



T.C.

**BARTIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ALADAĞ-DEMİRCİLER PLAN ÜNİTESİNİN KARBON DEPOLAMA
KAPASİTESİNİN İNCELENMESİ**

**HAZIRLAYAN
MELİH KOCAMAN**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. BİRSEN DURKAYA**

BARTIN-2019



T.C.

**BARTIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ALADAĞ-DEMİRCİLER PLAN ÜNİTESİNİN KARBON DEPOLAMA
KAPASİTESİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAZIRLAYAN
Melih KOCAMAN**

JÜRİ ÜYELERİ

Danışman	: Doç. Dr. Birsen DURKAYA	- Bartın Üniversitesi
Üye	: Prof. Dr. Ahmet SIVACIOĞLU	- Kastamonu Üniversitesi
Üye	: Doç. Dr. Tuğrul VAROL	- Bartın Üniversitesi

BARTIN-2019

KABUL VE ONAY

Melih KOCAMAN tarafından hazırlanan “ALADAĞ-DEMİRCİLER PLAN ÜNİTESİNİN KARBON DEPOLAMA KAPASİTESİNİN İNCELENMESİ ” başlıklı bu çalışma, 12.09.2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Birsen DURKAYA (Danışman)

Üye : Prof. Dr. Ahmet SIVACIOĞLU

Üye : Doç. Dr. Tuğrul VAROL

Bu tezin kabulü Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/...../20... tarih ve 20...../.....-..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. H. Selma ÇELİKİYAY
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Birsen DURKAYA'nın danışmanlığında hazırlamış olduğum “ALADAĞ-DEMİRCİLER PLAN ÜNİTESİNİN KARBON DEPOLAMA KAPASİTESİNİN İNCELENMESİ” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

12.09.2019

Melih KOCAMAN

ÖNSÖZ

Üniversite hayatım boyunca lisans döneminde olduğu gibi yüksek lisans çalışma döneminde de her türlü konuda beni yalnız bırakmayarak danışmanlığımı üstlenen, araştırma konusunun seçiminden sonuçlandırılmasına kadar katkı ve emeklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Birsen DURKAYA'ya saygıyla ve içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince her zaman yanımda olan, ilgi ve desteğini benden esirgemeyen değerli arkadaşım Berk ARIKAN'a, hayatımın her aşamasında maddi ve manevi yardımlarını benden esirgemeyerek beni bu günlere getiren aileme ve yüksek lisans öğrenimim boyunca yanımda olarak bana destek olan arkadaşım Barış BOLAT'a sonsuz sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, çalışmamın her aşamasında fikirlerine başvurduğum değerli Orman Yüksek Mühendisi Müjdat ULUDAĞ'a teşekkürü borç bilirim.

Hayatımın her safhasında olduğu gibi tez çalışmam süresince de verdikleri moral ve destek ile beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan kıymetli aile büyüklerim ve dostlarıma sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Melih KOCAMAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ALADAĞ-DEMİRCİLER PLAN ÜNİTESİNİN KARBON DEPOLAMA KAPASİTESİNİN İNCELENMESİ

Melih KOCAMAN

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Birsen DURKAYA

Bartın-2019, sayfa: 46

Bu çalışmada, Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Aladağ Orman İşletme Müdürlüğü, Demirciler Orman İşletme Şefliği'nin ormanlarının 1986-1995 ve 2009-2018 yıllarının biyokütle ve karbon tutma kapasiteleri hesaplanmıştır. Ormanlarının biyokütle ve karbon depolama miktarları Allometrik Biyokütle Yöntemi (ABD) ve Biyokütle Genişletme Faktörü (BEF) yöntemine göre belirlenmiştir. ArcGIS 10.3 ortamında haritalandırılmıştır. Planlama biriminin karbon depolama miktarı, 1986-1995 Plan dönemi için; Allometrik Biyokütle Yöntemi (ABD) ile 340.078,84 ton; Biyokütle Genişletme Faktörü (BEF) yöntemiyle 302.835,18 ton olarak hesaplanmıştır. 2009-2018 Plan döneminde ise Allometrik Biyokütle Yöntemi (ABD) ile 554.327,44 ton; Biyokütle Genişletme Faktörü (BEF) yöntemiyle 505.582,22 ton olarak hesaplanmıştır. Allometrik denklem yönteminde, ağaç türleri için, çapa bağlı geliştirilen denklemler kullanıldığından diğer yonteme göre daha sonuçlar verdiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Allometrik denklem yöntemi; BEF; biyokütle; Bolu; karbon.

Bilim Kodu: 502.03.01

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

INVESTIGATION OF CARBON STORAGE CAPACITY ALADAG-DEMIRCILER PLANNING UNNITS

Melih KOCAMAN

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Forest Engineering

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Birsen DURKAYA

Bartın-2019, pp: 46

In this study, biomass and carbon stock capacities of forests in Bolu Forest Regional Directorate, Aladağ Forest Management Directorate and Demirciler Planning Unit between 1986-1995 and 2009-2018 were calculated. Biomass and carbon storage amounts of forests were determined according to Allometric Biomass Equations Method (ABD) and Biomass Expansion Factor (BEF) method. Mapping was done by using ArcGIS 10.3 The carbon storage amount of the planning unit for the 1986-1995 Plan period; was calculated as 340.078.84 tons by Allometric Biomass Method (ABD); as 302.835.18 tons by Biomass Expansion Factor (BEF). Carbon storage amounts was calculated as 554.327,44 tons by Allometric Biomass Method (ABD) in during the 2009-2018 Plan period; using Biomass Expansion Factors (BEF) was calculated as 505.582,22 tons. It is thought that since allometric equations use diameter-dependent equations, they provide more accurate results than BEF.

Keywords: Allometrik equation method; BEF; biomass; Bolu; carbon calculation.

Science Code: 502.03.01

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY	ii
BEYANNAME.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	1
1.1 Genel Bilgiler.....	1
1.2 Biyokütle ve Hesaplama Yöntemleri.....	6
1.2.1 Allometrik biyokütle denklemleri (ABD) yöntemi.....	9
1.2.2 Biyokütle genişletme faktörü (BEF) yöntemi	10
BÖLÜM 2 MATERYAL ve YÖNTEM.....	13
2.1 Materyal	13
2.1.1 Demirciler Orman İşletme Şefliği	13
2.2.1. ABD yöntemiyle biyokütle ve karbonun hesaplanması.....	16
2.2.2. BEF yöntemiyle biyokütle ve karbonun hesaplanması.....	17
2.2.3. Karbon depolama kapasitesinin haritalanması	18
BÖLÜM 3 BULGULAR ve TARTIŞMA.....	19
3.1 ABD Yöntemine İlişkin Bulgular	20
3.2 BEF Yöntemine İlişkin Bulgular	21
3.3 ABD ve BEF Yöntemlerinin Karşılaştırılması	23
BÖLÜM 4 SONUÇLAR ve ÖNERİLER	32

KAYNAKLAR.....	38
ÖZGEÇMİŞ.....	46

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
1.1: Sera gazı etkisi (URL-1, 2019).	3
1.2: Bir ağaçta biyokütlenin toprak altı ve toprak üstü elemanlara dağılımı (URL-2, 2019).	7
1.3: Bitkilerdeki fotosentez olayı (URL-3, 2019).	8
2.1: Demirciler Orman İşletme Şefliği sınırları.	14
3.1: Demirciler Orman İşletme Şefliği tür dağılışı 1986-1995.	19
3.2: Demirciler Orman İşletme Şefliği tür dağılışı 2009-2018.	20
3.3: Demirciler ABD yöntemi ile hesaplanan toprak üstü karbon miktarı.	28
3.4: Demirciler ABD yöntemi ile hesaplanan toprak altı karbon miktarı.	28
3.5: Demirciler BEF yöntemi ile hesaplanan toprak üstü karbon miktarı.	29
3.6: Demirciler BEF yöntemi ile hesaplanan toprak altı karbon miktarı.	29
3.7: Demirciler ABD yöntemi ile hesaplanan toprak üstü biyokütle miktarı.	30
3.8: Demirciler ABD yöntemi ile hesaplanan toprak altı biyokütle miktarı.	30
3.9: Demirciler BEF yöntemi ile hesaplanan toprak üstü biyokütle miktarı.	31
3.10: Demirciler BEF yöntemi ile hesaplanan toprak altı biyokütle miktarı.	31
4.1: Demirciler OİŞ 1985-1996 plan dönemi için ABD ve BEF değerleri.	33
4.2: Demirciler OİŞ 2009-2018 plan dönemi için ABD ve BEF değerleri.	33
4.3: Demirciler OİŞ'nin plan dönemlerindeki karbon değişimi (1986-1995).	34
4.4: Demirciler OİŞ'nin plan dönemlerindeki karbon değişimi (2009-2018).	35

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
1.1: Sera gazları etki oranları ve emisyon kaynakları.	2
1.2: Temel sera gazlarında artış miktarı.	2
1.3: FRA 2010'a göre karbon hesaplaması.	11
1.4: Asan tarafından (1995 ve 2002) önerilen formüller ve katsayılar.	11
1.5: ETFOP yönetmeliğindeki formüller ve katsayılar.	12
2.1: Demirciler Orman İşletme Şefliği meşcere tipleri ve alanları (2009-2018).....	14
2.2: Demirciler Orman İşletme Şefliği meşcere tipleri ve alanları (1986-1995).....	15
2.3: Ağaç türleri için geliştirilen Allometrik Biyokütle denklemleri.	17
3.1: ABD Yöntemi kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları (ton).	21
3.2: BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.	22
3.3: Demirciler OİŞ 1986-1995 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları (ton/ha).....	23
3.4: Demirciler OİŞ 2009-2018 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.	24
3.5: Demirciler 1986-1995, 2009-2018 periyotlarına göre ABD ve BEF ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı biyokütle ve karbon miktarlarında meydana gelen değişimin yüzdesi (%).	25
3.6: Demirciler OİŞ için 1986-1995 ve 2009-2018 periyotlarındaki ABD ile hesaplanan biyokütle ve karbon değerinin BEF'e göre yüzde farkı.....	27

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AS	: Ağaç Serveti Hacmi
ABD	: Allometrik Biyokütle Denklemi
ATBÇF	: Ağaç Türüne Bağlı Çevirme Faktörü
BEF	: Biyokütle Çevrim Faktörü
BM	: Birleşmiş Milletler
BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
CFC	: Kloroflorokarbon
COP	: Conferances Of The Parties Party
d _{1.30}	: Göğüs Çapı
ETFOP	: Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarında
FKA	: Fırın Kuru Ağırlık
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change
LULUCF	: Land Use Land Use Change And Forestry
NGGIP	: Ulusal Sera Gazları Envanteri Programı
OİŞ	: Orman İşletme Şefliği
R	: Kök/Sak Oranı
REDD	: Reducing Emissions From Deforestation And Forest Degradation
TÜBK	: Toprak Üstü Biyokütle
TABK	: Toprak Altı Biyokütle
TBK	: Toplam Biyokütle
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı
UNFCCC	: United Nations Framework Convention on Climate Change
WNO	: Dünya Meteoroloji Örgütü
YİF	: Yeşil İklim Fonunu

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Genel Bilgiler

İnsanoğlunun ormanlarla ilk ilişkisi barınma ve beslenme gibi temel ihtiyaçlarının karşılanmasıyla başlamıştır. İnsanların hayvancılık ve tarım yapmasıyla birlikte kullanılan ormanlık alanlar artmaya başlamıştır. Yerleşik hayata geçilmesiyle barınma, ısınma, savaş araçları ve gemi yapımı gibi amaçlarla doğal kaynaklar giderek daha fazla bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

Dünyadaki nüfus artışı, sanayileşme ve şehirleşmenin sonucu olarak doğal kaynaklara olan talepler giderek hızlı bir artış göstermiştir. Artan taleplerin karşılanması esnasında doğal kaynakların bilinçsiz kullanımı, arazi kullanım değişikliğinin orman ekosisteminin tahribine kadar ulaşması, sera gazlarının özellikle de atmosferik karbondioksitin (CO_2) artışına neden olmuştur (UN, 1992). Küresel ısınmanın en büyük nedenlerinden biri bu gazın atmosferde çok küçük bir yüzdelerde bulunurken giderek sınır değerini aşması durumudur (Vashum ve Jayakumer, 2012; IPCC, 2013). Atmosferdeki sera gazlarının olması gereken miktarın üzerine çıkması nedeniyle dünyanın sıcaklığının yapay olarak artışı küresel ısınmaya sebep olmaktadır (Şekil 1). Küresel ısınmayı artmasına sebep olan sera gazlarının etki oranları ve emisyon kaynakları Tablo 1.1’de gösterilmiştir (Görücü ve Eker, 2009). Küresel ısınmayla beraber kar ve buzulların erimesiyle deniz seviyesinde artışlar gözlenecektir (IPCC, 2007). İleriki yıllarda kar ile kaplı alanlarda azalmalar ve Arktikte buzulların büyük bir bölümünün su üzerinde hareket edeceği gözlenmiştir (Wang ve Overland, 2009). Bununla beraber sıcaklıklarda gözle küçümsenemeyecek derece artışları olacağı insanlar tarafından bilinmektedir. Sıcaklardaki artışların orman yangınları, kuraklıkları ve su kaynaklarında azalma oluşmasında etkili olacaktır (Aksay vd., 2005). Oluşan bu durumların sonucun da ekosistemdeki türlerde azalmalar söz konusudur (Schneider vd., 2007; Edwards vd., 2001; Green vd., 2003). Bunlar salgın hastalıkların ortaya çıkmasına neden olup özellikle çocuk ve yaşlılar üstünde olumsuz etkiler bırakacaktır.

Tablo 1.1: Sera gazları etki oranları ve emisyon kaynakları.

Sera Gazları	Etki Oranları (%)	Emisyon Kaynağı
Karbondioksit	53,2	Fosil yakıtlar ve ormansızlaşma
Metan	17,3	Biyolojik ve tarımsal faaliyetler
Kloroflorokarbon	21,4	Endüstriyel üretim
Azot Oksitler	8,1	Enerji ve gübre kullanımı

İnsanoğlunun etkisi ile sera gazı yoğunluğu atmosferde günümüzden 169 yıl önce artış göstermiştir. Bunun sebebi ise sanayi devrimi ile oluşan enerji talebidir. Enerji talebini karşılamak için kullanılan fosil yakıtların artış göstermesidir (Tablo 1.2) (IPCC, 2007; 2013).

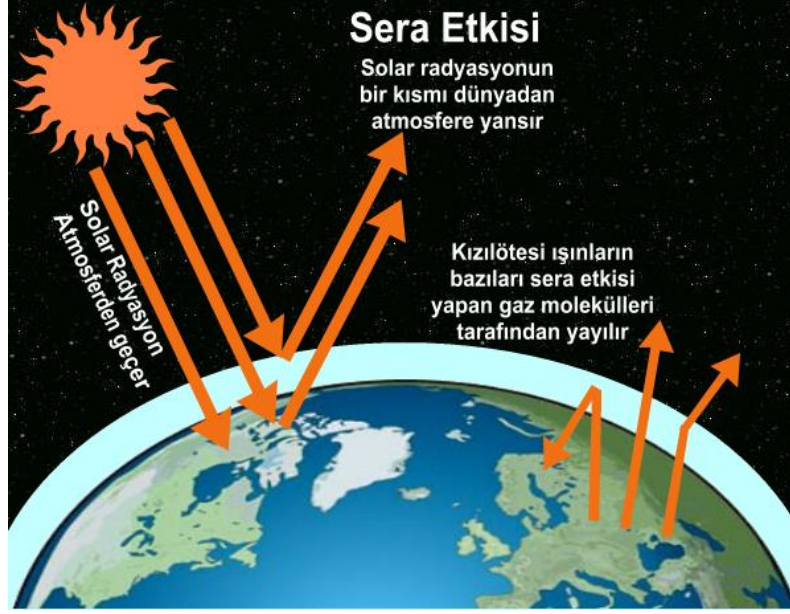
Tablo 1.2: Temel sera gazlarında artış miktarı.

Sera Gazı	1850 öncesi	2011	Artış oranı
CO ₂	280 ppm*	391 ppm	%40
CH ₄	715 ppb**	1803 ppb	%152
N ₂ O	270 ppb	324 ppb	%20

* ppm: parts per million (milyonda bir anlamına gelen kütleli yoğunluk birimi)

** ppb: parts per billion (milyarda bir anlamına gelen kütleli yoğunluk birimi)

Dünyada son 180 yılda gerçekleşen bu olumsuz durum karşısında CO₂ ve diğer sera gazlarının atmosferdeki miktarlarının hızlı artması sonucunda meydana gelen küresel ısınma ve iklim değişikliğinin oluşması ulusların birlikte mücadelesini gerektirmiştir (Forste vd., 2007). Atmosferdeki sera gazlarının olması gereken miktarın üzerine çıkması nedeniyle dünyanın sıcaklığının yapay olarak artışı küresel ısınmaya sebep olmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: Sera gazı etkisi (URL-1, 2019).

