ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ ORMAN FAKÜLTESİ ARAŞTIRMA ORMANI'NIN ÜST TOPRAK KARBON İÇERİĞİNİN HARİTALANMASI

Sait SAĞDIÇ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2020

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Sait SAĞDIÇ tarafından hazırlanan "Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Ormanı'nın Üst Toprak Karbon İçeriğinin Haritalanması" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafındanoy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : *(Doç. Dr. Meriç ÇAKIR)*
(Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji ABD)

Jüri Üyeleri :

Başkan: Doç. Dr. Meriç ÇAKIR
(Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji ABD)

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ebru GÜL
(Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji ABD)

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Murat SARGINCI
(Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji ABD.)

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Dr. Öğr. Üyesi İlkay ÇORAK ÖCAL

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ ARAŞTIRMA ORMANI'NIN ÜST TOPRAK KARBON İÇERİĞİNİN HARİTALANMASI

Sait SAĞDIÇ

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Meriç ÇAKIR

Yarıkurak alanda yer alan Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı'nda yapılan bu çalışma ile sahadaki toprağın karbon oranı belirlenerek haritalanmıştır. Araştırma alanın hâkim türü ve çalışma objesi Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.)'dır. Çalışma sonunda farklı derinliklerde alınan toprak örneklerinde ortalama karbon oranı 0-5 cm derinlikte %7,70; 5-15 cm derinlikte %6,14; 15-30 cm derinlikte ise %4,61 olarak bulunmuştur. Hektardaki ortalama karbon miktarı ise 0-5 cm derinliğinde 27,43 t/ha; 5-15 cm derinliğinde 46,15 t/ha; 15-30 cm derinliğinde ise 52,55 t/ha olduğu belirlenmiştir. Meşcere tiplerine göre 0-30 cm derinliğindeki toprakta depolanan karbon miktarı 163,93 t/ha ile sarıçam (*P. sylvestris*)'ın karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ile karışım yaptığı meşcerelerde bulunmuştur. En düşük karbon miktarı ise 90,91 t/ha ile bozuk karaçam ormanlarında belirlenmiştir. Bozuk karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) meşceresindeki karbon miktarı sarıçam (*P. sylvestris*)'ın bulunduğu alanlardan %45 daha düşük bulunmuştur.

90 adet toprak profillinden elde edilen değerlere göre bir hektar alanda ortalama 36,43 t/ha karbon depolandığı belirlenmiştir. Bu çalışma uzun süreli araştırma çalışmalarının yapılabilmesi bakımından önemli bir altlık olacaktır.

2020, 42 sayfa

Anahtar Kelimeler: Karbon,araştırma ormanı, haritalama, karaçam, yarıkurak

ABSTRACT

MS. Thesis

MAPING CARBON CONTENTS OF ÇANKIRI KARATEKIN UNIVERSITY FACULTY OF FORESTRY RESEARCH FOREST'S TOP SOILS

Sait SAĞDIÇ

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Supervisors: Assoc. Dr. Meriç ÇAKIR

In this study was determining and mapping the amount of soil carbon in the Research and Application Forest located in the semi-arid area.The dominant tree species of the research area is Black Pine (*Pinus nigra* Arnold.). As a result of the study, the average amount of carbon in the 0-5 cm depth was %7,70; 5-15 cm depth was %6,14; 15-30 cm depth was %4,61 in research forest.The average carbon amount per hectare is 27.22 t/ha with a depth of 0-5 cm; 46,15 t/ha with a depth of 5-15 cm; 52,55 t/ha with a depth of 15-30 cm was determined. According to the stand types, the amount of carbon stored in the soil with a depth of 0-30 cm was found in mixed stands (*P. sylvestris* + *P. nigra*) with 163.93 t / ha. The lowest carbon amount was determined with 90.91 t / ha in degraded black pine stands.The amount of carbon in the degraded black pine stand was found to be 45% lower than the areas where scotch pine(*P. sylvestris*) was found.

According to the values obtained from 90 soil profiles, it was determined that an average of 36.43 t / ha of carbon was stored in one-hectare area. This study will be an important base for long-term research studies.

2020, 42 pages

Key Words: Carbon, research forest, mapping, black pine, semi-arid

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

"Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Ormanı'nın Üst Toprak Karbon İçeriğinin Haritalanması" adlı bu çalışma Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Lisansüstü Programı kapsamında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Öncelikle çalışmamın her aşamasında hem bilgi hem de deneyimlerini benimle paylaşan, arazi ve laboratuvar çalışmalarım da birebir ilgilenen, yardımlarını eksik etmeyen Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi çok değerli danışmanım Doç. Dr. Meriç ÇAKIR'a teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım süresince bilgi ve desteğini esirgemeyen değerli jüri üyeleri Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı Dr. Öğr. Üyesi Murat SARGINCI ve Çankırı Karatekin Üniveritesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Toprak İlmi ve Ekoloji ABD öğretim üyesi Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ebru GÜL'e teşekkür ederim.

Arazi ve labaratuvar çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ebru GÜL'e değerli arkadaşlarım Tunahan ÖZTÜRK ve Tuğba TUNÇ' a sonsuz teşekkür ederim.

Bu aşamaya gelinceye kadar emeği geçen tüm hocalarıma, hakkını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim anneme ve babama, kardeşlerime, adını burada sayamadığım ve katkısı olan herkese ayrıca şükranlarımı sunarım.

Sait SAĞDIÇ
Çankırı, Eylül 2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET… ii
ABSTRACT iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR iv
SİMGELER DİZİNİ vi
ŞEKİLLER DİZİNİ vii
ÇİZELGELER DİZİNİ viii
1. GİRİŞ 1
1.1 Küresel Karbon Döngüsü 2
1.2 Literatür Özeti 4
2. MATERYAL VE YÖNTEM 9
2.1 Materyal 9
2.1.1 Araştırma alanının tanıtımı 11
2.1.2 İklim 13
2.1.3 Bitki örtüsü 13
2.1.4 Jeolojik yapı ve toprak 13
2.2 Yöntem 14
2.2.1 Örnek alanların belirlenmesi ve arazi çalışması 14
2.2.2 Toprak örneklerinin alınması 16
2.2.3 Laboratuvar yöntemleri 16
2.2.4 İstatistiksel ve jeoistatistiksel yöntemler 16
3. BULGULAR 18
3.1 Araştırma Ormanı İçerisinde Yer Alan Bölmelerin Karbon Miktarı 18
3.1.1 0-5cm derinliğindeki karbon miktarı 18
3.1.2 5-15cm derinliğindeki karbon miktarı 22
3.1.3 15-30cm derinliğindeki karbon miktarı 25
3.2 Araştırma Ormanı İçerisinde Yer Alan Farklı Meşcere Tiplerindeki Toprak Karbon Miktarı 29
4. TARTIŞMA VE SONUÇ 31
KAYNAKLAR 33
EKLER… 37
ÖZGEÇMİŞ 43

SİMGELER DİZİNİ

C	**:**Karbon
t	**:**ton
ha	**:**hektar
CO_2	**:**karbon dioksit
$CaCO_3$	:kalsiyum karbonat
CH_4	:metan
N_2O	:diazotoksit
HFC	:hidroflorokarbonlar
PFC	:perflorokarbonlar
SF6	:kükürtheksaflorid
O_3	:ozon
ppm	:milyonda bir
IPCC	:Hükümetler arası iklim değişikliği paneli
UNFCCC	:Birleşmiş milletler iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Küresel karbon döngüsü (Botkin ve Keller 1995 ve Janzen 2004'ten değiştirilerek).....4
Şekil 2.1 Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı'nın yerini ve meşcere tiplerini gösteren harita. OBM: Orman Bölge Müdürlüğü; OİM: Orman İşletme Müdürlüğü; OİŞ: Orman İşletme Şefliği. 10
Şekil 2.2 Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Ormanı'na ait meşcereyi gösteren harita. 12
Şekil 2.3 Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Ormanı sınırlarındaki bölmeleri ve örnek alanları gösteren harita 15
Şekil 3.1 Araştırma alanı içerisindeki 0-5 cm derinlikteki toprakların karbon içeriği....21
Şekil 3.2 Araştırma alanı içerisindeki 5-15 cm derinlikteki toprakların karbon içeriği..24
Şekil 3.3 Araştırma alanı içerisindeki 15-30 cm derinlikteki toprakların karbon içeriği27
Şekil 3.4. Araştırma Ormanı içerisinde yer alan bölmelerin farklı derinliklerdeki hektardaki karbon miktarı.....28
Şekil 3.5. Bölmelerin 0-30 cm derinlikteki toplam karbon miktarı. 28
Şekil 3.6. Araştırma Uygulama Ormanında bulunan meşçere tiplerine göre karbon oranları (%) ve karbon miktarı (t/ha).....30

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırma ormanında bulunan bölmelerin karbon oranları ve karbon miktarları 18
Çizelge 3.2 Araştırma Ormanı içerisinde bulunan farklı meşcerelerin toprak karbon miktarı. 29

1. GİRİŞ

Uzun yıllar boyunca kabul görmese de son yıllarda yapılan birçok bilimsel çalışma sonucunda özellikle sera gazlarının artması sonucunda iklim değişikliğinin oluşması, günümüzde hemen hemen herkes tarafından kabul edilmektedir. Hatta hava durumundaki en ufak değişiklik küresel ısınmaya, sera etkisine bağlanmaktadır. Atmosferin ısınmasına yol açan ve sera gazları olarak bilinen gazlar su buharı, karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), diazotoksit (N_2O), hidroflorokarbonlar (HFC), perflorokarbonlar (PFC), kükürtheksaflorid (SF6) ve ozon (O^3)'dur, bunlardan su buharı doğal süreçlerin sonucunda da oluşabilmektedir (IPCC 2007). Sera gazlarından özellikle CO_2'nin atmosferin ve yeryüzünün ısınması üzerindeki etkisi çok önemlidir. CO2'in ve diğer sera gazlarının atmosferdeki miktarının artmasında insan faaliyetleri önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin CO_2 sanayi devriminden önce atmosferde 280 ppm civarında bulunurken, 2005 yılında 379 ppm değerine ulaşmıştır (IPCC 2007). 2006 yılı itibarıyla atmosferdeki CO_2 oranının 381 ppm olduğu ve 2000-2006 yılları arasında yıllık olarak ortalama 1,93 ppm kadar arttığı bildirilmektedir (Canadell ve ark. 2007). Günümüz itibariyle bu değer 400 ppm değerini aşmıştır (Mikhaylov et al., 2020).

CO_2 ve diğer sera gazlarının atmosferdeki miktarlarının hızla artması, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılması yönünde uluslararası boyutta adımlar atılmasını gerektirmiştir. Bunlardan 1992 yılında Rio'da imzalanan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ile 1997'de imzalanan ve Kyoto Protokolü olarak bilinen anlaşmalar ön plana çıkmaktadır. Türkiye İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ni 2004 yılında kabul etmiştir. Kyoto Protokolü özetle ülkelerin sera gazı emisyonlarını 1990 yılındaki seviyelerinin altına çekmesini hedeflemektedir. Ama bazı gelişmiş ülkeler ile aralarında Türkiye'nin de olduğu gelişmekte olan bazı ülkeler, protokolün yürürlüğe girmesiyle ulusal çıkarları açısından sorunlar çıkacağı gerekçesi ile henüz protokolü imzalamamıştır. Kyoto Protokolü'nün getirdiği yeniliklerden birisi de kamuoyunda "karbon borsası" olarak bilinen emisyonlarını azaltmayan ülkelerin, emisyonlarını azaltan ülkelerden kotalarını satın alabilmesidir. Bu sebeple ülkeler sera gazları emisyon ve depolanmaları ile ilgili olarak ulusal envanterlerini hazırlamaktadırlar. 2006 yılı

itibarıyla içlerinde Türkiye'nin de bulunduğu yaklaşık 40 ülke ulusal raporlarını hazırlamıştır (UNFCCC 2008).

Sera gazları ile ilgili olarak envanter düzenleyen ülkeler, Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından hazırlanan Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık için Pratik Rehber (GPGLULUCF) temel alınmaktadır (IPCC 2003). Bu rehbere göre çeşitli sektörler ile arazi kullanımından olan emisyonlar ve değişik arazi kullanımları tarafından depolanan karbon miktarları hesaplanmaktadır. Ülkemiz tarafından da 1990-2004 yıllarını kapsayan bir envanter hazırlanmıştır. Bu envantere göre 2004 yılında ülkemiz ormanları tarafından 14,5 milyon ton karbon bağlanmıştır. Bu yıllık olarak 53,1 milyon ton CO_2'ye eşdeğerdir (ÇOB 2006). Ancak bu envanterin hazırlanması sırasında bazı hatalar yapılmıştır. Örneğin ülkemizdeki çeşitli iklim tiplerinin belirlenmesi aşamasında, iklim tipleri yükseltiler dikkate alınmadan belirlenmiştir. Diğer bir hata da amenajman planlarındaki ağaç serveti değerlerinin bitkisel kütleye çevrilmesinde hacim yoğunluk değerleri yerine özgül yoğunluk değerlerinin kullanılmasıdır. Atmosferde miktarı her geçen gün artan sera gazları karasal ekosistemler ve okyanuslar tarafından depolanmaktadır. Karasal ekosistemlerde toprak üstünde bağlanan karbonun % 80'inden fazlası, tüm toprak organik karbonunun da % 70'inden fazlası orman ekosistemleri tarafından bağlanmaktadır (Jandl ve ark. 2007).
Karasal ekosistemde karbonun depolanması, atmosferdeki CO_2 artışını engellemek için en iyi ve düşük maliyetli bir yoldur. Karbonun topraklarda depolanması aynı zamanda toprağın verimliliği açısından da önemlidir. Topraklardaki mevcut organik karbonun korunup sürekliliğinin sağlanması, bitki örtüsü ve mevcut organik ve inorganik karbonun korunmasını gerektirir. Bu amaca yönelik yapılacak bir çalışmanın toprağa ve çevreye olumlu yararları olacaktır. Toprakta karbon depolanmasının çevrede yaratacağı olumlu etkilerin yanında, bazı ülkelerde enerji üreten firmalar üreticilerin topraklarında depoladıkları karbona karşılık karbon kredisi sağlamaktadırlar (Marland et al., 2001).

