.52                                 | 3.94              | 2.28  | 34.65                   |
|           | 20 - 30       | 1.45                                 | 2.97              | 1.72  | 24.94                   |
|           | 30 - 40       | 1.84                                 | 3.06              | 1.78  | 32.66                   |
|           | 0 - 10        | 1.13                                 | 4.43              | 2.57  | 28.91                   |
| Knc D4-P3 | 10 - 20       | 1.24                                 | 3.85              | 2.24  | 27.81                   |
|           | 20 - 30       | 1.38                                 | 2.97              | 1.72  | 23.72                   |
|           | 30 - 40       | 1.00                                 | 3.71              | 2.15  | 21.50                   |
|           | 0 - 10        | 1.49                                 | 4.02              | 2.33  | 34.65                   |
| Knc D4-P4 | 10 - 20       | 1.43                                 | 3.36              | 1.95  | 27.90                   |
|           | 20 - 30       | 1.29                                 | 3.22              | 1.87  | 24.21                   |
|           | 30 - 40       | 1.39                                 | 3.44              | 1.99  | 27.81                   |
|           | 0 - 10        | 1.28                                 | 4.20              | 2.44  | 31.24                   |
| Knc D4-P5 | 10 - 20       | 1.49                                 | 2.58              | 1.50  | 22.33                   |
|           | 20 - 30       | 1.58                                 | 3.35              | 1.94  | 30.67                   |
|           | 30 - 40       | 1.66                                 | 2.78              | 1.61  | 26.75                   |
|           | 0 - 10        | 1.14                                 | 2.75              | 1.60  | 18.21                   |
|           | 10 - 20       | 1.31                                 | 2.54              | 1.48  | 19.34                   |

EK-1'in devamı

| Örnek Adı | Derinlik (cm) | Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> ) | Organik Madde (%) | C (%) | Karbon miktarı (ton/ha) |
|-----------|---------------|--------------------------------------|-------------------|-------|-------------------------|
| Knc D4-P5 | 20 - 30       | 1.43                                 | 2.42              | 1.40  | 20.10                   |
|           | 30 - 40       | 1.65                                 | 2.49              | 1.45  | 23.88                   |
| Knd D1-P1 | 0 - 10        | 1.08                                 | 7.77              | 4.51  | 48.57                   |
|           | 10 - 20       | 1.57                                 | 3.27              | 1.89  | 29.65                   |
|           | 20 - 30       | 1.34                                 | 3.40              | 1.97  | 26.41                   |
|           | 30 - 40       | 1.76                                 | 2.48              | 1.44  | 25.39                   |
| Knd D1-P2 | 0 - 10        | 1.50                                 | 6.32              | 3.66  | 54.95                   |
|           | 10 - 20       | 1.77                                 | 4.27              | 2.48  | 43.91                   |
|           | 20 - 30       | 1.81                                 | 3.55              | 2.06  | 37.22                   |
|           | 30 - 40       | 1.81                                 | 2.50              | 1.45  | 26.32                   |
| Knd D1-P3 | 0 - 10        | 0.91                                 | 7.34              | 4.26  | 38.54                   |
|           | 10 - 20       | 1.36                                 | 4.91              | 2.85  | 38.76                   |
|           | 20 - 30       | 1.51                                 | 3.48              | 2.02  | 30.48                   |
|           | 30 - 40       | 1.81                                 | 3.04              | 1.76  | 31.83                   |
| Knd D1-P4 | 0 - 10        | 1.49                                 | 6.29              | 3.65  | 54.30                   |
|           | 10 - 20       | 1.63                                 | 3.69              | 2.14  | 34.83                   |
|           | 20 - 30       | 1.34                                 | 4.26              | 2.47  | 33.06                   |
|           | 30 - 40       | 1.26                                 | 6.28              | 3.64  | 45.98                   |
| Knd D1-P5 | 0 - 10        | 0.80                                 | 5.13              | 2.98  | 23.72                   |
|           | 10 - 20       | 1.53                                 | 5.01              | 2.90  | 44.38                   |
|           | 20 - 30       | 1.54                                 | 3.67              | 2.13  | 32.82                   |
|           | 30 - 40       | 1.52                                 | 2.62              | 1.52  | 23.15                   |
| Knd D2-P1 | 0 - 10        | 1.07                                 | 5.51              | 3.20  | 34.33                   |
|           | 10 - 20       | 1.53                                 | 4.92              | 2.86  | 43.66                   |
|           | 20 - 30       | 1.46                                 | 3.23              | 1.88  | 27.40                   |
|           | 30 - 40       | 1.43                                 | 2.28              | 1.32  | 18.86                   |
| Knd D2-P2 | 0 - 10        | 1.01                                 | 4.86              | 2.82  | 28.53                   |
|           | 10 - 20       | 0.94                                 | 4.37              | 2.53  | 23.74                   |
|           | 20 - 30       | 1.46                                 | 3.74              | 2.17  | 31.62                   |
|           | 30 - 40       | 1.42                                 | 2.90              | 1.68  | 23.90                   |
| Knd D2-P3 | 0 - 10        | 1.46                                 | 7.77              | 4.50  | 65.76                   |
|           | 10 - 20       | 1.70                                 | 7.69              | 4.46  | 75.87                   |
|           | 20 - 30       | 1.86                                 | 5.81              | 3.37  | 62.70                   |
|           | 30 - 40       | 1.84                                 | 4.06              | 2.36  | 43.34                   |
| Knd D2-P4 | 0 - 10        | 1.29                                 | 5.11              | 2.96  | 38.28                   |
|           | 10 - 20       | 1.77                                 | 4.07              | 2.36  | 41.80                   |
|           | 20 - 30       | 1.42                                 | 3.72              | 2.16  | 30.68                   |
|           | 30 - 40       | 1.47                                 | 3.62              | 2.10  | 30.82                   |
| Knd D2-P5 | 0 - 10        | 1.24                                 | 2.64              | 1.53  | 19.00                   |
|           | 10 - 20       | 1.02                                 | 4.15              | 2.40  | 24.55                   |