Dünya'nın girdiği bu süreçte uluslararası ilk müzakere 1972 yılında Stockholm'de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler (BM) uluslararası çevre konferansıdır. Bu konferansta insan faaliyetlerinin çevre üzerine olumsuz etkilerinden bahsedilmiştir. Vurgulanan durum ise bu sorunun yalnızca uluslararası ortak bir çabayla çözülebileceği konusudur (ÇOB, 2008). 1972 yılının son ayında Birleşmiş Milletler çevre programı (UNEP) kurulmuştur. Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'nün 1979 yılının Şubat ayında düzenlemiş olduğu iklim değişikliği konferansı ise uluslararası alanda yapılan ilk adım olarak bahsedilmektedir (Yamanoğlu, 2006). 1985 yılında ise Viyana Sözleşmesi imzalanmıştır. Bu sözleşme Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) öncülüğünde hazırlanmıştır. Sözleşmenin amacı ozon tabakasının korunmasıdır. Ozon tabakasını incelten maddelerin kullanımının azaltılmasına ve kontrolüne yönelik Montreal Protokolü (1987) hayata geçirilmiştir (Jacob, 2005). Toronto Konferansı 1988 yılında düzenlenmiştir. Toronto konferansında 2005 yılına kadar CO₂ emisyonlarının %20 oranında azaltılmasına yönelik uluslararası bir sözleşme hazırlanması önerilmiştir. CO₂ üzerinde bilimsel çalışmalar yapmak amacıyla hükümetler arası iklim değişikliği paneli (IPPC) kurulmuştur (Karakaya ve Özçağ, 2003). İnsan kaynaklı faaliyetlerin dünyada meydana getirdiği olumsuz etkiyi engellemek, atmosferdeki sera gazı birikimlerinin artışını durdurmak amacıyla, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) 1992 tarihinde Brezilya'da düzenlenmiştir (UNFCCC, 1992). BMİDÇS'nin ilk çalışmaları burada yapılmıştır. Bu sözleşme; temel olarak sera gazlarının atmosfer üzerindeki etkisinin artmasını buna bağlı

olarak arazi kullanımı, yakıt, enerji gibi temel kaynaklarındaki azaltım çalışmalarına yönelik uluslararası çevre sözleşmesidir. 1995 İlk Taraflar Konferansı (Conferences of The Parties Party-COP) düzenlenmiştir. Almanya'nın Berlin şehrinde gerçekleştirilen COP 1'de İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde gerçekleştirilecek eylemlerin çerçevesini çizilerek, sera gazı emisyonlarının 2000 yılları sonrası için 1990'ların seviyesine indirebilmek adına yapılacaklar belirlenmiştir (Ulueren, 2001). BMİDÇS sekreteryası 1996 yılında kurulmuştur. 1997'de COP 3 Taraflar konferansındaki müzakereler sonucunda Kyoto Protokolü kabul edilmiştir. Bu protokol küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle dünya çapında mücadele etmeyi hedefleyen bir sözleşmedir. Temel amacı ise atmosferde sera gazı yoğunluğunun iklimi tehdit etmeyecek seviyelerde dengede kalmasını sağlamaktır (Saraçoğlu, 2013). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) içinde 1997 yılında imzalanmıştır. Kyoto Protokolü, Rusya'nın 2004 yılında anlaşmayı onaylamasından 3 ay gibi bir süre sonra 16 Şubat 2005 yürürlüğe girmiştir. Taraflarının ilk toplantısı ise Montreal'de yapılmıştır. Kyoto protokolü imzalayan ülkeler, CO₂ ve sera etkisine neden olan gazların salınımını azaltmayı taahhüt etmişlerdir (Dışişleri Bakanlığı, 2010). Sözleşmenin etkin ve devamlı şekilde devam etmesi için 2007 yılında Bali Eylem Planını içeren Bali Yol Haritası kabul edilmiştir (ENB, 2013; 2014).

COP-15 2009 yılında Kopenhag'da düzenlenmiştir. Konferansta Kopenhag Mutabakatı hazırlanmış ve Sekreteryaya sunulmuştur. Çoğu ülke tarafından kabul gören bu mutabakat da sıcaklıklardaki artışın 2 °C ile sınırlandırılması ve uyum, teknoloji gibi konularında yapılacak desteklerin kayıt altına alınması, gelişmekte olan ülkelere finansal destek sağlanması, Yeşil İklim Fonu'nun kurulması konuları yer almıştır (UNFCCC, 2010).

2010 yılında COP-16 Meksika'nın Cancun şehrinde düzenlenmiştir. Konferansta Cancun Antlaşmaları hazırlanmış ve çoğu ülke tarafından kabul görmüştür. Antlaşmalarda ülkeler karşılıklı bir şekilde kendi emisyon azalım taahhütlerini resmileştirmiştir (UNFCCC, 2010).

2011 yılında COP-17 Güney Afrika Cumhuriyeti'nin Durban şehrinde düzenlenmiştir. Konferansta 2. taahhüt döneminin oluşturulması, Yeşil İklim Fonu'nun 2015 yılına kadar çalışır hale gelmesi, 2020 yılında uygunacak şekilde ve ülkeleri kapsayacak yasal bağlayıcılığı olacak düzeyde protokolün hazırlanması kararları alınmıştır (ENB, 2013; 2014; UNFCCC, 2014).

COP-18 2012 yılında Katar'ın Doha şehrinde düzenlenmiştir. 'Doha İklim Geçidi' adı altında birçok karar alınmıştır. Bu konferans sonucunda "İklim Değişikliğinden Kaynaklanan Kayıp ve Zararlar" kavramı çerçevesinde iklim değişikliğinden etkilenen ülkelerin zararlarının tazmin edilmesi kararı alınmıştır (Kıvılcım, 2013).

2013 yılında COP-19 Varşova'da düzenlenmiştir. Konferans alınan kararlarda Durban platformunun geliştirilmesi, Yeşil İklim Fonu'ndan 2014 yılında yardım yapılması ve uzun vadeli finansmanı, ormansızlaşma ve bozulmadan kaynaklanan emisyonların azaltılması (Reducing Emissions from Deforestation and Degradation-REDD plus) için Varşova çerçevesini ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilenen ülkelerde yaşanacak zararların ele alınması için Varşova Uluslararası Kayıp ve Zarar mekanizması kurulmuştur (UNFCCC, 2014).

2014 yılında COP-20 Lima'nın Peru kentinde düzenlenmiştir. 2015 yılında Fransa'da COP-21 düzenlemiştir. 195 ülke tarafından kabul gören küresel nitelikteki Paris Antlaşma'sın da Sanayi devriminden bugüne kadar 1,5 °C ye ulaşan ısınmanın 2 °C'nin daha altınada bir değerde tutulmasına karar verilmiştir. Fosil yakıt kullanımının azaltılması konusunda birlik sağlanmıştır.

COP-22 2016 yılında Marakeş'te düzenlemiş ve toplantıda Paris Anlaşması ile kabul gören yönetmeliği uygulamaya dökmek ve atmosferdeki ısınma yüzdesini 1,5 seviyesinde tutmaktır. COP-23 ise 6-17 Kasım 2017 tarihinde Almanya'nın Bonn şehrinde gerçekleşmiştir. Görüşmede Paris Anlaşmasında kabul edilen atmosferdeki ısınma yüzdesini 1,5 seviyesinde sınırlamak için 'Kural Kitabı' yazılmasına odaklanılmıştır. COP-23 dikkat çeken konu ise kömür kullanımının azaltılmaya gidilmesidir. COP-24 ise Polanya'nın Katowice kentinde gerçekleşmiştir. Türkiye, OECD üyesi olduğu için BMİDÇS'nin Ek-I ve Ek-II listelerinde yer almıştır. BMİDÇS'ye taraf olmayan Türkiye, durumunu değiştirmek için uzun süre mücadele vermiştir. 2001 yılında Marakeş'te düzenlenen 7. Taraflar Konferansında "Türkiye'nin isminin Ek-II'den silineceği ve özel şartlar tanınarak diğer Ek-I ülkelerinden farklı bir konumda Ek-I'de yer alacağı" yönünde karar alınmıştır. Türkiye, 2004 yılında BMİDÇS'ye taraf olmuştur. 2009 yılında ise Türkiye Büyük Millet Meclisi'nde 5386 sayılı BMİDÇS'ne göre Kyoto Protokolü'ne katılmanın mümkün olduğuna dair kanunun kabul edilmesinin ardından 2009'da Kyoto Protokolü'ne resmen katılım kararlaştırılmıştır (Anon, 2009).

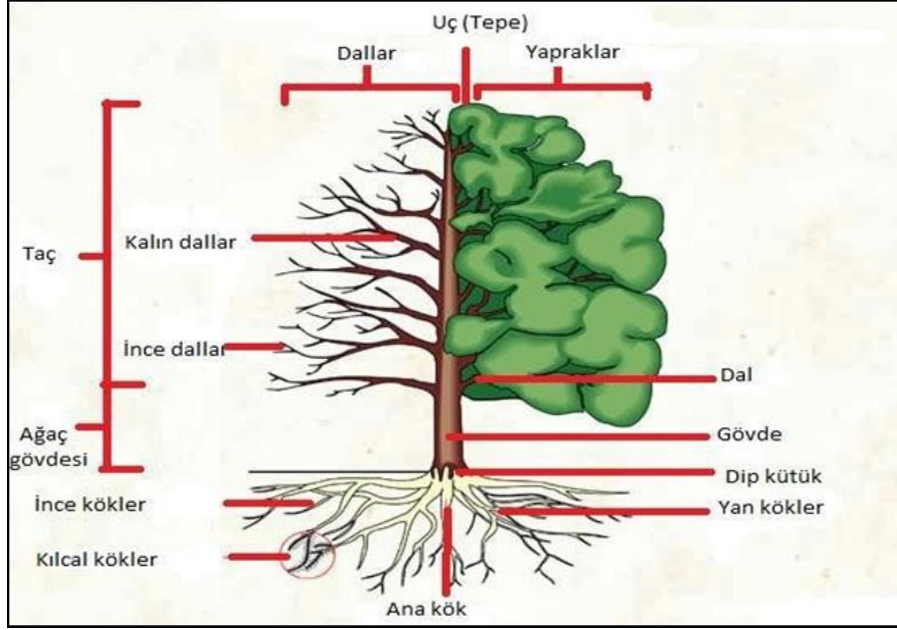
Türkiye'nin Kyoto Protokolü'nün birinci ve ikinci döneminin sera gazı emisyon azaltım taahhüdü bulunmamaktadır. Bununla birlikte Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, gibi ülkelerin taahhüt almamış olması Kyoto Protokolü'ne zarar vermiş Türkiye'nin gelişmekte olan ülkeler gibi Kyoto Protokolü mekanizmalarından yararlanması konusunda ilerleme sağlanamamıştır.

Dünya üzerinde tüm bitkiler tarafından tutulan karbonun %75'i ormanlar tarafından depolanması nedeniyle, küresel ısınmanın etkilerinin azaltılması ve geciktirilmesinde ormanlar çok büyük etkiye sahiptir (Woodwell vd., 1978; Hashimoto vd., 2000).

Yeryüzünde küresel ısınmaya birinci sırada neden olan sera gazı CO₂ ormanlarda bulunan yeşil bitkiler tarafından fotosentez yoluyla depolanmaktadır. Fotosentez ile enerji kaynağı olarak bitkisel maddeler üretirken, atmosferden aldığı CO₂'yi de O₂ olarak geri vermektedir. Yapraklarda depolanmış halde bulunan biyokütlenin yakılmasıyla ortaya çıkan CO₂ daha önce bu maddelerin oluşması esnasında atmosferden alındığından, çevre CO₂ salınımı açısından korunmuş olmaktadır. Günümüzde orman ekosistemleri tarafından tutulan CO₂ miktarlarının belirlenmesinde yaygın olarak biyokütle çalışmalarından yararlanılmaktadır (Durkaya ve Durkaya, 2008).

1.2 Biyokütle ve Hesaplama Yöntemleri

Biyokütle, çoğunlukla birim alanda bulunan yeşil bitkilerin fotosentez yoluyla büyüyen ve gelişimini tamamlayan bitkisel organizmaların, kütle olarak düşünülmesini ifade eden bir tanımdır. Biyokütle tanımı ormancılıkta ise belirli büyüklükteki orman alanında ağaç ve ağaçcık topluluklarının toplam miktarı anlaşılmaktadır. Biyokütle terimini, belli bir zaman dilimi içerisinde alansal olarak ya da hacimsel olarak toprak altı ve toprak üstünde yaşayan bitkisel ve hayvansal maddelerin miktarıdır (Saraçoğlu, 2008; Sun vd., 1976;1980; Alemdağ, 1981). Biyokütle, yaş ağırlık ve kuru ağırlık (kg veya ton) olarak da ifade edilmektedir. Buna karşın yaş ağırlık değerinden çok kuru ağırlık değeri tercih edilmektedir (Durkaya ve Durkaya, 2008). Bunun sebebini ağaç türüne, yetiştirme ortamına, kesim zamanına, iklim koşullarına ve ağaç içerisindeki gövdenin boyuna kesitinde alt bölümden üst bölüme ve yatay kesitine göre mevcut rutubetin gösterdiği farklılıklardır. Hatta bu rutubet farklılıkları ilkbahar ve yaz odunu arasında olduğu gibi dal odunu ve öz odunu arasında da gözlenmektedir (Saraçoğlu, 1998).



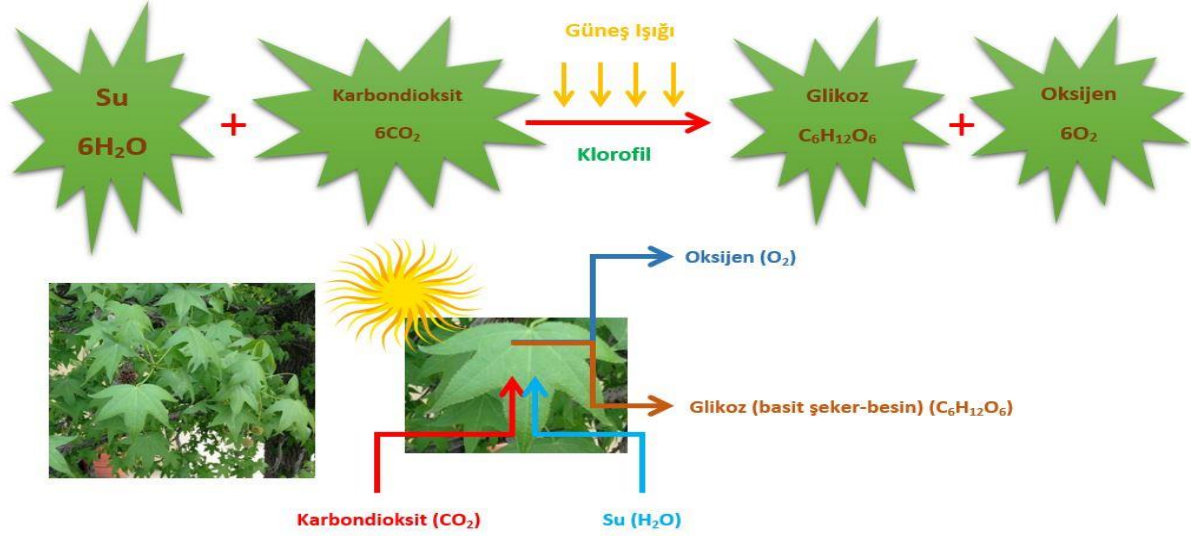
Şekil 1.2: Bir ağaçta biyokütlenin toprak altı ve toprak üstü elemanlara dağılımı (URL-2, 2019).

Ormanlık alanlarda biyokütle ağaç ve ağaççıkların gövdeler, dallar, yapraklar ve ormanlarda atık olarak bırakılmış maddeler ile yaşayan hayvanlar ve mikroorganizmalardan oluşmaktadır. Dünyada biyokütlenin %90'nı ormanlardaki bitkisel organizmalarda bulunmaktadır (Şekil 1.2).

Dünyadaki orman alanlarının yıllık net biyokütle üretimi yaklaşık olarak 50×10^{19} ton olarak tahmin edilmektedir. Bu üretim miktarı ile orman alanları diğer geri kalan vejetasyon formlarının (ziraat alanları, çayırliklar, otlaklar, stepler, tundralar, vd.) fotosentezle ürettiği bütün birincil biyokütle miktarından fazladır (Saraçoğlu, 2017).

1970'li yıllarda ortaya çıkan petrol krizinin çıkmasıyla, yenilenebilir enerji kaynaklarının ön plana çıkmasında etkili olmuştur. Küresel iklim değişiminin gündeme gelmesiyle birlikte biyokütle çalışmaları; orman ekosisteminin sürdürülebilirliği, biyolojik çeşitliliğin korunması, karbon stok değişiminin belirlenmesi ve küresel karbon döngüsünün anlaşılması açısından önem taşımaktadır. Küresel ısınmayla mücadelede ormanlık alanların artırılmasının büyük önemi vardır.

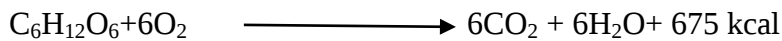
Fotosentez: bitki yapraklarındaki klorofil maddesi ve güneş enerjisinin yardımıyla su ve karbondioksitin birleşerek organik madde olan glikoza ve oksijene dönüştürülmesi olayıdır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3: Bitkilerdeki fotosentez olayı (URL-3, 2019).

Şeklinde organik madde olan glikoza dönüştürülmesi olayıdır. Üretilen organik maddeler bitkilerin başta gövde olmak üzere dal, kök, yapraklarında çeşitli bileşikler halinde biriktirir. Zaman içerisinde bitkinin genetik özelliğine bağlı olarak bitki organları gelişir, hacim ve ağırlığında belirli bir artış gerçekleşir.

Bitkiler fotosentez aracılığıyla ürettiği organik maddelerin bir bölümünü yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi için tüketir. Glikozu enerji kaynağı olarak kullanarak fotosentezin tersi bir reaksiyonla karbondioksit, su ve enerji açığa çıkmaktadır. Bu işlem sonucunda bitkide ağırlık ve hacim kaybı oluşmaktadır.



Bu durumda bitkinin net üretimi, belirli bir zaman dilimi içerisinde ürettiği bitkisel madde miktarı ile yaşamı için harcadığı organik miktarı arasındaki fark olarak ifade edilir (Kalıpsız, 1988).

