T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SIKLIK ÇAĞINDAKİ KARAÇAM (P. nigra) MEŞCERELERİNDE TOPRAK ÜSTÜ KARBON MİKTARININ ARAŞTIRILMASI

Aydın PİRİZOĞLU

Danışman	**Doç. Dr. Miraç AYDIN**
Jüri Üyesi	**Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL**
Jüri Üyesi	**Dr. Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

KASTAMONU – 2019

TEZ ONAYI

Aydın PİRİZOĞLU tarafından hazırlanan "**Sıklık Çağındaki Karaçam (P. nigra) Meşcerelerinde Toprak Üstü Karbon Miktarlarının Araştırılması**" 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	Doç. Dr. Miraç AYDIN Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL Bartın Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY Üniversite Adı	.....

04/07/2019

Enstitü Müdürü Doç. Dr. Nur BELKAYALI .....

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.

Aydın PİRİZOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SIKLIK ÇAĞINDAKİ KARAÇAM (P. nigra) MEŞCERELERİNDE TOPRAK ÜSTÜ KARBON MİKTARININ ARAŞTIRILMASI

Aydın PİRİZOĞLU
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Miraç AYDIN

Bölgesel ve küresel karbon döngüsünü etkileyerek küresel iklim değişikliğinde önemli rol oynayan ormanlar, fotosentez ve solunum ile atmosferdeki karbon miktarını doğrudan değiştirmekte, toprak ve vejetasyonda büyük miktarda karbon depolamaktadırlar. Ormanlar içinde karbonun depolandığı havuzlar, toprak üstü biyokütle, toprak altı biyokütle ve toprak organik karbonu olarak gösterilmektedir. Yapılan bu çalışmada da toprak üstü biyokütlede depolanan karbon miktarı incelenmiştir.

Bu çalışmada, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Karadere Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde yer alan Çaltepe Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalan 10 – 20 yaşındaki Karaçam meşcerelerinde toprak üstü biyokütlede depolanan karbon miktarları belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda toprak üstünde depolanan karbon miktarı 23,99 ton/ha olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karbon depolaması, biyokütle, Karaçam, Kastamonu

2019, 40 sayfa
Bilim Kodu: 1205

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION OF THE AMOUNT OF CARBON ABOVE GROUND IN BLACK PINE (P. nigra) STANDS OF YOUNG DEVELOPMENT STAGE

Aydın PIRIZOGLU
Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineerimg

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Miraç AYDIN

Affecting the regional and global carbon cycle, forests, which play an important role in global climate change, directly change the amount of carbon in the atmosphere by photosynthesis and respiration and store large amounts of carbon in soil and vegetation. Carbon where is stored in forests are indicated as above ground biomass, blove ground biomass and soil organic carbon. In this study, the amount of carbon stored in aboveground biomass was investigated.

In this study, the amount of carbon stored in the above - ground biomass in the 10 - 20 years old black pine stands which are within the boundaries of Çaltepe Forest Management Directorate within Karadere Forest Management Directorate of Kastamonu Forest Regional Directorate were determined. As a result of the study, the amount of carbon stored above ground was calculated as 23,99 tons/ha.

Key Words: Carbon accumulation, biomass, Pinus nigra, Kastamonu

2019, 40 pages
Science Code: 1205

TEŞEKKÜR

"Sıklık Çağındaki Karaçam (P. nigra) Meşcerelerinde Toprak Üstü Karbon Miktarının Araştırılması" adlı bu çalışma Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Konu seçiminde ve çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen hocam Sayın Doç. Dr. Miraç AYDIN'a teşekkür ederim.

Tez çalışmama yapmış oldukları katkılardan dolayı değerli hocalarım Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL ve Dr. Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY'e teşekkür ederim.

Tez çalışmasının arazi çalışmaları ile değerlendirme aşamalarında yapmış oldukları katkılardan dolayı değerli hocalarım Prof. Dr. Renato SABANAL PACALDO'ya teşekkür ederim.

Çalışmanın laboratuvar aşamasında ve tezin hazırlanması aşamalarında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Senem GÜNEŞ ŞEN'e de katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen saygıdeğer aileme ve sevgili eşime sonsuz teşekkür ederim.

Aydın PİRİZOĞLU
Kastamonu, Temmuz, 2019

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI ii
TAAHHÜTNAME iii
ÖZET iv
ABSTRACT v
TEŞEKKÜR vi
İÇİNDEKİLER vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ viii
ŞEKİLLER DİZİNİ ix
TABLOLAR DİZİNİ x
GRAFİKLER DİZİNİ xi
1. GİRİŞ 1
2. LİTERATÜR ÖZETİ 5
3. MATERYAL VE YÖNTEM 9
3.1. Materyal 9
3.1.1. Çalışma Alanının Tanıtımı 9
3.1.2. Vejetasyon 10
3.1.3. İklim Özellikleri 10
3.1.4. Jeolojik Yapı 12
3.2. Yöntem 12
3.2.1. Örnek Alanların Seçimi 12
3.2.2. Toprak Üstü Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarının Belirlenmesi 13
3.2.2.1. *Gövde odunu yaş ve fırın kurusu ağırlıkların belirlenmesi* 14
3.2.2.2. *Dal odunu yaş ve fırın kurusu ağırlıkların belirlenmesi* 15
3.2.2.3. *Yaprak yaş ve fırın kurusu ağırlıkların belirlenmesi* 15
3.2.2.4. *Biyokütle miktarının belirlenmesi* 16
4. BULGULAR 17
4.1. Biyokütle Miktarına İlişkin Bulgular 17
4.1.1. Tek Ağaç Bileşenlerine İlişkin Biyokütle Miktarları 17
4.1.2. Deneme Alanı Bazında Hesaplanan Biyokütle Miktarları 20
4.2. Karbon Depolama Miktarına İlişkin Bulgular 22
4.2.1. Deneme Alanı Bazında Karbon Depolama Miktarı 22
4.2.2. Hektardaki Karbon Depolama Miktarına İlişkin Bulgular 23
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA 25
6. ÖNERİLER 29
KAYNAKLAR 31
ÖZGEÇMİŞ 40

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

IPCC	Hükümetler Arası İklimDeğişikliği Paneli
BFÇ	Biyokütle Çevirme Faktörü
FKA	Fırın Kurusu Ağırlık
CO_2	Karbondioksit
Çk	Karaçam
%	Yüzde
˚ C	Santigrad Derce
Kg	Kilogram
Gr	Gram
Ha	Hektar

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa
Şekil 3.1. Çalışma alanının konumu 9
Şekil 3.2. Çalışma alanına ait jeoloji haritası..... 12
Şekil 3.3. Deneme alanlarından toprak üstü biyokütle örneklerinin alınması 14
Şekil 3.4. Gövde odunu örneklerinin ağırlıklarının belirlenmesi..... 15
Şekil 3.5. Dal odunu ağırlıklarının belirlenmesi 16
Şekil 3.6. Yaprak örneklerinin ağırlıklarının belirlenmesi..... 16

TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 3.1. 1930 – 2018 yılları ortalama iklim verileri	11
Tablo 3.2. Örnek ağaçların çap ve boy özellikleri	13
Tablo 4.1. Tek ağaç bileşenlerine ait biyokütle miktarları	18
Tablo 4.2. Deneme alanı bazında hesaplanan biyokütle miktarları	20
Tablo 4.3. Deneme alanı bazında hesaplanan karbon depolama miktarları	23
Tablo 4.4. Hektarda depolanan karbon miktarları	24

GRAFİKLER DİZİNİ

	Sayfa
Grafik 4.1. Tek ağaç bileşenine ait ortalama biyokütle miktarları	17
Grafik 4.2. Örnek ağaç yaprak biyokütle miktarları	18
Grafik 4.3. Örnek ağaç gövde odunu biyokütle miktarları	19
Grafik 4.4. Örnek ağaç dal odunu biyokütle miktarları	19
Grafik 4.5. Deneme alanı bazında ortalama biyokütle miktarları	20
Grafik 4.6. Deneme alanı bazında yaprak biyokütle miktarları	21
Grafik 4.7. Deneme alanı bazında gövde biyokütle miktarları	21
Grafik 4.8. Deneme alanı bazında dal odunu biyokütle miktarları	22
Grafik 4.9. Deneme alanı bazında depolanan karbon miktarları	23
Grafik 4.10. Topraküstü biyokütlede depolanan hektardaki ortalama karbon miktarı	24

1. GİRİŞ

İnsanlar orman ve meralardan ilk çağlardan günümüze kadar çok çeşitli şekillerde yararlanmışlardır. İnsanlığın ilk dönemlerinde sadece gıda kaynağı ve barınak amaçlı yararlanılan ormanlar, zamanla teknolojik gelişmeler ve nüfus artışına bağlı olarak çeşitli alanlarda da yararlanılan bir doğal kaynak halini almıştır. İnsanlar ormanları kendilerine barınak olarak seçmişler tarım alanlarını ekerek, mera alanlarında hayvan otlatarak ve ormanların meyvesinden, gölgesinden ve diğer ürünlerinden yararlanarak ihtiyaçlarını karşılamışlardır. Zamanla gelişerek ihtiyaçları artmış ve çeşitlenmiştir (Başkent, 1991; Mısır, 2001). Bu gelişim sürecinde insanların ormanlarla olan ilişkileri gelişime bağlı olarak daha da artmıştır.

Son zamanlarda meydana gelen hızlı nüfus artışına bağlı olarak sanayileşme ve şehirleşmenin artması ile insanların yaşam düzeyleri giderek artmış bunun sonucunda da doğal kaynaklar üzerindeki baskılar günden güne hızlı bir şekilde artış göstermektedir. Hızlı nüfus artışı, sanayileşme, şehirleşme ve tüketim alışkanlıklarının etkisine bağlı olarak talebin ve çeşitliliğin artması sonucunda doğal kaynaklar bilinçsiz bir şekilde kullanılmaya başlanılmıştır. Su, toprak ve hava kaynakları kirletilmiş, erozyon, heyelan, çığ, taşkın, sel gibi olaylarla yeryüzündeki canlıların hayatı ve gıda güvenliği tehdit altında kalmıştır. Meydana gelen bu orman alanlarının tahribi çölleşme, çoraklaşma ve çevre kirliliği, ormanların ekonomik fonksiyonlarının yerine ekolojik fonksiyonlarının ön plana çıkmasını sağlamıştır. Bu sorunların en büyüğü insanlığın son yüzyılda karşı karşıya kaldığı küresel iklim değişikliğidir. Küresel iklim değişikliğinin ana nedeni olarak sanayileşmenin artması ve arazi kullanımında meydana gelen değişiklikler sonucunda atmosfere salınan karbondioksit miktarındaki aşırı artış gösterilmektedir. Son yüzyılda, atmosferde hızlı bir şekilde artış gösteren karbondioksit konsantrasyonu dünya iklimi ve doğal ekosistemler için önemli bir tehdit oluşturmaktadır (Adams vd., 2008; Paustian vd., 2000; Smith vd., 2008; Ministry for the Environment, 2013). Sanayi devriminin başlaması ile birlikte endüstri alanında, araçlarda ve ısınmada enerji olarak fosil yakıt kullanımının artması ile artan nüfusun ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için tarım ve

şehirleşme alanları için arazi kullanımında meydana gelen değişiklikler küresel iklim değişikliğini önemli derecede tetiklemiştir (Sivrikaya vd., 2012).

Doğa ve insan faaliyetleri sonucu iklimde meydana gelen değişiklikler olarak tanımlanan küresel iklim değişikliği sistemin daha fazla ısındığı anlamına gelmektedir (Trenberth vd., 2000). Bu olgu Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC, 2007) tarafından yapılan karların ve buzulların erimesini gösteren, ortalama deniz seviyesinin yükselişini gösteren çalışmalarla güçlendirilmiştir.

İklim değişikliğinin temel nedeni atmosferdeki sera gazı konsantrasyonunun artmasıdır. Güneş radyasyonu sera gazlarından kolayca geçerek yeryüzünü ısıtabilir ancak yeryüzünde biriken termal radyasyondan kolayca geçemez bunun sonucunda da atmosfer ısınır. Geliştirilen iklim modelleri ile yerküre yüzeyindeki ısınmanın bu yüzyıl sonunda 1,4℃ ile 5,8℃ arasında artabileceği gösterilmektedir (IPCC, 2001; Rahmstorf vd., 1999). IPCC (2007), raporunda ise bu yüzyılın sonunda ısınmanın 1,8℃ ile 4℃ arasında artabileceği belirtilmiştir ve bu ısı artışı atmosferdeki karbondioksit yoğunluğundaki artış ile ilişkilendirilmiştir (Petit., 1999).

