



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SAF VE KARIŞIK MEŞCERELERDE KARBON DEPOLAMA
KAPASİTELERİN BİYOKÜTLE MODELLERİ VE BEF KATSAYILARI
YARDIMIYLA TESPİTİNİN İNCELENMESİ

HAZIRLAYAN

Eda OKAN

DANIŞMAN

Doç. Dr. Birsen DURKAYA

BARTIN-2018



T.C.
BARTIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SAF VE KARIŞIK MEŞCERELERDE KARBON DEPOLAMA KAPASİTELERİN
BİYOKÜTLE MODELLERİ VE BEF KATSAYILARI YARDIMIYLA
TESPİTİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
EDA OKAN

Danışman : Doç. Dr. Birsen DURKAYA - Bartın Üniversitesi
Üye : Prof. Dr. Hacı Ahmet YOLASIĞMAZ - Artvin Çoruh Üniversitesi
Üye : Prof. Dr. Ali DURKAYA - Bartın Üniversitesi

BARTIN-2018

KABUL VE ONAY

Eda OKAN tarafından hazırlanan “SAF VE KARIŞIK MEŞCERELERDE KARBON DEPOLAMA KAPASİTELERİN BİYOKÜTLE MODELLERİ VE BEF KATSAYILARI YARDIMIYLA TESPİTİNİN İNCELENMESİ” başlıklı bu çalışma, 01.02.2018 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. Hacı Ahmet YOLASIĞMAZ

Üye : Prof. Dr. Ali DURKAYA

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 danışmanlığında hazırlamış olduğum “SAF VE KARIŞIK MEŞCERELERDE KARBON DEPOLAMA KAPASİTELERİN BİYOKÜTLE MODELLERİ VE BEF KATSAYILARI YARDIMIYLA TESPİTİNİN İNCELENMESİ” adlı 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.

01.02.2018

Eda OKAN



ÖNSÖZ

“Saf ve karışık meşcerelerde karbon depolama kapasitelerin biyokütle modelleri ve bcf katsayıları yardımıyla tespitinin incelenmesi” konulu bu çalışma Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Entomolojisi ve Koruma Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu tez konusunun belirlenmesinden sonuçlanmasına kadar çalışmalarımın her aşamasında bilimsel fikirleri ve önerileriyle bana yol gösteren, çalışmalarım sırasında teorikte ve pratikte desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, aynı zamanda bilgi birikimlerini benimle paylaşıp eğitimime önemli katkıları olan danışman hocalarım Sayın Doç. Dr. Birsen DURAYA ve Doç. Dr. Tuğrul VAROL’ a çok teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında hep yanımda yer alan, bilgi ve birikimlerinden yararlandığım, tezimin hazırlanmasında ve ortaya çıkarılmasında önemli katkıları olan Ordu Orman İşletme Müdürü Sayın Mehmet Ali DENİZ’e ve Ordu Orman İşletme Şefi Ömer UZUNDAL’a çok teşekkür ederim. Çalışmalarım sırasında bütün sorularıma cevap veren, bana her konuda yardımcı olan meslektaşlarım Orman Yüksek Mühendisi Zehra KAVAKLI’ya ve Belgen YİĞİT’e çok teşekkür ederim.

Bana her konuda yardım ve desteğini esirgemeyen canım babam Salih Zeki OKAN’a sevgili annem Nalan OKAN’a teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarımda bana eşlik eden gerek fikirleriyle katkısı olan ve burada isimlerini saymadığım tüm arkadaşlarıma ve meslektaşlarıma çok teşekkür ederim.

Tezimi 2016-FEN-CY-004 nolu proje ile destekleyen Bartın Üniversitesi Rektörlüğü’ne teşekkür ederim.