Ormanların bünyesinde barındırdığı yeşil bitkiler atmosferde bulunan karbondioksiti, fotosentez yaparak bünyesini içerisinde tutmaktadır ve küresel karbon döngüsünde önemli

bir rol üstlenmektedirler (Dixon vd., 1994; Houghton, 1997; Goodale, 2002; Binkley, 2004). Dünya çapında karbon depolamaya bakıldığında toprak üstü olarak %80'den fazlası ormanlar bünyesinde depolamaktadır (Jandl vd., 2007). Bu durum, karasal ekosistemlerden olan çayır-mera ve tarım arazilerine kıyasla, orman ekosistemlerini daha değerli hale getirmektedir. Arazi Kullanımı, Arazi Kullanımı Değişimi ve Ormancılık İçin İyi Uygulama Rehberi'nde (Good Practise Guidance for LULUCF) objektif ve uygun yöntemler kullanılarak yapılan karbon stok değişimi hesaplamaları istenmekte, ayrıca değişikliklerin belirlenerek zaman içerisinde azaltılmasını öngörmektedir (IPCC, 2003). Bu sebeplerle, orman karbon stoklarının doğru ve eksiksiz olarak belirlenebilmesine yönelik artan bir ilgi vardır (Brown, 2002).

Orman alanlarının karbon depolama kapasitelerinin ve karbon depolamasındaki değişimlerin belirlenmesinde orman biyokütlesinden yararlanılmaktadır ve bir bireyin biyokütlesinde biriken karbon miktarı ile bütün orman alanındaki karbon miktarını elde etmek mümkündür (Backkeus vd., 2005). IPCC ise karbon stok değişimlerinin belirlenmesinde orman envanterinin kullanılmasını gerektiren yöntemi önermektedir. Ancak orman envanterleri odun hacmine odaklanmakta, biyokütle hesaplamaya yönelik veriler bulundurmamaktadır (Coomes vd., 2002; Durkaya, 2013).

Orman envanterine dayalı bir karbon hesabı yapılırsa Biyokütle Genişletme Faktörleri (Biomass Expansion Factors (BEF)) kullanılarak dikili gövde hacminden toprak üstü ve altı karbon değerleri hesaplanmaktadır. Yeterli veri olması durumunda ağaç türleri için ayrı ayrı geliştirilen ve bölgelere ait Allometrik Biyokütle Denklemleri (ABD) kullanılmaktadır (Schroeder vd., 1997; Van Camp vd., 2004; Vande Walle vd., 2005; Durkaya vd., 2014).

1.2.1 Allometrik biyokütle denklemleri (ABD) yöntemi

Bitkinin kolay ölçülen değerlerinden biyokütle gibi daha zor belirlenen değerlere ulaşmasını kolaylaştıran ilişki allometridir (Huxley, 1993; Gower vd., 1999; Niklas vd., 2001; Niklas vd., 2005) ve matematiksel olarak ifade edilen bu ilişkiyi gösteren denklemler Allometrik Biyokütle Denklemleridir (Kangas vd., 2006; Shi vd., 2017). Biyokütle hesaplamalarında kesilen ağacın her bir parçasının ağırlığını belirlemek bizi daha doğru sonuçlara ulaştıracaktır (Durkaya vd., 2013). Fakat bu işlem için alanın tamamıyla kesilmesi etkin bir yöntem olmadığından örneklemeler üzerinden belirlenen

Allometrik Biyokütle Denklemleri (ABD) yaklaşımı tercih edilmektedir. ABD’de en fazla kullanılan parametreler göğüs çapı ve ağaç boyu değişkenleridir, ancak göğüs çapı ağaç boyuna kıyasla daha kolay ölçüldüğü ve hata payının daha düşük olması sebebiyle daha fazla kabul görmüş bir değişkendir (Wang, 2006). ABD kullanılarak dünyada ve ülkemizde çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Uğurlu vd., 1976; Sun vd., 1980; Pan vd., 1980; Martin vd., 1998; Saraçoğlu, 1992; Ter-Mikaelian vd., 1997; Durkaya, 1998; Gower vd., 1999; İkinci, 2000; Özkaya, 2004; Jenkins vd., 2004; Wang, 2006; Eckmulner, 2006; Mukkonen, 2007; Navar, 2009; Durkaya vd., 2009a, 2009b; 2010; 2013a, 2013b, 2013c; 2016; 2017; 2018; 2019; Henry vd., 2010; Çömez, 2010). Her ağacın fiziksel yapısı ve yoğunluğu farklı olduğundan dolayı her ağaç türü için ayrı ayrı ABD geliştirilmelidir (Ketterings vd., 2001; Durkaya vd., 2016). Günümüze kadar yapılan biyokütle ve karbon çalışmaları gelişmiş ülkelere kıyasla Türkiye’de daha kısıtlı olup, pek çok ağaç türü için henüz ABD’leri düzenlenmemiştir.

1.2.2 Biyokütle genişletme faktörü (BEF) yöntemi

Ormanlarının gelişimini izlemek adına ulusal orman envanterleri düzenlenmektedirler. Ulusal orman envanteri verileri kullanılarak toprak üstü biyokütleyi belirlemek, ormanda büyüyen hacim ile biyokütlenin ilişkili olduğu varsayımına dayanmaktadır (Shi ve Liu, 2017). Envanter verilerinden ağaç servetine dayalı olarak biyokütle belirleme iki şekilde yapılmaktadır. Bunlardan ilki Biyokütle Genişletme Faktörü ya da uluslararası kabul gören ismiyle Biomass Expansion Factor (BEF) yöntemidir. Bu yöntemde ağaç servetinin BEF katsayısı odun yoğunluk değeri ile çarpımı sonucu toprak üstü biyokütle değerine ulaşılmaktadır. Odun yoğunluk değeri fırın kurusu ağırlık değerinin yeşil haldeki hacim değerine oranıdır (Porte vd., 2002; Tobin vd., 2007). Daha sonra ise kök/sak oranı kullanılarak toprak üstü biyokütleden toprak altı biyokütleye dönüşüm yapılmaktadır. Uygun karbon dönüştürme katsayısı toplam biyokütle ile çarpılarak servette biriken karbon miktarı belirlenmektedir (IPCC, 2003; Tolunay vd., 2008; Durkaya vd., 2014). BEF değerleri, dikili servetleri biyokütleye veya dikili servet hacmini ticari olarak değerlendirilmeyen ağaç kısımlarında da biriken biyokütleyi dönüştüren genişletme faktörü olarak tanımlamak mümkündür (Milne vd., 1998; Schoene, 2002; IPCC, 2003; 2006; Somogyi vd., 2007; Tobin vd., 2007; Pajtik vd., 2008). BEF’ler sabit olmayıp, meşcere yaşına, sıklığına, bonitet derecesine ve ağaç türüne göre değişkenlik göstermektedir (Schroeder vd., 1997; Fang vd., 1998; Brown vd., 1989).

LULUCF kılavuzunda, orman ekosistemindeki canlı biyokütleyle ait karbon havuzlarında yıllık karbon stok değişimlerini hesaplamak için katsayılar belirlenmiştir. Türkiye ormanlarındaki karbon stok değişimlerinin GPG-LULUCF kılavuzuna uygun olarak hesaplanması sırasında kullanılacak katsayılar Tablo 1.3’te verilmiştir.

FRA-2010 ve LULUCF kılavuzuna göre tepe kapallılığı %10 ve daha aşağıda olan ormanlar bozuk nitelikli orman sayılmaktadır. Bu nedenle biyokütle ve buna bağlı karbon hesaplamalarının verimli ve verimsiz ormanlar için ayrı olarak belirlenmesi önerilmektedir (Tablo 1.3) (FRA, 2010; Yolasıǧmaz vd., 2016).

Tablo 1.3: FRA 2010’a göre karbon hesaplaması.

	Verimli		Bozuk	
	İğne Yapraklı	Geniş Yapraklı	İğne Yapraklı	Geniş Yapraklı
Toprak Üstü Biyokütle (TÜB)	DGHx0,496x1,22	DGHx0,638x1,24	DGHx0,496x1,22	DGHx0,638x1,24
Toprak Üstü Karbon (TÜK)	TÜB x 0,51	TÜB x 0,48	TÜB x 0,51	TÜB x 0,48
Toprak Altı Biyokütle (TAB)	TÜB x 0,29	TÜB x 0,24	TÜB x 0,40	TÜB x 0,46
Toprak Altı Karbon (TAK)	TAB x 0,51	TAB x 0,48	TAB x 0,51	TÜB x 0,48
Ölü Odundaki Karbon (ÖÖK)	TÜK x 0,01	TÜK x 0,01	TÜK x 0,01	TÜK x 0,01
Ölü Örtüdeki Karbon (ÖÖK)	Alan x 22	Alan x 13	Alan x 6	Alan x 2
Topraktaki Karbon	Alan x 34	Alan x 34	Alan x 34	Alan x 34
TOPLAM KARBON	TÜK+TAK+ÖÖK+ÖÖK+Topraktaki Karbon			

FRA-2010 kılavuzunda eşitliklerde kullanılan katsayılar için her ülkenin kendi değerlerini kullanması önerilmektedir. Asan (1995 ve 2002) tarafından Türkiye ormanlarında kullanılmak üzere önerilen katsayılar Tablo 1.4’te verilmiştir.

Tablo 1.4: Asan tarafından (1995 ve 2002) önerilen formüller ve katsayılar.

	Verimli	
	İğne Yapraklı	Geniş Yapraklı
Toprak Üstü Biyokütle (TÜB)	DGHx0,473x1,20	DGHx0,640x1,25
Toprak Üstü Karbon (TÜK)	TÜB x 0,45	TÜB x 0,45
Toprak Altı Biyokütle (TAB)	TÜB x 0,20	TÜB x 0,15
Toprak Altı Karbon (TAK)	TAB x 0,45	TAB x 0,45
Toprak üstü ölü-diri örtüdeki biyokütle (TÜÖDB)	(TÜB+ TAB) x 0,40	(TÜB+ TAB) x 0,40
Toprak üstü ölü-diri örtüdeki karbon (TÜÖDK)	TÜÖDBx0,45	TÜÖDBx0,45
Topraktaki Karbon	TÜB+TAB+TÜÖDB x 0,45x 0,58	TÜB+TAB+TÜÖDB x 0,45x 0,58
TOPLAM KARBON	TÜK+TAK+ TÜÖDK +Topraktaki Karbon	

2008 yılından itibaren Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planları'nda (ETFOP) önerilen yöntemle orman alanlarımızın biyokütle ve karbon hesaplamaları yapılmaktadır. ETFOP'un Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar (2014) kapsamında, Tolunay (2011, 2012) ile Tolunay ve Çömez (2008) tarafından FRA 2010 esas alınarak geliştirilen BEF katsayıları kullanılmaktadır. Tablo 1.5'te ETFOP'ta kullanılan katsayılar verilmiştir. Bu çalışmada ETFOP tarafından önerilen BEF katsayıları kullanılmıştır (Anon, 2014).

Tablo 1.5: ETFOP yönetmeliğindeki formüller ve katsayılar.

	İğne Yapraklı Orman	Geniş Yapraklı Orman	Bozuk Orman
Toprak Üstü Biyokütle (TÜB)	DGHx0,446x1,212	DGHx0,541x1,3	DGHx0,446x1,212
Toprak Üstü Karbon (TÜK)	TÜB x 0,51	TÜB x 0,48	TÜB x 0,51
Toprak Altı Biyokütle (TAB)	TÜB x 0,29	TÜB x 0,24	TÜB x 0,40
Toprak Altı Karbon (TAK)	TAB x 0,51	TaB x 0,48	TAB x 0,51
Ölü Odundaki Karbon (ÖÖK)	TÜB x 0,01 x 0,47	TÜB x 0,01 x 0,47	TÜB x 0,01 x 0,47
Ölü Örtüdeki Karbon (ÖÖK)	Alan x 7,46	Alan x 3,75	Alan x 1,86
Topraktaki Karbon	Alan x 76,56	Alan x 84,82	Alan x 19,14
TOPLAM KARBON	TÜK+TAK+ÖÖK+ÖÖK+Topraktaki Karbon		

BÖLÜM 2

MATERYAL ve YÖNTEM

2.1 Materyal

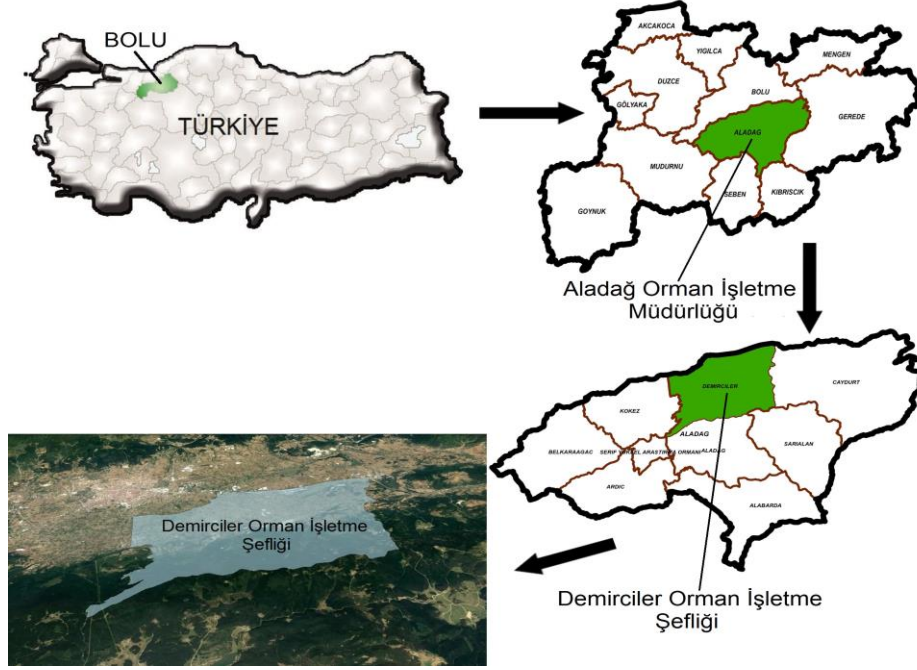
Bu çalışmanın konusunu Bolu Orman Bölge Müdürlüğü (OBM), Aladağ Orman İşletme Müdürlüğü'ne (OİM) bağlı Demirciler Orman İşletme Şefliği (OİŞ) meşcerelerinin karbon depolama kapasitelerinin Allometrik Biyokütle Denklemleri (ABD) ve Biyokütle Genişletme Faktörleri (BEF) yardımıyla belirlenmesi ve kıyaslanmasının incelenmesi oluşturmaktadır. Çalışma materyali olarak Demirciler (OİŞ)'ne ait 1986-1995 Amenajman Planı ve 2009-2018 Amenajman Planı kullanılmıştır. Amenajman planlarının Meşcere Tipleri Tanıtım Tablosu'ndaki, meşcere tiplerinde ki her türün çap sınıflarındaki ağaç sayıları ve o çap sınıfının orta çap değerlerinden ABD metodu ile hesaplama yapmak için yararlanılmıştır. Aynı zamanda BEF metodu için Meşcere Tipleri Tanıtım Tablosu'ndaki meşcere tiplerinin servetlerinden faydalanılmıştır. 1986 yılında ibrelili 2972.5, yapraklı 457, karışık 198, 2009 yılında ise ibrelili 2089.6, yapraklı 682.1, karışık 1713.8 ha'dır.

Çalışmada kullanılan göğüs yüksekliği çapı ($d_{1,30}$), dikili ağaç serveti değerleri ve meşcere tipleri ilgili amenajman planlarından alınmıştır. Sayısal haritası olmayan 1986-1995 Amenajman Planı sayısallaştırılması amacıyla ArcGIS 10.3 programı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan 2009-2018 Amenajman Planının mevcut sayısal haritasından yararlanılmıştır.

2.1.1 Demirciler Orman İşletme Şefliği

Bölge ormanları daha önceden ilk defa 1964-1973 ve 1968-1977 yılları arasında tatbik edilen planlarla işletilmiştir. Daha sonra 1980- 1989 yılları arasında sadece Gökmar işletme sınıfı için adı Erencik Doruğu olarak plan yenilemesi yapılmıştır. Bunu devam eden 1986-1995 dönemi amenajman planı, 2 yıllık avans planları, 1999-2008 dönemi ve 2009-2018 döneminde amenajman planları ile işlenmiştir.

Bölge, Greenwich başlangıç meridyenine göre: 31° 36' 55"- 31° 46' 32" doğu boylamları ile 40° 38' 08"- 40° 45' 06" kuzey enlemleri arasındadır (Şekil 2.1). Ayrıca işletme şefliği 1/25.000 ölçekli G 27 b4, G 27 a3, G 27 d1, G 27 d2, G 27 c1 no'lu memleket paftalarında yer almaktadır.



Şekil 2.1: Demirciler Orman İşletme Şefliği sınırları.

Çalışma alanı Batı Karadeniz bölgesinde bulunmaktadır. Her mevsim yeterli yağış görülmekle beraber en fazla yağışı ilkbahar ve sonbaharda almaktadır. Kışları soğuk, yazları serin geçer. Alanın hâkim ağaç türleri Göknar, Karaçam, Sarıçam, Kayın, Meşe, Gürgen ve Diğer yapraklılardan olup saf ve karışık meşcereler oluşturmaktadırlar. Demirciler Orman İşletme Şefliği'nde 1986 yılında meşcere tipleri ve alanları Tablo 7'de yılında bulunan meşcere tipleri ve alanları Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1: Demirciler Orman İşletme Şefliği meşcere tipleri ve alanları (2009-2018).

Meşcere Tipi	Alan (ha)	Meşcere Tipi	Alan (ha)	Meşcere Tipi	Alan (ha)
Çka	23.0	MGNab3	114.8	BM	127.3
Çkab3	16.0	GMGnbc3	42.6	BMGn	44.2
Çkbc2	14.9	GnKnbc3	6.2	BÇk	311.3
Çkbc3	11.1	KnMGnb3	107.8		
Çkc1	6.4	KnGnMbc3	66.8		

Tablo 2.1: (devam ediyor).