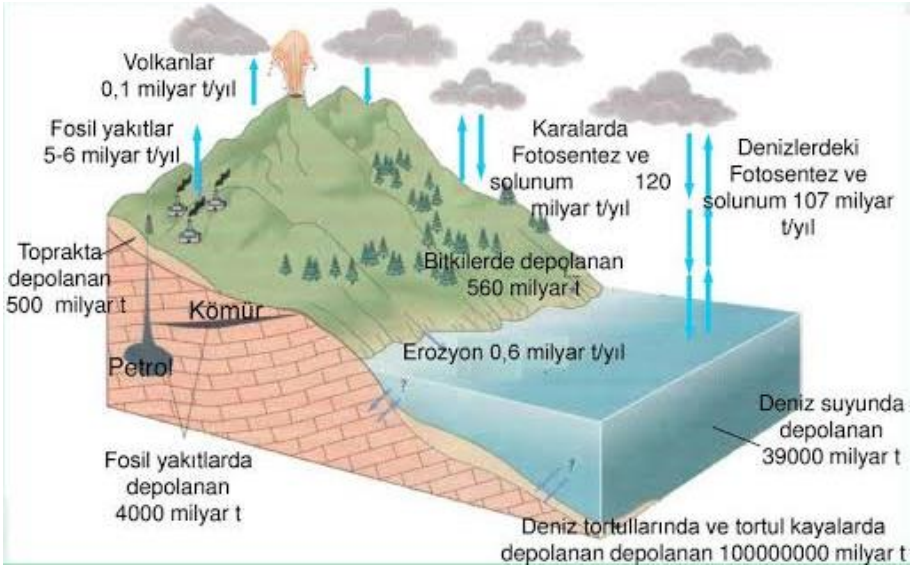
1.1 Küresel Karbon Döngüsü

Karbonun atmosfer, canlılar ve karalar ile sular arasında yer değiştirmesi olayı karbon döngüsü olarak adlandırılmaktadır. Atmosferdeki karbon karalardaki ya da sulardaki

fotosentez yapan canlılar tarafından (bitkiler, fitoplanktonlar gibi) bağlanmaktadır. Karbon daha sonra besin zinciri aracılığıyla fotosentez yapabilen canlılarla beslenen hayvanlara geçmektedir. Bu aşamadan sonra ya solunum ile atmosfere CO_2 olarak dönmekte ya da canlıların ölmesi ile toprakta veya sularda birikmektedir. Organik atıkların buralarda ayrışması ile tekrar CO_2 olarak atmosfere ulaşmaktadır. Küresel karbon döngüsünde karalardaki bitkiler tarafından yaklaşık 60 milyar ton karbon alınmakta ve bir bu kadar karbon da solunum ile atmosfere verilmektedir. Benzer şekilde okyanuslardaki canlıların fotosentez ve solunumunda kullanılan karbon miktarı toplam 180 milyar tondur (Janzen 2004).

Doğal koşullarda fotosentez ile bağlanan karbon solunum ile harcanan karbondan bir miktar daha fazladır. Böylece karbon canlılarda bitkisel veya hayvansal kütle olarak bağlanmaktadır. Karasal ekosistemlerdeki vejetasyonda depolanmış olan karbon miktarı 500 milyar ton dolaylarındadır. Karalarda karbon sadece bitkilerde değil aynı zamanda topraklarda da depolanmaktadır. Topraklarda depolanan karbon miktarı yaklaşık olarak 2000 milyar tondur (1 m derinlikteki topraklar için). Okyanuslarda depolanmış olan karbon ise 39 000 milyar ton civarındadır (Janzen 2004) (Şekil 1.1).

Karbon ayrıca $CaCO_3$ gibi değişik formlarda inorganik olarak da depolanmış haldedir. Yeryüzündeki tortul kayalarda ve deniz diplerinde oldukça önemli miktarlarda inorganik formda karbon bulunmaktadır. İnorganik formdaki karbon küresel karbon döngüsü açısından çok önemli değildir. Yıllık olarak atmosferden alınarak bitkisel veya hayvansal kütlede biriktirilen karbonun 1990-1999 yılları arasında karalarda 1,4±0,5 milyar ton, okyanuslar ile denizlerde 1,7±0,7 milyar ton kadar olduğu tahmin edilmektedir (IPCC 2007). Böylece yıllık olarak toplam 3,1 milyar ton karbon atmosferden alınarak çeşitli şekillerde depolanmaktadır. Ancak buna karşılık ısınma, sanayi ve ulaşımda fosil yakıtların kullanılması ile atmosfere yıllık olarak 6,3 milyar ton (90'lı yılların ortalaması) karbon emisyonu olmaktadır. Neticede yıllık olarak atmosferdeki karbon miktarı 3,2 milyar ton kadar artmaktadır (IPCC 2007).



Şekil 1.1. Küresel karbon döngüsü (Botkin ve Keller 1995 ve Janzen 2004'ten değiştirilerek)

Bu çalışmada Çankırı ili Eldivan ilçesinde bulunan Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanın üst toprak (0-30cm) derinliği için organik karbon miktarının hesaplanması ve haritalanması amaçlanmıştır. Bölme bazında tekrarlı envanter yaklaşımına göre yapılan bu çalışma ileride (5 veya 10 yıl sonra) alandaki karbonun nasıl değiştiğini belirlemede yardımcı olacaktır.

1.2 Literatür Özeti

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

Karatepe (2004), "Gölcük (Isparta)'te Karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) meşcerelerinin topraklarındaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtülerindeki toplam azot ve organik madde miktarları" adlı yapmış olduğu araştırmada, toprak organik karbonunu 79,076 ton/ha andezit anakayası üzerindeki topraklarda, 12,796 ton/ha ise Gölcük formasyonu üzerindeki topraklarda bulmuştur.

Tolunay ve Çömez (2007), "Orman Topraklarında Karbon Depolanması ve Türkiye'deki Durum" adlı araştırmalarında, topraktaki organik karbon stoğu üzerinde etkili olan

faktörler incelenmiş, ülkemiz orman topraklarında 1159 toprak çukurundan elde edilen değerlere göre bir hektar alanda 77,8 ton kadar karbon depolandığını saptamışlardır.

Çömez (2010), "Sündiken Dağlarında Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) Meşcerelerinde Karbon Birikiminin Belirlenmesi" adlı yapmış olduğu çalışmada kapalılık ve gelişim çağları bakımından farklı yapılara sahip sarıçam meşcerelerinde, ağaç kütlesi, diri örtü, ölü odun, ölü örtü ve topraktaki karbon stokları hesaplanarak ekosistemdeki tüm karbon havuzlarının sahip olduğu karbon stokları belirlenmiştir. Ağaç kütlesinde yıllık olarak biriken karbon miktarlarını inceleyerek ağaç kütlesinde yıllık karbon birikimini meşcere tiplerine göre 0,520-3,076 tC/ha/yıl arasında belirlemiştir.

İnce (2011), "Uzaktan Algılama Yöntemiyle Karbon Depolama Miktarının Belirlenmesi (Artvin Örneği)" adlı yapmış olduğu araştırmada, genel sınıflandırma doğruluk oranını % 79.17, Kappa istatistiği doğruluk oranını ise 0,7201 bulmuş ve karbon depolama kapasitesinin uzaktan algılama yöntemi kullanılarak uydu görüntüsü üzerinden belirlenebileceği sonucuna varmıştır.

Macaroğlu (2011), "Bartın Yöresi Karışık Meşcerelerin Biyokütle ve Karbon Depolama Kapasitelerinin İrdelenmesi" adlı çalışmayla Bartın ili içerisindeki 3 kapalı olan karışık meşcerelerin depoladıkları hektardaki biyokütle ve karbonun hektar fırın kurusu ağırlıklarını 0,5 katsayısı ile çarpıp meşçere tiplerinin depoladıkları karbon miktarları ortaya koymuştur.

Gülsunar (2011), "Ormanların Karbon Depolama Kapasitesinin Uzaktan Algılama Yöntemi ile Belirlenmesi (Düzdağ Orman İşletme Şefliği Örneği)" adlı yapmış olduğu araştırmada, genel sınıflandırma doğruluk oranını % 84,17, Kappa İstatistiği doğruluk oranını ise 0,7889 bulmuş ve karbon depolama kapasitesinin uzaktan algılama yöntemi kullanılarak uydu görüntüsü üzerinde belirlenebileceği sonucuna varmıştır.

Bulut (2012), "Ormanların Karbon Depolama Kapasitesinin Üç Farklı Uydu Görüntüsü Kullanılarak Uzaktan Algılama Yöntemi ile Belirlenmesi (Alacadağ Orman İşletme Şefliği Örneği)" adlı çalışmada saf Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) meşcereleri için

biyokütle denklemlerinin geliştirilmesi, bu denklemlerden yararlanarak biyokütle miktarlarının ve biyokütle içerisinde depolanan karbon miktarını uzaktan algılama teknolojileri ile belirleyip, karbon sınıflarına göre araştırma alanına ait Landsat ETM +, SPOT 5 ve Quickbird-2 uydu görüntüleri üzerinde ayrı ayrı kontrollü sınıflandırma yapmış, kontrol sonucunda Kappa İstatistiği doğruluk oranları sırasıyla 0.8762, 0.7524 ve 0.7429 bulmuş ve karbon depolama kapasitesinin uydu görüntüsü üzerinden belirlenmesinde en yüksek doğruluğu Landsat ETM 7 +, uydusunun verdiği sonucuna varmıştır.

Lim (2012), "Torosların İç Kısmında Kermes Meşesi Ağırlıklı Makilik Alanların Toprak Üstü Biokütle ve Karbon Depolama Kapasitesi" adlı çalışmada, sahadaki maki kapalılığını da dikkate alarak hesaplanan hektardaki ağırlık değerlerini kuru biokütle için 8,749-82,627 t/ha, karbon için 4,346-40,585 t/ha arasında belirlemiş, sonucunda Torosların iç kısmında kermes meşesi ağırlıklı makilik alanlar arasında depolanan biokütle ve karbon miktarları bakımından yaklaşık 10 katlık bir fark olduğunu tespit etmiştir.

Bülbül (2012), "K.T.Ü Orman Fakültesi Eğitim ve Araştırma Ormanı Saf Ladin Meşcerelerinin Karbon Depolama Miktarının Belirlenmesi" adlı yapmış olduğu çalışmada, Türkiye'de ilk kez bir alan ekosistem biyokütlesi bağlamında düşünülerek toprak üstünde gövdesinde, dalında, kabuğunda, ibresinde, diri örtüsünde, ölü örtüsünde, dikili kurusunda, ölü odununda, köklerinde ve toprağında ne kadar karbon tuttuğunu belirleyip sonradan gerçekleştirilecek çalışmalara önemli altlık oluşturmuştur

Işık (2013), "Orman Ekosistemlerinin Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarlarının Farklı Yöntemlere Göre Belirlenmesi (Kapıkaya Planlama Birimi Örneği)" adlı çalışmasında, Kapıkaya planlama biriminin 2012 yılına ait toprak üstü ve toprak altı biyokütleye bağlı karbon depolama kapasitesini ArcGIS 10TM yazılımı ile belirlemiş ve 3 farklı yönteme ilişkin karbon depolama haritası oluşturmuştur. Planlama biriminin karbon depolama miktarını, biyokütle çevirme faktörü yöntemine göre 397033.5 ton,

ağaç türüne bağlı biyokütle çevirme faktörü yöntemine göre 397245.3 ton ve allometrik denklem yöntemine göre ise 545656.1 ton hesaplamıştır.

Erkut (2013), “Giresun Orman Bölge Müdürlüğü Akkuş Orman İşletme Müdürlüğü Saf Kayın Meşcerelerinin Ekosistem Bazında Karbon Depolama Kapasitesi” adlı yapmış olduğu araştırmada, kayın meşcerelerinin ölü örtüsünde 4.1 ton/ha ve diri örtüsünde 0.07 ton/ha karbon depolandığı tespit etmiştir. Akkuş yöresinde kayın meşcerelerinin toprak üstü karbon depolama kapasitesini 175.9 ton/ha ve toprakta ise 81.1 ton/ha olarak bulmuştur.

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

Akkuş (2014), “Kentsel Yol Ağaçlarının Karbon Tutma Değerinin Belirlenmesi” adlı yapmış olduğu araştırmada, kentsel yol ağaçlarının örnek alanda karbon tutma kapasitesi belirleyip kullanılan yöntemin Türkiye koşullarında kullanılabilirliği ve uygulanabilirliğini test etmiştir. Adnan Menderes Bulvarında ortalama 25,4 ton karbon tuttuğu tespit ederek ağaç tür bazında ise *Cedrus libani, Fraxius excelsior* ve *Platanus orientalis* türlerin en yüksek ağaç başına ortalama 19,4 ton karbon tuttuğunu belirlemiştir.

Karabıyık (2014), “Türkiye Ormanlarında Bitkisel Kütledeki Karbon Stoku: Farklı Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması” adlı araştırmasında, ülkemiz tarafından LULUCF metodolojisine göre hazırlanan ulusal sera gazları envanterine göre ise 2002-2012 döneminde ortalama 13,62 milyon ton/yıl kadar karbon biriktirildiği hesaplanmış, bu değer AFOLU metodolojisi ve güncellenmiş katsayılarla hesaplanan yıllık karbon birikimlerinden oldukça yüksek olduğu, bu nedenle ormanlarımızda canlı kütlede biriktirilen karbon miktarının yeniden hesaplanması gerektiğini ortaya koymuştur.