Eda OKAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SAF VE KARIŞIK MEŞCERELERDE KARBON DEPOLAMA KAPASİTELERİN BİYOKÜTLE MODELLERİ VE BEF KATSAYILARI YARDIMIYLA TESPİTİNİN İNCELENMESİ

Eda OKAN

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Birsen DURKAYA

İkinci Danışman: Doç. Dr. Tuğrul VAROL

Bartın- 2018, sayfa: XII + 62

Bu çalışma Bartın ili Arıt, Amasra, Kurucaşile Orman İşletme Şefliklerinde saf ve karışık meşcerelerde karbon depolama kapasitelerin biyokütle modelleri ve Biyokütle Genişletme Faktörü (BEF) katsayıları yardımıyla tespitinin incelenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Bu çalışmada Bartın ili Arıt, Amasra, Kurucaşile Orman İşletme Şefliklerindeki ormanlarının biyokütle ve karbon depolama miktarları Allometrik Biyokütle Yöntemi (ABD) ve BEF yöntemine göre belirlenmiştir. Haritalanması ARCGIS 9.3 kullanılarak yapılmıştır. Arıt, Amasra, Kurucaşile Orman İşletme Şefliklerinin karbon depolama miktarları ABD yöntemine göre sırasıyla 96.72 ton/ha; 97.19 ton/ha; 161.33 ton/ha olarak hesaplanmıştır ve BEF yöntemine göre ise sırasıyla 65,62 ton/ha; 67.63 ton/ha ve 126.63 ton/ha karbon depolandığı hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler

Bartın, karbon hesabı, biyokütle, allometrik denklem yöntemi, BEF.

Bilim Kodu

502.03.01

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

INVESTIGATION OF CARBON STORAGE CAPACITIES IN PURE AND MIXED STAND WITH BIOMASS MODELS AND BEF COEFFICIENTS

Eda OKAN

Bartın University

Graduate School of Applied and Natural Sciences

Forest Engineering

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Birsen DURKAYA

Second Advisor: Assoc. Prof. Tuğrul VAROL

Bartın- 2018, pp: XII + 62

This study was carried out in Bartın province Arit, Amasra and Kurucaşile Forestry Management Departments in order to examine the determination of carbon storage capacities in pure and mixed stands with the aid of biomass models and Biomass Expansion Factor (BEF) coefficients.

In this study, biomass and carbon storage amounts of forests in Arit, Amasra and Kurucaşile forest management provinces of Bartın province were determined according to the method of Allometric Biomass Method (ABD) and BEF method. Mapping was done using ARCGIS 9.3. According to the ABD method, in the Arit, Amasra, Kurucaşile forest enterprise , carbon storage amounts calculated respectively are as 96.72 tons / ha; 97.19 ton / ha; 161.33 ton / ha. According to BEF method, 65,62 tons / ha; 67.63 tons / ha and 126.63 tons / ha of carbon were stored.

Key Words

Bartın, Carbon calculation, biomass, allometrik equation method, BEF

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.....	ix
KISALTMALAR.....	xii
BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	1
1.1 Genel Bilgiler.....	1
1.2 Biyokütle Ve Hesaplama Yöntemleri.....	6
1.2.1 Allometrik Biyokütle Denklemleri (ABD) Yöntemi.....	7
1.2.2 Biyokütle Genişletme Faktörü (BEF) Yöntemi.....	8
1.2.3 Uzaktan Algılama Yöntemi İle Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi.....	12
BÖLÜM 2 MATERYAL VE METOD.....	14
2.1. Arıt Orman İşletme Şefliği.....	14
2.2. Amasra Orman İşletme Şefliği.....	17
2.3. Kurucaşile Orman İşletme Şefliği.....	19
2.4 Metod.....	21
2.4.1 ABD Yöntemiyle Biyokütle Ve Karbonun Hesaplanması.....	21
2.1.2 Biyokütle Genişletme Faktörleri Yöntemiyle Biyokütle ve Karbonun Hesaplanması.....	23
2.1.3 Karbon Depolama Kapasitesinin Haritalandırılması.....	23
BÖLÜM 3 BULGULAR VE TARTIŞMA.....	25