Meşcere Tipi	Alan (ha)	Meşcere Tipi	Alan (ha)	Meşcere Tipi	Alan (ha)
Çkc2	36.5	Mb3	15.0		
Çkc3	157.2	Mbc2	12.1		
Çked1/Mb3	13.0	Mc3	38.8		
Çked2	200.8	MGnbc3	19.5		
Çked2/Gb3	44.9	GnKnMb3	86.1		
Çked2/KnDyb3	11.1	GnMab3	100.0		
Çked3	56.7	GA	219.2		
Çkd1	7.8	GD	745.4		
Çkd2	13.2	GKnA	618.6		
ÇkÇscd2	10.4	GKnB	3.0		
ÇkÇsd/Kn3	11.8	GDyB	34.9		
ÇkGbc3	34.1	GKnC	52.8		
ÇkGcd2	26.6	GÇkD	108.9		
ÇkGcd3	44.6	GÇsD	218.0		
ÇkKncd2	6,9	GKnD	767.3		
ÇkMbc3	12.4	GDyD	25.3		
ÇkGnbc2	17.1	GÇsÇkA	12.9		
ÇsGnbc2	55.2	GÇkKnD	33.5		
ÇsGc3	16.5	GÇkbc3	3.3		
ÇsKnbc3	4.3	ÇkMb3	16.1		
GGnbc3	1.8	ÇkMed2	11.0		
GÇked3	6.0	Mbc3	34.3		
GKn3	30.3	BÇkM	212.2		
Kn3	80.7	BG	7.4		

2009-2028 plan döneminde ise verimli orman sahası 4485 ha, bozuk orman sahası 702.4 ha, ormansız sahalar toplamı 5268.9 ha'dır (Anon, 2009).

Tablo 2.2: Demirciler Orman İşletme Şefliği meşcere tipleri ve alanları (1986-1995).

Meşcere Tipi	Alan (ha)	Meşcere Tipi	Alan (ha)
Çkc3	54.5	Çkb2	46.0
GÇc3	377.0	GB2	160.0
Çkb3	8.5	GA2	366.0

Tablo 2.2: (devam ediyor).

Meşcere Tipi	Alan (ha)	Meşcere Tipi	Alan (ha)
GB3	1151.0	GA1	54.5
GKnA3	136.5	Çkd1	13.5
GÇb3	54.5	Çsd1	7.0
GKnB3	61.5	Çkc1	47.0
GA3	489.0	GÇbd1	4.5
KnMa3	237.0	Çk0	24.0
Çkd2	12.0	ÇBÇ	292.0
Çkc2	103.5	ÇBKBT	140.0
MKnbc2	220.0	ÇBKBT-ÇBÇ	954.0

Demirciler Orman İşletme Şefliği, 1986-1995 plan dönemini verimli orman sahası 3627.0 ha, bozuk orman sahası 1386.0 ha, ormansız sahalar toplamı ise 5527.0 ha olarak planda belirtilmiştir (Anon, 1986).

Bu çalışma Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Aladağ İşletme Müdürlüğü'ne ait Demirciler OİŞ'nin meşcerelerinin karbon depolama kapasitelerini tespit edip birbirleri ile kıyaslamak amacıyla yapılmıştır. Biyokütle ve karbon miktarları, ABD ve BEF katsayıları kullanılarak iki ayrı şekilde belirlenmiştir. Her iki yöntemin uygulaması için ihtiyaç olan orman envanteri amenajman planları kullanılarak elde edilmiştir.

2.2.1. ABD yöntemiyle biyokütle ve karbonun hesaplanması

Çalışmada meşcere tanıtım tablolarında mevcut olan her ağaç türü için, çap sınıfı ortasına denk gelen çaptaki bir ağacın toprak üstü tüm ağaç biyokütle değerleri hesaplanmıştır. Bu amaçla Tablo 6'daki ABD'leri kullanılmıştır. İlgili türün çap sınıfındaki ağaç sayıları ile belirlenen biyokütle miktarı çarpılmış ve tüm çap sınıflarının toplamı ile meşcere tipinin ilgili ağaç türünün hektardaki biyokütlesine ulaşılmıştır. Meşcere tipinin hektarda toplam biyokütle değeri genel alan değerleri ile çarpılarak şeflikteki biyokütle değerlerine ulaşılmıştır.

Biyokütle denklemi mevcut olan iğne yapraklı ve geniş yapraklı türlerin çaplara göre verdiği biyokütle miktarlarının ortalaması alınarak denklemleri olmayan türlerin hesabında kullanılmıştır. Toprak altı biyokütle miktarının belirlenmesine yönelik yeterli biyokütle modelleri bulunmadığından, toprak altı biyokütle miktarları BEF yöntemindeki iğne yapraklılar için 0.29, geniş yapraklılar için 0.24 katsayıları kullanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 2.3: Ağaç türleri için geliştirilen Allometrik Biyokütle denklemleri.

Ağaç Türü	Allometrik Biyokütle Denklemleri (TAB=Tüm Ağaç)	Kaynak
<i>Pinus brutia</i> Ten.	$TAB = -1.92352 + 2.243357 \ln(d)$	Durkaya vd.,2009a
<i>Pinus nigra</i> Arnold.	$TAB = -106.55 + 10.61818d + 0.100728d^2$	Durkaya vd.,2009b
<i>Pinus sylvestris</i> L.	$TAB = -26.11437 + 0.436421d^2$	Durkaya vd.,2010
<i>Cedrus libani</i> L.	$TAB = -37.21449 - 8.0832d + 0.64481d^2$	Durkaya vd.,2013c
<i>Abies bornmulleriana</i> Matf.	$TAB = -24.7765 + 0.525998d^2$	Durkaya vd.,2013b
<i>Quercus</i> sp.	$TAB = -302.193 + 26.56569d$	Durkaya, 1998
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.	$\text{Log}(TA) = 2.8626 + 0.0124d - 14.9099d^{-1}$	Saraçoğlu, 1998
<i>Castanea sativa</i> Mill.	$TAB = -376.794 + 28.7981d$	İkinci, 2000

Çalışmada toprak üstü ve toprak altı biyokütle değerlerinin %50 sinin karbon olduğu varsayımından (Laiho ve Laine, 1997; Elias ve Potvin, 2003; Lamlo ve Savidge, 2003) hareketle 0.5 ile çarpılarak toplam karbon değerine ulaşılmıştır. Bozuk meşcereler için meşcere tanıtım tablolarında ağaç türlerine ait çaplar verilmediği için yalnızca verimli orman alanlarında hesaplamalar yapılmıştır.

2.2.2. BEF yöntemiyle biyokütle ve karbonun hesaplanması

Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar Yönetmeliğindeki orman alanlarının karbon miktarının hesaplamasına dair katsayı ve formüllerden yararlanılmıştır (Tablo 5). Bu amaçla meşcere tipleri bazında bulunan her ağaç türünün tüm alan servetleri iğne yapraklı ise 0.446 ve 1.212 ile çarpılarak, geniş yapraklı ise 0.541 ve 1.31 katsayıları ile çarpılarak toprak üstü biyokütle miktarları hesaplanmıştır. Toprak altı değerleri, toprak üstü biyokütle değerlerinin iğne yapraklı türler için 0.29 geniş yapraklı türler için 0.24 ile çarpılmasıyla belirlenmiştir. Toprak altı ve toprak üstü değerleri kullanılarak toplam biyokütle elde edilmiştir.

Biyoküttele depolanan karbonun belirlenmesi için Zhang vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada tek ağaç fırın kurusu ağırlığının ortalama %49.9'u iken, türlere göre bu değerin %43.7 ile %55.6 arasında değiştiğini ortaya koymuşlardır. Lamtom ve Savigne (2003)'nin 41 türü kapsayan çalışmasında ise biyokütlenin %46.3 ile %55.2 arasında karbon stokladığını keza FRA-2010 Kılavuzunun 5.2 No'lu ek tablosunda Türkiye'nin bulunduğu coğrafi iklim zonu dikkate alındığına ortalama iğne yapraklı türlerde %51 Geniş yapraklı türlerde ise %48 karbon stoklandığı hesaplanmıştır. Bu çalışmada toprak üstü, toprak altı ve toplam biyokütle değerlerini karbon miktarına dönüştürmek için geniş yapraklı türler 0.48, iğne yapraklı türler ise 0.51 karbon dönüşüm katsayısı ile çarpılmıştır (IPCC 2006; Tolunay, 2011; Durkaya vd., 2017).

2.2.3. Karbon depolama kapasitesinin haritalanması

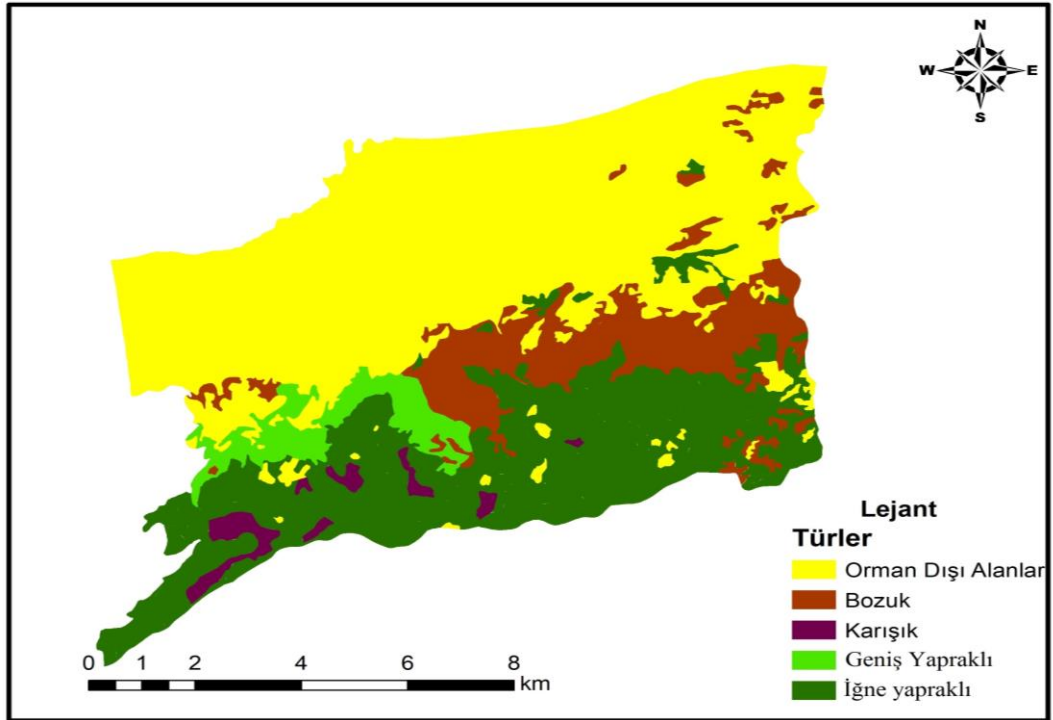
Demirciler OİŞ için, arazi kullanım tipi haritası toprak üstü, toprak altı ve toplam biyokütle ve karbon değerlerinde plan periyotlarına göre gözlenen değişimler, meşcere tipleri haritalarından ve topoğrafik haritalardan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Haritaların hazırlanmasına sayısal amenajman planı bulunmayan 1986-1995 Amenajman Planına ait haritaların manuel olarak meşcere tipleri dikkate alınarak sayısallaştırılması ile başlanmıştır. ArcGIS 10.3 Programında sayısallaşmış veri üzerinden meşcere tipleri haritası çizilmiştir. Daha sonra amenajman planında bulunan meşcere tanıtım tablolarıda ki hektardaki dikili servet, ağaç türlerinin miktarları, alan verileri bilgisayar ortamına eklenmiştir. Biyokütle ve karbon depolama miktarlarının tespit edilebilmesi için bilgisayar ortamında hesaplamalar yapılmıştır. Elde edilen veriler ArcGIS 10.3 programına aktararak karbon haritaları yapılmıştır. 2009-2018 tarihli meşcere tipleri haritaları sayısal halde alınmıştır. Biyokütle ve karbon depolama miktarlarının tespit edilebilmesi için meşcere tanıtım tablosunda dikili servet, ağaç türlerinin miktarları, alan verileri bilgisayar ortamına eklenmiştir. Excel ortamında elde edilen değerler ArcGIS 10.3 ortamına aktarılıp, ortamında bulunan meşcere tipleri verilerinden faydalanılarak karbon haritalar yapılmıştır.

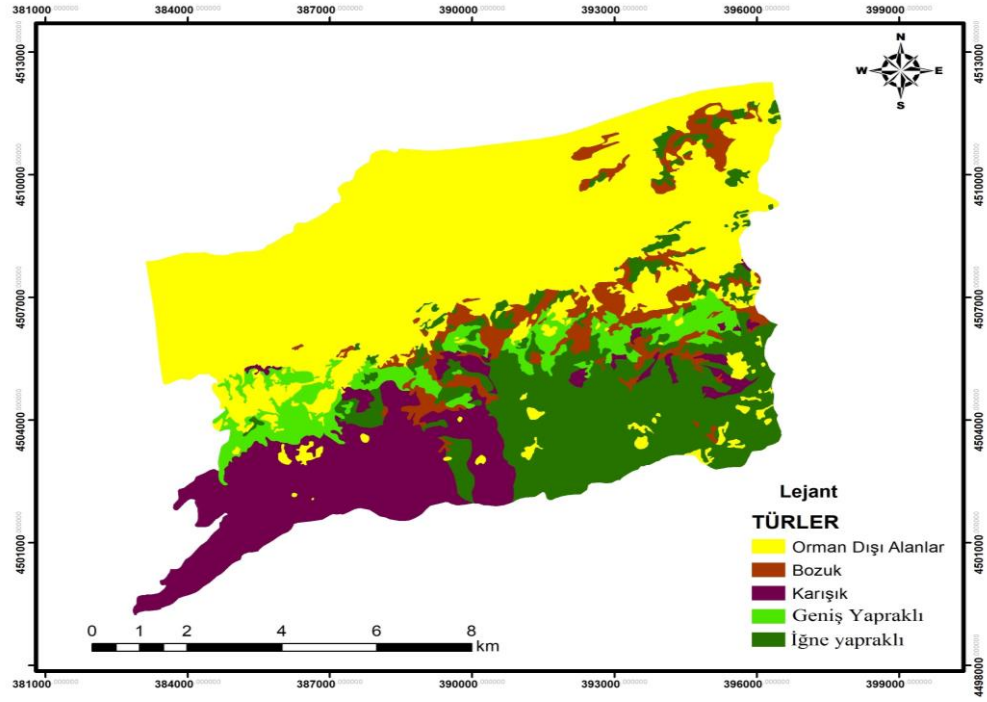
BÖLÜM 3

BULGULAR ve TARTIŞMA

Demirciler OİŞ'deki alanların arazi kullanım değişimleri ile toprak üstü biyokütle ve karbon depolama konusundaki değişimler, amenajman planları ve eklerinden elde edilen orman envanteri verilerinden yararlanılarak incelenmiştir. Bulgular genel olarak ABD ve BEF yöntemleri olmak üzere iki başlıkta ele alınmıştır. Çalışma alanının 1986-1995 ve 2009-2018 plan dönemindeki meşcere tipleri kullanılarak ArcCIS 10.3 programında iğne yapraklı ormanlar, geniş yapraklı ormanlar, bozuk ormanlar ve orman dışı alanlar gösterilmiştir. 1986-1995 plan döneminde iğne yapraklı ormanlar 2972.5 ha iken 2009-2018 plan döneminde 882.6 ha azalarak 2089.6 ha düşmüştür. 1986-1995 plan döneminde geniş yapraklı ormanlar 457 ha iken 2009-2018 plan döneminde 225.1 ha artarak 682.1 ha çıkmıştır. 1986-1995 plan döneminde karışık ormanlar 198 ha iken 2009-2018 plan döneminde 1515.8 artarak 1713.8 ha çıkmıştır. 1986-1995 plan döneminde bozuk alanlar 1386.0 ha iken 2009-2018 plan döneminde 683.6 ha azalarak 702.4 ha çıkmıştır. 1986-1995 plan döneminde ormandışı alanlar 5527.0 ha iken 2009-2018 plan döneminde 339.1 ha azalarak 5187.9 ha düşmüştür (Şekil 3.1-3.2).



Şekil 3.1: Demirciler Orman İşletme Şefliği tür dağılışı 1986-1995.



Şekil 3.2: Demirciler Orman İşletme Şefliği tür dağılışı 2009-2018.

3.1 ABD Yöntemine İlişkin Bulgular

Biyokütle modelleri kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda toplamda 1986'da 499518.75 ton ve 2009'da 877621.33 ton yaşayan toprak üstü biyokütle depolandığı belirlenmiştir. Ayrıca çalışma alanında toplamda 1986'de 143214.05 ton ve 2009'da 247517.61 ton toprak altı biyokütle depolandığı tespit edilmiştir (Tablo 3.1).

Alanın depoladığı toprak üstü karbon miktarları ise toplamda, 1986'da 249759.38 ton iken 2009'da 438810.67 ton olmuştur. Toprak altı karbon miktarları ise toplamda, 1986'da 71607.02 ton iken 2009'da 123758.81 ton olmuştur (Tablo 3.1).

Tablo 3.1'e baktığımızda; 1986'e göre, depolanan toprak üstü biyokütle miktarında 2009'da %75.7'lik artış gözlenmektedir. 1986'ya göre depolanan toprak altı biyokütle miktarında 2009'da %72.83'lük artış bulunmaktadır. 1986'ya göre depolanan toprak üstü karbon miktarında 2009'da %75.69'luk, toprak altında ise %72.83'lük artış gözlenmektedir. Ayrıca çalışma alanında 1986'da 71607.02 ton, 2009'da 123758.81 ton toprak altı karbon depolandığı anlaşılmaktadır.

Tablo 3.1: ABD Yöntemi kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları (ton).