EK-1'in devamı

| Örnek Adı | Derinlik (cm) | Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> ) | Organik Madde (%) | C (%) | Karbon miktarı (ton/ha) |
|-----------|---------------|--------------------------------------|-------------------|-------|-------------------------|
| Knd D2-P5 | 20 - 30       | 1.61                                 | 3.30              | 1.91  | 30.70                   |
|           | 30 - 40       | 1.41                                 | 3.10              | 1.80  | 25.28                   |
| Knd D3-P1 | 0 - 10        | 1.49                                 | 4.41              | 2.56  | 38.21                   |
|           | 10 - 20       | 1.41                                 | 3.84              | 2.23  | 31.38                   |
|           | 20 - 30       | 1.35                                 | 3.30              | 1.91  | 25.93                   |
|           | 30 - 40       | 1.56                                 | 3.07              | 1.78  | 27.69                   |
|           | Knd D3-P2     | 0 - 10                               | 1.34              | 3.64  | 2.11                    |
|           | 10 - 20       | 1.05                                 | 2.44              | 1.42  | 14.87                   |
|           | 20 - 30       | 1.73                                 | 2.35              | 1.36  | 23.62                   |
|           | 30 - 40       | 1.74                                 | 2.45              | 1.42  | 24.82                   |
| Knd D3-P3 | 0 - 10        | 0.93                                 | 6.57              | 3.81  | 35.46                   |
|           | 10 - 20       | 1.28                                 | 2.72              | 1.58  | 20.19                   |
|           | 20 - 30       | 1.34                                 | 2.27              | 1.31  | 17.66                   |
|           | 30 - 40       | 1.47                                 | 2.44              | 1.42  | 20.91                   |
| Knd D3-P4 | 0 - 10        | 1.42                                 | 4.22              | 2.45  | 34.76                   |
|           | 10 - 20       | 1.56                                 | 4.69              | 2.72  | 42.56                   |
|           | 20 - 30       | 1.71                                 | 3.85              | 2.23  | 38.22                   |
|           | 30 - 40       | 1.72                                 | 3.03              | 1.76  | 30.23                   |
| Knd D3-P5 | 0 - 10        | 1.08                                 | 8.90              | 5.16  | 55.93                   |
|           | 10 - 20       | 1.12                                 | 6.67              | 3.87  | 43.42                   |
|           | 20 - 30       | 1.13                                 | 4.19              | 2.43  | 27.43                   |
|           | 30 - 40       | 1.45                                 | 3.42              | 1.98  | 28.71                   |
| Knd D4-P1 | 0 - 10        | 1.39                                 | 4.23              | 2.45  | 34.15                   |
|           | 10 - 20       | 1.60                                 | 3.58              | 2.07  | 33.20                   |
|           | 20 - 30       | 1.53                                 | 3.36              | 1.95  | 29.90                   |
|           | 30 - 40       | 1.78                                 | 3.40              | 1.97  | 35.13                   |
| Knd D4-P2 | 0 - 10        | 1.30                                 | 4.71              | 2.73  | 35.44                   |
|           | 10 - 20       | 1.21                                 | 4.15              | 2.41  | 29.02                   |
|           | 20 - 30       | 1.32                                 | 3.96              | 2.30  | 30.35                   |
|           | 30 - 40       | 1.19                                 | 4.23              | 2.45  | 29.13                   |
| Knd D4-P3 | 0 - 10        | 1.14                                 | 5.65              | 3.28  | 37.41                   |
|           | 10 - 20       | 1.43                                 | 5.05              | 2.93  | 41.81                   |
|           | 20 - 30       | 1.19                                 | 5.10              | 2.96  | 35.11                   |
|           | 30 - 40       | 1.58                                 | 3.86              | 2.24  | 35.31                   |
| Knd D4-P4 | 0 - 10        | 1.75                                 | 3.73              | 2.16  | 37.93                   |
|           | 10 - 20       | 1.20                                 | 3.41              | 1.98  | 23.78                   |
|           | 20 - 30       | 1.22                                 | 3.28              | 1.90  | 23.19                   |
|           | 30 - 40       | 1.85                                 | 2.29              | 1.33  | 24.64                   |
| Knd D4-P5 | 0 - 10        | 0.71                                 | 7.43              | 4.31  | 30.65                   |
|           | 10 - 20       | 1.19                                 | 3.87              | 2.24  | 26.76                   |