Atmosferdeki karbondioksit, sera etkisi adı verilen bir yolla güneş ışınını tutarak yeryüzünün ısınmasında önemli bir rol oynamaktadır. Sera etkisinin ortaya çıkma nedenlerinin yaklaşık %77'si fosil yakıt kökenli, %23'ü ise orman alanlarının yok edilmesi, orman, mera ve tarım alanlarının yanlış kullanılması şeklinde açıklanmaktadır. Ormanlar, doğada atmosfere hızlı bir şekilde salınamayan atmosferik karbondioksit gazını yakalayarak ve depolayarak karbon depolanmasına büyük katkı sağlamaktadırlar (Jacobs vd., 2009). Fosil yakıtlar kullanılarak üretilmek istenen enerji, endüstriyel faaliyetler, arazi kullanımında meydana gelen değişiklikler, ormansızlaşma ve mera alanlarındaki baskılar gibi faaliyetler sonucunda atmosfere başta karbondioksit olmak üzere CH_4, H_2O, NOx, NMVOC ve SO_2 gazları karışmaktadır. Araştırmalar, son 20 yıldan daha uzun süredir karbondioksit yoğunluğundaki artışın en büyük nedenleri arasında insan faaliyetlerinin başta geldiğini göstermektedir. Buda iklim değişikliğinde payı en çok olan sera gazının karbondioksit olduğunu göstermektedir. Karbondioksit miktarındaki bu hızlı artışın büyük çoğunluğunun fosil yakıt kullanımına bağlı

olduğu, %10-30'luk kısmının ise arazi kullanımında meydana gelen değişiklikler, yanlış arazi kullanımı ve ormansızlaşma gibi sebeplerden kaynaklandığı belirtilmektedir (IPCC, 2001).

Kısaca küresel iklim değişikliği, son 150 yılda atmosferin doğal yapısında fosil yakıt tüketimi ile doğrudan yada ormansızlaşma ile dolaylı yoldan insan etkisiyle oluşan süreç içindeki karbondioksit düzeyinin yükselmesi ile iklimde meydana gelen değişimlerdir. İklim değişikliğini önlemenin yada en aza indirmenin tek yolu atmosfere salınan sera gazlarının miktarını azaltmak, atmosferde emilen karbondioksit tüketimlerini ve bağladıkları karbonu çok uzun süre bünyelerinde tutmalarını sağlamaktır.

Atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonunun değişiminde yeryüzünde bulunan karbon yutak alanları önemli rol oynamaktadırlar. Karbon yutak alanlarına en iyi örnek ise karasal ekosistemler üzerindeki orman, mera ve tarım alanlarıdır(IPCC, 2000). Bu alanların ormancılık, tarım ve mera uygulamaları ile geliştirilmesi bu alanların karbon depolama kapasitelerini de önemli derecede arttıracaktır. Özellikle havadaki karbondioksit miktarının azaltılmasında ağaçlandırma çalışmalarına daha fazla önem verilmesi ve doğal ormanların bütünlüğünün korunması gerekmektedir.

Karbon depolama kapasitesini saptamaya yönelik çalışmalarda orman alanlarında öncelikle fotosentez yoluyla oluşan bitkisel kütle miktarları belirlenerek daha sonra bu kütle içindeki karbon miktarı belirlenmektedir. Biyokütle miktarını etkileyen doğal etmenlerin başında sıcaklık ve yağış gelmektedir (Hielkema vd., 1986; Nicholsan vd.,1990; Tucker vd., 1991; Clenton vd., 1999; Duplessis, 1999 ve Wang vd., 2001). Bu iki faktör bitkilerin fotosentez, solunum ve terleme gibi biyolojik ve fizyolojik faaliyetlerini olumlu yada olumsuz etkileyerek ormanların biyokütle üretim miktarlarını belirlemektedir. Ormanlardaki karbon birikimi orman alanları üzerindeki bitkisel kütlenin ağaç türleri itibariyle dağılımına ve bunların fırın kurusu ağırlıklarına dayanılarak hesaplanmaktadır.

Bu çalışma da Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü bünyesindeki Karadere İşletme Şefliği sınırları içerisindeki ormanlık alanlarda toprak üstü karbon miktarının belirlenmesi için yapılmıştır.

Bu araştırmanın amacı; Karaçam meşcerelerinin biokütle ve karbon depolama kapasitelerini tespit etmek ve bu yönde literatüre katkı sağlamaktır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Amthor (1998) tarafından yapılan bir çalışmada Türkiye'de mevcut büyük yaşam alanlarında depolanan ve üretilen organik karbon miktarları araştırılmıştır.

Asan (1995), yaptığı araştırmada; Türkiye ormanlarında her yıl giderek artan oranda karbon biriktiğini ve Ülkemiz orman kaynaklarının kullanım biçiminin sera etkisini tetiklemediğini, aksine giderek artan karbon birikimi yaparak, küresel iklim değişimini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Asan vd., (2002), İstanbul'da yaptıkları çalışmada ağaç türlerini yapraklı ve ibreli olarak iki gruba ayırmış ve Türkiye için geniş yapraklı ve iğne yapraklı olarak BÇF ve FKA (fırın kurusu ağırlık) katsayıları hesaplamışlardır. BÇF katsayıları geniş yapraklılar için 1,25; ibreliler için ise 1,20 ve FKA katsayıları geniş yapraklılar için 0,64; iğne yapraklılar için ise 0,473 ile orman envanterinde yer alan servet miktarıyla çarpılarak toprak üstü biyokütle miktarı hesaplanmıştır. Bulunan toprak üstü biyokütle miktarı kök/sak oran (R) katsayısı (yapraklı türler için 0,15; ibreli türler için 0,2) ile çarpılarak toprakaltı biyokütle miktarı belirlenmiştir. Toprak altı ve toprak üstü biyokütle miktarlarının toplamı toplam biyokütle miktarını vermektedir. Hesaplanan toplam biyokütle miktarını iğne yapraklılarda 0,51 katsayısı ile geniş yapraklılarda ise 0,48 katsayısı ile çarparak tutulan karbon miktarı hesaplanmıştır (Brown, 1997; Asan, 1999).

Asner vd. (2003), yapmış oldukları çalışmada Kuzey Teksas'ın 400 km²'lik alanında, Amerikan odunsu bitki örtüsünün 1937 ve 1999 yılları arasında yer üstündeki karbon miktarındaki belirli değişiklikleri incelemek için tarihsel hava fotoğrafçılığı, Landsat uydu verileri, arazi gözlemleri ve görüntü analizi teknikleri kullanılarak belirlenme yöntemlerini araştırmışlardır.

Bert vd., (2006), sahil çamında yaptıkları çalışmada ağacın farklı bölümlerindeki karbon konsantrasyonunun çok farklılıklar gösterdiğini, ibreli türlerin karbon konsantrasyonunun yaşla yada tepe tacı boyu ile ilişkili olmadığını, sürgünlerde

%53,6 oranında, köklerde %51 oranında, tüm ağaçlarda %53,2 oranında ve meşcerelerde 74 ton/ha karbon depolandığını tespit etmişlerdir.

Compton vd. (1998) yapmış oldukları çalışmada Massachusetts'teki kum ovasında bulanan çam ve meşe meşcerelerinde farklı bitki örtüsünün ve arazi kullanımının, topraktaki karbon ve azot miktarı üzerindeki rolünü araştırmışlardır.

IPCC (1997) tarafından yapılan bir karbon depolama araştırmasında, Ulusal Sera Gazı Envanterleri için IPCC Rehber ulusal ölçekte en önemli sera gazı emisyonlarını tahmin etmek için standart yöntemler üzerinde çalışma yapılmıştır.

Jia vd., (2005) yaptıkları çalışmada, serin ve orta kuşak geniş yapraklı orman ekosistemlerinde depolanan karbon miktarlarını belirlemişlerdir. Yapmış oldukları çalışmanın sonucuna göre toprak üstü biyokütle olarak ölü ağaçlarda 5,3 ton/ha, canlı ağaçlarda 71,4 ton/ha ve diri örtüde 2,8 ton/ha karbon depolandığını hesaplamışlardır.

Jingyun vd. (2001), yaptıkları çalışmaya göre 1949 ve 1998 yılları arasında Çin'deki ormanların biokütle ve karbon depolama değişikliklerini araştırmışlardır.

Kantarcı (1979) tarafından Aladağ Göknar ormanında yapılmış olan bir çalışmada, yükselti basamaklarına göre toprak, ölü örtü ve ibrelerde çeşitli analizler yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre; yükselti arttıkça ölü örtü kalınlığı, organik madde içeriği, organik karbon miktarı ve azot (N) miktarı artmakta iken toplam potasyum, sodyum ve kalsiyum değerlerinin yükselti arttıkça önemli derecede azaldığı belirlenmiştir.

Karatepe (2004), Isparta – Gölcük'te yapmış olduğu bir araştırmada karaçam meşcerelerinin topraklarındaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtülerindeki toplam azot ve organik madde miktarlarını araştırmıştır.

Karatepe (2005), yapmış olduğu araştırmasında Dikim ile yetiştirilmiş Salkım ağacı ve Karaçam ormanlarının topraklarındaki organik karbon ve azot birikimini incelemiştir.

Makineci (2002-2004), Demirköy meşe (Quercus petraea) ormanlarında yaptığı çalışmalarda, diri örtü ağırlığı 302,80 ile 588,40 kg/ha arasında bulmuştur. Değerler aralama yapılan bir meşcerede 8 yıl sonraki sonuçları içermektedir. Araştırma alanındaki diri örtü karbon oranı yaklaşık olarak % 40, azot ise % 1,22 ile % 1,45 arasında bulmuştur.

Regina (2000), İspanya Quercus pyrenaica ormanlarında yapmış olduğu bir araştırmada toprak organik maddesi (karbon) ve azot içerikleri üzerinde anakayanın en etkili faktör olduğunu vurgulamaktadır. Farklı yetişme ortamlarında üst toprak organik karbon oranları 41,5 - 105,0 mg/g arasında değişmekte, alt toprak derinliklerinde ise 4,4 mg/g değerine kadar düşmektedir. Benzer değişim azot oranlarında da görülmekte olup, üst toprak azot oranları 3,22 g/kg ile 4,98 g/kg arasında ve alt toprak derinliklerindeki azot oranı 0,39 g/kg değerine kadar azalmaktadır. Farklı alanlarda toprak derinliklerine göre toprak asitliği değerleri ise 4,6 ve 5,4 pH değeri arasında değişmektedir.

Reichle vd. (1999), tarafından yapılan araştırmada, her yıl milyarlarca ton karbonun okyanuslar ve karasal ekosistemler ile atmosfer arasında yer değiştirdiği belirtilmiştir. Reichle vd. yaptıkları bu çalışmada toprakta, karasal ekosistemlerde ve vejetasyonda depolanan karbon miktarı ile arazi kullanım şekillerinden kaynaklanan karbon emisyonunu incelemişlerdir.

Schlesinger (1982), yapmış olduğu çalışmada atmosferde artan karbon miktarının toprak altında ve deneysel orman parsellerinde depolanmasını incelemiştir.

Tüfekçioğlu vd., (2004), Doğu Ladini ve Doğu Kayını türlerinde kök biyokütlesini ve karbon depolama miktarını araştırmak amacı ile Artvin'de yapmış oldukları çalışma sonucunda kuzey bakıda bulunan kök kütlelerinin güney bakıda bulunan kök kütlelerine oranla daha az karbon depoladıklarını tespit etmişlerdir.

Tolunay ve Çömez (2008), yaptıkları çalışmada toprakta depolanan organik karbon miktarı üzerinde etkili olan faktörleri incelemişlerdir. Ülkemizde geçmişten bugüne kadar bu konuda yapılan çalışmaları inceleyerek orman topraklarında dpolanan karbon miktarını belirlemişlerdir. Yaptıkları bu çalışma sonucunda 1159 adet toprak

çukurundan elde edilen değerler değerlendirildiğinde orman topraklarımızda hektarda 77,8 ton karbon depolandığını belirlemişlerdir.

Tolunay (2011), yaptığı bir araştırmada; Ülkemiz ormanlarında toprakaltı biyokütlede, topraküstü biyokütlede, toprakta, ölü örtüde ve ölü odunda depolanan toplam karbon miktarının 2251,26 milyon ton olduğunu ifade etmektedir. Depolanan bu karbon miktarının %21,32'si canlı biyokütlede, %74,78'i orman toprağında ve %3,90'ı ölü odunda ve ölü örtüde bulunmaktadır.

Tolunay vd., (2013). Tarafından yapılan çalışmada stok değişimi yöntemine göre canlı ağaçlarda 2002-2012 yılları arasında ortalama yıllık net karbon birikimi 8,43 milyon ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Kazanç-kayıp yöntemine göre ise 2011 yılındaki karbon birikimi 7,9 ton/yıl olarak bulunmuştur.

Verma vd., (2012), Orta Himalayaların 2400-2750 m yükseklikte yayılış gösteren Quercus semecarpifolia meşcereleri için 2004-2009 yılları arasında toplam ağaç biyokütlesi, karbon stoku ve karbon tutulum oranlarının önemli ölçüde arttığını gözlemlemişlerdir. Bu ormanların biyokütlelerinde tuttukları karbon miktarının 210,26 - 258,02 ton/ha ve ortalama karbon birikim oranının 3,7- 4,8 ton ha^{-1} $yıl^{-1}$ arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Whittaker vd., (1968) ve Long vd., (1975), orman ekosistemlerinde toprak üstü biyokütle ve karbon depolamada en büyük potansiyeli genellikle kök, dal, gövde ve yapraklardan oluşan ağaç bileşenlerinin oluşturduğunu ve ölü ve dikili kuru ağaçların toprak üstü ve toprak altı biyokütleye önemli derecede katkı sağladıklarını ifade etmektedirler.