		DEMİRCİLER	
		BİYOKÜTLE (ton)	KARBON (ton)
		1986-1995 PLAN DÖNEMİ	
TÜ	İğne Yapraklı	446874.47	223437.24
	Geniş Yapraklı	17274.94	8637.47
	Karışık	35369.34	17684.67
	Toplam	499518.75	249759.38
TA	İğne Yapraklı	129231.53	64615.77
	Geniş Yapraklı	4229.67	2114.84
	Karışık	9752.84	4876.42
	Toplam	143214.05	71607.02
TOPLAM	İğne Yapraklı	613530.89	306765.44
	Geniş Yapraklı	21504.62	10752.31
	Karışık	45122.18	22561.09
	Toplam	680157.69	340078.84
		2009-2018 PLAN DÖNEMİ	
TÜ	İğne Yapraklı	424197.86	212098.93
	Geniş Yapraklı	93898.36	46949.18
	Karışık	359525.11	179762.55
	Toplam	877621.33	438810.67
TA	İğne Yapraklı	122533.77	61266.89
	Geniş Yapraklı	23256.05	11628.03
	Karışık	101727.79	50863.89
	Toplam	247517.61	123758.81
TOPLAM	İğne Yapraklı	546731.63	274070.56
	Geniş Yapraklı	100471.11	50235.55
	Karışık	460042.64	230021.32
	Toplam	1107245.38	554327.44

3.2 BEF Yöntemine İlişkin Bulgular

BEF kullanılarak yapılan hesaplamaların sonuçları Tablo 3.2’de ayrıntılarıyla görülmektedir. Bu sonuçlara göre, çalışma alanında toplamda 1986’da 462867.65 ton, 2009’da 777871.24 yaşayan toprak üstü biyokütle depolandığı belirlenmiştir. Ayrıca çalışma alanında 1986’da 132887.56 ton, 2009’da 220655.01 ton toprak altı biyokütle

depolandığı hesaplanmıştır. Aynı alanda depolanan toprak üstü karbon miktarları ise 1986’da 235256.07 ton, 2009’da 397717.74 ton olmuştur. Ayrıca çalışma alanında 1986’da 67579.11 ton, 2009’da 127210.93 ton toprak altı karbon depolandığı anlaşılmaktadır. 1986’ya göre, depolanan toprak üstü biyokütle miktarında 2009’da %68.05’lik artı, toprak altı biyokütle miktarında da yine %66.05’lik artış bulunmaktadır.

Tablo 3.2: BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.

DEMİRCİLER			
		BİYOKÜTLE (ton)	KARBON (ton)
1986-95 PLAN DÖNEMİ			
TÜ	İğne Yapraklı	416755.30	212456.67
	Geniş Yapraklı	16394.76	7923.96
	Karışık	29717.59	14875.44
	Toplam	462867.65	235256.07
TA	İğne Yapraklı	120711.49	61541.61
	Geniş Yapraklı	4025.53	1948.05
	Karışık	8150.54	4089.45
	Toplam	132887.56	67579.11
TOPLAM	İğne Yapraklı	537466.79	273998.28
	Geniş Yapraklı	20420.29	9872.01
	Karışık	37868.14	18964.89
	Toplam	595755.21	302835.18
2009-2018 PLAN DÖNEMİ			
TÜ	İğne Yapraklı	395175.66	200617.89
	Geniş Yapraklı	48566.33	26716.53
	Karışık	334129.25	170383.32
	Toplam	777871.24	397717.74
TA	İğne Yapraklı	113064.79	57441.84
	Geniş Yapraklı	12081.88	18396.90
	Karışık	95508.34	51372.20
	Toplam	220655.01	127210.93
TOPLAM	İğne Yapraklı	508240.45	258059.73
	Geniş Yapraklı	60648.21	29440.84
	Karışık	429637.60	218081.65
	Toplam	998526.26	505582.22

3.3 ABD ve BEF Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Yukarıda hesaplanan değerler orman işletme şefliği bazında verilmiştir. Ancak şefliğin alanları plan dönemlerinde farklılıklar göstermesi nedeniyle hesaplamalar ve değerlendirmeler için ormancılıkta birim alan olarak kabul edilen hektardan yararlanılmıştır. Her iki yöntemin birim alanda verdiği değerlerden faydalanarak meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Tablo 3.1'deki ABD yöntemiyle bulunan toprak üstü, toprak altı iğne yapraklı, geniş yapraklı, karışık biyokütle ve karbon değerleri ve Tablo 10'daki BEF yöntemiyle bulunan toprak üstü, toprak altı iğne yapraklı, geniş yapraklı, karışık biyokütle ve karbon değerleri alan değerlerine bölünerek ton/ha olarak hesaplanmıştır. OİŞ bazında yapılan kıyaslamalar aşağıda verilmiştir.

Demirciler 1986 ve 2009 periyotlarında: ABD ve BEF yöntemiyle hesaplanmış olan iğne yapraklı, geniş yapraklı ve karışık meşcerelerde toprak altı ve toprak üstü tutulan biyokütle ve karbon değerleri (Tablo 3.1-3.2) ayrıca periyotlar içindeki alana bölünmesiyle ha başına düşen biyokütle ve karbon miktarları hesaplanmıştır (Tablo 3.3-3.4). Periyotlar içerisindeki değişimi ise Şekil 7-8-9-10-11-12-13 ve 14'de görsel olarak sunulmuştur.

Tablo 3.3: Demirciler OİŞ 1986-1995 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları (ton/ha).

1986		ABD		BEF	
		BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)	BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)
Toprak Üstü	İğne Yapraklı	160.10	80.05	140.20	71.47
	Geniş Yapraklı	37.80	18.90	35.87	17.34
	Karışık	178.63	89.32	150.09	75.13
Toprak Altı	İğne Yapraklı	46.31	23.15	40.61	20.70
	Geniş Yapraklı	9.26	4.63	8.81	4.26
	Karışık	49.26	24.63	41.16	20.65
TOPLAM	İğne Yapraklı	206.40	103.20	180.81	92.18
	Geniş Yapraklı	47.06	23.53	44.68	21.60
	Karışık	227.89	113.94	191.25	95.78

Demirciler 1986-1995 periyodunda ABD ile hesaplanan değerler kıyaslandığında toprak üstü iğne yapraklı meşcerede biyokütle değeri ha başına 160.10 ton ve karbon değeri ise 80.05 ton dur. Toprak üstü geniş yapraklı meşcerede hesaplanan biyokütle değeri ha başına 37.80 ton ve karbon değeri ise 18.90 ton dur. Toprak üstü karışık meşcerede hesaplanan biyokütle değeri ha başına 178.63 ton ve karbon değeri ise 89.32 ton dur. Toprak altı iğne yapraklı meşcerede ise hesaplanan biyokütle değeri ha başına 46.31 ton ve karbon değeri ise 21.74 ton dur. Toprak altı geniş yapraklı meşcerede ise hesaplanan biyokütle değeri ha başına 9.26 ton ve karbon değeri ise 4.63 ton dur. Toprak altı karışık meşcerede hesaplanan biyokütle değeri ha başına 49.26 ton ve karbon değeri ise 24.63 ton dur (Tablo 3.3).

Demirciler 1986-1995 periyodunda BEF ile hesaplanan değerlere baktığımızda toprak üstü iğne yapraklı meşcerede ile hesaplanan biyokütle değeri ise ha başına 140.20 ve karbon değeri ise 71.47 ton dur. Toprak üstü geniş yapraklı meşcerede hesaplanan biyokütle değeri ha başına 35.87 ton ve karbon değeri ise 17.34 ton dur. Toprak üstü karışık meşcerede hesaplanan biyokütle değeri ha başına 150.09 ton ve karbon değeri ise 75.13 ton dur. Toprak altı iğne yapraklı meşcerede ise hesaplanan biyokütle değeri ha başına 40.61 ton ve karbon değeri ise 20.70 ton dur. Toprak altı geniş yapraklı meşcerede ise hesaplanan biyokütle değeri ha başına 8.81 ton ve karbon değeri ise 4.26 ton dur. Toprak altı karışık meşcerede hesaplanan biyokütle değeri ha başına 41.16 ton ve karbon değeri ise 20.65 ton dur (Tablo 3.3).

Tablo 3.4: Demirciler OİŞ 2009-2018 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.

2009-2018		ABD		BEF	
		Biyokütle (ton/ha)	Karbon (ton/ha)	Biyokütle (ton/ha)	Karbon (ton/ha)
Toprak Üstü	İğne Yapraklı	198.14	99.07	187.07	95.10
	Geniş Yapraklı	114.28	57.14	59.80	30.59
	Karışık	151.08	75.54	120.89	62.93
Toprak Altı	İğne Yapraklı	57.13	28.57	46.06	23.43
	Geniş Yapraklı	28.13	14.07	14.84	7.21
	Karışık	42.32	21.16	34.30	17.38
TOPLAM	İğne Yapraklı	255.27	127.63	240.81	122.43
	Geniş Yapraklı	142.42	71.21	74.64	65.43
	Karışık	193.40	96.70	155.19	86.42

Demirciler 2009-2018 periyodunda ABD ile hesaplanan değerler ele alındığında toprak üstü iğne yapraklı meşcerede biyokütle değeri ha başına 198.14 ton ve karbon değeri ise 99.07 ton dur. Toprak üstü geniş yapraklı meşcerede hesaplanan biyokütle değeri ha başına 114.28 ton ve karbon değeri ise 57.14 ton dur. Toprak üstü karışık meşcerede hesaplanan biyokütle değeri ha başına 151.08 ton ve karbon değeri ise 75.54 ton dur. Toprak altı iğne yapraklı meşcerede ise hesaplanan biyokütle değeri ha başına 57.13 ton ve karbon değeri ise 28.57 ton dur. Toprak altı geniş yapraklı meşcerede ise hesaplanan biyokütle değeri ha başına 28.13 ton ve karbon değeri ise 14.07 ton dur. Toprak altı karışık meşcerede hesaplanan biyokütle değeri ha başına 42.32 ton ve karbon değeri ise 21.16 ton dur (Tablo 3.4).

Tablo 3.5: Demirciler 1986-1995, 2009-2018 periyotlarına göre ABD ve BEF ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı biyokütle ve karbon miktarlarında meydana gelen değişimin yüzdesi (%).

	Toprak Üstü Biyokütle ve KarbonYıllara göre Yüzde Değişimi				Toprak Altı Biyokütle ve KarbonYıllara göre Yüzde Değişimi			
	ABD Yöntemi		BEF yöntemi		ABD Yöntemi		BEF yöntemi	
	Biyokütle %	Karbon %	Biyokütle %	Karbon %	Biyokütle %	Karbon %	Biyokütle %	Karbon %
İğne Yapraklı	23.76	23.76	33.42	33.05	23.38	23.39	13.43	13.16
Geniş Yapraklı	202,33	202.33	66.68	67.24	203.97	203.97	68.50	69,14
Karışık	-15,42	-15.42	-19.45	-18.54	-14.08	-14.08	-16.68	-15.84

Demirciler 2009-2018 periyodunda BEF ile hesaplanan değerlere incelediğimizde toprak üstü iğne yapraklı meşcerede ile hesaplanan biyokütle değeri ise ha başına 187.07 ve karbon değeri ise 95.10 ton dur. Toprak üstü geniş yapraklı meşcerede hesaplanan biyokütle değeri ha başına 59.80 ton ve karbon değeri ise 30.59 ton dur. Toprak üstü karışık meşcerede hesaplanan biyokütle değeri ha başına 120.89 ton ve karbon değeri ise

62.93 ton dur. Toprak altı iğne yapraklı meşcerede ise hesaplanan biyokütle değeri ha başına 46.06 ton ve karbon değeri ise 23.43 ton dur. Toprak altı geniş yapraklı meşcerede ise hesaplanan biyokütle değeri ha başına 14.84 ton ve karbon değeri ise 7.21 ton dur. Toprak altı karışık meşcerede hesaplanan biyokütle değeri ha başına 34.30 ton ve karbon değeri ise 17.38 ton dur (Tablo 3.4).

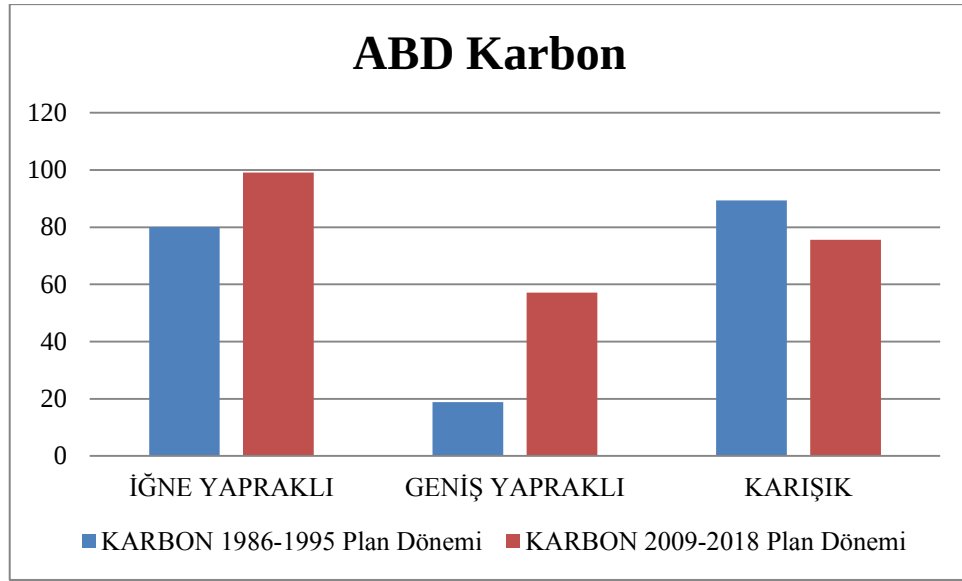
Demirciler OİŞ'nde 1986 yılı ve 2009'na ait ABD ve BEF yöntemi ile hesaplanan toprak üstü- toprak altı karbon ve biyokütle değerlerinde iğne yapraklı, geniş yapraklı ve karışık meşcerede yüzde ne kadar değişime uğradığı hesaplanmıştır. ABD ile hesaplanan toprak üstü iğne yapraklı meşcerede biyokütle ve karbon değerlerinin 1986 yılından 2009 yılına göre %23.76 arttığı görülmektedir. Geniş yapraklı meşcerede biyokütle ve karbon değerleri 1986 yılından 2009 yılına göre %202.33 artış ile oldukça yüksek bir oran vermektedir. Karışık meşcerelerde ise bu oran %15.42 oranında azalış olarak tespit edilmiştir. Karışık meşcere miktarının alan olarak çok büyük oranda artmasına karşılık genç meşcerelerden oluşması bu tezatlığı açıklamaktadır. Toprak altı biyokütle ve karbon değerinin 1986 yılından 2009 yılına göre değerinin %23.39 arttığı görülmektedir. Geniş yapraklı meşcerede ABD ile hesaplanan toprak altı biyokütle ve karbon değerinin %203.97 arttığı görülmektedir. Karışık meşcerede ABD ile hesaplanan toprak altı biyokütle ve karbon değerinin ise aynı dönemler arasında %14.08 oranında azaldığı görülmektedir (Tablo 3.5).

BEF ile hesaplanan toprak üstü iğne yapraklı meşcerede biyokütle miktarında 1986 yılına göre 2009 yılında kadar %33.42, karbon miktarında ise %33.05 oranında artış belirlenmiştir. Geniş yapraklı meşcerelerde biyokütle miktarında %66.68 oranına karşılık, karbon miktarında değişim %67.24 oranında artış olarak belirlenmiştir. BEF ile hesaplanan toprak üstü karışık meşcerede biyokütle değeri %19.45 ve karbon değeri %18.54 oranında azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Toprak altı iğne yapraklı meşcerede biyokütle değerinin 1986 yılından 2009 yılına göre %13.43 karbon değerinin %13.16 arttığı görülmektedir. Hesaplanan toprak altı geniş yapraklı meşcerede biyokütle değerinin 1986 yılından 2009 yılına göre %68.50 karbon değerinin %69.14 arttığı görülmektedir. BEF ile hesaplanan toprak altı karışık meşcerede biyokütle değerinin 1986 yılından 2009 yılına göre %16.68, karbon değerinin %15.84 azaldığı görülmektedir (Tablo 3.5).

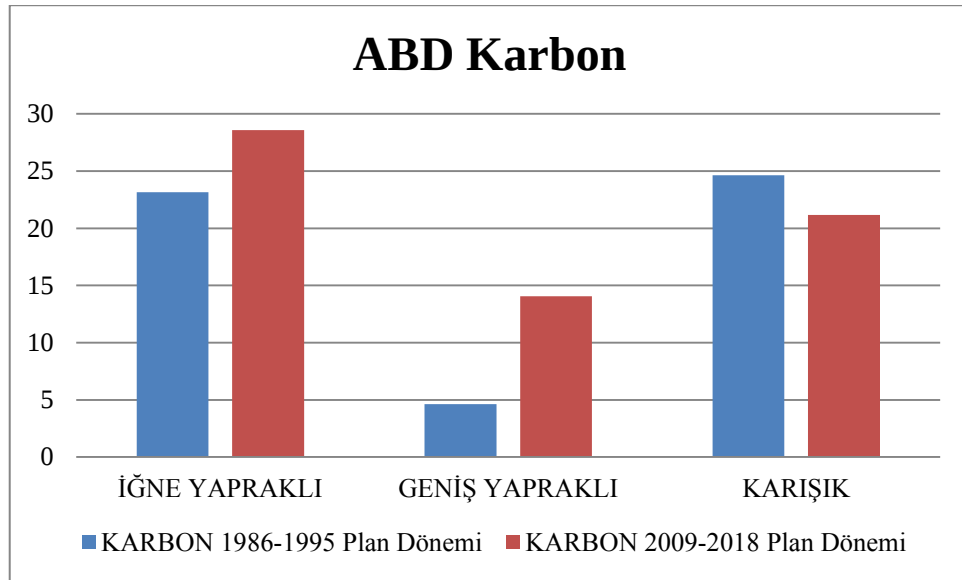
Tablo 3.6: Demirciler OİŞ için 1986-1995 ve 2009-2018 periyotlarındaki ABD İle hesaplanan biyokütle ve karbon değerinin BEF ‘e göre yüzde farkı.