Mafrak (2016), “Saf Karaçam Ormanlarındaki Toprak Organik Karbon Miktarının Araştırılması” adlı yapmış olduğu araştırmada, alt ve üst toprak katmanlarından alınan

toprak örneklerinde ortalama karbon miktarı değerlerinin farklı yaş gruplarına ait saf karaçam meşcerelerinde açıklık alanlara kıyasla daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Masoud (2017), "Kuzey Bakıda Yetişen Karaçamın Bazı Toprak Özellikleri ile Toprak Organik Karbon ve Toplam Azot Miktarları ve Depolama Kapasiteleri Üzerinde Yükseltinin Etkisinin Araştırılması" adlı yapmış olduğu araştırmada, topoğrafik faktörlerden yükseltinin (rakımın) toprak özelliklerini ve toprak organik karbon ve toplam azot miktarını ve depolama kapasitelerini anlamlı bir şekilde etkileyeceği, dolayısıyla, bu faktörlerin gelecekteki çalışmalarda dikkate alınması sonucuna varmıştır.

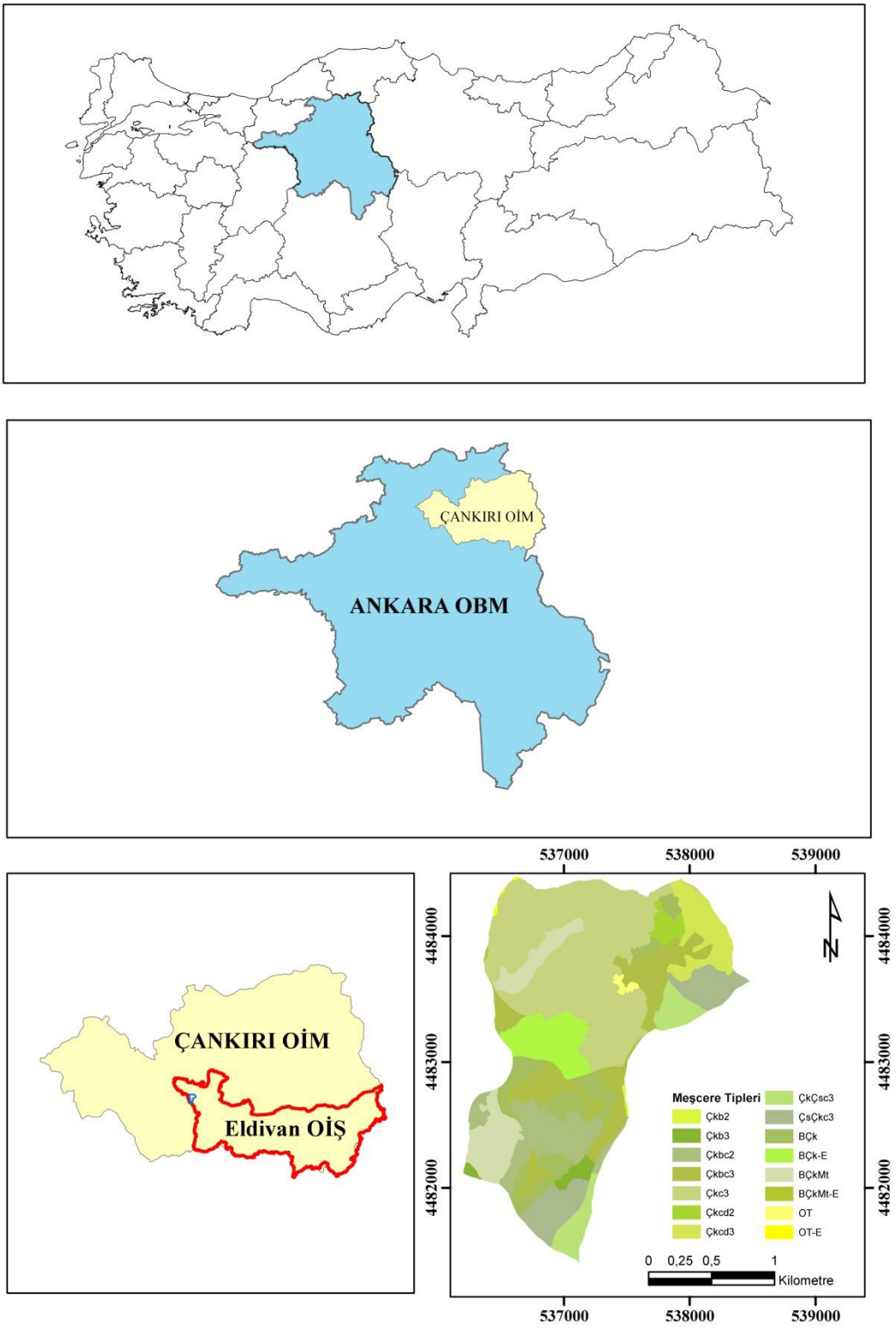
Knaz (2017), "Aynı Yetişme Ortamı Altında, Farklı Ağaç Türlerinin Bazı Toprak Özellikleri ile Toprak Organik Karbon ve Toplam Azot Miktarları ve Depolama Kapasiteleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması" adlı araştırmasında, çalışılan tüm toprak derinliği ele alındığı zaman, 1189 m yükseklikte karaçamın, kayın ve sarıçamdan daha yüksek ortalama toprak organik karbonu depolama kapasitesine sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Gonıfeda (2017), "Güney Bakıda Yetişen Karaçamın Bazı Toprak Özellikleri ile Toprak Organik Karbon ve Toplam Azot Miktarları ve Depolama Kapasiteleri Üzerinde Yükseltinin Etkisinin Araştırılması" adlı yapmış olduğu araştırmada, topoğrafik faktörlerden yükseltinin (rakımın) toprak özelliklerini ve toprak organik karbon ve toplam azot miktarını ve depolama kapasitelerini anlamlı bir şekilde etkileyeceği, dolayısıyla, bu faktörlerin gelecekteki araştırmalarda dikkate alınması sonucuna varmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

Araştırma alanı olarak Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı seçilmiştir (Şekil3.1). Bunun en önemli nedeni, araştırma ormanlarının öncelikle birbirini tamamlayan, uzun süreli araştırma çalışmalarının ve denemelerinin yapılabilmesi bakımından uygun ve korunan alanlar olması yanında uygulayıcı ile araştırıcı arasında bir bağ kurulmasını sağlamasıdır (Eler, 1980; Özdemir, 1977).

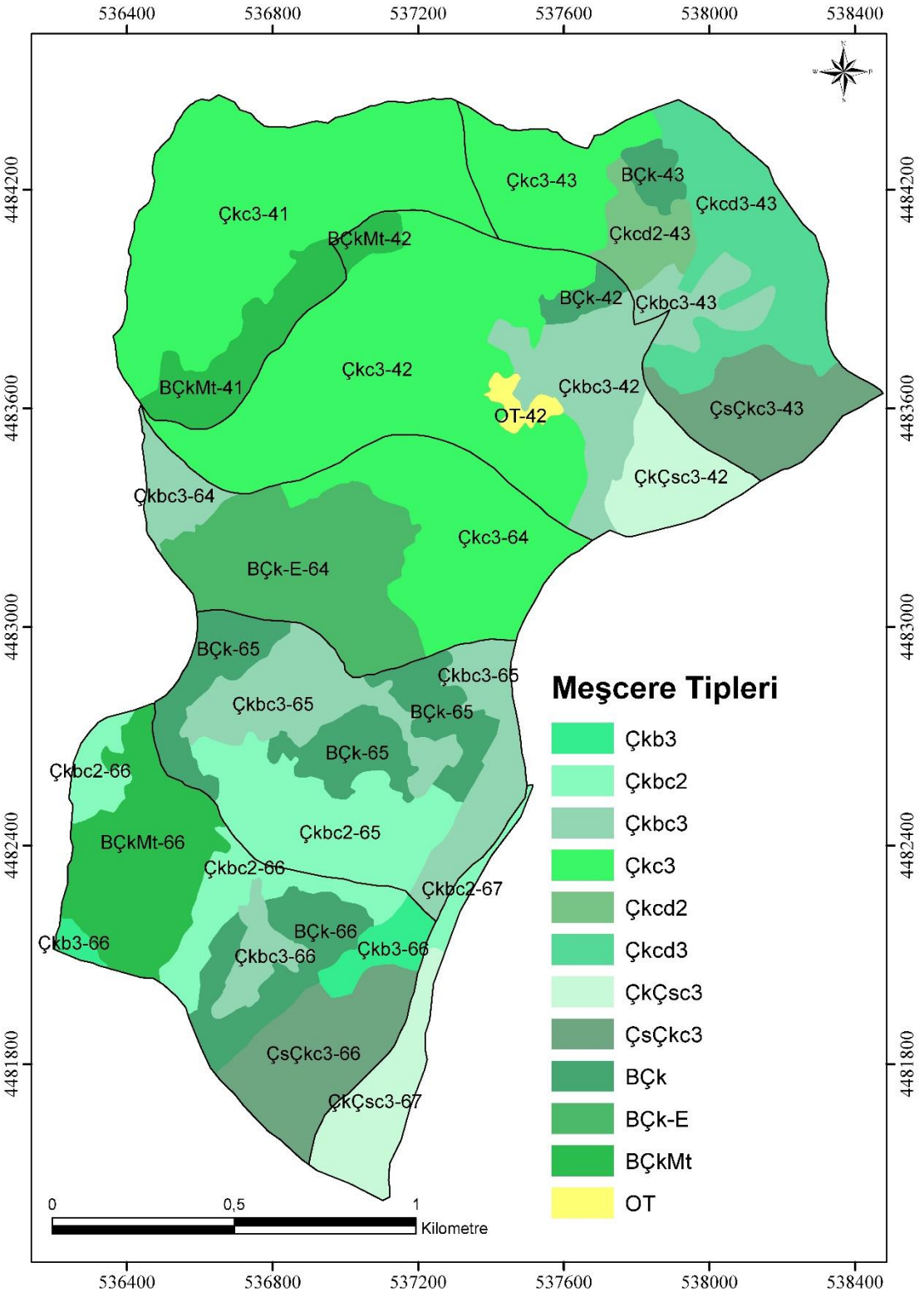


Şekil 2.1 Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı'nın yerini ve meşcere tiplerini gösteren harita. OBM: Orman Bölge Müdürlüğü; OİM: Orman İşletme Müdürlüğü; OİŞ: Orman İşletme Şefliği

2.1.1 Araştırma alanının tanıtımı

Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanın tahsisi 14.05.1998 tarihinde yapılmıştır. Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez işletme Şefliği içerisinde, toplam alanı 367ha olup, 363,5ha ormanlık, 3,5ha orman içi açıklıktır. 2020 yılında yapılan amenajman planına göre Çkb, Çkbc, Çkc, Çkcd, ÇkÇsc, ÇsÇkc, BÇk ve BÇkM meşcerelerinden oluşmaktadır (Şekil 2.2). Araştırma alanının hâkim türü olan Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ülkemizin hemen hemen her bölgesinde görülmektedir (Anonim, 2014). Coğrafi olarak geniş yayılışa sahip olan karaçam 400-2100m yükseltilerde yayılış göstermektedir. Genel olarak Doğu Anadolu ve İç Anadolu'da Tuz Gölü ve çevresi hariç her yerde görülebilmektedir. Karaçam ülkemizde 4.693.059 ha yayılışa sahiptir bunun %54'ü normal %46'sı bozuk karaçam ormanıdır. Ülkemizde en fazla yayılışa sahip üçüncü türdür (Anonim, 2013).

Araştırma alanı, Çankırı ili, Eldivan ilçesi sınırları içinde yer alan Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı'nda yer almaktadır. Konum itibariyle, 40°34'41" - 40°20'38" Kuzey enlemleri ile 33°36'00" – 33°25'10" Doğu boylamları arasındadır. Araştırma alanı, 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritada Çankırı H30-b2 ve G30-c3 paftalarında yer almaktadır. Orta dağlık ve dağlık arazi sınıfına giren araştırma alanı, Güney kısmında Çakmaklı Tepe (1630 m.), Kolaçsivri Tepe (1596 m.), Batı'sında Kirazlı Tepe (1485 m), Doğu'sunda Murafa Tepe (1641 m) ile sınırlanmıştır. Arazi içerisinde Elhamur Tepesi (1422 m) vardır. Kuzey sınırını Kelmahmut Deresi ve Karanlık Dere, Doğu sınırının bir kısmını Lalelik sırtı, Batı sınırını Kamış Deresi oluşturmaktadır. Araştırma alanının drenaj sularını Kelmahmut Deresi, Karanlık Dere ve Kamış Deresi, Kavaklıkuz Deresi ve bunların kolları taşımaktadır (Göl et al., 2010).



Şekil 2.2 Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Ormanı'na ait meşcereyi gösteren harita

2.1.2 İklim

İklim verileri için, çalışma alanına en yakın istasyon olan 930 m yükseltideki Eldivan meteoroloji gözlem istasyonunun rasat sonuçları esas alınmıştır. Göl et al. (2010)'e göre yörede en yüksek sıcaklık 37,0°C ile ağustos ayında, en düşük sıcaklık -17,3°C ile şubat ayında kaydedilmiş olup, yıllık ortalama sıcaklık 10,4 °C'dir. Vejetasyon süresi içerisinde en yüksek sıcaklık ortalaması 29,4°C, en düşük sıcaklık ortalaması 3,9°C'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı 500,9 mm, vejetasyon süresi içindeki yağış miktarı ise 274,3 mm'dir. Yıllık ortalama bağıl nem % 63, vejetasyon süresinde ise % 55' dir. Araştırma alanı Thornthwaite yöntemine göre; C1B'1sb'2 simgeleri ile gösterilen "kurak-yarı nemli, mezotermal, kışın orta derecede su fazlası olan, deniz iklim etkisine yakın**"** bir iklim tipine sahiptir (Abay and Ursavaş, 2009). Dolayısıyla çalışma alanı bozkır (step) iklimi ve Karadeniz iklimi arasında bir geçiş bölgesidir.