EK-1'in devamı

| Örnek Adı | Derinlik (cm) | Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> ) | Organik Madde (%) | C (%) | Karbon miktarı (ton/ha) |
|-----------|---------------|--------------------------------------|-------------------|-------|-------------------------|
| Knd D4-P5 | 20 - 30       | 1.25                                 | 4.31              | 2.50  | 31.40                   |
|           | 30 - 40       | 1.42                                 | 2.97              | 1.72  | 24.49                   |
| Bkn D1-P1 | 0 - 10        | 1.22                                 | 5.37              | 3.11  | 38.07                   |
|           | 10 - 20       | 1.22                                 | 4.04              | 2.34  | 28.48                   |
|           | 20 - 30       | 1.47                                 | 3.14              | 1.82  | 26.75                   |
|           | 30 - 40       | 1.22                                 | 2.57              | 1.49  | 18.20                   |
|           | Bkn D1-P2     | 0 - 10                               | 0.88              | 6.12  | 3.55                    |
|           | 10 - 20       | 0.91                                 | 5.88              | 3.41  | 30.94                   |
|           | 20 - 30       | 0.98                                 | 2.81              | 1.63  | 16.00                   |
|           | 30 - 40       | 1.27                                 | 4.93              | 2.86  | 36.35                   |
| Bkn D1-P3 | 0 - 10        | 1.46                                 | 7.59              | 4.40  | 64.34                   |
|           | 10 - 20       | 1.52                                 | 5.13              | 2.98  | 45.23                   |
|           | 20 - 30       | 1.67                                 | 4.86              | 2.82  | 47.07                   |
|           | 30 - 40       | 1.85                                 | 4.75              | 2.76  | 50.92                   |
| Bkn D1-P4 | 0 - 10        | 1.18                                 | 5.08              | 2.95  | 34.77                   |
|           | 10 - 20       | 1.26                                 | 4.12              | 2.39  | 30.11                   |
|           | 20 - 30       | 1.33                                 | 3.53              | 2.05  | 27.23                   |
|           | 30 - 40       | 1.41                                 | 2.81              | 1.63  | 23.00                   |
| Bkn D1-P5 | 0 - 10        | 1.42                                 | 5.68              | 3.29  | 46.78                   |
|           | 10 - 20       | 1.67                                 | 5.08              | 2.94  | 49.21                   |
|           | 20 - 30       | 1.71                                 | 4.22              | 2.45  | 41.85                   |
|           | 30 - 40       | 1.84                                 | 3.81              | 2.21  | 40.72                   |
| Bkn D2-P1 | 0 - 10        | 1.34                                 | 4.30              | 2.49  | 33.43                   |
|           | 10 - 20       | 1.20                                 | 3.28              | 1.90  | 22.88                   |
|           | 20 - 30       | 1.53                                 | 2.98              | 1.73  | 26.47                   |
|           | 30 - 40       | 1.65                                 | 3.07              | 1.78  | 29.47                   |
| Bkn D2-P2 | 0 - 10        | 0.98                                 | 8.15              | 4.72  | 46.17                   |
|           | 10 - 20       | 0.97                                 | 2.97              | 1.72  | 16.66                   |
|           | 20 - 30       | 0.97                                 | 4.80              | 2.79  | 27.09                   |
|           | 30 - 40       | 1.66                                 | 3.44              | 2.00  | 33.05                   |
| Bkn D2-P3 | 0 - 10        | 1.11                                 | 6.17              | 3.58  | 39.83                   |
|           | 10 - 20       | 1.45                                 | 4.71              | 2.73  | 39.56                   |
|           | 20 - 30       | 1.52                                 | 4.31              | 2.50  | 37.88                   |
|           | 30 - 40       | 1.23                                 | 4.64              | 2.69  | 33.11                   |
| Bkn D2-P4 | 0 - 10        | 1.82                                 | 8.11              | 4.70  | 85.55                   |
|           | 10 - 20       | 1.42                                 | 6.34              | 3.68  | 52.10                   |
|           | 20 - 30       | 1.55                                 | 5.36              | 3.11  | 48.19                   |
|           | 30 - 40       | 1.93                                 | 4.10              | 2.38  | 45.96                   |
| Bkn D2-P5 | 0 - 10        | 1.61                                 | 6.84              | 3.97  | 63.92                   |
|           | 10 - 20       | 1.50                                 | 6.04              | 3.50  | 52.55                   |