Ağaç Türü	Plan Dönemi	Toprak Üstü (%)		Toprak Altı (%)	
		Biyokütle	Karbon	Biyokütle	Karbon
İğne Yapraklı	1986-1995	14.19	12.00	14.03	11.82
	2009-2018	5.92	4.18	24.03	21.92
Geniş Yapraklı	1986-1995	5.37	9.00	5.07	8.56
	2009-2018	91.12	97.06	89.54	95.10
Karışık	1986-1995	19.02	18.89	19.66	19.24
	2009-2018	24.97	23.44	23.40	21.75

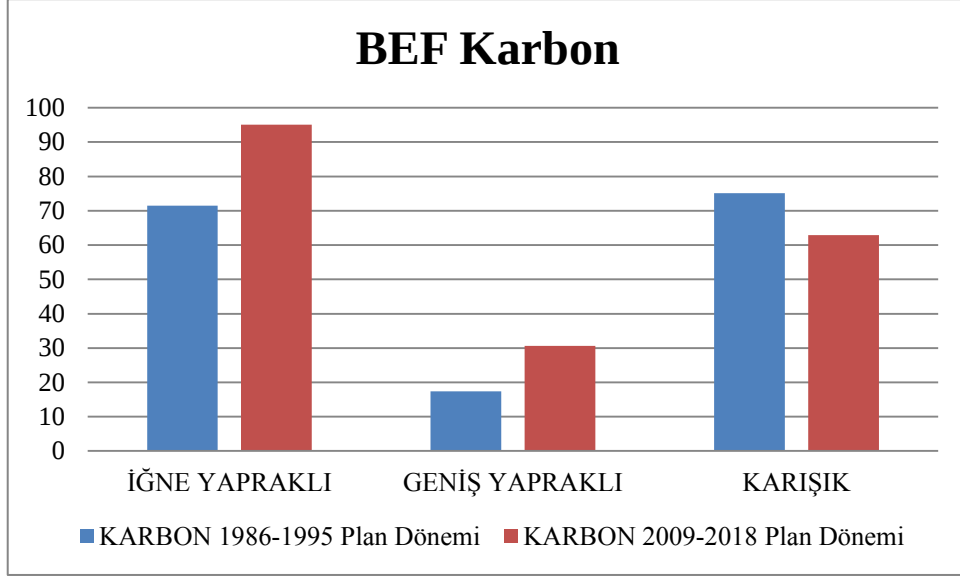
ABD ve BEF katsayıları kullanılarak hesaplanan karbon değerleri (ABD-BEF) arasında önemli farklılıklar vardır. Tablo 3.6 incelendiğinde, Demirciler OİŞ 1986-2009 amenajman planı döneminde iğne yapraklı meşcerelerde yapılan hesaplamalarda ABD’e ait toprak üstü biyokütle ve karbon değerleri BEF’e göre sırasıyla %14.19 ve %12.00 oranında yüksek değer verdiği görülmüştür. 2009-2018 plan döneminde bu değişimin biyokütlerde % 5.92, karbon değerinde %4.18 ABD lehine olduğu görülmektedir. 1986-2009 periyodunda geniş yapraklı meşcerelerde ABD’ye ait toprak üstü biyokütle ve karbon değerleri BEF’e göre sırasıyla, %5.37 ve %9.00 fazla değer vermektedir. 2009-2018 plan döneminde ise ABD yöntemi BEF’le kıyaslandığında %91.12 biyokütle hesabında ve % 97.06 oranında karbon hesabında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Demirciler OİŞ 1986-2009 plan döneminde karışık meşcerelerde yapılan hesaplamalarda ABD’e ait toprak üstü biyokütle ve karbon değerleri BEF’e göre sırasıyla %19.02 ve %18.89 oranında değer verdiği görülmüştür. 2009-2018 plan döneminde bu değişimin biyokütlerde %24.97, karbon değerinde %23.44 olduğu görülmektedir (Tablo 3.5).



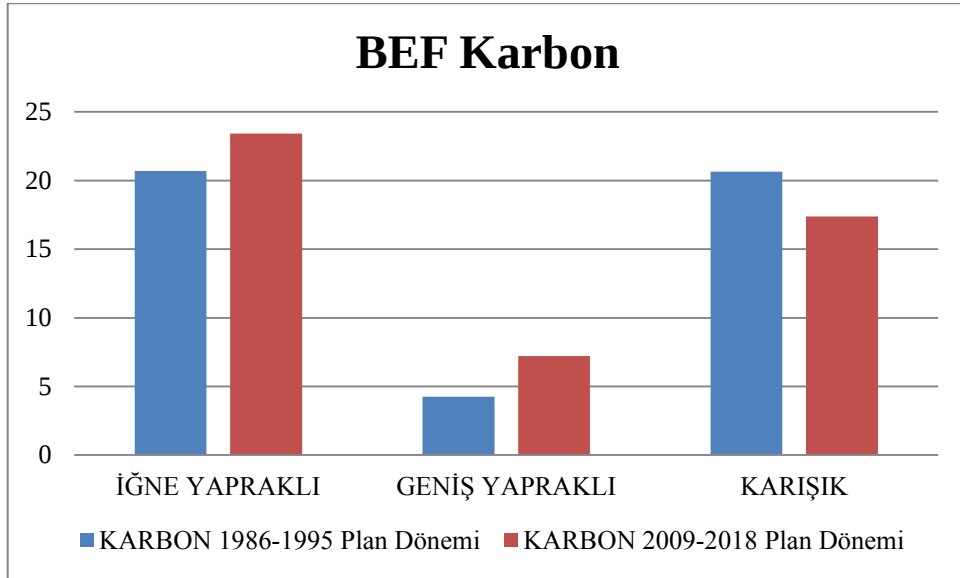
Şekil 3.3: Demirciler ABD yöntemi ile hesaplanan toprak üstü karbon miktarı.



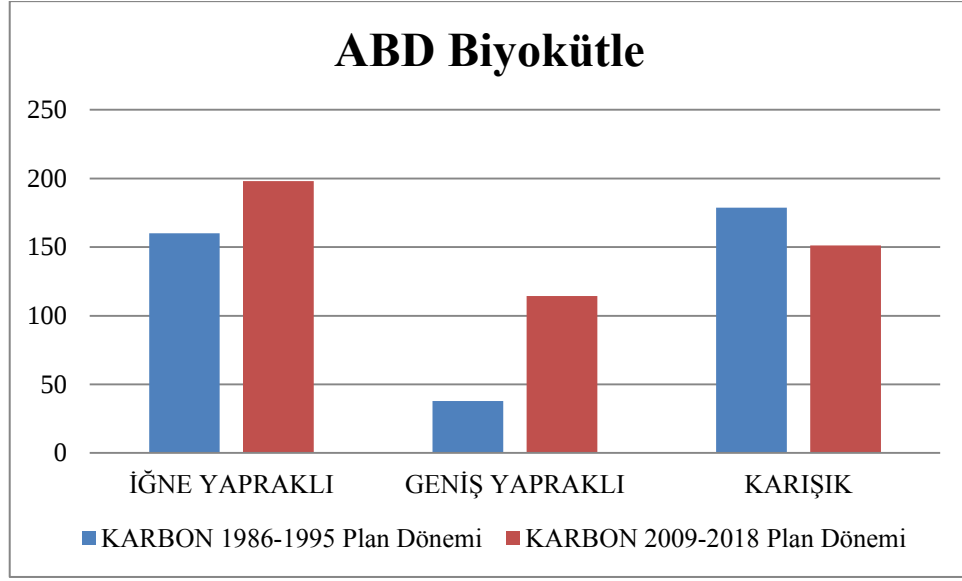
Şekil 3.4: Demirciler ABD yöntemi ile hesaplanan toprak altı karbon miktarı.



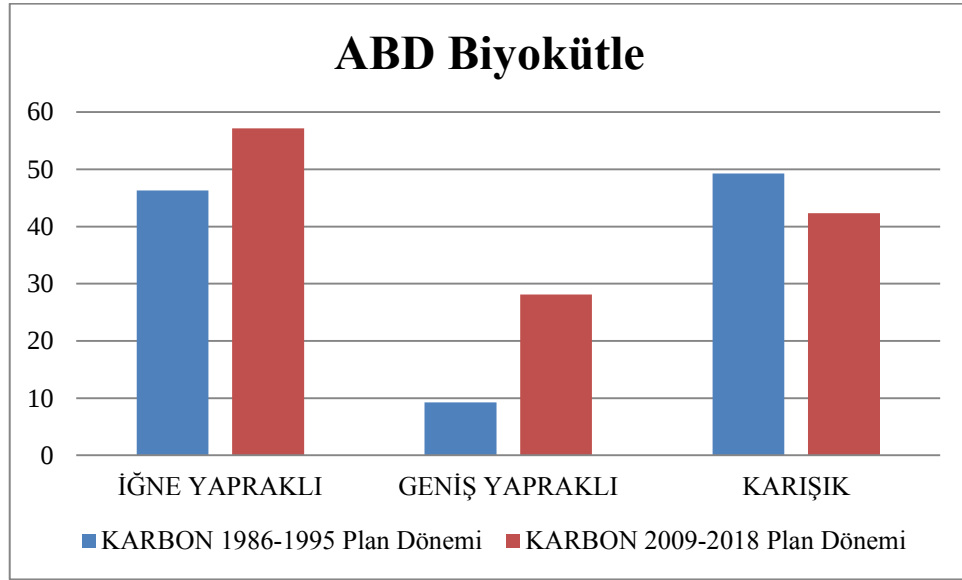
Şekil 3.5: Demirciler BEF yöntemi ile hesaplanan toprak üstü karbon miktarı.



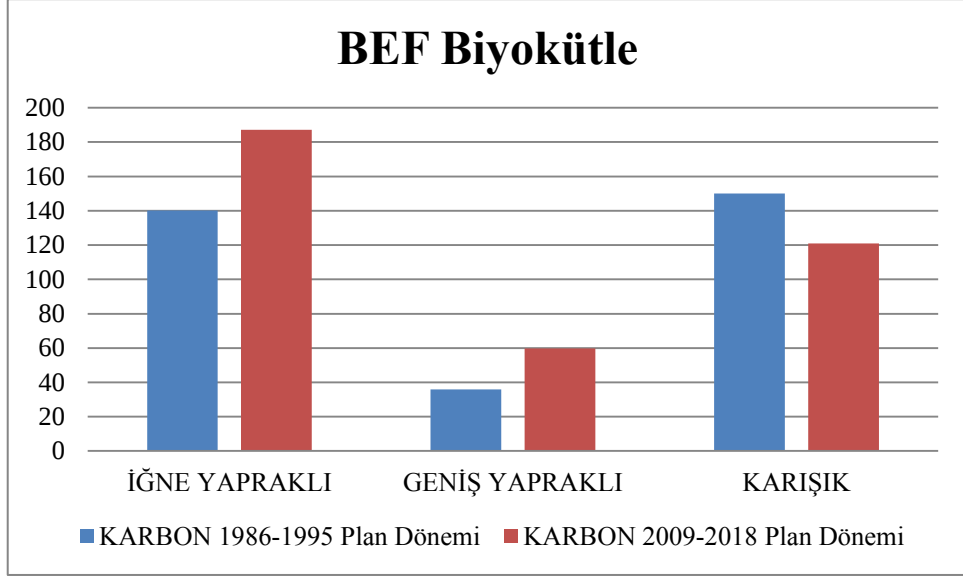
Şekil 3.6: Demirciler BEF yöntemi ile hesaplanan toprak altı karbon miktarı.



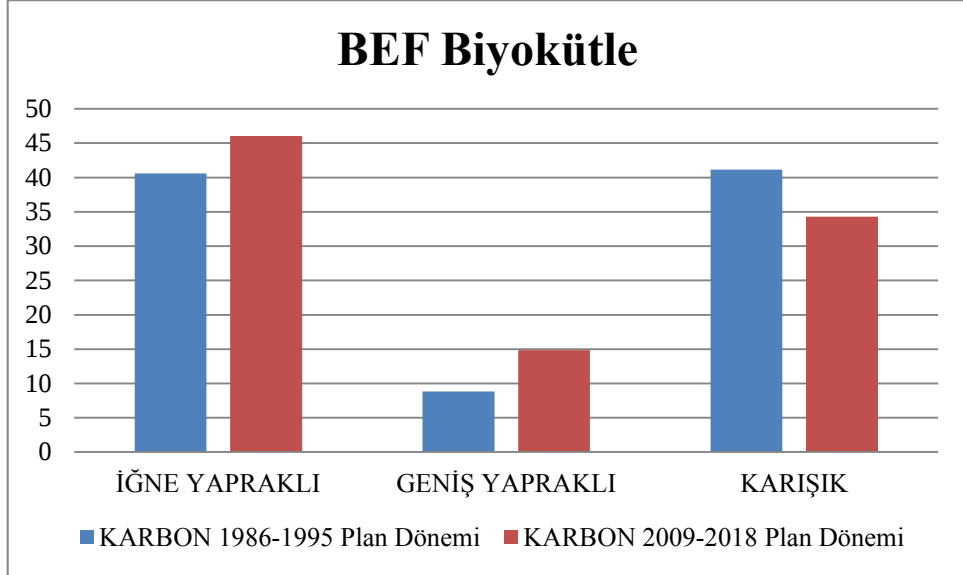
Şekil 3.7: Demirciler ABD yöntemi ile hesaplanan toprak üstü biyokütle miktarı.



Şekil 3.8: Demirciler ABD yöntemi ile hesaplanan toprak altı biyokütle miktarı.



Şekil 3.9: Demirciler BEF yöntemi ile hesaplanan toprak üstü biyokütle miktarı.



Şekil 3.10: Demirciler BEF yöntemi ile hesaplanan toprak altı biyokütle miktarı.

BÖLÜM 4

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

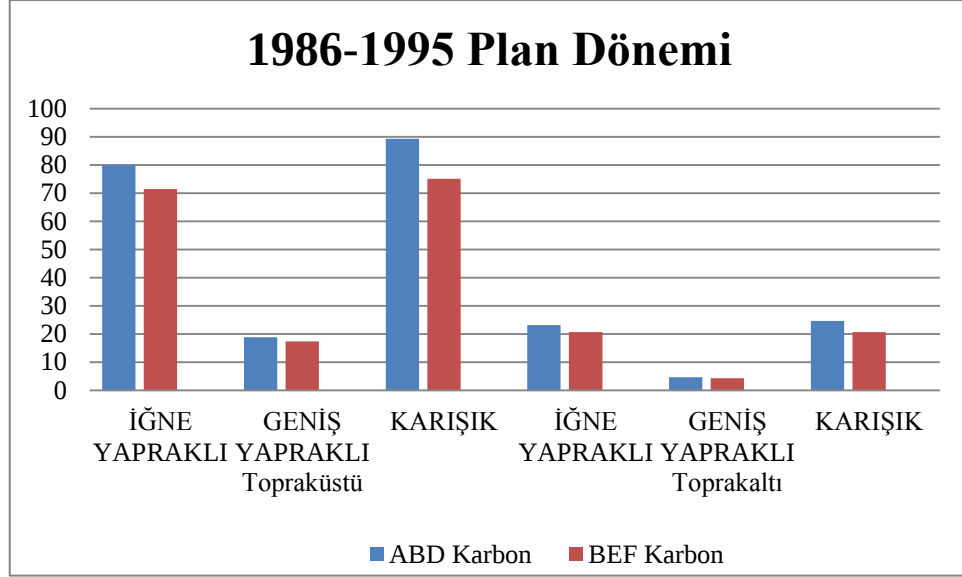
Bu çalışma Demirciler Orman İşletme Şefliğine ait saf ve karışık meşcerelerinin karbon depolama kapasitelerinin Allometrik Biyokütle Denklemleri (ABD) ve Biyokütle Genişletme Faktörleri (BEF) belirlenmesi ve kıyaslanmasının incelenmesi amacıyla yapılmıştır.

Haritaların hazırlanması sayısal amenajman planı bulunmayan 1986-1995 dönemlerine ait haritaların meşcere tipleri dikkate alınarak ArcGIS 10.3 ile sayısallaştırılarak ve konumsal olarak izlenebilmesi veri tabanı oluşturularak gerçekleştirilmiştir. Konumsal veri tabanındaki meşcere tiplerine hektardaki dikili servet, ağaç türlerinin miktarları, alan ve çap verileri eklenerek hesaplamalar yapılmış ve karbon tutma haritaları oluşturulmuştur (Şekil 4.3 ve 4.4).