3.1 ABD Yöntemine İlişkin Genel Bulgular.....	25
3.2 BEF Yöntemine İlişkin Bulgular	27
3.3 ABD Ve BEF Yöntemlerinin Karşılaştırılması	29
3.3.1 Arıt OİŞ'ne Ait Bulguların Karşılaştırılması	29
3.3.2 Amasra OİŞ'ne Ait Bulguların Karşılaştırılması.....	36
3.3.3 Kurucaşile OİŞ'ne Ait Bulguların Karşılaştırılması	41
BÖLÜM 4 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	47
KAYNAKLAR.....	54
ÖZGEÇMİŞ.....	62



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
1. Sera gazı etkisi (URL-1,2017).....	2
2. Biyokütlenin ağaç üzerindeki dağılımı (URL-2,2013).....	6
3. 1985 Plan Dönemi Arıt, Amasra ve Kurucaşile OİŞ Sınırları.....	15
4. 2001 plan dönemi Arıt,Amasra ve Kurucaşile OİŞ sınırları.....	17
5. 2011 Plan Dönemi Arıt, Amasra ve Kurucaşile OİŞ sınırları.....	19
6. Arıt ABD ve BEF yöntemi ile hesaplanan toplam karbon miktarları.....	35
7. Amasra ABD ve BEF yöntemi ile hesaplanan toplam karbon miktarları.....	40
8. Kurucaşile ABD ve BEF yöntemi ile hesaplanan toplam karbon miktarları.....	44
9. Arıt OİŞ 1985-2001-2011 plan dönemlerinin toplam karbon stok miktarı.....	48
10. Amasra OİŞ1985-2001-2011 plan dönemlerinin toplam karbon stok miktarı.....	49
11. Kurucaşile OİŞ 1985-2001-2011 plan dönemlerinin toplam karbon stok miktarı..	49
12. Arıt OİŞ'nin 1985-2011 plan dönemi hektardaki biyokütle değişimi.....	50
13. Arıt OİŞ'nin 1985-2011 plan dönemi hektardaki karbon değişimi.....	50
14. Amasra OİŞ'nin 1985-2011 plan dönemi hektardaki biyokütle değişimi.....	51
15. Amasra OİŞ'nin 1985-2011 plan dönemi hektardaki karbon değişimi.....	51
16. Kurucaşile OİŞ'nin 1985-2011 plan dönemi hektardaki biyokütle değişimi.....	52
17. Kurucaşile OİŞ'nin 1985-2011 plan dönemi hektardaki karbon değişimi.....	52

TABLULAR DİZİNİ

Tablo No		Sayfa No
1.	FRA 2010'a göre karbon hesaplaması.....	10
2.	Asan tarafından (1995 ve 2002) önerilen formüller ve katsayılar.....	11
3.	ETFOP yönetmeliğindeki formüller ve katsayılar.....	11
4.	BEF katsayıları.....	12
5.	2011 Plan dönemi Arıt OİŞ meşçere tipleri ve alanları.....	16
6.	2011plandönemi Amasra OİŞ meşçere türleri ve alanları.....	18
7.	2011plan dönemi Kurucaşile OİŞ meşçere türleri ve alanları.....	20
8.	Ağaç türleri için geliştirilen Allometrik Biyokütle denklemleri.....	22
9.	Allometrik Biyokütle Denklemleri Yöntemi kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.....	26
10.	BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.....	28
11.	Arıt 1985, 2001, 2011 periyot alanları.....	29
12.	Arıt OİŞ 1985-2000 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.....	30
13.	Arıt OİŞ 2001-2010 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.....	31
14.	Arıt OİŞ 2011-2020 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.....	31
15.	Arıt 1985-2001, 1985-2011 periyotlarına göre ABD ve BEF ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı biyokütle ve karbon miktarlarında meydana gelen değişimin yüzdesi.....	33
16.	Arıt OİŞ için 1985-2000, 2001-2010, 2011-2020 periyotlarındaki ABD ile hesaplanan karbon değerinin BEF 'e göre vermiş olduğu değere göre yüzde farkı.....	35
17.	Amasra 1985, 2001, 2011 periyot alanları.....	36
18.	Amasra OİŞ 1985-2000 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.....	37
19.	Amasra OİŞ 2001-2010 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.....	37
20.	Amasra OİŞ 2011-2020 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.....	38