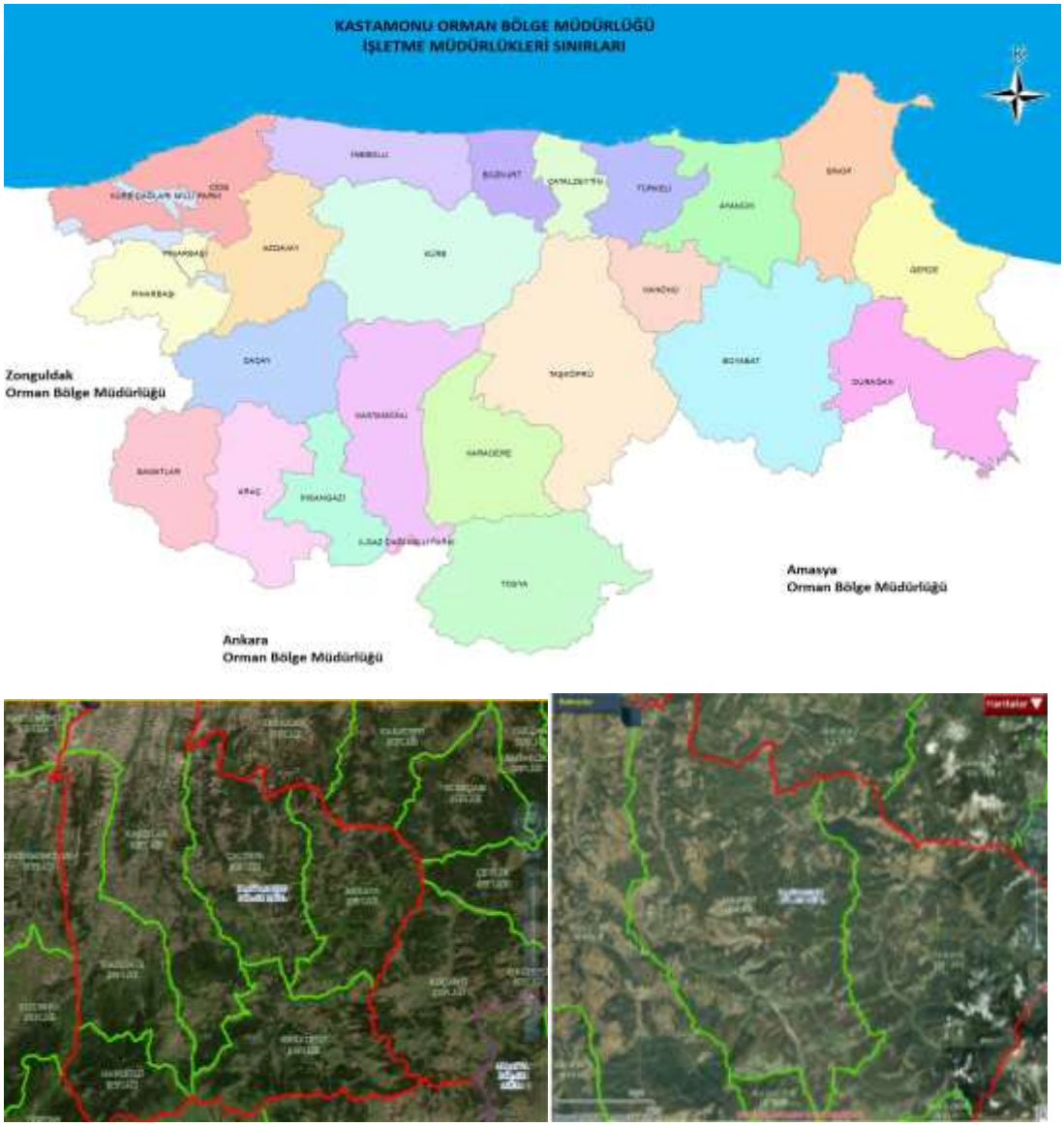
Zahabu (2006), Tananya'daki Usambara doğal ormanlarındaki yeni büyüyen ağaçlar tarafından 77 ton/h karbon depolandığını ifade etmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

Araştırma alanı, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Karadere Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde yer alan Çaltepe Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalan alandır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışma Alanının konumu

Kastamonu ili Batı Karadeniz bölgesinde 41° 21' kuzey enlemi ile 33° 46' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 775m'dir. Ülke topraklarının %1,7'sini oluşturan Kastamonu ilinin yüzölçümü 13.108,1 km²dir.

Kuzeyinde Batı Karadeniz Dağları bulunan Kastamonu genellikle engebeli bir arazi yapısına sahiptir tarıma elverişli geniş alanları bulunmamaktadır. Yüzölçümünün %74,6'sı dağlık ve ormanlık alanlardan, %21,6'sı plato ve %3,8'i ovadan oluşmaktadır. En önemli vadilerinden biri olan Devrez Vadileri Taşköprü ve Daday ovalarını içine alarak Tosya ve Gökırmak tarım alanlarını kapsamaktadır (URL-1).

Çalışma alanı olarak seçilen Çaltepe Orman İşletme Şefliği, mülki açıdan Kastamonu İl Merkez sınırları içinde kalmakta olup, idari açıdan Karadere Orman İşletme Müdürlüğüne bağlıdır.

3.1.2. Vejetasyon

Orman Bölge Müdürlüğünden alınan verilere göre Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğünün mevcut toplam orman varlığı 1.876.200,1 hektardır. Bu ormanlık alanın 107.030,5 hektarı Kastamonu-Merkez'e ait olup, 55.134,0 hektarı ormanlık alanlardan, 51.896,5 hektarı ise açıklık alanlardan oluşmaktadır. Karadere İşletme Müdürlüğü sınırlarının mevcut orman varlığı 91.290,0 hektar olup bunun 51.577,0 hektarı ormanlık alan, 39.713,0 hektarı ise açıklık alanlardan oluşmaktadır (URL-2).

3.1.3. İklim

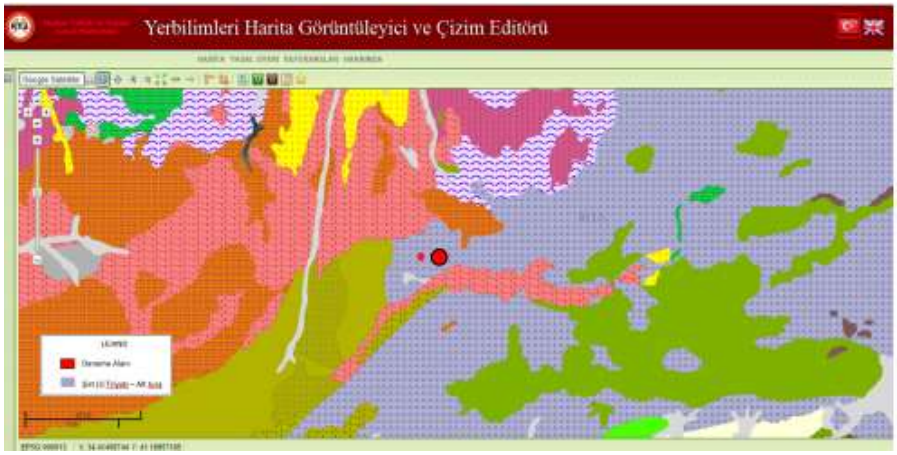
Kastamonu Meteorolojik Gözlem istasyonundan alınan 1930-2018 yıllarına ait meteorolojik verilere göre yıllık toplam yağış miktarı 481,9 mm'dir. Yıllık ortalama sıcaklık 9,8° C'dir. Yıllık ortalama maksimum sıcaklık 16,3° C ve yıllık ortalama minimum sıcaklık 4,1° C'dir (Tablo 3.1) (URL-3).

Tablo 3.1. *1930 -2018 yılları ortalama iklim verileri*

	Ölçüm Periyodu: 1930 - 2018												
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ort. Sıcaklık (˚ C)	-1.0	0.7	4.3	9.6	14.2	17.6	20.3	20.0	15.7	10.7	5.1	0.8	9.8
Ort. En Yüksek Sıcaklık (˚ C)	3.1	6.0	10.9	16.6	21.2	24.7	27.8	28.1	23.9	18.1	10.9	4.8	16.3
Ort. En Düşük Sıcaklık (˚ C)	-4.6	-3.5	-0.9	3.4	7.6	10.4	12.3	12.2	8.9	5.2	0.9	-2.5	4.1
En Yüksek Sıcaklık (˚ C)	17.3	21.1	27.8	31.4	35.1	37.5	42.2	40.2	36.5	32.5	24.7	21.1	42.2
En Düşük Sıcaklık (˚ C)	-26.9	-22.3	-19.7	-8.5	-3.6	0.2	3.8	0.9	-1.5	-7.5	-19.3	-23.7	-26.9
Ort. Güneşlenme Süresi (saat)	2.4	3.7	4.6	5.8	7.3	8.6	9.9	9.6	7.4	5.6	3.8	2.1	70.8
Ort. Yağışlı Gün Sayısı	12.4	11.4	12.1	12.9	14.6	11.9	6.4	5.7	6.6	9.1	9.7	12.0	124.8
Aylık Top. Yağış Miktarı Ort. (mm)	29.8	27.1	35.3	51.4	74.6	71.4	32.4	30.9	30.6	35.4	29.1	33.9	481.9

3.1.4. Jeolojik Yapı

Karadere İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Çaltepe İşletme Şefliğinde seçilen deneme alanına ait jeolojik yapı özellikleri Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından hazırlanan Türkiye jeoloji haritasından yararlanılarak belirlenmiştir (Şekil 3.2). Jeoloji haritasını incelediğimizde, Triyas – Alt Jura yaşlı Çaltepe formasyonu metamorfik şistlerden oluşmaktadır (URL-4).



Şekil 3.2. Çalışma alanına ait jeoloji haritası

3.2. Yöntem

3.2.1. Örnek Alanların Seçimi

Çalışma alanı içerisinde örnek alanlarının seçiminde öncelikle karaçam ağaç türünün saf meşcere kuruluşu olarak yayılış gösterdiği alanlar ARCGIS 10.0 programı kullanılarak harita üzerinde belirlenmiştir. Belirlenen saf karaçam alanları arazide etüd yapılarak incelenmiş ve güncel durumları ortaya konulmuştur.

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

Karaçamın saf meşcere kuruluşu olarak yayılış gösterdiği Çkb3 meşcerelerinden ve 10-20 yaş gruplarından olmak üzere 10 adet deneme alanı seçilmiştir. Seçilen deneme alanlarındaki ağaçlara ait özellikler Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. *Örnek ağaçların çap ve boy özellikleri*

Yaş sınıfı	Deneme alanı	Ağaç sayısı	Boy (m)	Çap (cm) (1,30 m)	Dip çap (cm) (10 cm)	Yaş
10-20	1	31	5,58	11	7	13
	2	34	6,70	11	8	11
	3	35	5,40	13	9	12
	4	33	6,24	12	8	12
	5	29	5,86	13	9	13
	6	30	5,43	11	7	13
	7	32	6,15	12	8	12
	8	34	5,31	11	7	12
	9	32	6,17	12	8	13
	10	28	6,07	13	9	13

3.2.2. Toprak Üstü Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarının Belirlenmesi

Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Karadere Orman İşletme Müdürlüğü Çaltepe İşletme Şefliği sınırları içerisindeki saf karaçam meşcerelerinden değişik çap ve boylarda seçilen deneme alanlarını temsil edebilecek özelliklere sahip bir adet ağaç seçilerek kesilmiş ve bu ağaçtan yaprak, gövde ve dal örnekleri alınmıştır. Çalışma kapsamında 10 adet ağaç kesilmiştir (Şekil 3.3).

Şekil 3.3. Deneme alanlarından toprak üstü biyolütle örneklerinin alınması

3.2.2.1. Gövde yaş ve fırın kurusu ağırlıkların belirlenmesi

Örnek ağaçlardan alınan gövde örneklerinin fırın kurusu ağırlıklarının belirlenebilmesi için araziden laboratuvara getirilmiş gövde odunu kesitleri kurutma fırınında 65℃'de sabit bir ağırlığa ulaşana kadar kurutulmuş ve her bir örnek tartılarak fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiştir. Gövde örneklerinin yaş ağırlıkları ile kuru ağırlıkları arasındaki fakın yaş ağırlığa oranlanması ile gövde örneklerinin nem yüzdeleri hesaplanmıştır (Tüfekçioğlu vd., 2002) (Şekil 3.4).

Şekil 3.4. Gövde odunu örneklerinin alınması

3.2.2.2. Dal yaş ve fırın kurusu ağırlıkların belirlenmesi

Her bir örnek ağaçta; dalların tümünü ve örnek ağacın gelişimini temsil edecek bir örnek dal seçilerek yaprakları temizlenmiş ve yaş ağırlığı belirlenmiştir. Araziden laboratuvara getirilen dal örnekleri kurutma fırınında 65℃'de sabit bir ağırlığa ulaşana kadar kurutulmuş ve her bir örnek tartılarak fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 3.5).