2.1.3 Bitki örtüsü

Araştırma alanı bitki coğrafyası açısından incelendiğinde, Türkiye'nin üç büyük flora alanlarından biri olan İran-Turan flora bölgesinde yer almaktadır. Davis'in kareleme sistemine göre A4 karesi içinde yer almaktadır. Araştırma alanında ana tür olarak karaçam *Pinusnigra* Arnold. bulunmaktadır. Sarıçam (*Pinussylvestris* L.), Karaçam, Ardıç (*Juniperuscommunis*subps. *nana* L.), bol miktarda baklagiller (*Leguminosae*spp.), kuşburnu (*Rosacanina* L.), ahlat (*Piruselaeagrifolia*), alıç (*Creteagusmonogyna* L.), karaçalı (*Paliurusspina- Christi*Mill.), meşe (*Quercus* L.), geven (*Astragalus*spp.), kekik (*Tyhmus* L.), böğürtlen (*Rubuscanescens* L.), badem (*Prunus dulcis*Mill.), üvez (*Sorbus* L.), titrek kavak (*Populustremula* L.) bölgede yayılış gösteren diğer türlerdir (Göl et al., 2010).

2.1.4 Jeolojik yapı ve toprak

Araştırma alanı, tersiyere ait oligo-miosen jipsli serisinden oluşmaktadır. Bu formasyon kalın ve kırmızı renkli bir taban konglomerası ile başlar, bunu açık renkli ve aralarında jips yatakları bulunan kil ve marnlar takip eder. Jipsli serinin üst seviyeleri birçok yerde mioseni de içine alır. Eosenden sonra denizin bu bölgeden tamamen çekildiğini ve bir çöl

ikliminin hüküm sürdüğünü ifade eder. Araştırma ormanı toprakları genellikle killi balçık türde olup toprak derinliği oldukça azdır. Toprak reaksiyonu hafif alkali, tüm topraklarda kireç miktarı az, tuzluluk yoktur. Organik madde ve toplam azot yüzey toprağında zengin, toprak derinleştikçe azalmaktadır. Toprak derinliği az olduğu için ve ana materyal çatlaksız yapıda olduğu için bitki kökleri üst toprakta sıkışmıştır. Fizyolojik derinlik 50 cm mutlak derinlik 45 cm dir(Göl et al., 2010).

2.2 Yöntem

Araştırma; Arazi öncesi yapılan çalışmalar (büro çalışmaları), arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve verilerin analizi aşamalarını içermekte olup bu aşamalarda kullanılan yöntemler takip eden alt başlıklar altında verilmiştir.

2.2.1 Örnek alanların belirlenmesi ve arazi çalışması

Arazi çalışmaları için değişik örnekleme yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Çalışmanın arazi aşamasında sistematik örnekleme yöntemi (200x200 m) tercih edilmiştir. Bu amaçla, 1/25.000 ölçekli eşyükselti eğrili memleket haritası üzerinde bir kenarı 1,2 cm olan ve harita kuzey-güney yönüyle örtüşen, bir kare ağı oluşturulmuştur. Böylelikle oluşturulan kare ağındaki karelerin köşe noktaları, örnek alan yerleri olarak belirlenmiştir. Aynı amaca yönelik çalışmalarda kare şebekesinin kenar uzunluklarının duruma göre 200, 300, 400 ve 500 m alınabileceği belirtilmektedir(Çepel, 1966; Kantarcı, 1980).

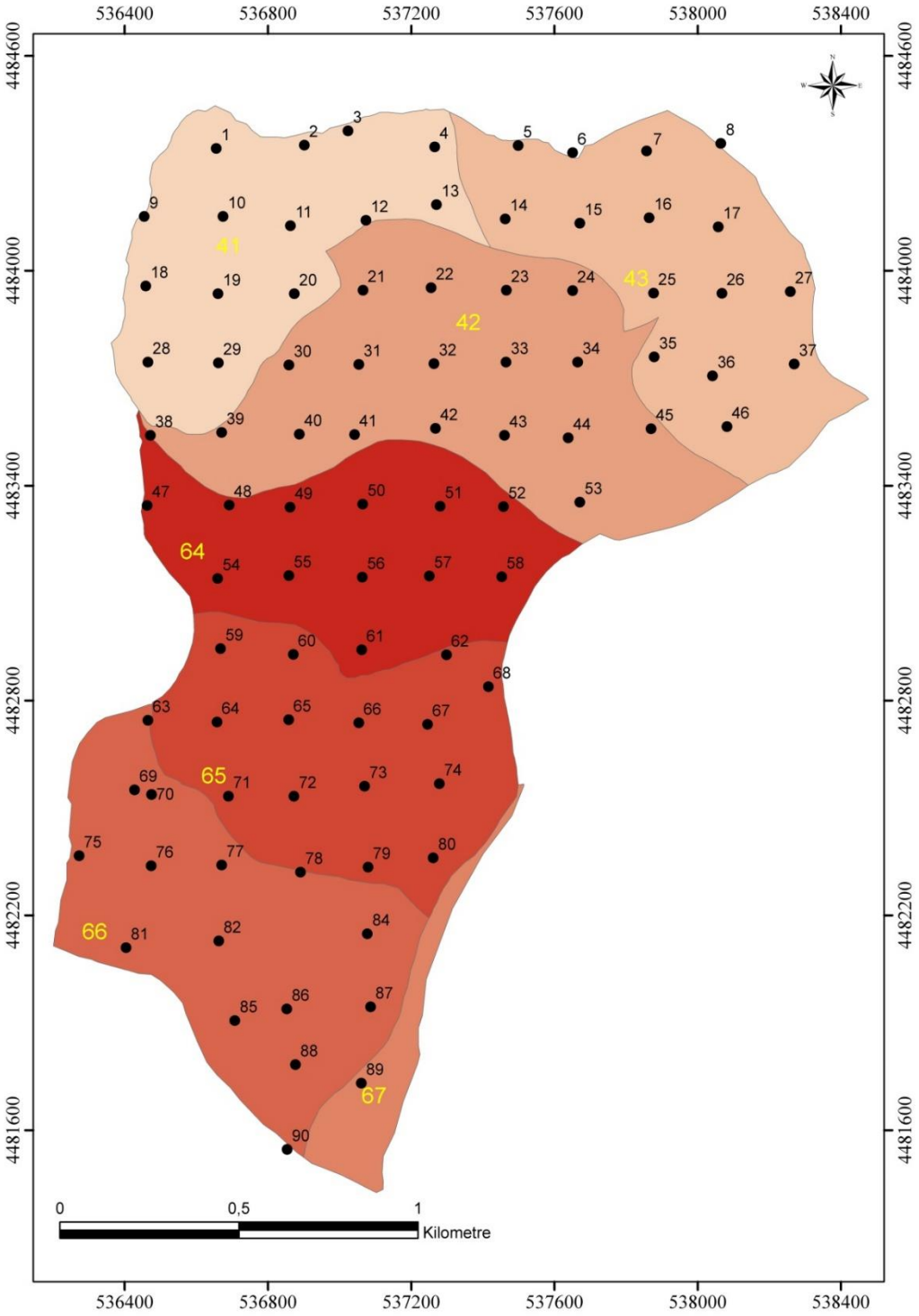
Toprakların karbon içeriğine ilişkin veriler aşağıda belirtilen eşitlikte yerine konulmuş ve 370 ha çalışma alanı için alınması gereken toplam örnek sayısı hesaplanmıştır.

$$n = \left(\frac{z^2\sigma^2}{d^2}\right)$$

*z:*ilgili önem seviyesi için z –tablo değeri, *σ:* ilgili değişkene ilişkin standart sapma değeri, *d:*ön örnek üzerinden hesaplanan güven aralığına göre istenen güven aralığının yarısıdır (Ott and Longnecker, 2010). Bu hesaplamaya göre araştırma sınırları içerisinde 90 toprak profili açılması gerekmektedir.

Yine bu aşamada, 1/25.000 ölçekli topoğrafik harita üzerine işaretlenerek numaralanmış olan her bir örnek noktaya ilişkin yükselti, bakı, yeryüzü şekli, bölme no, meşcere tipi ve

koordinatlar belirlenecek ve daha sonra her bir örnek noktaya ait koordinatlar konumsal araçlara yüklenilmiştir (Şekil 2.3). Böylece arazi çalışmaları sırasında seçilen 90 örnek noktaların yerlerinin bulunmasına destek sağlanmıştır.



Şekil 2.3 Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Ormanı sınırlarındaki bölmeleri ve örnek alanları gösteren harita

2.2.2 Toprak örneklerinin alınması

Hazırlık aşamasında 1/25.000 ölçekli topoğrafik harita üzerinde işaretlenerek numaralandırılmış örnek noktalar arazide bulunarak her örnek noktada, yeryüzü şekli, bakı, eğim, yükselti ve komşu çevre haritada belirlenen noktalar ile kontrol edilmiştir. Belirlenen noktalardan toprağın 0-5, 5-15, 15-30cm derinlik kademelerinden çelik silindirler ile örnekleme yapılmıştır. Örnekleme tekrarlı envanter yaklaşımına göre yapılmıştır. Bu yaklaşım 5 veya 10 yıl sonra alandaki karbonun nasıl değiştiğini belirleme imkânı sunmaktadır(Rodeghiero et al., 2009).

2.2.3 Laboratuvar yöntemleri

Araziden laboratuvara getirilen toprak örnekleri hava kurusu hale getirildikten sonra taşlardan ve köklerden ayrılarak 2mm'lik elekten geçirilerek ince toprak ağırlığı ve hacim ağırlığı belirlenmiştir. Elde edilen ince toprağın bir kısmı dövüldükten sonra tamamı 0,5mm'lik elekten geçirilerek karbon (C) ve azot (N) analizi için hazır hale getirilmiştir. Pudra boyutuna getirilen toprak örneklerinin organik madde miktarı Walkley-Black yöntemi ile belirlenmiştir. Buna göre, 0,5 gr toprak örnekleri 500 ml'lik erlenmayerlere konularak üzerlerine 10 ml 1 N $K_2Cr_2O_7$ (potasyum dikromat) çözeltisi katılmış, 20 ml konsantre sülfürik asit konulup bir dakika karıştırıldıktan ve 30 dakika bekletildikten sonra 200 ml saf su ile 3-4 damla ofenontrolin kompleks indikatörü katılarak $FeSO_4$.H2O (demirsülfatheptahidrat) çözeltisiyle ortamın rengi maviden kırmızıya dönene kadar titre edilmiş ve bulunan değerden yola çıkarak hesaplama yapılmıştır (Tüzüner, 1990). Toprak örneklerindeki toplam organik C miktarı Walkley-Black metoduyla belirlenmiştir (Robinson ve ark., 1996).

2.2.4 İstatistiksel ve jeoistatistikselyöntemler

Bu çalışmada, derinlik kademlerine göre örnek alanlara ilişkin karbon değerleri hesaplanmıştır. Örnek alanların her bir derinlik kademesindeki karbon değerleri ile örnek alanların koordinatları Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılım programına aktarılmıştır. CBS yazılım programının Geostatistical Analyst modulünden yararlanılarak her bir derinlik kademesine ilişkin karbon haritaları üretilmiştir (ArcGIS 10,5). Ayrıca farklı

meşcerelerin kıyaslanmasında ANOVAtesti yapılmıştır (SPSS 20). P değeri 0.05'den küçük bulunan ve istatistiki olarak fark olduğu belirlenen örnekler için ortalamaları ayırma testi olarak Tukey testi uygulanmıştır.

3. BULGULAR

Araştırma ve Uygulama Ormanında belirlenen 90 noktada açılan toprak profillerinden 0-5 cm, 5-15 cm ve 15-30 cm derinliklerde alınan toprak örneklerinde ortalama karbon oranları 0-5 cm derinliğinde % 7,25; 5-15 cm derinliğinde % 5,36; 15-30 cm derinliğinde ise % 3,87 olduğu belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı ise 0-5 cm derinliğinde 27224 t/ha; 5-15 cm derinliğinde 42283 t/ha; 15-30 cm derinliğinde ise 39797 t/ha olduğu belirlenmiştir (Ek1.).