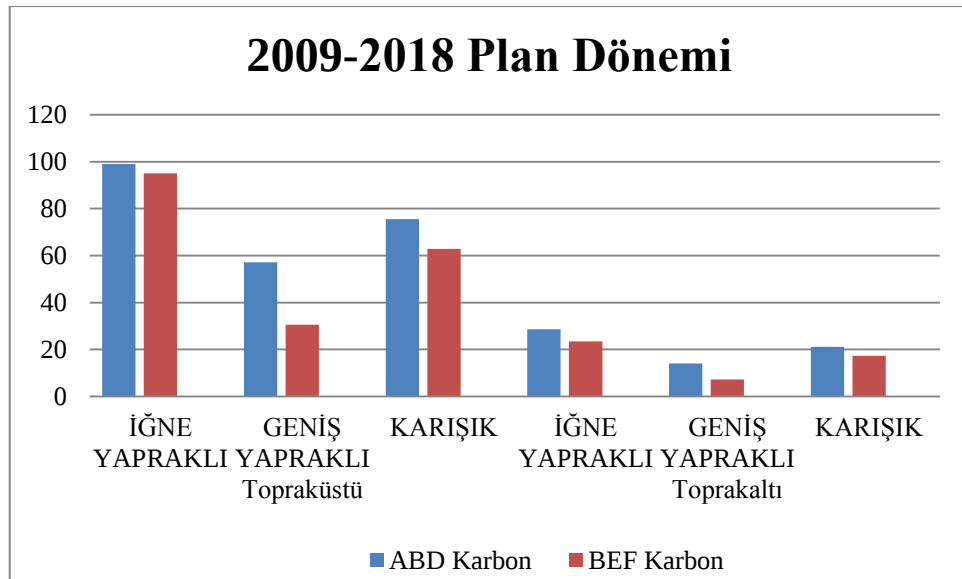
Küresel iklim değişimi yaşamın geleceğini tehdit eden en önemli ekolojik sorundur. Bu sorunla mücadelede tüm dünyanın ortak hareket etmesi gerekmektedir. Küresel iklim değişikliğinin etkisinin azaltılmasında karasal ekosistemlerden orman ekosistemlerinin önemli olduğu gerçeğinden hareketle, ormanlarda biriken karbonun gerçeğe en yakın şekilde belirlenmesi gereklidir. Orman ekosisteminin depoladığı karbon miktarı ve bunun yıllık değişimleri toprak üstü biyokütle, toprak altı biyokütle, ölü odun, ölü örtü ve organik toprak olmak üzere 5 başlık altında değerlendirilmektedir. Orman biyokütlesi hesabı yapılırken genelde meşcere biyokütlesine yoğunlaşılmaktadır. Son yıllara kadar, yapılan çalışmalarda toprak altı biyokütle ihmal edilerek, toprak üstünden toprak altına dönüşümler yapılarak hesaplamalar gerçekleştirilmekteydi. ABD yöntemleri ile yapılan çalışmalar son 20 yıllık dönem içerisinde toprak altı biyokütle denklemlerinde çalışmalarda ortaya konulduğu görülmektedir. Ağaç türleri ve yetiştirme ortamlarına özgü geliştirilen toprak altı ve toprak üstü biyokütle denklemleri kullanımının daha doğru sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra ormanda biriken karbonun belirlenmesinde kullanılan diğer metod, ticari odun hacminden tüm ağaç biyokütlesine dönüşüm yapılmada kullanılan BEF katsayılarının bazı eksik hesaplamalara neden olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada iki farklı yöntemle hesaplamalar elde edilmiştir. ABD yöntemi ağaç biyokütle denklemlerine bağlı olarak hesaplamaları gerçekleştirmektedir. BEF yöntemi ise servete bağlı olarak hesaplamaları gerçekleştirmektedir. ABD yöntemi diğer yonteme göre daha yüksek sonuçlar vermiştir.

Şekil 4.1-4.2 incelendiğinde ABD yönteminin BEF’e göre daha yüksek değerler verdiği görülmektedir.

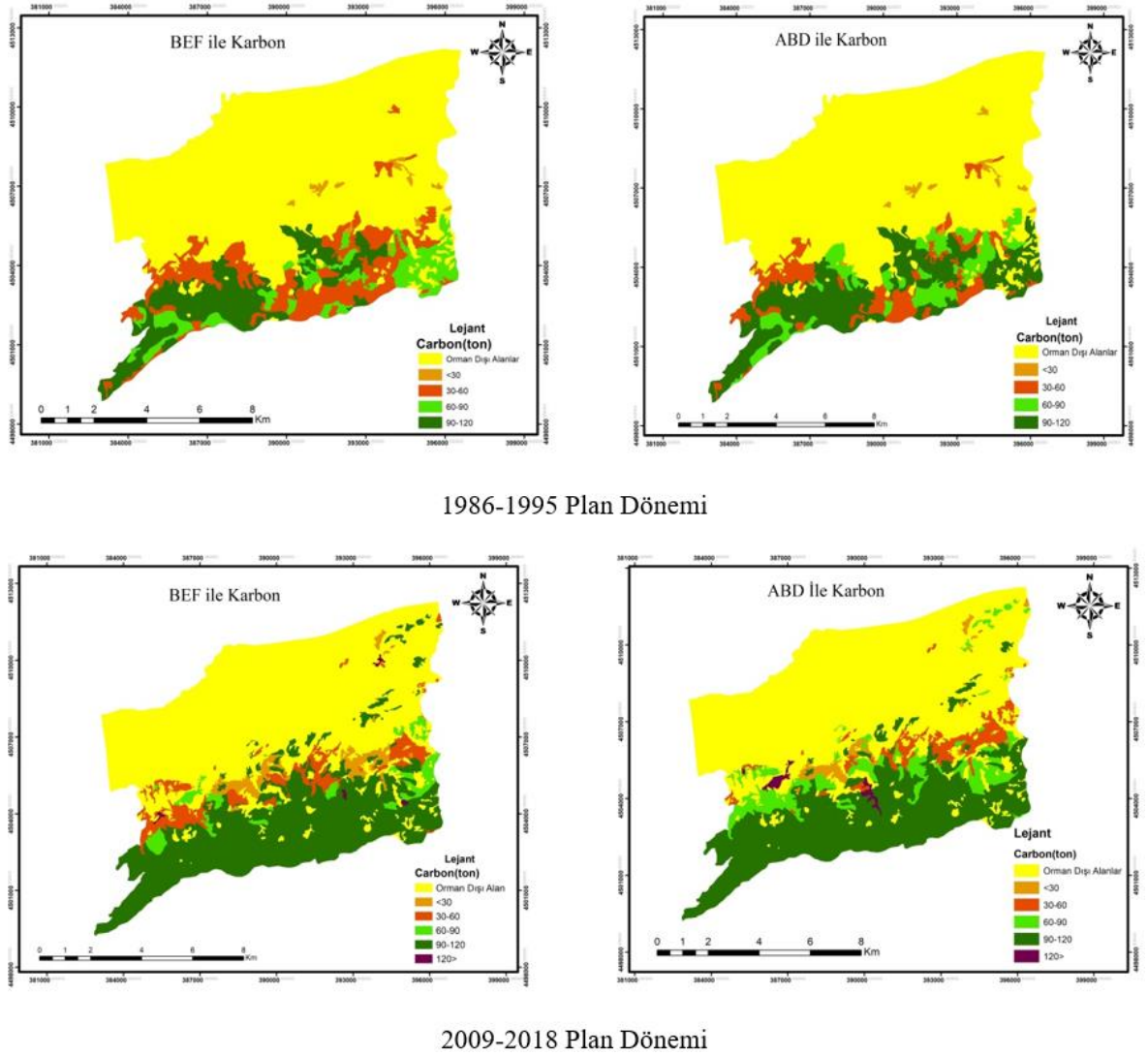


Şekil 4.1: Demirciler OİŞ 1985-1996 plan dönemi için ABD ve BEF değerleri.



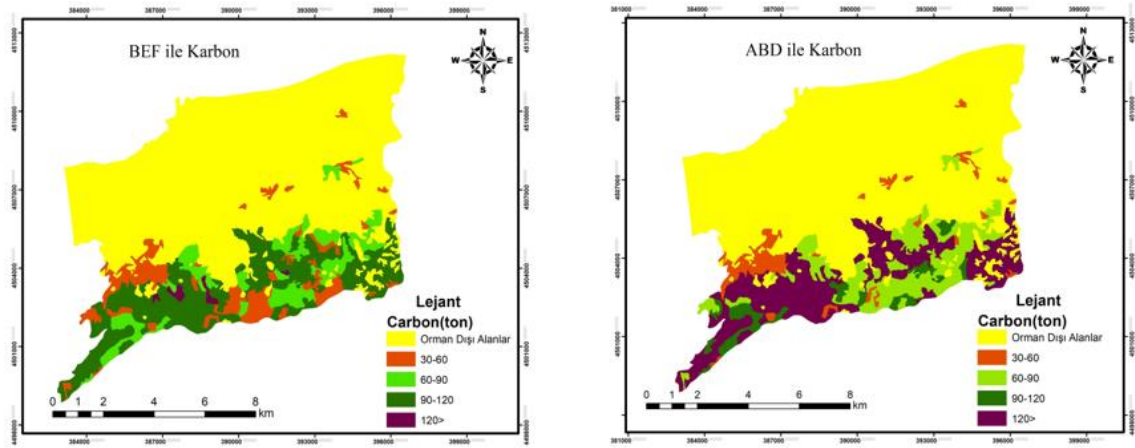
Şekil 4.2: Demirciler OİŞ 2009-2018 plan dönemi için ABD ve BEF değerleri.

Demirciler OİŞ için meşcere toprak üstü ve toprak altı karbon hesabında BEF ile yapılan hesaplamada düşük değer vermektedir. 1986-1995 plan dönemi için yapılan hesaplamalarla meşcerenin toprak üstü ve toprak altı değerlerinin toplamı açısından ABD yöntemi ile 340078.84 ton karbon hesabı belirlenirken (Tablo 3.1), BEF yöntemi ile 302835.18 ton olarak belirlenmiştir (Tablo 3.2), aralarında ABD yöntemi lehine %13'lük fark bulunmuştur. 2009-2018 plan dönemi için ise meşcerenin toprak üstü ve toprak altı değerlerinin toplamı için ABD yöntemi 554327.44 ton karbon hesabı belirlerken (Tablo 3.1), BEF yöntemi ile 505582.22 ton olarak belirlenmiştir (Tablo 3.2). Belirlenen değerler sonucunda ABD yöntemi BEF yöntemine oranla %9'luk fazla değer vermektedir. 1986 plan döneminden 2009 plan dönemine göre meşcere tipleri bazında karbon değişimleri her iki metoda göre Şekil 4.3 ve 4.4'te verilmiştir.

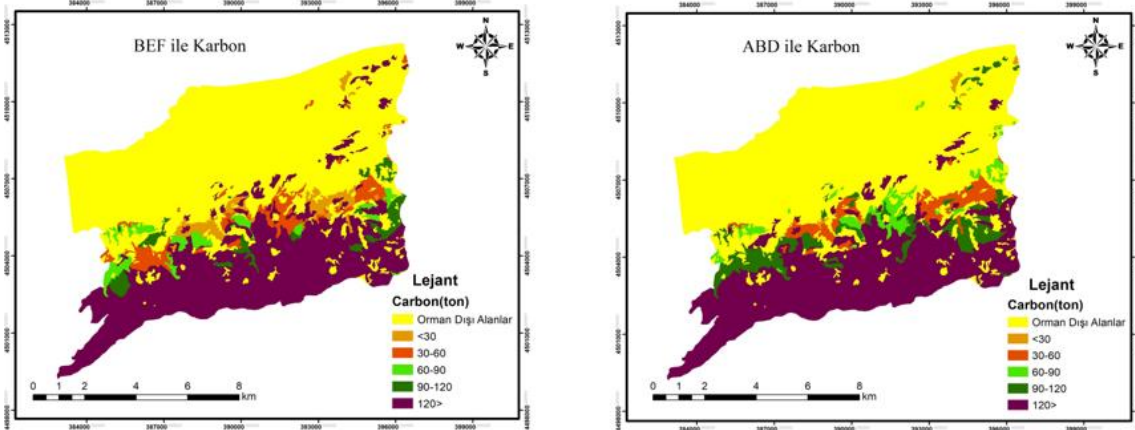


Şekil 4.3: Demirciler OİŞ'nin plan dönemlerindeki karbon değişimi (1986-1995).

Haritalarda 1986-1995 ve 2009-2018 plan döneminde meşcere tiplerine hektardaki dikili servet, ağaç türlerinin miktarları, alan ve çap verileri excel ortamına eklenerek hesaplamalar yapılmış ve ha'daki ve tüm alandaki karbon tutma haritaları oluşturulmuştur. Lejant kısmı ise 0-30, 30-60, 60-90, 90-120 ve 120 üstü olarak verilmiştir. İki yöntem kıyaslandığında 1986-1995 plan döneminde BEF yöntemi ile hesaplanıp yapılan karbon haritasında 30-60 ve 60-90 arasındaki değer çok çıkarken ABD yönteminde bu değerler az 90-120 arasındaki değerler yüksek çıkmıştır. 2009-2018 plan döneminde BEF yöntemi ile hesaplanıp yapılan karbon haritasında 0-30,30-60 ve 60-90 arasındaki değer çok çıkarken ABD yönteminde bu değerler daha az 90-120 ve 120 üstü değerleri daha yüksek çıkmıştır.



1986-1995 Plan Dönemi



2009-2018 Plan Dönemi

Şekil 4.4: Demirciler OİŞ'nin plan dönemlerindeki karbon değişimi (2009-2018).

Sarıalan Orman İşletme Şefliğinde 1985-1995 plan döneminde ETFOP yöntemiyle hesaplanan karbon tutma miktarı ile Demirciler Orman İşletme Şefliğinin 1985-1995 plan

döneminde ki BEF yöntemi karşılaştırılmıştır. Sarıalan Orman İşletme Şefliğinde 1985-1995 plan döneminde yapılan çalışmada iğne yapraklılarda toprak üstü karbon miktarı 60.39 toprak altı karbon miktarı ise 17.51 ton çıkmıştır. Sarıalan Orman İşletme Şefliği iğne yapraklı ormanlardan oluşmaktadır (Durkaya vd., 2017). Demirciler Orman İşletme Şefliğinde 1985-1995 plan döneminde ise iğne yapraklılarda toprak üstü karbon miktarı 71.47 toprak altı karbon miktarı 20.70 ton çıkmıştır. Sarıalan Orman İşletme Şefliğinde 1985-1995 plan dönemindeki ABD yöntemiyle iğne yapraklılarda toprak üstü karbon miktarı 63.97 toprak altı karbon miktarı ise 18.55 ton çıkmıştır. Demirciler Orman İşletme Şefliğinde 1985-1995 plan döneminde ise iğne yapraklılarda toprak üstü karbon miktarı 80.05 toprak altı karbon miktarı 23.15 ton çıkmıştır. Sarıalan Orman İşletme Şefliği iğne yapraklı ormanlık alanı 3735.50 ha'dır. Şeflik 1700 m ile 1950 m yükseklikleri arasında bulunmaktadır. Demirciler Orman İşletme Şefliği iğne yapraklı ormanlık alanı 2972.5 ha'dır. Şeflik 750 m ile 1150 m yükseklikleri arasında bulunmaktadır (Anon, 1986). Karbon miktarlarındaki bu fark ise meşcere tipleri gelişim çağları ve yetiştirme muhitinden kaynaklanmaktadır.

Küresel iklim değişikliğinden her coğrafi bölgesi farklı iklim özellikleri gösteren Türkiye'nin farklı şekilde etkilenme göstermesi beklenmektedir (Öztürk, 2002). Ayrıca uluslararası anlaşmalar gereğince günümüzde olmasa bile yakın zamanda karbon piyasasında üzerimize düşen sorumlulukları yerine getirmemizde mevcut karbon stoklarımızın en sağlıklı biçimde belirlenmesi gereklidir.

Küresel iklim değişimine ilişkin ormancılık çalışmalarında, biyokütlenin atmosfere dönüşünün süresinin uzatımında yapılması gerekenlerin başında;

- Boş arazilerin ağaçlandırılması
- Yaşlı ormanların hızlı bir şekilde gençleştirilmesi
- Bozuk yapıda bulunan ormanlarda ıslah çalışmaları yapmak
- Yetiştirme ortamları kriterine dikkat ederek hızlı gelişen ağaç türleri ile enerji ormanları kurmak.

Böylelikle karbonun depolanması sağlanabilir.

Yapılan bu çalışmada Allometrik Biyokütle Denklemleri (ABD) ve Biyokütle Genişletme Faktörlerinden (BEF) yararlanarak karbon miktarı hesaplaması yapılmıştır. Orman

biyokütlesi toprak altı ve toprak üstü ağaç biyokütlesinden (gövde, dal, yaprak, kabuk ve tüm ağaç) oluşmaktadır. Buradan yola çıkarak karbon depolama miktarını belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada toprak üstünün yanında toprak altı biyokütlesi ve karbonu belirlenmiştir. Karbon depolama miktarının hesaplanmasında kullanılan yöntemler bakacak olursak gerçeğe daha yakın değerlere ulaşmak için her ağaç türüne ait kendi biyokütle denklemlerinin kullanılması gerektiği söylenebilir. Ülkemizde geliştirilen allometrik denklemlerin her ağaç türüne göre olmayışı karbon depolama miktarlarının tam olarak hesaplanmasına yetersiz gelmektedir. Her ağaç türüne göre allometrik denklem oluşturularak karbon depolama miktarlarının daha gerçekçi hesaplanması sağlanmalıdır. Çalışma alanında mevcut olan özellikle geniş yapraklı türlerin biyokütle denklemlerinin olmaması ise ABD yönteminin bir eksikliği olarak düşünülebilir. Karbon depolama kapasitesinin yanında ormana yapılan silvikültür ve bakım müdahalelerin karbon depolama kapasitesini nasıl ve ne yönde etkilediği ayrıca fonksiyonlarına göre işletilen sahaların birbirine kıyasla ne kadar karbon depolama kapasitesi olduğunu gösteren çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Aksay, C.S., Ketenoğlu, O. ve Latif, K. (2005). Küresel ısınma ve iklim değişikliği. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 1 (25): 29-42.
- Alemdag, I.S. (1981). Aboveground-Mass Equations For Six Hardwood Species From Natural Stands Of The Research Forest At Petawawa [Canada]. Information Report Petawawa National Forestry Institute (Canada). no. PI-X-6.
- Anon, (1986). Orman Genel Müdürlüğü, Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Bolu Orman İşletme Müdürlüğü, Demirciler Orman İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı 1986-1995.
- Anon, (2009). Orman Genel Müdürlüğü, Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Aladağ Orman İşletme Müdürlüğü, Demirciler Orman İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı 2009-2018.
- Anon, (2009). Resmi Gazete. 13 Mayıs 2009 Sayı: 27227. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/05/20090513-1.htm>
- Asan, Ü. (1995). Global iklim değişimi ve Türkiye ormanlarında karbon birikimi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 45 (1-2): 23-38.
- Asan, Ü., Destan, S. ve Özkan, U.Y. (2002). İstanbul korularının karbon depolama, oksijen üretimi ve toz tutma kapasitesinin kestirilmesi. *Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, İstanbul, Türkiye, s. 194-202.
- Binkley, D., Stape, L.Y. ve Ryan, G. (2004). Thinking about efficiency of resource use in forests. *Forest Ecology and Management*, 193 (1-2): 5-16.
- Brown, S. (2002). Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environmental Pollution*, 116 (3): 363-372.
- Cieszewski, C. (1997). Biomass estimation for temperate broadleaf forests of the United States using inventory data. *Forest Science*, 43 (3): 424-434.
- ÇOB, (2008). *İklim Değişikliği ve Yapılan Çalışmalar*. Çevre ve Orman Bakanlığı. Ankara. 101 s.
- Çömez, A. ve Tolunay, D. (2006). Sündiken Dağlarında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinde Karbon Birikiminin Belirlenmesi. İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul, 123 s.
- Dışişleri Bakanlığı, Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Dairesi Başkanlığı (2010). Birleşmiş Milletler iklim Değişikliği İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ve Kyoto Protokolü Bilgi Notu, <http://www.mfa.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi.tr.mfa> (18.06.2019).