Dal örneklerinin yaş ağırlıkları ile kuru ağırlıkları arasındaki fakın yaş ağırlığa oranlanması ile dal örneklerinin nem yüzdeleri hesaplanmıştır. Örnek dalın yaş ve kuru ağırlığı arasındaki oran değerinden yararlanarak da bir ağacın toplam dal kuru ağırlığı hesaplanmıştır.

Şekil 3.5. Dal odunu örneklerinin ağırlıklarının belirlenmesi

3.2.2.3. Yaprak yaş ve fırın kurusu ağırlıkların belirlenmesi

Arazide yaş ağırlıkları belirlenerek laboratuvara getirilen yaprak örnekleri kurutma fırınında 65° C'de sabit bir ağırlığa ulaşana kadar kurutulmuş ve her bir yaprak örneği tartılarak fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 3.6).

Yaprak örneklerinin yaş ağırlıkları ile kuru ağırlıkları arasındaki fakın yaş ağırlığa oranlanması ile yaprak örneklerinin nem yüzdeleri hesaplanmıştır.

Şekil 3.6. Yaprak örneklerinin ağırlıklarının belirlenmesi

3.2.2.4. Biyokütle miktarının belirlenmesi

Deneme alanlarından seçilen örnek ağaçların biyokütleleri hesaplanırken ağaç bazında ve deneme alanı bazında hesaplama yapılmıştır.

Bir örnek ağacın gövde biyokütlesini hesaplarken örnek ağacın yaş gövde ağırlığının kuru ağırlık faktörü ile çarpımından faydalanılmıştır.

Bir örnek ağacın dal biyokütlesini hesaplarken örnek ağacın yaş dal ağırlığının kuru ağırlık faktörü ile çarpımından faydalanılmıştır.

Bir örnek ağacın yaprak biyokütlesini hesaplarken örnek ağacın yaş yaprak ağırlığının kuru ağırlık faktörü ile çarpımından faydalanılmıştır.

Bir ağacın toplam biyokütle miktarı gövde, dal ve yaprak biyokütle miktarının toplamıdır. Deneme alanı bazında biyokütle miktarını hesaplamak için ağaç bazında biyokütle miktarının deneme alanındaki ağaç sayısı ile çarpılmasından faydalanılmaktadır.

Biyokütle hesabı yapıldıktan sonra, fırın kurusu haline getirilmiş tüm örneklerin karbon miktarının belirlenmesi için kullanılan katsayı Asan (2010)'un çalışmalarından elde edilmiştir. Asan (2010) yaptığı çalışmada, verimli ormanlar ve bozuk ormanlar için ayrı ayrı katsayılar kullanarak hesaplama yapmıştır. Bu çalışmada da Asan tarafından belirlenmiş olan iğne yapraklı verimli ormanlarda karbon miktarının hesaplanması için 0,51 katsayısı kullanılmıştır.

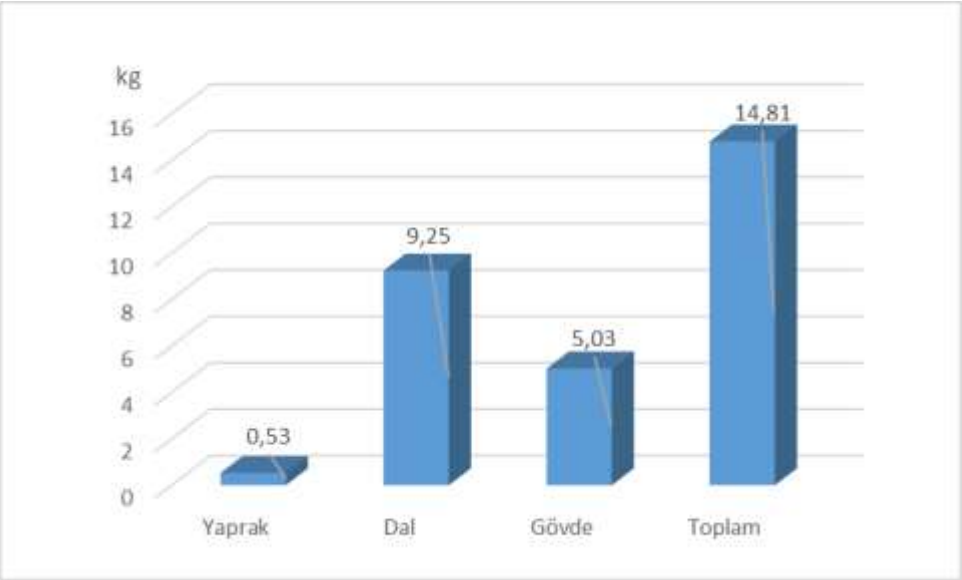
4. BULGULAR

Bu çalışmada, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Karadere Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde yer alan Çaltepe Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalan alandaki 10 - 20 yaşında gençlik çağındaki saf Karaçam meşcerelerinde biyokütle ve karbon miktarının belirlenmesi ile elde edilen bulgular değerlendirilecektir.

4.1. Biyokütle Miktarına İlişkin Bulgular

4.1.1. Tek Ağaç Bileşenlerine İlişkin Biyokütle Miktarları

Çalışma kapsamında karaçam ağaç bileşenlerine ait deneme alanlarında hesaplanan biyokütle değerleri aşağıda tablo halinde verilmiştir. Deneme alanlarının ortalama biyokütle değerleri tek ağaçta en yüksek 9,25 kg ile gövde odununda, en düşük ise 0,53 kg ile yaprakta tespit edilmiştir (Grafik 4.1).



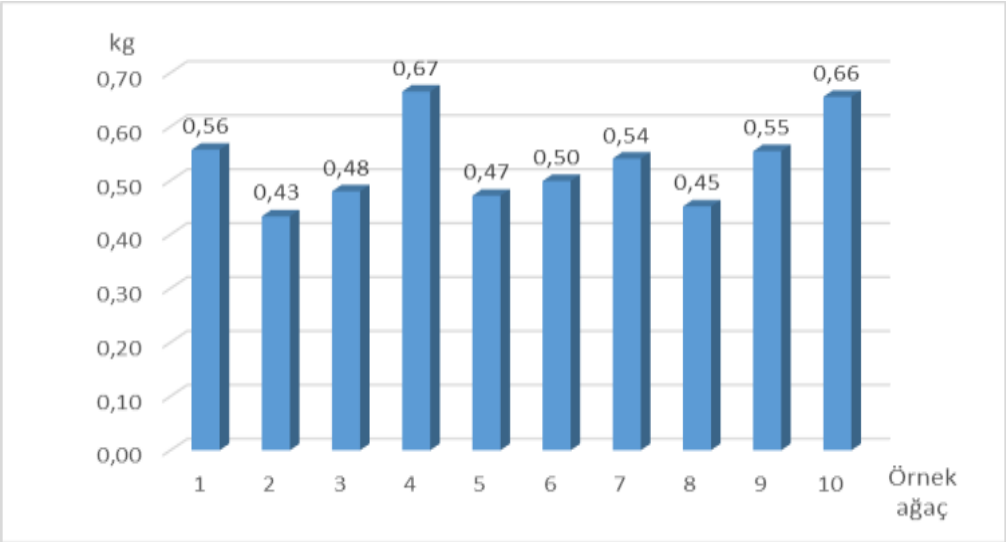
Grafik 4.1. Tek ağaç bileşenine ait ortalama biyokütle miktarları

Deneme alanlarından seçilen örnek ağaçlardan hesaplanan yaprak, gövde ve dal biyokütle miktarları Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. *Tek ağaç bileşenlerine ait biyokütle miktarları*

Yaş Sınıfı	Deneme Alanı	yaprak (kg)	gövde (kg)	dal (kg)
10-20 yaş	1	0,56	13,17	1,85
	2	0,43	7,31	4,13
	3	0,48	9,72	6,27
	4	0,67	9,09	4,47
	5	0,47	8,29	5,91
	6	0,50	5,81	5,18
	7	0,54	11,72	5,27
	8	0,45	7,97	6,00
	9	0,55	7,03	7,18
	10	0,66	12,40	4,00
Ortalama		0,53	9,25	5,03

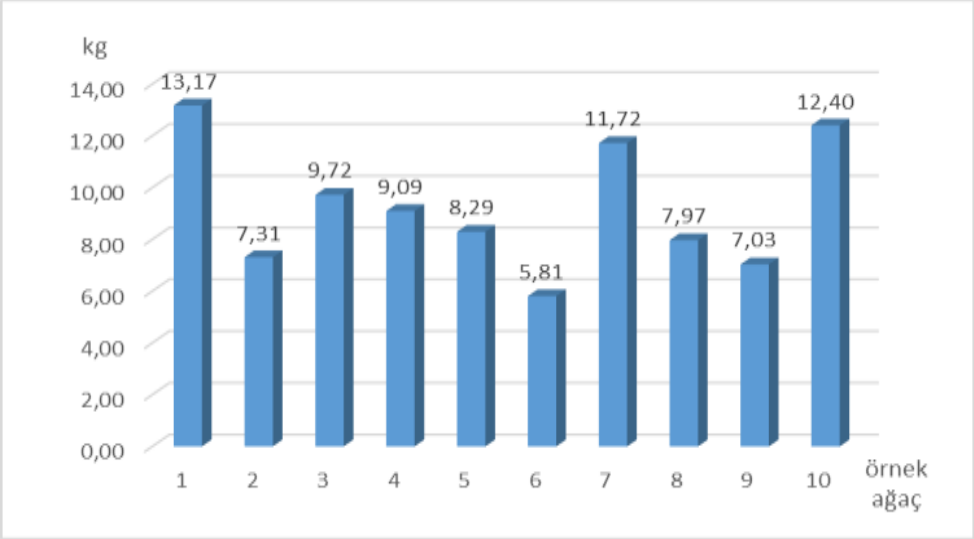
Örnek ağaçlardan alınan yaprak örnekleri ile hesaplanan tek ağaç yaprak biyokütle miktarı incelendiğinde en yüksek yaprak biyokütle miktarının 0,67 kg ile 4 numaralı deneme alanından seçilen örnek ağaçta olduğu, en düşük yaprak biyokütle miktarının ise 0,43 kg ile 2 numaralı deneme alanından alınan örnek ağaçta olduğu belirlenmiştir (Grafik 4.2).



Grafik 4.2. Örnek ağaç yaprak biyokütle miktarları

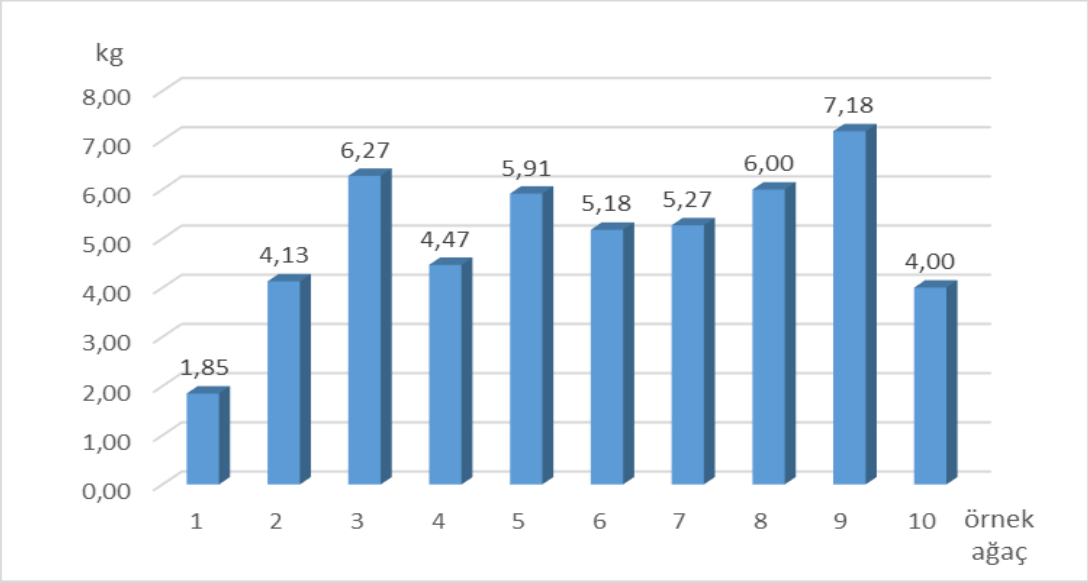
Örnek ağaçlardan alınan gövde örnekleri ile hesaplanan tek ağaç gövde biyokütle miktarı incelendiğinde en yüksek gövde biyokütle miktarının 13,17 kg ile 1 numaralı deneme alanından seçilen örnek ağaçta olduğu, en düşük gövde biyokütle miktarının

ise 5,81 kg ile 6 numaralı deneme alanından alınan örnek ağaçta olduğu belirlenmiştir (Grafik 4.3).