3.1 Araştırma Ormanı İçerisinde Yer Alan Bölmelerin Karbon Miktarı

Araştırma Ormanı içerisinde yer alan bölmelerin karbon oranları, hektardaki karbon miktarı ve tüm bölmede bulunan karbon miktarı aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Araştırma ormanında bulunan bölmelerin karbon oranları ve karbon miktarları

	Bölme numarası					
Karnon Oranı	**41**	**42**	**43**	**64**	**65**	**66**
C oranı 0-5cm (%)	7,10	9,39	10,41	4,40	3,95	8,29
C oranı 5-15cm (%)	4,21	6,95	6,26	3,23	4,16	7,36
C oranı 15-30cm (%)	2,98	4,99	4,28	1,43	2,99	6,56
Hektardaki karbon miktarı						
C miktarı 0-5 (t/ha)	28,25	41,94	33,59	20,28	16,37	22,91
C miktarı 5-15cm (t/ha)	36,79	68,16	49,36	30,42	30,58	38,39
C miktarı 15-30cm (t/ha)	32,68	73,75	31,59	10,86	31,21	58,69
Bölmedeki C miktarı						
Alan (ha)	52,3	76,2	60,5	51,5	58,2	65,3
C miktarı 0-5 (t)	1478	3196	2032	1044	953	1496
C miktarı 5-15cm (t)	1924	5194	2986	1566	1780	2507
C miktarı 15-30cm (t)	1709	5620	1911	559	1816	3833

3.1.1 0-5cm derinliğindeki karbon miktarı

Araştırma Uygulama Ormanı üst topraklarında karbon miktarının belirlenmesi ve haritalandırılmasında 2020 tarihli meşcere haritalarından yararlanılmıştır. 2020 tarihli meşcere haritası Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

Çalışma alanı olan Araştırma Uygulama Ormanı topraklarının karbon verileri bölme bazında değerlendirilmiştir. Çalışma alanı sınırları içerisine toplam yedi (41,42,43,64,65,66) bölme girmektedir. Çalışma alanının 0-5cm derinliğindeki toprak karbon değerleri incelendiğinde:

41. Bölme içerisindeki meşcere tipleri Çkc3 ve BÇkMt olup toplam alanı 52,3 ha dır. Toplam 14 toprak profili ile örneklenen 41. Bölme içerisinde,0-5 cm derinliğindeki karbon oranı % 7,10 olarak belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı 28,25 t/ha dır. 41. Bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 1478 t/ha olarak bulunmuştur.

42. Bölme içerisinde Çkc3, Çkbc3, ÇkÇsc3, BÇkMt ve BÇkmeşcereleri ile OT alanı bulunmakta olup toplam 76,2 ha dır. Toplam 18 toprak profili ile örneklenen 42. bölme içerisinde 0-5cm derinliğindeki ortalama karbon oranı % 9,39 olarak belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı 41,94 t/ha dır.42. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 3196 t/ha olarak bulunmuştur.

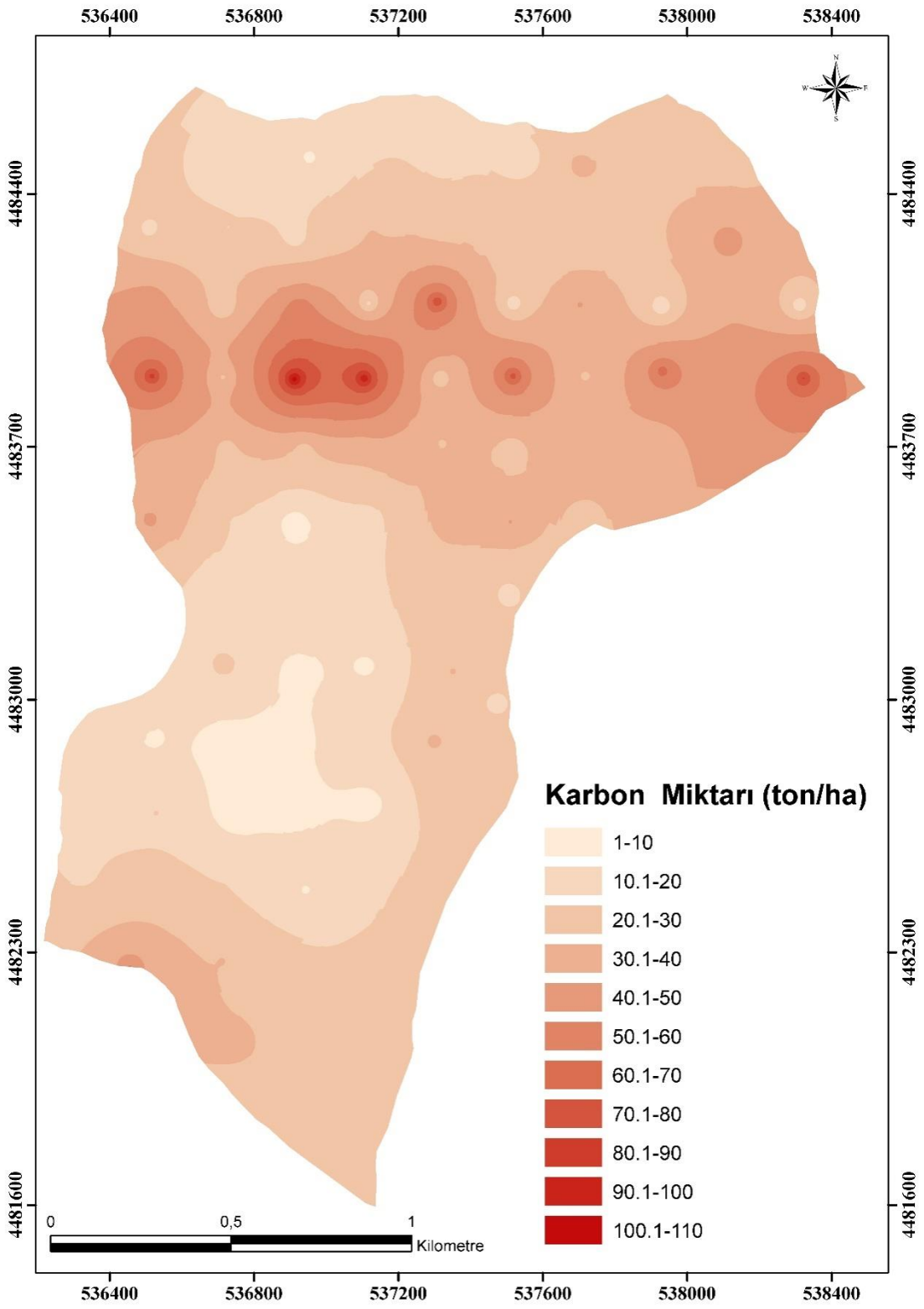
43. bölme içerisinde Çkc3, Çkcd2, Çkbc3, Çkcd3, ÇsÇkc3 ve BÇk meşcereleri bulunmakta olup toplam 60,5 ha dır. Toplam 15 toprak profili ile örneklenen 43. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki ortalama karbon oranı % 10,41 olarak belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı 33,59 t/ha dır.43. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 2032 t/ha olarak bulunmuştur.

64. bölme içerisinde Çkbc3, Çkc3 ve BÇk meşcereleri bulunmakta olup toplam 51,5 ha dır. Toplam 12 toprak profili ile örneklenen 64. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki ortalama karbon oranı % 4,40 olarak belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı 20,28 t/ha dır.64. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 1044 t/ha olarak bulunmuştur.

65. bölme içerisinde Çkbc3, Çkbc2 ve BÇk meşcereleri bulunmakta olup toplam 58,2 ha dır. Toplam 14 toprak profili ile örneklenen 65. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki ortalama karbon oranı % 3,95 olarak belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı 16,37 t/ha dır.65. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 953 t/ha olarak bulunmuştur.

66. bölme içerisinde Çkbc2, Çkb3, Çkbc3, ÇsÇkc3, ÇkÇsc3, BÇkMt ve BÇk, meşcereleri bulunmakta olup Araştırma ve Uygulama Ormanı sınırlarına giren bölmenin alanı 65,3

ha dır. Toplam 16 toprak profili ile örneklenen 66. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki ortalama karbon oranı % 8,29 olarak belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı 22,91 t/ha dır.66. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 1496 t/ha olarak bulunmuştur.



Şekil 3.1 Araştırma alanı içerisindeki 0-5 cm derinlikteki toprakların karbon içeriği.

3.1.2 5-15cm derinliğindeki karbon miktarı

41. Bölme içerisindeki meşcere tipleri Çkc3 ve BÇkMt olup toplam alanı 52,3 ha dır. Toplam 14 toprak profili ile örneklenen 41. Bölme içerisinde, 5-15 cm derinliğindeki ortalama karbon oranı % 4,21 olarak belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı 36,79 t/ha dır.41. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 1924 t/ha olarak bulunmuştur.

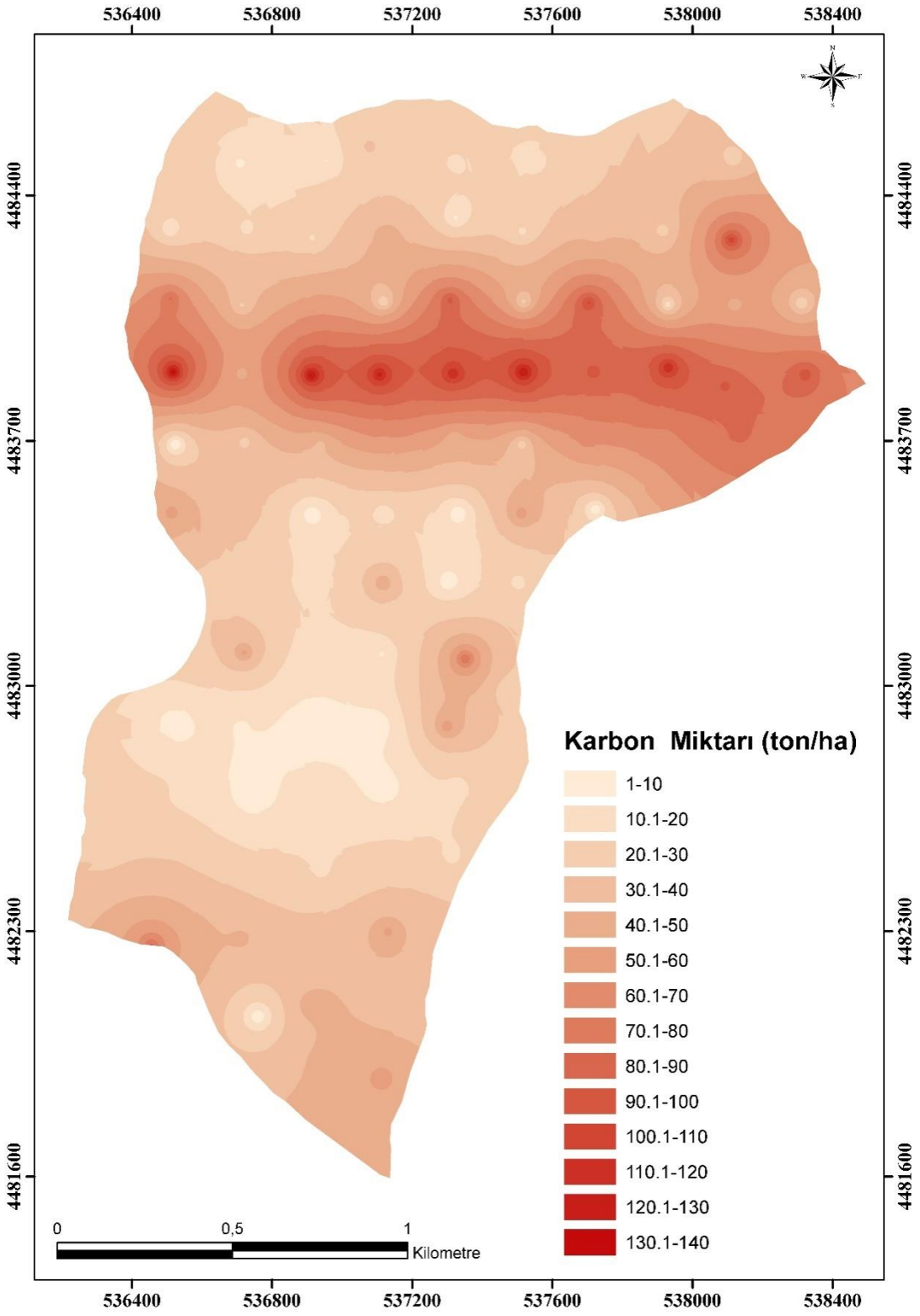
42. Bölme içerisinde Çkc3, Çkbc3, ÇkÇsc3, BÇkMt ve BÇk meşcereleri ile OT alanı bulunmakta olup toplam 76,2 ha dır. Toplam 18 toprak profili ile örneklenen 42. bölme içerisinde 5-15cm derinliğindeki ortalama karbon oranı % 6,95 olarak belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı 68,16 t/ha dır.42. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 5194t/ha olarak bulunmuştur.

43. bölme içerisinde Çkc3, Çkcd2, Çkbc3, Çkcd3, ÇsÇkc3 ve BÇk meşcereleri bulunmakta olup toplam 60,5 ha dır. Toplam 15 toprak profili ile örneklenen 43. bölme içerisinde 5-15 cm derinliğindeki ortalama karbon oranı % 6,26 olarak belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı 49,36 t/ha dır. 43. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 2986 t/ha olarak bulunmuştur.

64. bölme içerisinde Çkbc3, Çkc3 ve BÇk meşcereleri bulunmakta olup toplam 51,5 ha dır. Toplam 12 toprak profili ile örneklenen 64. bölme içerisinde 5-15 cm derinliğindeki ortalama karbon oranı % 3,23 olarak belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı 30,42 t/ha dır.64. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 1566 t/ha olarak bulunmuştur.

65. bölme içerisinde Çkbc3, Çkbc2 ve BÇk meşcereleri bulunmakta olup toplam 58,2 ha dır. Toplam 14 toprak profili ile örneklenen 65. bölme içerisinde 5-15 cm derinliğindeki ortalama karbon oranı % 4,16 olarak belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı 30,58 t/ha dır.65. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 1780 t/ha olarak bulunmuştur.

66. bölme içerisinde Çkbc2, Çkb3, Çkbc3, ÇsÇkc3, ÇkÇsc3, BÇkMt ve BÇk, meşcereleri bulunmakta olup Araştırma ve Uygulama Ormanı sınırlarına giren bölmenin alanı 65,3 ha dır. Toplam 16 toprak profili ile örneklenen 66. bölme içerisinde 5-15 cm derinliğindeki ortalama karbon oranı % 7,36 olarak belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı 38,39 t/ha dır.66. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 2507t/ha olarak bulunmuştur.