## EK-1'in devamı

| Örnek Adı | Derinlik (cm) | Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> ) | Organik Madde (%) | C (%) | Karbon miktarı (ton/ha) |
|-----------|---------------|--------------------------------------|-------------------|-------|-------------------------|
| Bkn D2-P5 | 20 - 30       | 1.48                                 | 5.68              | 3.29  | 48.71                   |
|           | 30 - 40       | 1.62                                 | 5.02              | 2.91  | 47.23                   |
| Bkn D3-P1 | 0 - 10        | 1.36                                 | 6.12              | 3.55  | 48.27                   |
|           | 10 - 20       | 1.42                                 | 5.23              | 3.03  | 43.07                   |
|           | 20 - 30       | 1.53                                 | 4.44              | 2.58  | 39.40                   |
|           | 30 - 40       | 1.62                                 | 3.67              | 2.13  | 34.48                   |
| Bkn D3-P2 | 0 - 10        | 1.22                                 | 4.51              | 2.61  | 31.79                   |
|           | 10 - 20       | 1.45                                 | 3.84              | 2.23  | 32.34                   |
|           | 20 - 30       | 1.77                                 | 2.70              | 1.57  | 27.77                   |
|           | 30 - 40       | 1.65                                 | 2.67              | 1.55  | 25.56                   |
| Bkn D3-P3 | 0 - 10        | 1.21                                 | 6.57              | 3.81  | 46.11                   |
|           | 10 - 20       | 1.36                                 | 6.14              | 3.56  | 48.41                   |
|           | 20 - 30       | 1.72                                 | 5.10              | 2.96  | 50.78                   |
|           | 30 - 40       | 1.87                                 | 3.69              | 2.14  | 40.07                   |
| Bkn D3-P4 | 0 - 10        | 1.10                                 | 8.22              | 4.77  | 52.20                   |
|           | 10 - 20       | 1.32                                 | 5.09              | 2.95  | 39.03                   |
|           | 20 - 30       | 1.49                                 | 3.27              | 1.90  | 28.26                   |
|           | 30 - 40       | 1.64                                 | 3.38              | 1.96  | 32.23                   |
| Bkn D3-P5 | 0-10          | 1.15                                 | 7.42              | 4.30  | 49.49                   |
|           | 10-20         | 1.28                                 | 6.37              | 3.69  | 47.29                   |
|           | 20-30         | 1.44                                 | 5.27              | 3.06  | 44.02                   |
|           | 30-40         | 1.57                                 | 4.49              | 2.60  | 40.89                   |
| Bkn D4-P1 | 0 - 10        | 1.34                                 | 7.26              | 4.21  | 56.55                   |
|           | 10 - 20       | 1.70                                 | 4.85              | 2.81  | 47.79                   |
|           | 20 - 30       | 1.19                                 | 4.37              | 2.53  | 30.09                   |
|           | 30 - 40       | 1.45                                 | 3.58              | 2.08  | 30.16                   |
| Bkn D4-P2 | 0 - 10        | 1.19                                 | 7.12              | 4.13  | 49.14                   |
|           | 10 - 20       | 1.33                                 | 6.28              | 3.64  | 48.44                   |
|           | 20 - 30       | 1.58                                 | 5.40              | 3.13  | 49.49                   |
|           | 30 - 40       | 1.72                                 | 4.43              | 2.57  | 44.19                   |
| Bkn D4-P3 | 0 - 10        | 1.21                                 | 7.76              | 4.50  | 54.46                   |
|           | 10 - 20       | 1.11                                 | 6.38              | 3.70  | 41.18                   |
|           | 20 - 30       | 1.07                                 | 5.82              | 3.37  | 36.26                   |
|           | 30 - 40       | 1.31                                 | 4.48              | 2.60  | 33.98                   |
| Bkn D4-P4 | 0 - 10        | 1.14                                 | 6.37              | 3.70  | 42.28                   |
|           | 10 - 20       | 1.40                                 | 5.09              | 2.95  | 41.43                   |
|           | 20 - 30       | 1.45                                 | 4.35              | 2.52  | 36.52                   |
|           | 30 - 40       | 1.33                                 | 3.91              | 2.27  | 30.08                   |