Grafik 4.3. Örnek ağaç gövde biyokütle miktarları

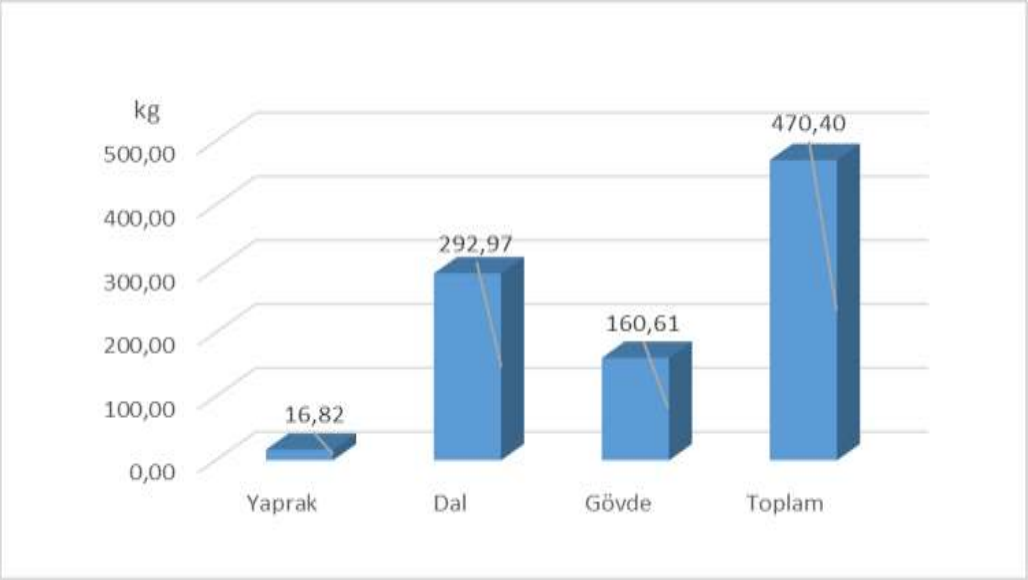
Örnek ağaçlardan alınan dal örnekleri ile hesaplanan tek ağaç dal biyokütle miktarı incelendiğinde en yüksek dal biyokütle miktarı 7,18 kg ile 9 numaralı deneme alanından seçilen örnek ağaçta, en düşük dal biyokütle miktarı ise 1,85 kg ile 1 numaralı deneme alanından alınan örnek ağaçta hesaplanmıştır (Grafik 4.4).



Grafik 4.4. Örnek ağaç dal biyokütle miktarları

4.1.2. Deneme Alanı Bazında Hesaplanan Biyokütle Miktarları

Deneme alanlarında hesaplanan ortalama biyokütle değerleri en yüksek 292,97 kg ile gövde odununda, en düşük ise 16,82 kg ile yaprakta tespit edilmiştir. Toplam ortalama toprak üstü biyokütle miktarı 470,40 kg olarak hesaplanmıştır (Grafik 4.5).



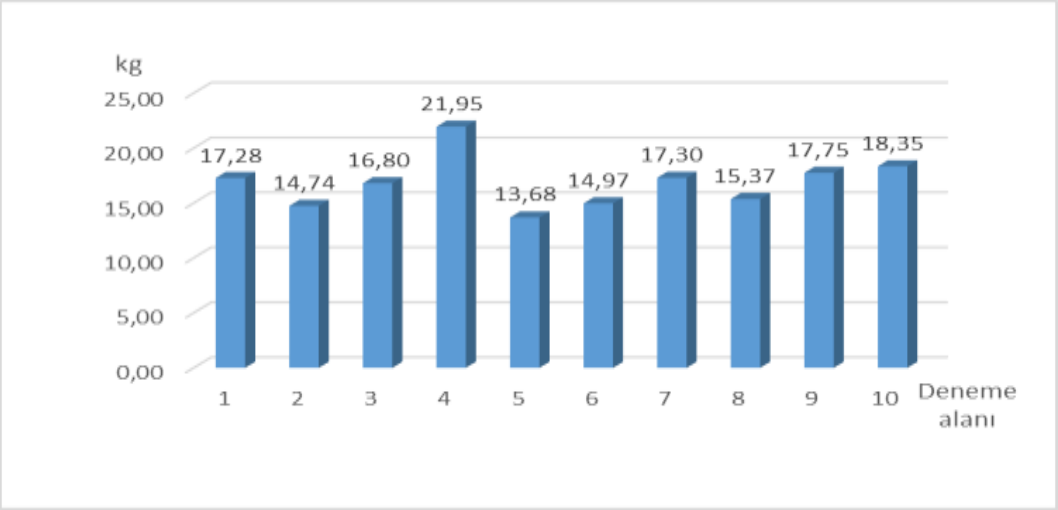
Grafik 4.5. Deneme alanı bazındaortalama biyokütle miktarları

Deneme alanı bazında hesaplanan yaprak, gövde ve dal biyokütle miktarları Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. *Deneme alanı bazında hesaplanan biyokütle miktarları*

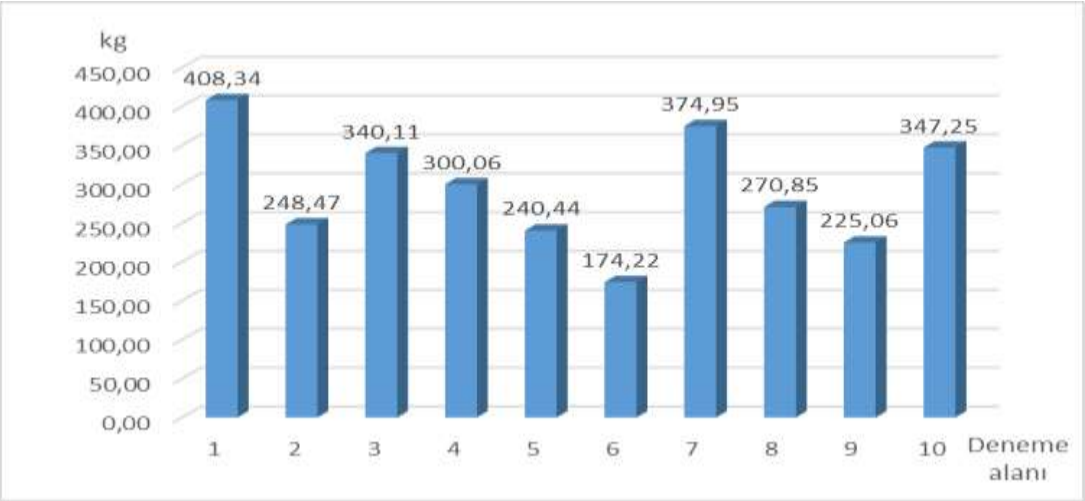
Yaş sınıfı	Deneme alanı	Yaprak (kg)	Gövde (kg)	Dal (kg)
10-20 Yaş	1	17,28	408,34	57,35
	2	14,74	248,47	140,45
	3	16,80	340,11	219,60
	4	21,95	300,06	147,38
	5	13,68	240,44	171,51
	6	14,97	174,22	155,40
	7	17,30	374,95	168,63
	8	15,37	270,85	203,89
	9	17,75	225,06	229,84
	10	18,35	347,25	112,05
Ortalama		16,82	292,97	160,61

Örnek ağaçlardan alınan yaprak örnekleri ile hesaplanan biyokütle miktarları deneme alanlarındaki ağaç sayılarından faydalanılarak deneme alanı bazında biyokütle hesabı yapılmıştır. Deneme alanı bazında yaprak biyokütle miktarı incelendiğinde en yüksek miktarın 21,95 kg ile 4 numaralı deneme alanında, en düşük miktarın ise 13,68 kg ile 5 numaralı deneme alanında hesaplandığı tespit edilmiştir (Grafik 4.6).



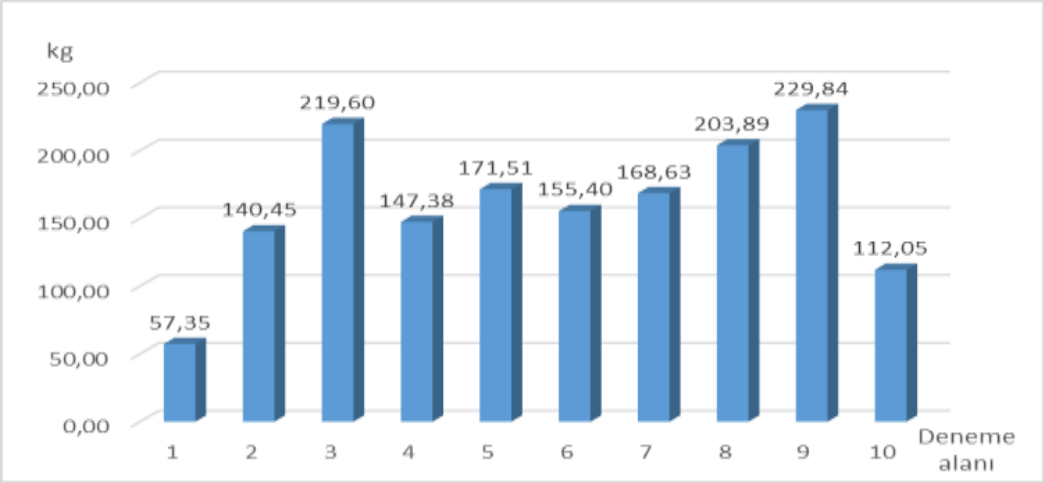
Grafik 4.6. Deneme alanı bazında yaprak biyokütle miktarları

Deneme alanı bazında gövde odunu biyokütle miktarı incelendiğinde en yüksek miktar 408,34 kg ile 1 numaralı deneme alanında, en düşük miktar ise 174,22 kg ile 6 numaralı deneme alanında hesaplanmıştır (Grafik 4.7).



Grafik 4.7. Deneme alanı bazında gövde odunu biyokütle miktarları

Deneme alanı bazında dal odunu biyokütle miktarı incelendiğinde en yüksek miktar 229,84 kg ile 9 numaralı deneme alanında, en düşük miktar ise 57,35 kg ile 1 numaralı deneme alanında hesaplanmıştır (Grafik 4.8).



Grafik 4.8. Deneme alanı bazında dal odunu biyokütle miktarları

4.2. Karbon Depolama Miktarına İlişkin Bulgular

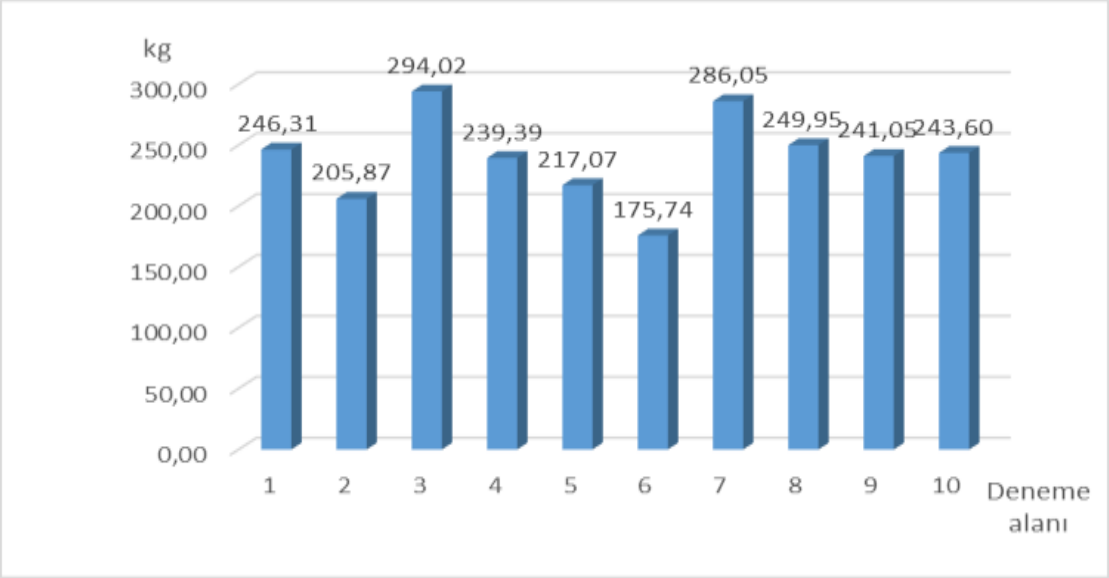
4.2.1. Deneme Alanı Bazında Karbon Depolama Miktarı

Çalışma kapsamında Karaçam ağaç bileşenlerine ait karbon depolama miktarları, Asan (2010) tarafından yapılan çalışmada verilen katsayıdan yararlanılarak yapılan hesaplamaya göre hesaplanarak aşağıda tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.3).

Hesaplama sonucuna göre deneme alanı bazında incelediğimizde en yüksek karbon miktarı 294,02 kg olarak 3 numaralı deneme alanında, en düşük karbon miktarı ise 175,74 kg olarak 6 numaraları deneme alanında tespit edilmiştir (Grafik 4.9).