Şekil 3.2 Araştırma alanı içerisindeki 5-15 cm derinlikteki toprakların karbon içeriği.

3.1.3 15-30cm derinliğindeki karbon miktarı

41. Bölme içerisindeki meşcere tipleri Çkc3 ve BÇkMt olup toplam alanı 52,3 ha dır. Toplam 14 toprak profili ile örneklenen 41. Bölme içerisinde, 15-30 cm derinliğindeki ortalama karbon oranı % 2,98 olarak belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı 32,67 t/ha dır.41. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 1709 t/ha olarak bulunmuştur.

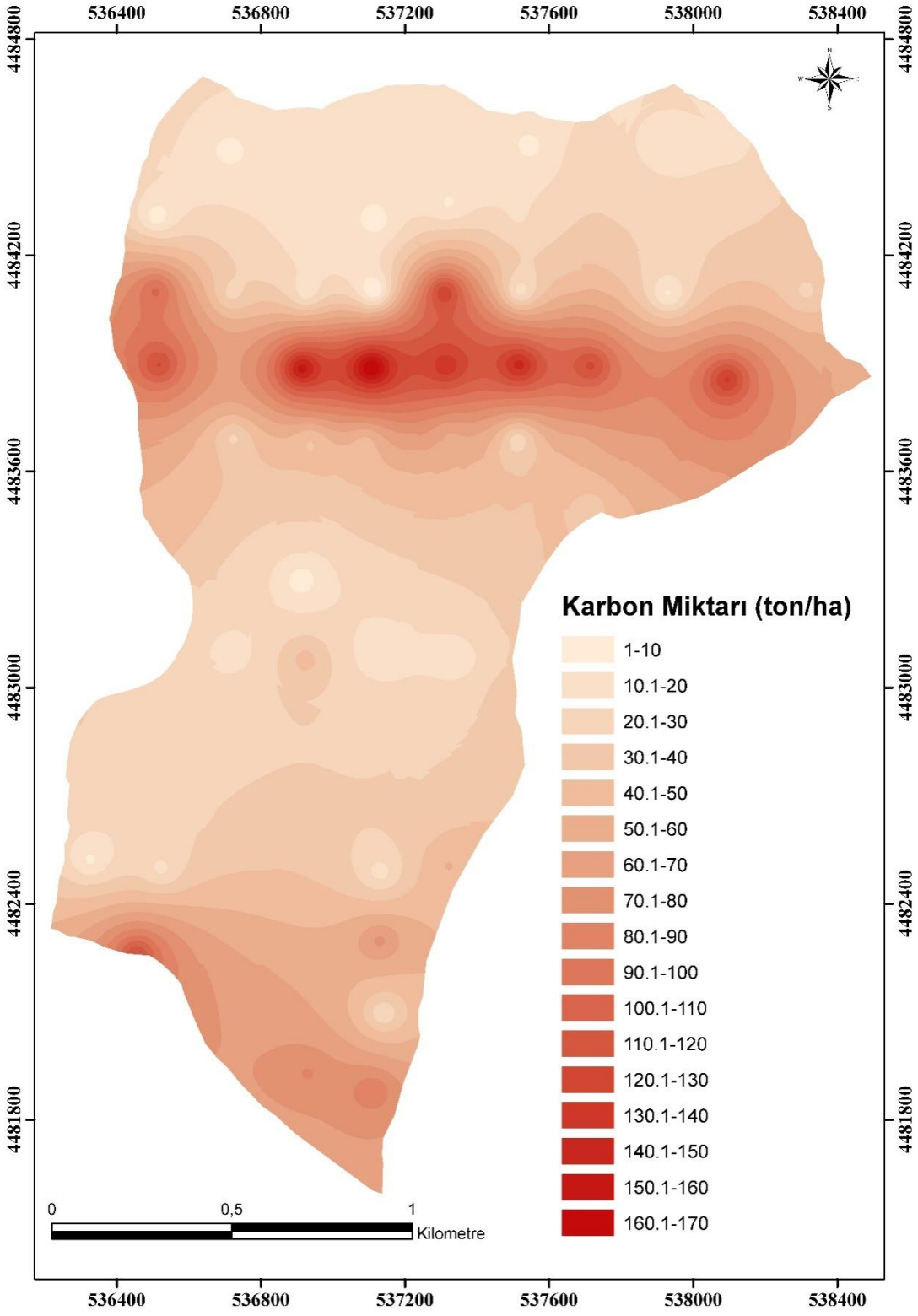
42. Bölme içerisinde Çkc3, Çkbc3, ÇkÇsc3, BÇkMt ve BÇk meşcereleri ile OT alanı bulunmakta olup toplam 76,2 ha dır. Toplam 18 toprak profili ile örneklenen 42. bölme içerisinde 15-30 cm derinliğindeki ortalama karbon oranı % 4,99 olarak belirlenmiştir. Hektardakiortalama karbon miktarı 73,75 t/ha dır.42. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 5620 t/ha olarak bulunmuştur.

43. bölme içerisinde Çkc3, Çkcd2, Çkbc3, Çkcd3, ÇsÇkc3 ve BÇk meşcereleri bulunmakta olup toplam 60,5 ha dır. Toplam 15 toprak profili ile örneklenen 43. bölme içerisinde 15-30 cm derinliğindeki ortalama karbon oranı % 4,28 olarak belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı 31,58 t/ha dır.43. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 1910 t/ha olarak bulunmuştur.

64. bölme içerisinde Çkbc3, Çkc3 ve BÇk meşcereleri bulunmakta olup toplam 51,5 ha dır. Toplam 12 toprak profili ile örneklenen 64. bölme içerisinde 15-30 cm derinliğindeki ortalama karbon oranı % 1,43 olarak belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı 10,86 t/ha dır.64. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 559t/ha olarak bulunmuştur.

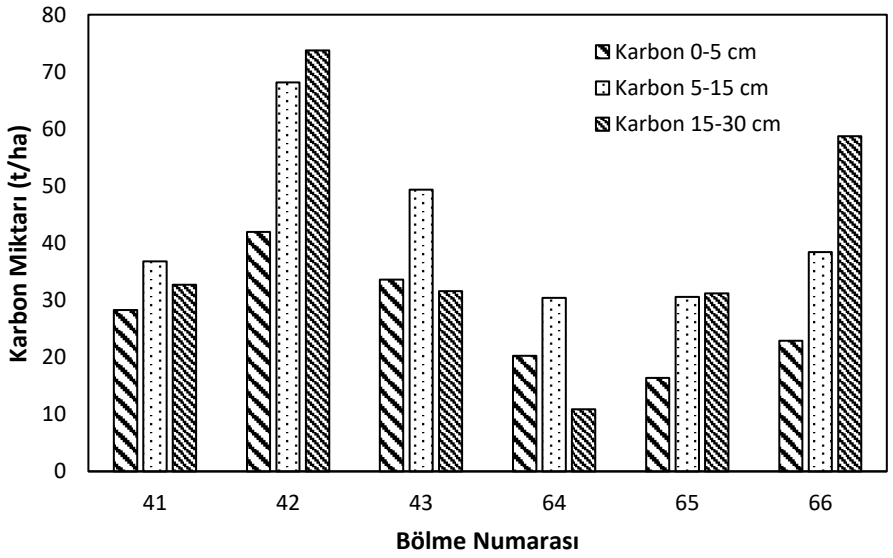
65. bölme içerisinde Çkbc3, Çkbc2 ve BÇk meşcereleri bulunmakta olup toplam 58,2 ha dır. Toplam 14 toprak profili ile örneklenen 65. bölme içerisinde 15-30 cm derinliğindeki ortalama karbon oranı % 2,99 olarak belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı 31,20 t/ha dır.65. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 1816 t/ha olarak bulunmuştur.

66. bölme içerisinde Çkbc2, Çkb3, Çkbc3, ÇsÇkc3, ÇkÇsc3, BÇkMt ve BÇk, meşcereleri bulunmakta olup Araştırma ve Uygulama Ormanı sınırlarına giren bölmenin alanı 65,3 ha dır. Toplam 16 toprak profili ile örneklenen 66.bölme içerisinde 15-30 cm derinliğindeki ortalama karbon oranı % 6,56 olarak belirlenmiştir. Hektardaki ortalama karbon miktarı 58,69t/ha dır.66. bölme içerisinde 0-5 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı 3832t/ha olarak bulunmuştur.



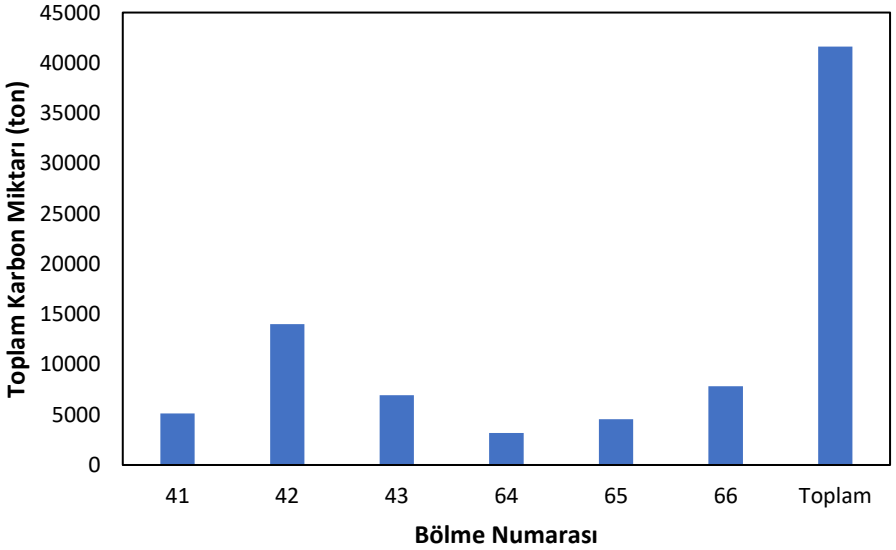
Şekil 3.3 Araştırma alanı içerisindeki 15-30 cm derinlikteki toprakların karbon içeriği

Alınan toprak örnekleri bölmeler bazında değerlendirildiğinde, bölmelerin farklı derinliklerdeki hektardaki karbon miktarı Şekil 3.4 de verilmiştir. Üç farklı derinlik kademesinde en yüksek karbon miktarı 42. bölmede, en düşük karbon miktarı ise 64. bölmede olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.4. Araştırma Ormanı içerisinde yer alan bölmelerin farklı derinliklerdeki hektardaki karbon miktarı.

Araştırma ve Uygulama Ormanında bulunan bölmelerin, bölme sınırlarındaki 0-30 cm derinliğindeki toplam karbon miktarı ve 367 ha'lık tüm Araştırma ve Uygulama Ormanındaki toplam karbon miktarı Şekil 3.5'de verilmiştir.



Şekil 3.5. Bölme sınırlarının tamamında ve araştırma alanının tamamında bulunan 0-30 cm derinlikteki toplam karbon miktarı.

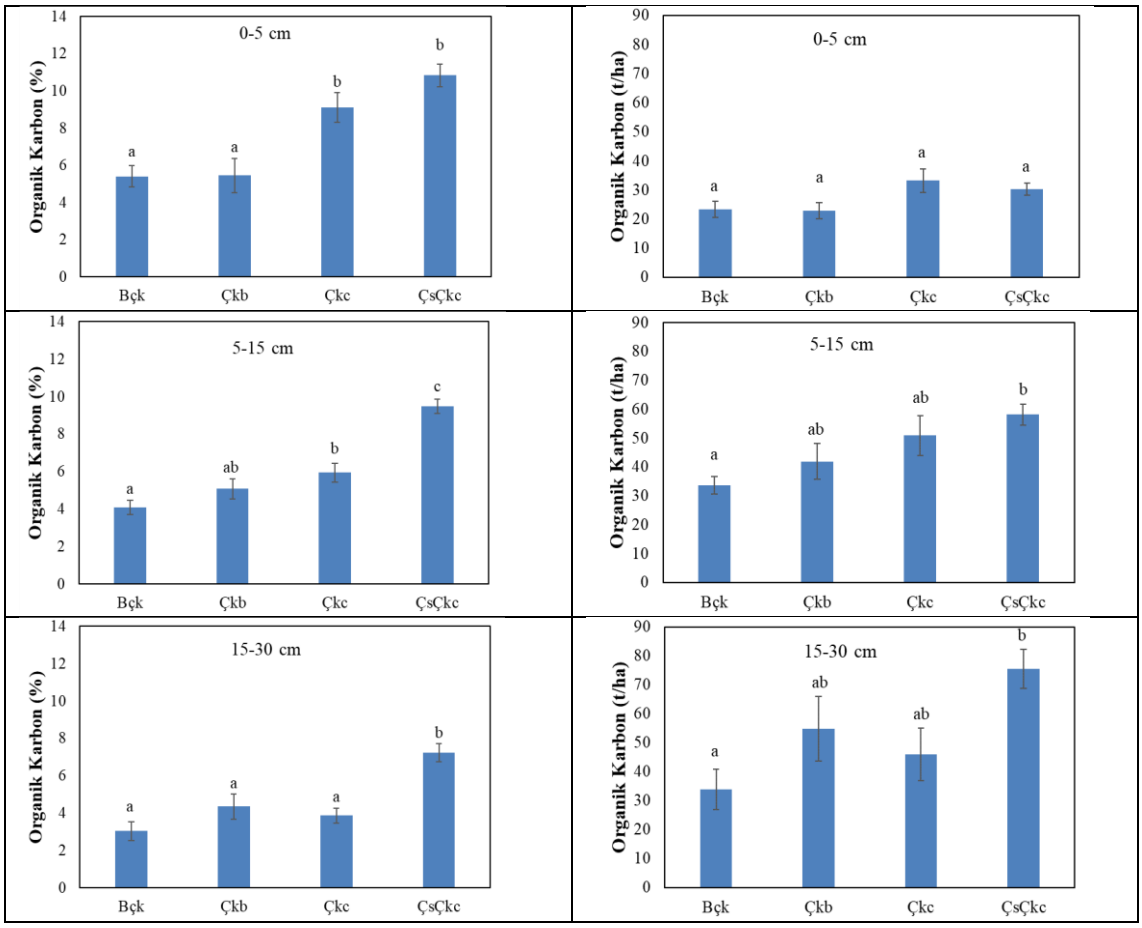
3.2 Araştırma Ormanı İçerisinde Yer Alan Farklı Meşcere Tiplerindeki Toprak Karbon Miktarı

Çalışma alanı için hesaplanan toplam karbon miktarı Tablo Çizelge 3.2'de verilmiştir. Meşcere tiplerine göre 0-30 cm derinliğindeki toprakta depolanan karbon miktarı 163,93 t/ha ile sarıçamın karaçam ile karışım yaptığı meşcerelerde bulunmuştur. En düşük karbon miktarı ise 90,91 t/ha ile bozuk karaçam ormanlarında belirlenmiştir. Bozuk karaçam meşceresindeki karbon miktarı sarıçamın bulunduğu alanlardan %45 daha düşük bulunmuştur. Ayrıca gelişim çağı ilerledikçe ve karışık meşcerelerde toprakta biriken karbon miktarının da arttığı söylenebilir (Çizelge 3.2). İstatistiksel olarak üst topraktaki (0-5 cm) karbon miktarı meşçere tiplerine göre farklılık göstermezken diğer derinliklerde istatistiksel farklılık belirlenmiştir.