- Dixon, R.K., Solomon, A.M., Brown, S., Houghton, R.A., Trexler, M.C. ve Wisniewski, J. (1994). Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science*, 263(5144): 185-190.
- Durkaya, A., Durkaya, B. ve Say, S.U. (2016). Below-and above ground biomass distribution of young Scots pines from plantations and natural stands. *Bosque*, 37 (3): 509-518.
- Durkaya, A., Durkaya, B., Sabanci, A. ve Kaptan, S. (2017). Evaluation of the effects of various factors on aboveground and belowground biomass storage capacity of eastern mediterranean maquis vegetation. *Šumarski List*, 141 (3-4): 123-130.
- Durkaya, A., Durkaya, B. ve Atmaca, S. (2010). Predicting the above-ground biomass of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in Turkey. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 32 (5): 485-493.
- Durkaya, A., Durkaya, B. ve Cakil, E. (2010). Predicting the above-ground biomass of crimean pine (*Pinus nigra*) stands in Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 31 (1): 115.
- Durkaya, A., Durkaya, B. ve Ünsal, A. (2009). Predicting the above-ground biomass of calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8 (11).
- Durkaya, B. (1998). Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Meşe Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış) Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak, 110 s.
- Durkaya, B. ve Durkaya, A. (2008). Türkiye toprak üstü tek ağaç ve meşcere biyokütle tabloları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 10 (13): 1-10.
- Durkaya, B., Durkaya, A. ve Kocaman, M. (2017). Karbon stok değişimi; Bolu Sarıalan İşletme Şefliği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19 (1): 268-275.
- Durkaya, B., Durkaya A., Varol T. ve Kaptan, S. (2013a). Orman Ekosistemlerinde Karbon Stok Değişimlerinin Belirlenmesinde BEF Katsayılarının Kullanımı ve Uygunluklarının Değerlendirilmesi. *Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Antalya, s. 451-465.
- Durkaya, B., Durkaya, A., Makineci, E. ve Karaburk, T. (2013). Estimating above-ground biomass and carbon stock of individual trees in uneven-aged Uludag fir stands. *Fresenius Environmental Bulletin*, 22 (2): 428-434.
- Durkaya, B., Durkaya, A., Makineci, E. ve Ülküdür, M. (2013). Estimation of above-ground biomass and sequestered carbon of Taurus Cedar (*Cedrus libani* L.) in Antalya, Turkey. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 6 (5): 278.
- Durkaya, B., Durkaya, A., Önal, G. ve Kaptan, S. (2018). Evaluation of the effects of various factors on aboveground and belowground biomass storage capacity of *Rhododendron ponticum*. *Oficina de la Revista: Universidad Austral de Chile*,

Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Valdivia, Chile. 39 (1-2018): 95-106.

Durkaya, B., Durkaya, A. ve Yagci, H. (2019). Biomass equations in natural black pines. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (2 A): 1132-1139.

Durkaya, B., Varol, T. ve Durkaya, A. (2014). Determination of carbon stock changes: Biomass models or biomass expansion factors. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23 (3): 774-781.

Eckmüllner, O. (2006). Allometric relations to estimate needle and branch mass of Norway spruce and Scots pine in Austria. *Austrian Journal of Forest Science*, 123 (1-2): 7-15.

Elias, M. ve Potvin, C. (2003). Assessing inter-and intra-specific variation in trunk carbon concentration for 32 neotropical tree species. *Canadian Journal of Forest Research*, 33 (6): 1039-1045.

ENB, (2013). Earth Negotiations Bulletin COP 19 Final. Vol. 12, No. 594, Erişim Tarihi: 05.03.2017, <http://www.iisd.ca/download/pdf/enb12594e.pdf>.

ENB, (2014). Earth Negotiations Bulletin SB 40 Final. Vol. 12, No. 598, Erişim Tarihi: 18.06.2017, <http://www.iisd.ca/download/pdf/enb12598e.pdf>

Fang, J.Y., Wang, G., Liu, H. ve Xu, L. (1998). Forest biomass of China: an estimate based on the biomass-volume relationship. *Ecological Applications*, 8 (4): 1084-1091.

Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Bernsten, T., Betts, R., Fahey, W., Haywood, J., Lean, J., Lowe, C., Myhre, G., Nganga, J., Prinn, R., Raga, G., Schulz, M. ve Dorland, V. (2007). Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. In: Solomon, S. et al. (Eds), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK.

FRA (2010). Country Report: Turkey, pp. 37-39.

Goodale, C.L., Apps, M.J., Birdsey, A., Field, B., Heath, S., Houghton, A. ve Nabuurs, J. (2002). Forest carbon sinks in the Northern Hemisphere. *Ecological Applications*, 12 (3): 891-899.

Gower, S.T., Kucharik, C.J. ve Norman, J.M. (1999). Direct and indirect estimation of leaf area index, fAPAR, and net primary production of terrestrial ecosystems. *Remote Sensing of Environment*, 70 (1): 29-51.

Görücü, Ö. ve Eker, Ö. (2009). Kahramanmaraş Ayvalı Baraj Havzasında Karbon Emisyonu ve Ekonomisi Üzerine Araştırmalar. *II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi*, 19-21 Şubat 2009, Isparta, s. 3-12.

- Hashimoto, T., Kojima, K., Tanş, T. ve Satohiko, S. (2000). Changes in carbon storage in fallow forests in the tropical lowlands of Borneo. *Forest Ecology and Management* 126: 331-337.
- Henry, M., Besnard, A., Asante, A., Eshun, J., Adu-Bredu, S., Valentini, R. ve Saint-André, L. (2010). Wood density, phytomass variations within and among trees, and allometric equations in a tropical rainforest of Africa. *Forest Ecology and Management*, 260 (8): 1375-1388.
- Houghton, J., Meira Filho, L., Lim, B., Treanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y. ve Griggs, D. Callander BA. (1997).). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC/OECD/IEA, 1997. Revised 1996.
- Huxley, J. ve Huxley, S. (1993). Problems of relative growth. *The Johns Hopkins University Press*. Baltimore and London.
- IPCC, (2003). Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. *Institute for Global Environmental Strategies (IGES)*, Hayama, Japan.
- IPCC, (2007). *Summary for Policy Makers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.
- IPCC, (2013). *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley Cambridge, United Kingdom and New York, USA.
- İkinci, O. (2000). Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Kestane Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak, 86 s.
- Jacob, (2005). The Scienc, Politics and economics of globalclimate chance: implications for thecarbon sink projects. *Current science*, Vol: 89, No: 3,pp 464-474, Erişim tarihi: 08.05.2016, <http://www.ias.ac.in/currsci/aug102005/464.pdf>.
- Jandl, R., Lindner, M., Vesterdal, L., Bauwens, B., Baritz, R., Hagedorn, F. ve Byrne, K. A. (2007). How strongly can forest management influence soil carbon sequestration?, *Geoderma*, 137 (3-4): 253-268.
- Jenkins, C., Chojnacky, C., Heath, S. ve Birdsey, A. (2004). Comprehensive database of diameter-based biomass regressions for North American tree species. *Gen. Tech. Rep. NE-319. Newtown Square, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station*. 45 p [1 CD-ROM]., 319.
- Kalıpsız, A. (1988). Orman Hasılat Bilgisi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No:3516-397. ISBN:975-404-074-5. 349 s.

- Kangas, A. ve Maltamo, M. (Eds.). (2006). *Forest inventory: methodology and applications* (Vol. 10). Springer Science and Business Media.
- Karakaya, E. ve Özçağ, M. (2003). Türkiye açısından Kyoto Protokolü'nün değerlendirilmesi ve ayrıştırma (Decomposition) yöntemi ile CO₂ emisyonu belirleyicilerinin analizi. *VII. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Ekonomi Konferansı*, 31 s.
- Ketterings, M., Coe, R., Noordwijk, M. ve Palm, A. (2001). Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. *Forest Ecology and management*, 146 (1-3): 199-209.
- Kıvılcım, İ. (2013). 2020'ye Doğru Kyoto-Tipi İklim Değişikliği Müzakereleri. Avrupa Birliği'nin Yeterliliği ve Türkiye'nin Konumu, İktisadi Kalkınma Vakfı Yayınları, İstanbul, 87 s.
- Laiho, R. ve 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 (1-2): 161-169.
- Lamlom, H. ve Savidge, A. (2003). A reassessment of carbon content in wood: variation within and between 41 North American species. *Biomass and Bioenergy*, 25 (4): 381-388.
- Martin, J.G., Kloeppel, B.D., Schaefer, T.L., Kimbler, D.L. ve McNulty, S.G. (1998). Aboveground biomass and nitrogen allocation of ten deciduous southern Appalachian tree species. *Canadian Journal of Forest Research*, 28 (11): 1648-1659.
- Milne, R., Brown, W. ve Murray, D. (1998). The effect of geographical variation of planting rate on the uptake of carbon by new forests of Great Britain. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 71 (4): 297-309.
- Mukkonen, P. (2007). Generalized allometric volume and biomass equations for some tree species in Europe. *European Journal of Forest Research*, 126 (2): 157-166.
- Navar, J. (2009). Allometric equations for tree species and carbon stocks for forests of northwestern Mexico. *Forest ecology and Management*, 257 (2): 427-434.
- Niklas, K. ve Enquist, B.J. (2001). Invariant scaling relationships for interspecific plant biomass production rates and body size. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98 (5): 2922-2927.
- Niklas, K.J., Owens, T., Reich, P.B. ve Cobb, E.D. (2005). Nitrogen/phosphorus leaf stoichiometry and the scaling of plant growth. *Ecology Letters*, 8 (6): 636-642.
- Özkaya, S. (2004). Artvin-Genya Dağı Yöresi Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Ormanlarında Toprak Üstü Biyokütlenin Belirlenmesi. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış) Yüksek Lisans Tezi, Artvin, 98 s.

- Pajtík, J., Konôpka, B. ve Lukac, M. (2008). Biomass functions and expansion factors in young Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst) trees. *Forest Ecology and Management*, 256 (5): 1096-1103.
- Pan, C., Li, C. ve Gao, H. (1980). Biomass and nutrient elements distribution of two different forest types of Chinese fir. *Hunan For Sci Technol*, 4: 1-14.
- Porté, A., Trichet, P., Bert, D. ve Loustau, D. (2002). Allometric relationships for branch and tree woody biomass of Maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *Forest Ecology and Management*, 158 (1-3): 71-83.
- Saraçoğlu, N. (2013) Küresel İklim Değişimi, Biyoenerji Enerji Ormancılığı ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları. Elif Yayınevi. ISBN:978-605-2294-08-6, 668 s.
- Saraçoğlu, N. (1998). Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) biyokütle tabloları. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22: 93-100.
- Saraçoğlu, N. (2008). Biyokütleden enerji üretiminde enerji ormancılığının önemi. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 17-21.
- Saraçoğlu, N. (2017). Orman Hasılat Bilgisi, Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No:31-13. ISBN:978-605-9895-15-6, 431 s.
- Schoene, D. (2002). Terminology in assessing and reporting forest carbon change. In *Second expert meeting on harmonizing forest-related definitions for use by various stakeholders*. FAO, Rome.
- Schroeder, P., Brown, S., Mo, J., Birdsey, R. ve Cieszewski, C. (1997). Biomass estimation for temperate broadleaf forests of the United States using inventory data. *Forest Science*, 43 (3): 424-434.
- Schroeder, P., Brown, S., Mo, J., Birdsey, R., Brown, S., Gillespie, J. ve Lugo, E. (1989). Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science*, 35 (4): 881-902.
- Schneider, S. Patwardhan, A., Semenov, S., Schnieder, S., Burton, I., Magadza, C., Oppenheimer, M. ve Sukumar, R. (2007). Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change. *Climate Change*, 779-810.
- Shi, L. ve Liu, S. (2017). Methods of estimating forest biomass: A review. *Biomass Volume Estimation and Valorization for Energy*, 18: 23.
- Somogyi, Z., Cienciala, E., Mäkipää, R., Muukkonen, P., Lehtonen, A. ve Weiss, P. (2007). Indirect methods of large-scale forest biomass estimation. *European Journal of Forest Research*, 126(2): 197-207.
- Sun, O., Uğurlu, S. ve Özer, E. (1980) Kızılçam (*Pinus Brutia* Ten) Türüne Ait Biyolojik Kütlenin Saptanması, OAE Yayınları, Teknik Bülten Serisi, Ankara, s. 32.

- Ter-Mikaelian, T. ve Korzukhin, D. (1997). Biomass equations for sixty-five North American tree species. *Forest Ecology and Management*, 97 (1): 1-24.
- Tobin, B. ve Nieuwenhuis, M. (2007). Biomass expansion factors for Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) in Ireland. *European Journal of Forest Research*, 126 (2): 189-196.
- Tolunay, D, Çömez, A, (2008): Türkiye ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları, Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu Bildiri Kitabı, Hatay s:750-765.
- 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 (3): 265-279.
- Tolunay, D. (2012): Türkiye’de ağaç servetinden bitkisel kütle ve karbon miktarlarının hesaplamasında kullanılabilecek katsayılar. *Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50.Yılı Uluslararası Sempozyumu* Bildiriler Kitabı, Ankara s: 240-251.
- Uğurlu, S. (1976). Stepe gecis yorelerindeki sarıçam mescerelerinde biyolojik kutlenin saptanması. Determination of biomass in Scotch pine stands growing in the transition zone to semi-arid.
- Ulueren, M. (2001). Küresel Isınma BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü. *Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi*, 3.
- UN, (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). FCCC/INFORMAL/84, Ge. 05-62220 (E) 200705.
- UNFCCC, (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change. 24 pp, Erişim Tarihi: 23.12.2017, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>.
- UNFCCC, (2010). Decision 1/CP.16: The Cancún Agreements: Outcome of the Work of the Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention. 31pp, Erişim Tarihi: 06.08.2017, <http://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/eng/07a01.pdf.page,2>.
- UNFCCC, (2014). United Nations Framework Convention on Climate Change Web Sitesi. Erişim Tarihi: 05.03.2018.
- URL -1 (2019) <https://prothoweb.com/kuresel-isinma-nedir-sonuclari-nelerdir> (20.06.2019).
- URL -2 (2019) http://www.infovisual.info/01/002_en.html (01.04.2019).
- URL -3 (2019) <https://www.fenehli.com/8-sinif-fen-bilimleri-fotosentez-konu-anlatimi> (08.07.2019).

- Van Camp, N., Walle, V., Mertens, J., De Neve, S., Samson, R., Lust, N. ve Mestdagh, I. (2004). Inventory-based carbon stock of Flemish forests: a comparison of European biomass expansion factors. *Annals of Forest Science*, 61 (7): 677-682.
- Vashum, T., ve Jayakumar, S. (2012). Methods to estimate above-ground biomass and carbon stock in natural forests-a review. *J. Ecosyst. Ecogr*, 2 (4): 1-7.
- Walle, V., Van Camp, N., Perrin, D., Lemeur, R., Verheyen, K., Van Wesemael, B. ve Laitat, E. (2005). Growing stock-based assessment of the carbon stock in the Belgian forest biomass. *Annals of Forest Science*, 62 (8): 853-864.
- Wang, C. (2006). Biomass allometric equations for 10 co-occurring tree species in Chinese temperate forests. *Forest Ecology and Management*, 222 (1-3): 9-16.
- Wang, M. ve Overland, E. (2009). Geophys. Res. Lett 36. doi:10.1029/2009GL037820.http://www.pmel.noaa.gov/publications/search_abstract.php?fmContributionNum=3261. Retrieved 2 May 2011.
- Woodwell, M., Whittaker, H., Reiners, A., Likens, E., Delwiche, C. ve Botkin, B. (1978). The biota and the world carbon budget. *Science*, 199 (4325): 141-146.
- Yamanoğlu, G.Ç. (2006). Türkiye’de Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazı Emisyonlarındaki Artış ile Mücadelede İktisadi Araçların Rolü. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, (yayımlanmamış) Yüksek Lisans Tezi, s 139.
- Yolasığmaz, H., Çavdar, B., Demirci, U. ve Aydın, İ. (2016). İki farklı yöntemle göre karbon birikiminin tahmin edilmesi: Artvin Orman İşletme Şefliği örneği. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 17 (1): 43-51.
- Zhang, X., Wang, M. ve Liang, X. (2008). Quantitative classification and carbon density of the forest vegetation in Lüliang Mountains of China. *In Forest Ecology* (pp.1-9) Springer, Dordrecht.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Melih KOCAMAN
Doğum Yeri ve Tarihi : BOLU, 27.07.1992

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi, Orman Mühendisliği
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce
Bilimsel : Durkaya, B., Durkaya, A., Kocaman, M. Karbon stok değişimi; Bolu Sarıalan işletme şefliği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(1), 268-275.
Faaliyet/Yayınlar

İş Deneyimi : Bolu Orman İşletme Müdürlüğü, Aladağ Orman İşletme Müdürlüğü Kökez Orman İşletme Şefliği.
(Danışman Mühendis)

Stajlar : Bolu Orman İşletme Müdürlüğü, Aladağ Orman İşletme Müdürlüğü Kökez Orman İşletme Şefliği.

Projeler ve Kurs : Bartın Üniversitesi, 2018-FEN-CY-002 nolu proje.

Belgeleri

Kullandığı Programlar : Microsoft Office, ARGIS, NEDCAD

İletişim

E-Posta Adresi : mlh.kcmn@gmail.com

Tarih : 12/09/2019 (Tez sınav tarihi)