Tablo 4.3. *Deneme alanı bazında hesaplanan karbon depolama miktarları*

Yaş Sınıfı	Deneme Alanı	TUB (kg)	Karbon miktarı (kg)
10 - 20 yaş	1	482,96	246,31
	2	403,67	205,87
	3	576,51	294,02
	4	469,39	239,39
	5	425,63	217,07
	6	344,59	175,74
	7	560,88	286,05
	8	490,11	249,95
	9	472,64	241,05
	10	477,64	243,60
Ortalama		470,40	239,91



Grafik 4.9. Deneme alanı bazında depolanan ortalama karbon miktarları

4.2.2. Hektardaki Karbon Depolama Miktarına İlişkin Bulgular

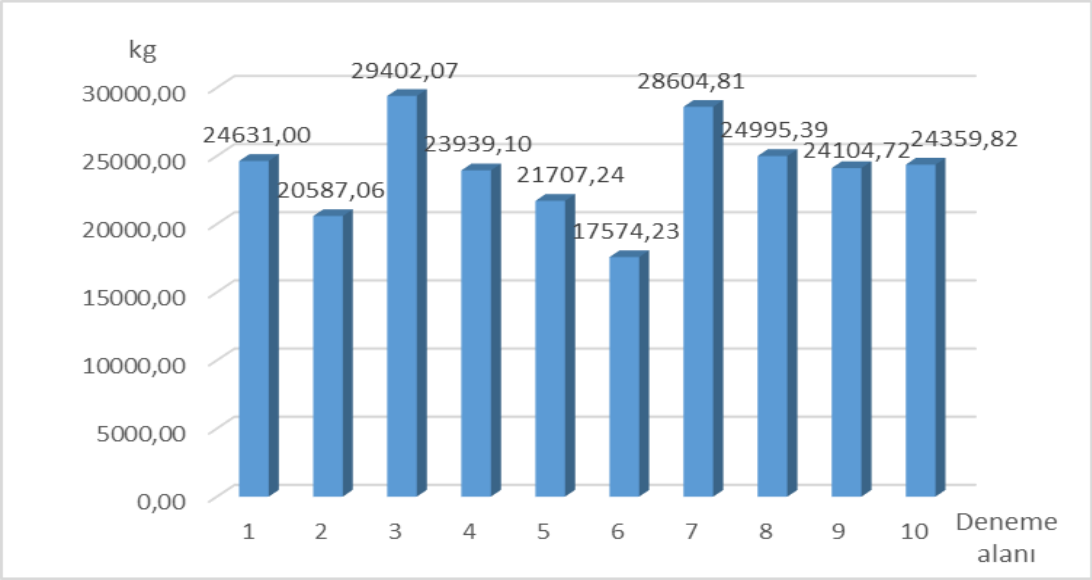
Çalışma kapsamında Karaçam ağaç bileşenlerine ait hektarda depolanan karbon miktarı Asan (2010) tarafından yapılan çalışmada verilen katsayıdan yararlanılarak hesaplanmıştır (Tablo 4.4).

Hesaplama sonucuna göre hektar bazında depolanan karbon miktarını incelediğimizde en yüksek karbon miktarı 29402,07 kg/ha olarak 3 numaralı deneme

alanında, en düşük karbon miktarı ise 17574,23 kg/ha olarak 6 numaraları deneme alanında olduğu tespit edilmiştir (Grafik 4.10).

Tablo 4.4. *Hektarda depolanan karbon miktarları*

Yaş Sınıfı	Deneme Alanı	TUB (kg)	Karbon miktarı (kg)
10 - 20 yaş	1	482,96	24631,00
	2	403,67	20587,06
	3	576,51	29402,07
	4	469,39	23939,10
	5	425,63	21707,24
	6	344,59	17574,23
	7	560,88	28604,81
	8	490,11	24995,39
	9	472,64	24104,72
	10	477,64	24359,82
Ortalama		470,40	23990,54



Grafik 4.10. Topraküstü biyokütlede depolanan hektardaki ortalama karbon miktarı

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışma sonucunda Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Karadere Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde yer alan Çaltepe Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalan alanda, 10- 20 yaşında sıklık çağındaki saf Karaçam meşcerelerinde toplam toprak üstü karbon miktarı 23990,54 kg/ha olarak belirlenmiştir.

Benzer şekilde yapılan çalışmalar incelendiğinde Zhu vd., (2010) tarafından huş meşcerelerinde yapılan çalışmada toplam toprak üstü karbon miktarı 105 ton/ha olarak belirlenmiştir. Makineci vd., (2012) meşe ekosistemlerinde yaptıkları çalışmada toplam toprak üstü karbon miktarını 50,3 ton/ha olarak ifade etmiş ve bu değerin %93'ünün ağaç bileşeninde olduğunu belirtmişlerdir. Xiadong Li vd., (2011) tarafından kore çamı plantasyonlarında yapılan çalışmada toplam toprak üstü karbon miktarının 104.2 ton/ha olduğu ve bunun % 92.8'inin ağaç, % 5.9'unun ölü örtü ve %1.1'inin de diri örtü bileşeni tarafından oluşturulduğunu ifade etmişlerdir. Tang vd., (2012) tarafından tropikal orman ekosistemlerinde toplam toprak üstü karbon miktarı 157.3 ton/ha olarak tespit edilmiştir. Gifford, (2000) tarafından Pinus radiata için yapılan çalışmada canlı ağaç kütlesinin karbon oranı %52 olarak, Lamlom vd., (2003) tarafından yapılan çalışmada Abies balsamea (L.) Mill. Türünde %50,08, Pinus ponderosa Laws. türünde % 52,47 ve Juniperus virginiana L.'da %52,14 olarak bildirilmektedir. Sarıçam için karbon içeriği Çömez (2010) tarafından %52,46 olarak, Tolunay (2009) tarafından %51,96 ve Alakangas (2005) tarafından %51,8 olarak belirlemişlerdir. IPCC (2006)'de ise, ibreli ormanlar için karbon içeriği %51 olarak önerilmektedir. Laiho vd., (1997) sarıçam türünde yaptıkları çalışmada gövde odununda %51,8; dal odununda %53,1, yaprakta %53,8 ve kabukta %53,2 oranında karbon depolandığını ifade etmişlerdir. Ritson (2002) fıstık çamında yaptığı çalışmada gövde odununda %49,7 ve dal odununda %56,6 karbon depolandığını belirtmişlerdir. Yavuz vd., (2010) sarıçamda yaptıkları çalışmada karbon içeriğinin en fazla ibrelerde (% 53.4) biriktiğini, en az oranda ise kabukta (% 5.6) biriktiğini ifade etmişlerdir. Tolunay (2009) sarıçamda yaptığı çalışmada depolanan karbon miktarlarının gövde odununda %51,2 olduğunu, dal odununda %54,7 olduğunu, ibrede %53,02 olduğunu ve kabukta %53,5 olduğunu belirtmiştir. Makineci vd.,

(2011) tarafından meşe ekosistemlerinde yapılan çalışmada depolanan karbon miktarları yaprak, dal ve gövde odununda % 49, kabukta ise % 48 oranında olduğu ifade edilmiştir. Tang vd., (2012) tropikal orman ekosistemlerinde ağaç bileşenlerindeki karbon içeriğinin gövde odununda %45 oranında, dal odununda %44 oranında ve yaprakta %41 oranında olduğunu ifade etmişlerdir. Mısır vd., (2011) doğu ladininde depolanan karbon miktarının gövde odununda %34,3 oranında, dal odununda %37,5 oranında, yaprakta %46,8 oranında ve kabukta %44,3 oranında olduğunu ifade etmişlerdir. Mısır vd., (2012) Uludağ Göknarı'nda yapıkları çalışmada ağaç bileşenlerindeki karbon içeriğinin gövde odununda %56,1 olduğunu, dal odununda %46,6 olduğunu, ibrede %45,0 olduğunu ve kabukta %38,0 olduğunu belirtmişlerdir. Peichl (2006) veymut çamında gövde odununda %47,0 oranında, dal odununda %49,0 oranında, ibrede %51,0 oranında ve kabukta %46,0 oranında karbon depolandığını belirtmiştir. Mısır vd., (2013) doğu kayınında yaptıkları çalışmada dal odununda %45,34 oranında, gövde odununda %43,81 oranında, yaprakta %44,38 oranında ve kabukta %44,53 oranında karbon biriktiğini belirtmişlerdir. Erkut (2013) ise doğu kayınında dal odununda %47,71 oranında, gövde odununda %46,15 oranında, yaprakta %46,46 oranında ve kabukta %45,64 oranında karbon birikimi meydana geldiğini ifade etmiştir.

Birim alandaki ağaç kütlesinin karbon stoğu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda Vande vd., (2001), meşcerede depolanan karbon miktarı ile meşcere hacminin birbiri ile ilişkili olduğunu ifade etmektedirler. Minkkinen vd., (2001) göre, meşcerenin depoladığı karbon miktarı ile meşcerenin kabuklu gövde hacmi doğru orantılı olduğunu meşcere hacminin de meşceredeki ağaçların çap, boy ve sayılarına bağlı olduğunu ifade etmiştir. Janssens vd., (1999), sarıçam meşceresinde yaptıkları çalışmada 298,5 m3/ha servete sahip bir alanda depolanan karbon miktarının 104,4 t/ha olduğunu ifade etmişlerdir. Janssens vd., (1999) yaptıkları çalışma sonucuna göre meşcerelerdeki ağaçlar tarafından depolanan karbon miktarının %70'inin kabuklu gövde de depolandığını, geri kalan %30'luk kısmın; 14'ünün köklerde depolandığını, %13'ünün dallarda depolandığını ve %3'ünün de ibrelerde depolandığını belirtmişlerdir. Kolari vd, (2004) tarafından Finlandiya'da 12 yaşındaki genç sarıçam meşcerelerinde yapılan çalışma sonucunda depolanan karbon miktarının 2,7 t/ha olduğu tespit edilmiştir. Koları vd., (2004) genç meşcerelerde

yaptıkları çalışma sonucunda depolanan karbon miktarının %41'inin gövde odununda depolandığını, %33'ünün dal odununda depolandığını, %19'unun ibrelerde depolandığını ve %7'sinin ise köklerde depolandığını belirtmişlerdir.

Bir ağacın bitkisel kütlesi içerisindeki en büyük kısmı gövde odunu oluşturmaktadır. Dolayısı ile ağaçta depolanan karbon miktarının en büyük bölümü gövde odunu içerisinde yer almaktadır. Mısır vd., (2013) tarafından doğu kayını meşcerelerinde yapılan çalışmada bu değerin %81,5 olduğu, Makineci vd., (2012) tarafından meşe ekosistemlerinde yapılan çalışmada bu değerin %62 olduğu, Yavuz vd., (2010) sarıçam türünde bu değerin %62,2 olduğunu, Tolunay (2009) tarafından genç sarıçam meşcerelerinde yapılan çalışmada ise bu değerin %70,2 olduğunu ifade etmişlerdir. Skovsgaard vd., (2006) Danimarka'da batı ladini'nde yaptıkları çalışmada toplam toprak üstü karbon miktarının % 68.8 - % 72.1'inin gövde odununda olduğunu, Laiho vd., (1997) Finlandiya'da sarıçam'da yaptıkları çalışmada gövde odununda depolanan karbon miktarı, toplam toprak üstü karbon miktarının % 45.4 – % 73.1'i arasında olduğunu, Tang vd., (2012) tarafından Güneybatı Çin'de tropikal orman ekosistemlerinde yapılan çalışmada gövdede depolanan karbon miktarının % 64.3 olduğu belirtilmiştir. Lamlom vd., (2003), tarafından Kuzey Amerika'da 41 ağaç türü için yapılan çalışmada, gövde odunundaki karbon içeriğinin ibreli ağaç türlerinde % 46.3 ile % 49.9 arasında olduğu, yapraklı ağaç türlerinde ise % 47.2 ile % 55.2 arasında olduğu ifade edilmiştir. İbreli ve yapraklı ağaç türlerinde gövde odunundaki karbon içeriği arasındaki bu farkın ibreli ağaç türlerindeki lignin içeriğinin yapraklı ağaç türlerine göre daha yüksek olmasından kaynaklandığı ifade edilmektedir.

Ağaç kütlesindeki karbon birikimi Türkiye'deki ibreli ormanlar için ortalama 1,1 tC/ha/yıl olarak hesaplanmıştır (Tolunay 2010a). Backéus vd., (2005) İsveç ormanlarında yıllık karbon birikimini 0,46-0,64 tC/ha/yıl arasında belirlemiştir. Finlandiya'da boreal kuşaktaki b gelişim çağındaki bir sarıçam ormanında ise yılda 2,42 ton karbon biriktiği bildirilmektedir (Ilvesniemi vd., 2009). Ağaçlardaki karbon birikimini büyümeyi etkileyen yetişme ortamı faktörleri ve özellikle de iklim belirlemektedir. Nemli yetişme ortamlarında ve vejetasyon süresinin daha uzun olduğu ılıman kuşak ormanlarında boreal kuşağa göre ağaçlarda daha fazla karbon

birikeceği açıktır. Nabuurs ve Mohren (1993) ise Hollanda'daki sarıçam ormanlarında karbon birikimini iyi bonitetlerde 1,9 tC/ha/yıl, orta bonitetlerde 1,3 tC/ha/yıl ve kötü bonitetlerde 0,8 tC/ha/yıl bulmuştur. Ayrıca karbon birikimi meşcerenin gelişim çağına göre de değişebilmektedir. Nitekim hacim artımının meşcerenin gelişmesine bağlı olarak azalması (Alemdağ, 1967), ağaçlarda yıllık karbon birikiminin de kalın çaplı ağaçlardan oluşan meşcerelerde daha az bulunmasına sebep olmuştur.