Çizelge 3.2 Araştırma Ormanı içerisinde bulunan farklı meşcerelerin toprak karbon miktarı.

Toprak derinliği	Bçk	Çkb	Çkc	ÇsÇkc	F	*P*
0-5 cm	23,28±2,80a	22,84±2,73a	33,28±4,04a	30,35±2,10a	2,685	0,05
5-15 cm	33,61±3,03a	41,94±6,24ab	50,94±6,89ab	58,13±3,56b	4,266	0,007
15-30 cm	34,01±6,98a	54,83±11,00ab	45,93±9,10ab	75,44±6,74b	4,419	0,006
Toplam	**90,91**	**119,63**	**130,16**	**163,92**		

Meşcere bazında belirlenen karbon oranları (%) ile karbon miktarları (t/ha) Şekil 3.6'de verilmiştir. Meşçere tiplerine göre oransal karbon miktarı istatistiksel fark göstermekte ve en yüksek karbon oranı sarıçamın bulunduğu meşcerelerde belirlenmiştir. İstatistiksel bu fark karbon miktarlarında da belirlenmiş olmasına rağmen ÇsÇk meşcereleri ile Çkb ve Çkc meşçere tipleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (P>0,05).



Şekil 3.6. Araştırma Uygulama Ormanında bulunan meşçere tiplerine göre karbon oranları (%) ve karbon miktarı (t/ha)

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Orman topraklarında karbon birikimini toprağa organik madde girişi ile bu organik maddenin ayrışması arasındaki ilişkiler belirlemektedir (Tolunay ve Çömez, 2007). Organik madde girişi çoğunlukla yaprak dökülmesi ile olmaktadır (Pausas, 1997). Ancak toprak içerisinde ince köklerin ayrışması da toprağın organik madde miktarına katkıda bulunmaktadır (Berg ve McClaugherty, 2003).Topraktaki organik madde miktarı iklim, toprak tekstürü, topoğrafya, drenaj, toprağa ilave olan organik maddenin kalitesi ve toprağa uygulanan işlemlerle yakından ilgilidir. Ormanda organik maddenin yüksek olması toprağa ilave olan organik madde miktarının fazla olması ve ayrışmanın yavaş olmasının bir sonucudur (Demirci,2008).En fazla organik madde biriktiren topraklar ormanlık alanlarda bulunmaktadır. Orman topraklarındaki karbon miktarı ve stoklarının artması için bozuk orman alanlarının verimli hale getirilmesi, tıraşlama kesimlerinden kaçınılması, karışık ormanlar kurulması, silvikültürel müdahalelerin mutedil yapılması ve bu müdahalelerde toprağı korumaya dikkat edilmesi, orman olmayan alanların ağaçlandırılması, toprak erozyonunun engellenmesi, orman arazilerinin yapılaşma, kaçak kesimler ve otlatma ile zarar görmesinin önlenmesi gerekmektedir (Tolunay ve Çömez, 2007).

Araştırma alanı topraklarında ortalama karbon oranı 0-5 cm derinlikte %7,70; 5-15 cm derinlikte %6,14; 15-30 cm derinlikte ise %4,61 olarak bulunmuştur. Güner'in 2006'da yapmış olduğu çalışmada, toprakların organik maddesi ortalama değerlere göre, üst toprak organik madde oranları %5,59-9,73 değerleri arasında; alt toprak derinliklerinde organik madde oranları %0,28-0,70 değerleri arasında bulmuştur. Karatepe (2005) Isparta Gölcükte yapmış olduğu çalışmada karaçam altında karbon oranlarını %0,74 (0-5cm), %0,47 (5-20cm), %0,16(20-40cm) olarak belirlemiştir. Kastamonu'da yapılan çalışmada 0-10cm derinlikteki karbon oranı %9,48 bulmuştur(Ataf, 2017).

Araştırma Ormanında karbon miktarı (t/ha) 0-5cm derinlikte 27,43 t/ha, 5-15 cm derinlikte 46,15 t/ha, 15-30 cm derinlikte ise 52,55t/ha bulunurken 0-30 cm derinlikteki karbon miktarı ise 126,45 t/ha olarak bulunmuştur. Türkiye'de karaçam ormanlarında topraklardaki karbonun 6,7-296,5 t/ha arasında değiştiği, ortalama olarak karaçam ormanlarındaki topraklarda 71,6 t/ha karbon bulunduğu hesaplanmıştır (Tolunay ve

Çömez, 2008).Ataf (2017) Kastamonu karaçam ormanlarında 0-10cm derinliğinde, hektardaki karbon miktarı 35,41 t/ha olarak belirlenmiştir. Diğer türlerde ise topraktaki karbon miktarı farklılıklar göstermektedir. Tolunay ve Çömez 2007 yılında yapmış olduğu çalışmalarında ülkemiz ormanlarında topraklarda 1159 toprak çukurundan elde edilen değerlere göre 1 hektar alanda toplam 77,8 ton kadar karbon depolandığını saptamışlardır. Kantarcı (1979), Uludağ göknarı (*Abies bornmulleriana* Mattf.) meşcerelerinde toprakta depolanan karbonun ise 89,85-139,31 t/ha arasında değiştiğini bildirmektedir. Erkut (2013)'un yapmış olduğu araştırmada, Akkuş yöresinde kayın meşcerelerinin toprakta karbon depolama kapasitesini 81.1 ton/ha olarak bulmuştur. Sargıncı (2014) Kayın kestane ekosistemlerinde toprakta depolanan karbonun 92,10 t/ha olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Çetiner 2016'da saf kayın meşcerelerinde yapmış olduğu çalışmasında, (0-10cm) toprak derinliğinde ortalama karbon miktarı değerleri; (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 31,53 ton/ha, (b) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 40,87 ton/ha, (c) meşcere kuruluşlarına ait topraklarda 34,50 ton/ha, (d) meşcere kuruluşuna ait topraklarda 38,71 ton/ha ve bozuk meşcere kuruluşuna ait topraklarda ise 49,77 ton/ha olarak tespit etmiştir.

Atmosferdeki CO_2 miktarındaki artış ile küresel ısınma arasındaki ilişki karbonu yeniden toprağa kazanılmasının önemini artırmaktadır. Ormanların karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi ve arttırılması küresel iklim değişikliğini etkileyen en önemli faktörlerden biri olması sebebiyle günden güne daha fazla önem kazanmaktadır.

KAYNAKLAR

Abay, G., Ursavaş, S., 2009. Çankırı ili araştırma ormanı karayosunu (musci) flora ve ekolojisi. Bartın orman fakültesi dergisi 11, 61-70.

Akkuş, F, G. (2014). Kentsel Yol Ağaçlarının Karbon Tutma Değerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta.

Anonim. 2013. *Orman Atlası,*. OGM

Anonim. 2014. European forest genetic resources programme, http://www.euforgen.org/distribution_maps.html.

Ataf, A.A.A., 2017. Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü'nde Farklı Meşcerelerde Topraktaki Karbon Miktarinin Belirlenmesi, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.

Bulut, A. (2012). Ormanların Karbon Depolama Kapasitesinin Üç Farklı Uydu Görüntüsü Kullanılarak Uzaktan Algılama Yöntemi ile Belirlenmesi (Alacadağ Orman İşletme Şefliği Örneği). Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.

Bülbül, E. (2012). K.T.Ü Orman Fakültesi Eğitim ve Araştırma Ormanı Saf Ladin Meşcerelerinin Karbon Depolama Miktarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.

Canadell, J., Le Quéré, C., Raupacha, M., Fielde, C., Buitenhuisc, E., Ciaisf, F., Conwayg, T., Gillettc, N., Houghtonh, R., Marland, G. 2007. Contributions to accelerating atmospheric CO2 growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks, in: Proceedings of the National Academy of Sciences http://www.pnas.org/cgi/reprint/0702737104v1.p df (erişim tarihi

Çepel, N. 1966. *Orman yetişme muhiti tanımının pratik esasları ve orman yetişme muhiti haritacılığı*. Kutulmuş Matbaası, İstanbul.

ÇOB (Çevre ve Orman Bakanlığı AR-GE Daire Başkanlığı) 2006. Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (LULUCF) Çalışma Grubu Raporu,

Çömez, A. (2010). Sündiken Dağlarında Sarıçam (Pinus Sylvestris L.) Meşcerelerinde Karbon Birikiminin Belirlenmesi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul. Ankara

Eler, Ü. 1980. Birbirini tamamlayan araştırmalar yapılabilmesi yönünden araştırma ormanları (Çeviri). *Ormancılık araştırma enstitüsü dergisi*, **26,** 55-57.

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.

Gonifeda, R, K, A. (2017). Güney Bakıda Yetişen Karaçamın Bazı Toprak Özellikleri ile Toprak Organik Karbon ve Toplam Azot Miktarları ve Depolama Kapasiteleri Üzerinde Yükseltinin Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu.

Göl, C., Yılmaz, H., Ediş, S., 2010. Orman fakültesi araştırma ve uygulama ormanı topraklarının bazı özellikleri ve sınıflandırması, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Artvin, pp. 941-952.

Gülsunar, M. (2011). Ormanların Karbon Depolama Kapasitesinin Uzaktan Algılama Yöntemi ile Belirlenmesi (Düzdağ Orman İşletme Şefliği Örneği). Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.

Güner, Ş. T. (2006). Türkmen Dağı (Eskişehir, Kütahya) Sarıçam (Pinus sylvestris ssp. hamata) Ormanlarının Yükseltiye Bağlı Büyüme Beslenme İlişkilerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Eskişehir.

Işık, M. (2013). Orman Ekosistemlerinin Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarlarının Farklı Yöntemlere Göre Belirlenmesi (Kapıkaya Planlama Birimi Örneği). Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş.

İnce, K. (2011). Uzaktan Algılama Yöntemi ile Karbon Depolama Miktarının Belirlenmesi (Artvin Örneği). Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2003. Good practice guidance for land use, landuse change and forestry. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report

Janzen, H.H., 2004. Carbon cycling in earth systems-a soil science perspective, Agriculture, Ecosystems and Environment 104:399-417

Kantarcı, D. 1980. *Belgrad ormanı toprak tipleri ve orman yetişme ortamı birimlerinin haritalanması esasları üzerine araştırmalar*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No:275, İstanbul

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)'da Karaçam (Pinus nigra Arn. supsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) Meşcerelerinin Topraklarındaki Toplam azot ve Organik Karbon ile Ölü örtülerindeki Toplam Azot ve Organik Madde Miktarlarının Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2, 1-16

Karatepe, Y., 2005. Gölcük'te (Isparta) dikimle yetiştirilmiş salkımağacı (*Robinia pscudo-acacia* L.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ormanlarının topraklarındaki organik karbon ve azot birikimi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 55.

Knaz, E, R, R. (2017). Aynı Yetişme Ortamı Altında, Farklı Ağaç Türlerinin Bazı Toprak Özellikleri ile Toprak Organik Karbon ve Toplam Azot Miktarları ve Depolama Kapasiteleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu.

Lim, A, B. (2012). Torosların İç Kısmında Kermes Meşesi Ağırlıklı Makilik Alanların Toprak Üstü Biokütle ve Karbon Depolama Kapasitesi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta.

Macaroğlu, K. (2011). Bartın Yöresi Karışık Meşcerelerin Biyokütle ve Karbon Depolama Kapasitelerinin İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bartın.

Mafrak, M. (2016). Saf Karaçam Ormanlarındaki Toprak Organik Karbon Miktarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu.

Marland, G., Fruit, K., and Sedio, R., 2001. Accounting for sequestered carbon: The question of permanence. Environ. Sci. Policy., 4,259-268.

Masoud, A, M, M. (2017). Kuzey Bakıda Yetişen Karaçamın Bazı Toprak Özellikleri ile Toprak Organik Karbon ve Toplam Azot Miktarları ve Depolama Kapasiteleri

Üzerinde Yükseltinin Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu.

Mikhaylov, A., Moiseev, N., Aleshin, K., Burkhardt, T., 2020. Global climate change and greenhouse effect. Entrepreneurship and Sustainability Issues 7, 2897-2913.