EK-1'in devamı

| <b>Örnek Adı</b> | <b>Derinlik<br/>(cm)</b> | <b>Hacim<br/>Ağırlığı<br/>(gr/cm<sup>3</sup>)</b> | <b>Organik Madde<br/>(%)</b> | <b>C<br/>(%)</b> | <b>Karbon miktarı<br/>(ton/ha)</b> |
|------------------|--------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|------------------|------------------------------------|
| Bkn D4-P5        | 0 - 10                   | 1.58                                              | 8.85                         | 5.13             | 81.04                              |
|                  | 10 - 20                  | 1.66                                              | 6.37                         | 3.70             | 61.44                              |
|                  | 20 - 30                  | 1.69                                              | 5.69                         | 3.30             | 55.77                              |
|                  | 30 - 40                  | 1.71                                              | 5.56                         | 3.22             | 55.15                              |



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Murat ÇETİNER  
Doğum Yeri : Ankara  
Doğum Tarihi : 15.07.1975  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-posta : muratcetiner@ogm.gov.tr



### Eğitim Durumu

Lise : Kocatepe Mimar Kemal Lisesi (1988-1992)  
Lisans : Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi  
Orman Mühendisliği Bölümü (1992-1996)

### Mesleki Deneyim

Nallıhan Orm. İşl. Müd, İşletme Şefi 1998-2003  
(Mülga) Orman Harita ve Fotogrametri Müd. 2003-2012  
Foto Yorumlama ve Fotogrametrik Üretim Mühendisi  
Bilgi Sistemleri Dairesi Başkanlığı 2012-2013  
Fotogrametrik Üretim Mühendisi  
İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü 2013-2015  
Orman Amenajmanı ve Hasılat Araştırmaları Başmüh.  
İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü 2015-  
Kurak ve Yarı Kurak Alan Araştırmaları Başmüh.

### Uzmanlık Alanı ve Çalışma Konuları

CBS, Fotogrametrik Üretim, Uzaktan Algılama, Havza amenajmanı

## **Projeler**

Değişik Meşcerelerde Silvikültürel Müdahalelerin Su Verimine ve Kalitesine Etkileri isimli Araştırma Projesi, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Yürütücüsü, Devam ediyor.

Konya Karapınar Erozyonla Mücadele Sahasının ve Çevresinin Vejetasyonu isimli Araştırma Projesi, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Araştırmacısı, Devam ediyor.

Ankara, Çankırı, Kırıkkale İllerinde Uygulanan Orkøy Kredilerinin Sosyo-Ekonomik Etkilerinin Tespiti isimli Araştırma Projesi, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Araştırmacısı, Devam ediyor.

Seyahat Maliyeti Yöntemi ile Ankara İlinde Orman İçi Rekreasyon Alanlarına Yönelik Bölgesel Talebin Tahmini isimli Araştırma Projesi, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Araştırmacısı, Devam ediyor.

Ankara Orman Bölge Müdürlüğünde Açık Artırmalı Tomruk Satışlarının Analizi isimli Araştırma Projesi, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Araştırmacısı, Devam ediyor.

Orman Ekosistemlerinin İzlenmesi Programı (OEİP) kapsamında Ağaç Büyümesi Bölge Sorumlusu, Devam ediyor.

Farklı Kapalılığa Sahip Sarıçam Meşcerelerinde Toprak ve Su Kaybının Belirlenmesi isimli Araştırma Projesi, ÇEM Genel Müdürlüğü, Proje Araştırmacısı, Devam ediyor.

## **Katıldığı Kurslar**

ARCGIS (İleri Düzey), ARCGIS Server, Netcad, Microstation, Erdas Imagine