6. ÖNERİLER

Ülkemizdeki orman varlığı 22,3 milyon hektar ile ülke yüzölçümünün %28,6'sını kaplamaktadır. Toplam ormanlık alanın 12,7 milyon hektarını normal kapalı ormanlar, 9,6 milyon hektarını ise boşluklu kapalı ormanlar oluşturmaktadır (Anonim). Orman alanları karasal biyoçeşitliliğin önemli bir kısmını bünyesinde barındırmaktadır. Dolayısı ile ormanlar karasal karbon depolama kapasitesinin de önemli bir kısmını kapsamaktadırlar. Bu nedenle ormanlar hem dünya iklimi hem de ülkemiz ikliminin düzenlenmesinde çok önemli bir fonksiyona sahiptirler.

Türkiye'nin birbirinden çok farklı ekolojik özelliklere sahip farklı coğrafik bölgelere ayrılması biyolojik çeşitlilik, ürün çeşitliliği ve üretim kapasitesi açısından zenginlik sağlamaktadır. Türkiye'nin farklı coğrafik bölgelere ayrılması iklim özelliklerine de yansımaktadır. Ülkemizin üç tarafının denizlerle çevrili olması, dağların Ege bölgesinde denize dik konumlanması, Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde denize paralel konumlanmış olması farklı iklim tiplerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Türkiye, atmosfere salınan karbondioksit miktarının artması sonucu meydana gelebilecek olası bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenebilecek ülkelerin başında gelmektedir. Dolayısı ile ülkemizdeki farklı ağaç türlerine ait karbon depolama kapasitelerinin belirlenmesi oldukça büyük önem arz etmektedir.

Türkiye'de mevcut ormanların korunması, tekniğine uygun yöntemlerle işletilmesi, açık alanların ağaçlandırılması, bozuk ormanların rehabilite edilmesi ve ormanlık alanların kaçakçılık ve açmacılığa karşı korunması sera gazı emisyonlarının engellenmesine yardımcı olmaktadır. Orman ekosistemlerinin planlanmaları sırasında, endüstriyel odun işletme sınıfları dışında kalan işletme sınıflarında, mümkün olan alanlarda karışık meşcerelerin kurulması ve korunması, hizmet amaçlı işletme sınıflarında ise idare sürelerini mümkün olduğunca optimal süreler olarak belirleyerek meşcerelerin sağlıklı ve kalın çap sınıflarında bulunmasının sağlanması tutulan karbon miktarının en üst seviyelere çıkarılmasını sağlayacaktır.

Karbon depolama kapasitesi belirlenirken, biyokütle içerisindeki karbonun hesaplanması nedeniyle ilk olarak ormanların biyokütle miktarının belirlenmesi

gerekmektedir. Orman biyokütlesi terimi incelendiğinde, biyokütlenin sadece gövde, dal, yaprak, kabuk ve tüm ağacı kapsayan topraküstü ağaç biyokütlesinden oluşmadığı, ölü örtü ve diri örtü biyokütlesini de kapsadığı; ayrıca tüm bunların yanında toprak, toprak altı, endüstriyel odun, yakacak odun ve satılabilir odun biyokütlesinin de orman biyokütlesine dahil olduğu görülmektedir.

Orman alanlarındaki biyokütle miktarını ve buna bağlı olarak depolanan karbon miktarını artırabileceğimiz ülkemizde yaklaşık 10,1 milyon hektar büyüklüğünde bozuk orman alanı vardır. Dolayısı ile biyokütle ve depolanan karbon miktarını artırabilme açısından ülkemiz büyük bir potansiyele sahiptir. Be nedenle hem siyası hem de mali yönden destek verilen ağaçlandırma projelerine daha çok önem ve öncelik verilmelidir. Hızlı gelişen türler ile enerji ormanları kurulmalı ve bunlara amenajman planlarında yer verilmelidir. Böylece ağaçlar kesildiğinde veya endüstriyel amaçlı kullanıldıklarında bitki büyümesi sırasında alınan karbon miktarı ile aynı miktarda karbon dışarı salınır. Böylelikle biyokütlenin kullanımı atmosferdeki karbondioksit birikimine katkı sağlamamış olur.

Yapılan bu çalışma sonucunda elde edilecek olan veriler, hem mevcut ormanların karbon depolama kapasitelerinin belirlenmesine hem de yapılacak olan silvikültürel müdahalelerin karbon depolama kapasitelerini nasıl etkilediğinin belirlenmesine yardımcı olacaktır.

Saf Karaçam meşcereleri için karbon depolama miktarını belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada imkanların ve sürenin kısıtlı olması nedeniyle sadece toprak üstünde depolanan karbon miktarı belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Adams, R. M., Hurd, B. H., Lenhart, S. & Leary, N., (1998). Effects of global climate change on agrıculture: An interpretative review. *Climate Research,* 11, 19- 30.

Anonim, (2019). Orman Genel Müdürlüğü 2018 Performans Programı, Erişim adresi: https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/PerformansProgrami/OGM%202018%20YILI%20PERFORMANS%20PROGRAMI.pdf

Asan, Ü., (1995), Global iklim değişimi ve Türkiye ormanlarında karbon birikimi, *İÜ Orman Fakültesi Dergisi,* B 45 (1-2), 23-38.

Asan, Ü., (1999). Climate change, carbon sinks and the forests of Turkey. *Proceedings of the Intemational Conference on Tropical Forests and Climate Change: Status, Issues and Challenges* (TFCC '98).157-170, Philippines.

Asan, Ü., Destan, S. & Özkan, Y. U., (2002). İstanbul korularının karbon depolama, oksijen üretme ve toz tutma kapasitesinin kestirilmesi, *Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar Ve Yeni Hedefler Sempozyumu,* l94-197, İstanbul.

Asan, Ü. (2010). Reduction of CO2 emission possibilities in the forestry sector, and estimation of carbon stock changes between the years 2010 and 2020 in the forests of Turkey. *IUFRO Conference on Adaptation of Forest Ecosystems to Air Pollution and Climate Change*, Antalya.

Asner, P.G., Townsend, A.R. & Braswell, B.H., (2003). Satellite observation of El Nino effects on Amazon forest pheonology and productivity. Geophysical Research Letters, Vol.27, No.7, pp.981-984.

Amthor, J.S., (1998). Terrestrial ecosystem responses to global change: research strategy. Oak Ridge National Laboratory, 8, 52-65.

Alakangas, E., (2005), Properties of wood fuels used in finland, technical research center of finland, VTT Processes, Project Report Pro2/P2030/05 (Project C5SU00800), Finland.

Alemdağ, Ş., (1967), Türkiye'deki sarıçam ormanlarının kuruluşu, verim gücü ve bu ormanların işletilmesinde takip edilecek esaslar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Nu: 20, Ankara.

Baccini, A., Laprte, N., Goetz, S. J., Sun, M. & Dong, H., (2008). A first map of tropical Africa's above-ground biomass derived from satellite imagery.

Environmental Research Letter, 3, 045011. http://stacks.iop.org/1748-9326/3/045011).

Backéus, S., Wıkström, P. & Lämås, T.A. (2005). Modal for regional analysis of carbon sequestration and timber production, *Forest Ecology and Management*, 216, 28- 40.

Başkent, E. Z., (1999). Ekosistem amenajmanı ve biyolojik çeşitlilik. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, Ek Sayı , 353-363.

Birdsey R.A., (1992). Carbon storage and accumulation in United States Forest Ecosystems, USDA Forest Service, Washington Office, GTR- WO-59. Washington, D.C.

Brown, S., (1997). Estimating biomass and biomass change in tropical forests: A primer. FAO Forestry Paper 134. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization.

Brown, S., Schroeder, P. & Kem, J., (1999). Spatial distribution of biomass in forests of the eastem USA. *Forest Ecology and Management*, 123, 81- 90.

Clenton, E., Owensby, J. M., Ham, A., Knaoo, K. & Lisa, M. A., (1999). Biomass productıon and specıes composıtıon change ın a tallgrass prairie ecosystem after long-term exposure to elevated atmospheric C02. *Global Change Biology*, 5, pp.497-506.

Compton, J.E., Boone, R.D., Motzkin, G. & Foster, D.R., (1998). Soil Carbon and Nitrogen in a Pine-Oak Sand Plain in Central Massachusetts. Role of Vegetation and Land-Use History, 116(4), 536-542.

Çakıl, E., (2008). Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü karaçam biyokütle tablolarının düzenlenmesı. Yuksek Lısans Tezı. *Zonguldak Karaelmas Universitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Çömez, A. (2010). Sündiken Dağlarında sarıçam (Pinus sylvestris L.) meşcerelerinde karbon birikiminin belirlenmesi. Doktora Tezi. *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*

Dewar, R. C., (1991). An analytical model of carbon storage in the trees. *Tree Physiol*, 8, 239-258.

Durkaya, B., (1998). Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü meşe meşcerelerinin, biyokutle tablolarının düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Zonguldak Karaelmas Unıversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.*

DuPlessis, W. P., (l999). Linear regression relationships between NDVl, vegetation and rainfall in Etosha National Park, Namibia. *Journal of Arıd Envıronments*, 42,pp.235- 260.

Erkut, S., (2013). Giresun Orman Bölge Müdürlüğü Akkuş Orman İşletme Müdürlüğü saf kayın meşcerelerinin ekosistem bazında karbon depolama kapasitesi. Yüksek Lisans Tezi. *K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü,* Trabzon.

Gıfford, R. M., (2000), Carbon contents of above-ground tissues forest and woodland trees, Australian Greenhouse Office, National Carbon Accountin Sysytem Thecnical Report, No: 22.

Hielkema, J.U., Prince, S. D. & Astlei W. L.i (1986). Rainfall and vegetation monitoring in the savanna zone of the democratic-republıc of Sudan usıng the NOAA advanced very high-resolution radiometer. *Interntional Journal of Remote Sensing, 7*(11), pp.1499- 1513.

Houghton, R. A., (2005) . Aboveground forest biomass and the global carbon balance. *Global Change Biology,* 11 , 945-958, doi:10.11 I l/j.1365-2486.2005. 00955.

Hu, H. & Wang, G. G., (2008). Changes in forest biomass carbon storage in the South Caroline Piedmont between 1936 and 2005. *Forest Ecology and Manageınent,* 255, 1400-1408.

I.P.C.C. (1997). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Cambridge University Press. 136p. Cambridge.

IPCC, (2000). IPCC speciaJ report on Land Use, Land Use Change and Forestry. A specıal report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Approved at lPCC Plenary XVI. IPCC Secretariat, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland. At http:/www.ıpcc.ch/.

IPCC, (2001), Climate change 2001, third assessment report of the IPCC, http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/pdf/WG1_TAR-FRONT.pdf, [Ziyaret Tarihi: 30.10.2013].

IPCC, (2006), IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, In: IGES, Japan (Eds.: H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe), http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html. [Ziyaret Tarihi: 23 Ocak 2010].

IPCC, (2007). Climate change 2007: synthesis report. Erişim adresi: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/mains3.html#3-1, [Ziyaret Tarihi: 18 Mart 2014].

Ilvesnıemı, H. & Lıu, C., (2009), Biomass distribution in a young Scots pine stand, *Boreal Environment Research,* 6, 3-8.

İkinci, O., (2000). Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü kestane meşcerelerinin biyokütle tablolarının düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.*

Jacobs, F. D., Selig, M. F. & Severeid, L. R., (2009). Aboveground carbon biomass of plantation grown American Chestnut (Castanea dentata) ın absence of blıght. *Forest Ecology and Management*, 258, 288-294.

Janssens, I.A., Sampson, D.A., Cermak, J., Meıresonne, L., Rıguzzı, F., Overloop S. & Caeulemans, R., (1999), Above- and belowground phytomass and carbon storage in a Belgian Scots pine stand, *Annals of Forest Science*, 56, 81-90.

Jingyun, F., Anping, C., Changhui, P., Shuqing, Z. & Longjun, C., (2001). Changes in forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998.

Kadıoğulları, A.İ., Başkent, E. Z., Bingöl, Ö. & Sayın, M. A., (2013). Orman kaynaklarının planlanmasında konumsal yapının kontrolü: Honaz planlama birimi örneği. *Ormancılıkta Sektorel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu,* Antalya.

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 Göknarı ormanlarında yükselti ve iklim kuşaklarına göre bazı ölü örtü ve toprak özelliklerinin analitik olarak araştırılması. İstanbul Üniversitesi Yayınlan, No: 2634, Orman Fakültesi Yayınları , No:274, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.

Karatepe, Y., (2004). Gölcük (Isparta)'te karaçam (Pinus nigraArn. Ssp. Pallasiana (Lamb) Holmboe) meşcerelerinin topraklarındaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtülerindeki toplam azot ve organik madde miktarının araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Sayı 2:1-16.

Karatepe, Y., (2005). Gölcük'te (Isparta) dikimle yetiştirilmiş salkım ağacı (Robinia pseudo-accıa L.) ve karaçam (Pinus nigra Arnold.) ormanlarının topraklarındaki organik karbon ve azot birikimi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi,* 55(1), 209-223.