Ott, R. L., & Longnecker, M. (2010). *An introduction to statistical methods and data analysis, Sixth Edition*: Brooks/Cole, Cengage Learning

Özdemir, T. 1977. Araştırma ormanları ve planlamaları konusunda düşünceler. *Ormancılık araştırma enstitüsü dergisi*, **23,** 109-112.

Robinson, S., Ashley, M. ve Haines, M., 1996. Attitudes of African-Americans regarding prostate concer clinical trials. Journal of Community Healty, 21(2), 77-87.

Rodeghiero, M., Heinemeyer, A., Schrumpf, M., & Bellamy, P. (2009). Determination of soil carbon stocks and changes *Soil Carbon Dynamics-an Integrated Methodology* (pp. 49-75): Cambridge Univ. Press.

Sargıncı, M., 2014. Batı karadeniz orman ekosistemlerinde ölü örtü dinamiği. (Doktora Tezi), Fenbilimleri Enstitüsü. Düzce Üniversitesi, Düzce.

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.

Tolunay, D., Çömez, A. (2007). Orman topraklarında karbon depolanması ve Türkiye'deki durum. Küresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar, 13–14 Aralık 2007, İstanbul.

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.

Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuarları El Kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy. Hiz. Gen. Müd. Ankara.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) 2008. National Inventory Submissions 2007. http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/ite ms/3929.php

EKLER

Ek 1. Araştırma ve Uygulama Ormanı içerisinde açılan toprak profillerine ait farklı derinliklerde elde edilen karbon oranı ve miktarı

Profil No	Derinlik (cm)	HA (g/cm^3)	Organik karbon (%)	Karbon Pedon (t/ha)
P1	0-5 cm	1,51	3,06	10,78
	5-15 cm	1,53	1,29	7,53
	15-30 cm	1,28	0,86	6,97
P2	0-5 cm	1,08	3,32	7,54
	5-15 cm	1,11	2,85	9,73
	15-30 cm	1,11	2,50	13,53
P3	0-5 cm	0,92	5,86	18,79
	5-15 cm	1,16	5,34	32,40
	15-30 cm	1,24	1,58	16,23
P4	0-5 cm	0,68	10,11	16,19
	5-15 cm	1,26	3,56	17,89
	15-30 cm	1,37	3,13	16,55
P5	0-5 cm	1,19	3,82	12,63
	5-15 cm	1,35	2,57	14,26
	15-30 cm	1,32	2,46	8,18
P6	0-5 cm	0,48	22,79	34,46
	5-15 cm	0,93	7,29	25,55
	15-30 cm	1,05	4,80	25,70
P7	0-5 cm	1,17	3,20	13,30
	5-15 cm	1,21	2,74	19,40
	15-30 cm	1,27	2,21	11,70
P8	0-5 cm	0,76	8,39	20,14
	5-15 cm	1,08	4,31	22,73
	15-30 cm	1,17	3,11	16,84
P9	0-5 cm	0,79	6,59	16,11
	5-15 cm	0,74	2,33	11,67
	15-30 cm	0,88	1,50	6,19
P10	0-5 cm	1,24	6,49	20,06
	5-15 cm	1,23	4,07	17,17
P11	0-5 cm	0,93	6,38	14,40
	5-15 cm	1,00	5,53	19,04
	15-30 cm	1,18	4,02	14,11
P12	0-5 cm	1,60	5,02	30,63
	5-15 cm	1,96	3,23	46,80
	15-30 cm	1,32	2,70	7,05
P13	0-5 cm	0,95	7,06	21,63
	5-15 cm	1,17	1,75	8,94
	15-30 cm	1,27	1,40	10,10
P14	0-5 cm	0,77	14,11	22,44

	5-15 cm	1,31	4,33	18,02
	15-30 cm	1,35	3,61	19,64
P15	0-5 cm	0,81	11,02	22,22
	5-15 cm	1,03	7,42	36,91
	15-30 cm	1,07	5,78	32,40
P16	0-5 cm	0,93	11,37	29,32
	5-15 cm	1,20	5,10	24,92
P17	0-5 cm	1,35	9,50	48,34
	5-15 cm	1,35	10,83	104,27
P18	0-5 cm	2,08	6,76	48,83
	5-15 cm	2,29	5,60	80,39
	15-30 cm	1,98	5,18	100,21
P19	0-5 cm	0,87	11,07	20,31
	5-15 cm	0,98	5,60	28,84
	15-30 cm	1,20	3,33	29,02
P20	0-5 cm	1,34	10,06	58,80
	5-15 cm	1,58	3,88	55,59
	15-30 cm	0,41	3,42	17,54
P21	0-5 cm	1,27	8,38	18,98
	5-15 cm	1,35	4,78	22,32
	15-30 cm	1,46	0,94	4,26
P22	0-5 cm	1,64	11,82	75,70
	5-15 cm	1,77	7,37	92,02
	15-30 cm	1,77	6,20	124,82
P23	0-5 cm	0,90	6,56	13,77
	5-15 cm	0,97	5,80	28,44
	15-30 cm	0,83	3,11	18,73
P24	0-5 cm	1,19	8,89	40,57
	5-15 cm	1,26	11,95	100,74
P25	0-5 cm	1,21	3,04	10,70
	5-15 cm	1,01	3,29	16,00
	15-30 cm	1,11	1,32	9,99
P26	0-5 cm	1,45	6,80	39,73
	5-15 cm	1,47	4,34	46,10
P27	0-5 cm	1,18	9,84	12,69
	5-15 cm	1,14	5,21	20,27
	15-30 cm	1,16	5,85	29,02
P28	0-5 cm	1,55	13,63	82,40
	5-15 cm	1,95	10,51	132,69
	15-30 cm	2,11	6,22	120,38
P29	0-5 cm	1,94	3,96	29,06
	5-15 cm	2,06	3,44	46,43
	15-30 cm	2,42	2,92	66,94
P30	0-5 cm	1,50	21,02	102,40
	5-15 cm	1,45	12,24	130,14

	15-30 cm	1,59	8,65	152,60
P31	0-5 cm	1,40	18,51	95,10
	5-15 cm	1,92	9,41	122,54
	15-30 cm	1,79	9,37	169,04
P32	0-5 cm	0,35	12,33	21,51
	5-15 cm	1,58	10,28	118,10
	15-30 cm	1,61	8,12	136,18
P33	0-5 cm	1,25	15,91	72,78
	5-15 cm	1,41	11,52	128,61
	15-30 cm	1,54	7,44	142,79
P34A	0-5 cm	1,53	4,78	28,32
	5-15 cm	1,92	7,68	94,08
P34B	0-5 cm	1,12	11,59	49,31
	5-15 cm	1,47	9,29	96,44
	15-30 cm	1,33	8,59	121,14
P35	0-5 cm	1,74	11,37	64,50
	5-15 cm	1,95	8,80	117,92
P36	0-5 cm	1,12	12,22	47,73
	5-15 cm	1,40	10,13	92,76
	15-30 cm	1,40	9,35	130,81
P37	0-5 cm	1,04	18,88	80,34
	5-15 cm	1,36	9,53	97,13
P38	0-5 cm	1,98	3,00	36,23
P39	0-5 cm	0,90	9,33	25,93
	5-15 cm	0,95	5,71	26,85
	15-30 cm	0,95	5,09	29,65
P40	0-5 cm	1,40	4,81	25,09
	5-15 cm	1,54	3,05	38,43
	15-30 cm	1,47	2,59	42,10
P41	0-5 cm	1,27	7,34	33,10
	5-15 cm	1,24	5,67	57,32
	15-30 cm	1,25	2,95	49,37
P42	0-5 cm	1,05	6,39	29,08
	5-15 cm	1,39	3,83	43,46
	15-30 cm	1,36	3,62	61,22
P43	0-5 cm	0,70	10,46	22,08
	5-15 cm	0,83	5,84	25,59
	15-30 cm	0,90	5,51	25,82
P44	0-5 cm	1,40	7,17	36,27
	5-15 cm	1,52	5,64	60,12
	15-30 cm	1,04	4,89	57,77
P45	0-5 cm	1,18	7,50	32,34
	5-15 cm	1,26	7,17	65,02
	15-30 cm	1,22	4,55	71,93
P46	0-5 cm	1,42	9,76	45,32

	5-15 cm	1,48	7,94	84,10
P47	0-5 cm	1,96	6,98	42,82
	5-15 cm	1,77	4,87	54,37
P48	0-5 cm	1,95	3,06	19,34
	5-15 cm	2,41	2,29	33,45
P49	0-5 cm	1,49	0,05	0,21
P50	0-5 cm	1,18	3,84	12,64
	5-15 cm	1,40	1,39	15,18
P51	0-5 cm	1,45	6,70	36,68
P52	0-5 cm	2,00	6,85	40,34
	5-15 cm	1,42	5,53	55,43
P53	0-5 cm	1,41	4,86	24,75
	5-15 cm	1,74	0,22	2,56
	15-30 cm	1,87	1,83	35,71
P54	0-5 cm	1,51	1,83	10,33
	5-15 cm	2,41	1,78	26,27
P55	0-5 cm	1,43	2,10	12,59
	5-15 cm	1,01	1,84	13,78
	15-30 cm	1,39	0,31	4,69
P56	0-5 cm	1,23	4,83	17,37
	5-15 cm	1,14	5,30	49,39
P57	0-5 cm	1,27	6,63	29,53
P58	0-5 cm	0,73	8,03	15,09
	5-15 cm	0,70	4,76	16,83
	15-30 cm	0,86	2,91	14,34
P59	0-5 cm	1,49	4,53	25,22
	5-15 cm	1,32	5,25	51,72
	15-30 cm	1,20	3,08	43,46
P60	0-5 cm	0,94	2,12	5,96
	5-15 cm	1,02	1,53	10,25
	15-30 cm	1,06	1,34	12,09
P61	0-5 cm	1,18	1,86	6,39
	5-15 cm	1,06	1,29	9,05
	15-30 cm	1,08	1,08	13,55
P62	0-5 cm	1,49	5,80	30,68
	5-15 cm	1,66	6,72	78,39
P63	0-5 cm	1,48	2,92	8,32
P64	0-5 cm	1,12	1,70	5,99
	5-15 cm	0,95	1,20	8,55
P65	0-5 cm	1,02	1,88	6,39
P66	0-5 cm	1,16	4,09	19,32
P67	0-5 cm	1,57	6,45	33,35
	5-15 cm	1,43	5,55	56,07
P68	0-5 cm	0,89	9,24	16,99
	5-15 cm	0,87	4,46	21,31

	15-30 cm	0,94	3,99	33,72
P69	0-5 cm	0,99	5,11	11,77
	5-15 cm	1,13	4,27	24,54
P70	0-5 cm	1,03	5,34	20,37
	5-15 cm	1,20	1,83	16,55
P71	0-5 cm	1,31	0,96	2,93
P72	0-5 cm	1,14	1,79	7,83
	5-15 cm	0,85	3,30	19,36
P73	0-5 cm	1,48	0,72	2,44
P74	0-5 cm	1,88	4,20	27,26
	5-15 cm	0,39	4,13	16,06
P75	0-5 cm	1,18	6,39	16,02
	5-15 cm	1,36	4,28	25,14
	15-30 cm	1,40	1,37	9,14
P76	0-5 cm	1,16	6,60	26,99
	5-15 cm	1,28	4,93	31,02
	15-30 cm	1,14	3,32	19,28
P77	0-5 cm	1,18	5,56	19,83
	5-15 cm	0,85	5,14	22,48
P78	0-5 cm	1,08	2,57	9,01
	5-15 cm	1,12	2,84	17,50
P79	0-5 cm	0,87	7,29	19,28
	5-15 cm	0,89	6,04	26,77
	15-30 cm	1,06	3,62	16,76
P80	0-5 cm	1,67	4,50	25,59
	5-15 cm	0,50	3,44	17,35
	15-30 cm	1,54	2,92	50,01
P81	0-5 cm	1,23	9,97	50,53
	5-15 cm	1,20	10,38	80,94
	15-30 cm	1,24	9,56	119,87
P82	0-5 cm	1,03	8,96	30,20
	5-15 cm	0,90	8,21	43,11
P83	Dere yatağına geldiğinden örnek alan alınamamıştır.			
P84	0-5 cm	0,84	13,47	22,18
	5-15 cm	0,98	10,61	53,02
	15-30 cm	1,01	8,66	71,34
P85	0-5	1,19	8,43	33,83
P86	0-5 cm	0,66	15,68	24,96
	5-15 cm	0,94	12,50	47,07
P87	0-5 cm	1,03	8,37	20,47
	5-15 cm	1,37	8,00	31,35
	15-30 cm	1,22	3,98	23,36
P88	0-5 cm	0,94	14,08	28,78
	5-15 cm	0,92	10,04	42,59

	15-30 cm	1,14	8,58	80,63
P89	0-5 cm	1,06	7,18	22,75
	5-15 cm	1,24	7,09	56,42
	15-30 cm	1,29	7,19	87,99
P90	0-5 cm	0,77	11,97	20,48
	5-15 cm	1,01	12,90	45,75
	15-30 cm	1,01	9,78	57,93

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Sait SAĞDIÇ

Doğum Yeri :Sarıkamış/KARS

Doğum Tarihi :15.10.1985

Medeni Hali :Bekar

Yabancı Dili :İngilizce

Adres :Iğdır Orman İşletme Müdürlüğü

Tel :0506 638 9585

E-posta :saidsagdic36@gmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise :Şehit İlhan Yıldız Anadolu Lisesi(2002)

Lisans :Ankara Üniversitesi Çankırı Orman Fakültesi Orman Mühendisliği(2007)

Ön Lisans :Anadolu Üniversitesi Açıköğretim İlahiyat Önlisans(2014)

Lisans :Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi(2019)

Yüksek Lisans :Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı(2020)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Iğdır Orman İşletme Müdürlüğü Mühendis(2020)