Kauppi, P. E., Mielikainen, K. & Kusela, K., (1992). Biomass and carbon budget of European forests, 1971 to 1990. *Science*, 256, 70-74.

Keleş , S., Kadıoğulları , A. & Başkent, E. Z., (2012). The effects of land use and land cover changes on carbon storage in forest timber biomass: A case study in Torul, Turkey. *Journal of Land Use Science,* 06/2012;7:125-133.

Kırış, K., (2009). Gümüşhane Torul yöresi saf sarıçam meşçerelerinde kalın kök kütlesi değişiminin ve bazı toprak özelliklerinin belirlenmesı. Yüksek Tezi. *Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Artvin.

Koları, P., Pumpanen, J., Rannık, Ü., Ilvesnıemı, H., Harı, P. & Bernınger, F., (2004), Carbon balance of different aged Scots pine forests in Southern Finland, *Global Change Biology*, 10, 1106–1119.

Krankina, O. N., Harmon, M. E. & Winjum, J. K., (1996). Carbon storage and sequestration in the Russian forest sector. *Ambio*, 25, 284-288.

Kurz, W. A. & Apps, M . J., (1993). Contribution of northern forests to the global carbon cycle: Canada as a case study. *Water, Air and Soil Pollution*, 70, 163-76

Küçük, M. (2006). Genç karaçam meşçerelerinde yangının toprak solunumu, kök kütlesi ve toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkileri. Yuksek Lısans Tezı, *Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Artvın.

Laiho, R. & Laine, J., (1997). Tree stand biomass and carbon content in an age sequence of drained pine mires in southern Finland, *Forest Ecology and Management*, 93, 161-169.

Lamlom, S.H. & Savidge, R.A., (2003). A reassessment of carbon content in wood: Variation within and between 41 North American species, *Biomass and Bioenergy*, 25, 381-388.

Makineci, E., (2002). Demirköy baltalık ormanların koruya dönüştürülmesi sürecinde ekosistemdeki madde dolaşımının araştırılması. İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonu, 139, 21-47.

Makineci, E., (2004). Long term effects of sessile oak (Quercus petrea (Matlusch) Lieb.) thinning on herbaceous understorey and oak seedlings. *Journal of Balkan Ecology*, 7(2), 198-204.

Makineci, E., Yılmaz, E., Kumbaşlı, M., Yılmaz, H., Çalışkan, S., Sevgi, O., Keten, A., Zengin H., Beşkardeş, V. & Özdemir, E., (2011). Kuzey Trakya koruya tahvil meşe ekosistemlerinde sağlık durumu, biyokütle, karbon depolama ve faunistik özelliklerin belirlenmesi, TUBİTAK-TOVAG Projesi (Proje No: 107O750), İstanbul.

Masera, O. R., Garza Caligaris, J. F. , Kanninen, M ., Karjalainen, T., Liski, J., Nabuurs, G. J. , Pussinen, A., de Jong B. H. J. & Mohren, G. M. J., (2003). Modeling carbon sequestration in afforestation, and forest management projects: the COFIX V.2 approach. *Ecological Modeling*, 164, 177-199.

Mery, G. & Kanninen, M., (1999). Forest plantations and carbon sequestration in Chile. In: Palo, M., (Ed.), Forest Tranitions and carbon fluxes, global scenarios and policies. World development studıes 15. Unıted Nations University, World Institute for Development Economy Rcscarch (UNU/WlDER), pp. 74-100, Helsinki.

Mınkkınen, K., Laıne, J. & Hökkä, H., (2001), Tree stand development and carbon sequestration in drained peatland stands in Finland- A simulation study, *Silva Fennica,* 35 (1), 55-69.

Mısır, M., (2001). Çok amaçlı orman amenajman planlarının coğrafi bilgi sistemlerine dayalı olarak amaç programlama yöntemi ile düzenlenmesi, Doktora Tezi, *K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü,* Trabzon.

Mısır, N., Mısır, M. & Ülker, C., (2011). Karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 300-305, Kahramanmaraş.

Mısır, M., Mısır, N. & Erkut S., (2012). Estimations of total ecosystem biomass and carbon storage for fir (Abies nordmanniana S. subsp. bornmülleriana (Mattf.)) forests (western black sea region), *14th IUFRO Fir Symposium,* Kastamonu.

Mısır, M., Mısır, N., Ülker, C. & Erkut, S., (2013). Saf kayın meşcerelerinin karbon depolama miktarının belirlenmesi (Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Örneği), Bilimsel Arastırma Projesi, Trabzon.

Ministry for the Environment. (2013). New Zealand's greenhouse gas inventory 1990- 2011 (pp. 424). Wellington, New Zealand.

Mohren, G. M. J., (1987). Simulation of forest growth, applied to Douglas fir stands in the Netherlands. 184 pp., Wageningen. Agrıcultural University, Wageningen.

Nabuurs, G.J. &Mohren, G.M.J., (1993), Carbon in Dutch Forest ecosystems, *Netherlands Journal of Agricultural Sciences,* 41, 309-326.

Nicholson, S. E., Davenport, M. L. & Malo, A. R., (1990). A comparison of the vegetation response to rainfall in the Sahel and East Africa, using normalized difference vegetation index from NOAA AVHRR. *Climate Change,* l7, 209-241.

Öztürk, K., (2002). Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri, GÜ Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Ankara.

Özbayram, A., (2006). Farklı arazi kullanımlarının toprak solunumuna olası etkilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, *Kafkas Unıversıtesı, Fen Bilimleri Enstitüsü,* Artvin.

Paustian, K., Six, J., Elliot, E. T. & Hunt, H. W., (2000). Management options for reducing CO2 emissions from agncultural soıls . *Bıogeochemisıry,* 48, 147-163.

Peichl, M. & Arain, A., (2006). Above and belowground ecosystem biomass and carbon pools in an age-sequence of temperate pine plantation forests *Agricultural and Forest Meteorology,* 140,1-4, 30, 51-63.

Petersson, H., Holm, S., Stahl, Ş., Alşer, D., Fridman, J., Lethonen, A., Lundstrom, A. & Makipaa, R., (2012). Individual tree biomass functions or biomass expansionfactors for assessment of carbon stock changes in living biomass – A comparative study. *Forest Ecology and Management*, 270: 78-84.

Petit, J., (1999). Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core in Antarctica. *Nature*, 429-436.

Rahmstorf, S. & Ganopolski, A., (1999). Long term global warming scenarios computed with an efficıent coupled climate model. *Climatic Change*, 43, 2, 353-367.

Regina, I.S., (2000). Biomass estimation and nutrient pools in four quercus pyrenaica in sierra de Gata Mountains, Salamanca, Spain. *Forest Ecology and Management*, 13, 127-141.

Reichle, D., Houghton, J., Kane, B., & Ekman, J., (1999). Carbon sequestration research and development. office of science office of fossil energy, U.S. Department of Energy, 289p, United States.

Ritson, P. & Sochacki, S., (2003). Measurement and prediction of biomass and carbon content of Pinus pinaster trees in farm forestry plantations, south-western Australia. *Forest Ecology and Management*, 175, 103-117.

Saraçoğlu, N., (1998). Kayın (Fagus orientais Lipsky) biyokütle tabloları. *Turkish Journol of Agriculture and Forestry*, 22: 93-100.

Saraçoğlu, N., (2000). Sakallı Kızılağaç (Alnus glutinosa (L.) Gaerın subsp. Barbata (C. A. Mey.) Yalt) bıyokütle tabloları . *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 147-156.

Schroeder, P., Brown, S., Mo, J., Birdsey, R. & Cieszewski, C., (1997). Biomass estimation for temperate broad leaf forests of the United States using inventory data. *Journal of Faresi Science*, 43, 424-434.

Schlesinger, W.H., (1982). Carbon storage in the caliche of arid soils: A Case Study From Arizona. *Soil science*, 133(4), 247-255.

Skovsgaard, J. P., Stupak, I. & Vesterdal, L., (2006). Distribution of biomass and carbon in even-aged stands of Norway spruce [Picea abies (L.) Karst.]: A case study on spacing and thinning effects in northern Denmark, Scandinavian, *Journal of Forest Research*, 21, 470-488.

Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P. & Smith, J., (2008). Greenhouse gas mitigation in agriculture. Phılosophıcal Transactions of the Royal Society. *Biological Sciences*, 363(1492), 789- 813.

Sivrikaya, F., Keleş, S. & Çakır, G., (2007). Spatial distribution and temporal change of carbon storage in timber biomass of two different forest management units.

Environmental Monitoring and Assessment, 132:429-438.

Sun, O., Uğurlu, S. & Özer, E., (1980). Kızılçam (Pinus brutia Ten.) türüne ait biyolojik kütlenin saptanması. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 104. 32 s. Ankara.

Tang, J.W., Cao, M., Zhang, J.H. & Li, M.H., (2012). Litterfall production, decomposition and nutrient use efficiency varies with tropical forest types in Xishuangbanna, SW China: a 10-year study, *Plant Soil,* 335, 271-288.Tolunay, D., (2010), Total carbon stock and carbon accumulation in living tree biomass in Forest Ecosystems of Turkey, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry,* (In Pres).

Tolunay, D. & Çömez, A., (2008). Türkiye ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları. *Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu,* Hatay, 750-765.

Tolunay, D., (2009). Total carbon stocks and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey. *Turkish Journal of Agriculturel Forestry* 35, 265-279. TÜBİTAK.

Tolunay, D., (2011). Total carbon stocks and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry,* 35 (2011) 265-279.

Tolunay, D.. Öztürk, S., Gürlevik, N., Karakaş, A., Akkaş , M. E., Adıgüzel, U., Taşdemir, C. & Aytar, F., (2013). Türkiye ormanlarının sağlık durumu, T.C Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.

Tucker, C. J., Dregne, H. E. & Newcomb, W. W., (1991) . Expansion and contraction of the Sahara desert from 1980 to 1990. *Science,* 253, pp.299-301.

Tüfekçioğlu, A., Yüksek, T. & Kalay, H. Z., (2002). Gümüşhane ili Torul ilçesi yalancı akasya ağaçlandırmalarının biyokütle ve bazı özellikleri yönünden incelenmesi.

Tüfekçioğlu, A., Günes, S. & Küçük, M., (2004). Root biomass and carbon storage in Oriental Spruce an beech stands in Artvin, Turkey. *Journal of Environmental Biology:* 25(1):317-320.

Trenberth, K., Miller, K., Meams, L. & Rhodes, S., (2000). Effects of changing climate on weather and human activities (The global change instruction program) lncludes bibliographical references and index. ISBN 1-891389-14-9.

Uğurlu, S., Araslı, B. & Sun, O., (1976). Stebe geçiş yörelerindeki sarıçam meşcerelerinde biyolojik kütlenin saptanması. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. 80, 48 s.

URL-1, https://kastamonu.tarimorman.gov.tr/Menu/46/Cografi-Yapisi

URL-2, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü. Erişim adresi: https://kastamonuobm.ogm.gov.tr/Sayfalar/Kurulusumuz/GenelBilgiler.aspx

URL-3, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Erişim adresi: https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=KASTAMONU

URL-4, http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx

URL-5, Orman Genel Müdürlüğü web sayfası erişim adresi: www.web.ogm.gov.tr/diger/iklim/Dokumanlar/MakaleBildiri/isinma_onem.pdf. 11 Nisan 2011

Vande Walle, I., Mussche, S., Samson, R., Lust, N. & Lemeur, R., (2001), The Above-and belowground carbon pools of two mixed dedicious forest located in East-Flanders (Belgium), *Annals of Forest Science*, 58, 507-517.

Wang. J., Price, K. P., Rich, P. M., (2001). Spatial pattems of NDVI in response to precipitation and temperature in the central Great Plains. *International Journal of Remote Sensing*, 22(18), pp.3827- 3844.

Yavuz H., Mısır, M., Mısır, N., Tüfekçioğlu, A., Karahalil, U. & Küçük, M., (2010). Karadeniz bölgesi saf ve karışık Sarıçam (Pinus sylvetris L.) meşcereleri için mekanistik büyüme modellerinin geliştirilmesi, biyokütle ve karbon depolama miktarlarının belirlenmesi, TÜBİTAK Proje No: 1060274.

Zhu, B., Wang, X., Fang, J., Piao, S., Shen, H., Zhao, S. & Peng, C., (2010). Altitudinal changes in carbon storage of temperate forests on Mt Changbai, Northeast China, *JPR Symposium*, 123, 439-452.

Zengin, M. (1997). Kocaeli yöresinde orman ekosistemlerinin hidrolojik ağaçlandırmalar yönünden karşılaştırılması, Orman Bakanlığı Yay. No:055, İzmit.

Zengin, N., (2010). Giresun. ili Alucra yöresi sarıçam meşcerelerinde bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. *Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Artvin.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Aydın PİRİZOĞLU

Doğum Yeri ve Yılı : Kastamonu / 1982

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : aydinpirizoglu@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Kuzeykent Lisesi

Lisans : İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi

Mesleki Deneyim

İş Yeri : Aydın Ormancılık Mühendislik Müşavirlik İnşaat Ticaret San. Ltd. Şti