21.	Amasra 1985-2001, 1985-2011 periyotlarına göre ABD ve BEF ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı biyokütle ve karbon miktarlarında meydana gelen değişimin yüzdesi.....	39
22..	Amasra OİŞ için 1985-2000, 2001-2010, 2011-2020 periyotlarındaki ABD İle Hesaplanan karbon değerinin BEF'e göre vermiş olduğu değere göre yüzde farkı.....	39
23.	Kurucaşile 1985, 2001, 2011 periyot alanları.....	41
24.	Kurucaile OİŞ 1985-2001 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.....	42
25.	Kurucaşile OİŞ 2001-2010 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.....	43
26.	Kurucaşile OİŞ 2011-2020 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.....	43
27.	Kurucaşile 1985-2001, 1985-2011 periyotlarına göre ABD ve BEF ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı biyokütle ve karbon miktarlarında meydana gelen değişimin yüzdesi.....	45
28.	Kurucaşile OİŞ için 1985-2000, 2001-2010, 2011-2020 periyotlarındaki ABD ile Hesaplanan karbon değerinin BEF 'e göre vermiş olduğu değere göre yüzde farkı.....	46

KISALTMALAR

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
d1.30	: 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

Hızlı nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşmeyle birlikte atmosferdeki sera gazı emisyonlarının olması gereken miktarların çok üzerine çıktığı gözlemlenmiştir (UN, 1992). Doğal kaynakların bilinçsiz kullanımı ile birlikte arazi sınıflamasının dikkate alınmaması, sera gazlarının ve özellikle atmosferik CO₂'nin artışına neden olmaktadır. İnsan faaliyetleri sonucu atmosferde bulunan CO₂'nin olması gereken sınır değerlerini aşması küresel ısınmanın en önemli nedenlerinden biri olarak görülmektedir (IPCC, 2013).

Güneş radyasyonunun bir bölümü atmosfer tarafından geri yansıtılırken büyük bir bölümü, atmosferden geçerek yeryüzünü ısıtır. Gezegenimizin yüzeyi tarafından yukarıya yansıtılan kızılötesi ısı enerjisinin büyük bölümü atmosferdeki su buharı, karbondioksit ve doğal olarak oluşan diğer “sera gazları” tarafından emilir. Bu gazlar enerjinin, yeryüzünden geldiği gibi doğrudan uzaya geçmesini engeller. Birbiriyle etkileşimli birçok süreç (radyasyon, hava akımları, buharlaşma, bulut oluşumu ve yağmur gibi) enerjiyi atmosferin daha üst tabakalarına taşımakta ve enerji oradan da uzaya aktarılmaktadır. Bu yavaş ve dolaylı süreç bizim için bir şanstır; eğer enerji uzaya direkt olarak aktarılabilseydi, yeryüzü soğuk ve yaşamsız bir yer olurdu. Atmosferdeki sera gazlarının olması gereken miktarın üzerine çıkması nedeniyle dünyanın sıcaklığının yapay olarak artışı küresel ısınmaya sebep olmaktadır (Şekil 1).

1957 yılından itibaren kayıt altına alınan atmosferik CO₂ konsantrasyonundaki insan kaynaklı hızlı artışa bağlı olarak meydana gelen sıcaklık yükselmeleri sanayi devrimi ile ivme kazanmıştır. Fosil yakıtların kullanımı sera gazı miktarını artırarak küresel ısınmanın artışını hızlandırmış ve beraberinde ekolojik, ekonomik ve sosyal sorunlar doğurmaya başlamıştır. (Vashum ve Jayakumer, 2012) Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinde (IPCC) 1990 yılından bu yana yayınlanan raporlara ait değerlendirmelerde iklim sisteminin her 10 yılda bir 0,30 derece ısınmakta olduğuna vurgu yapılmış olup, bu durum dünyanın geleceği hakkında karamsar bir tablo çizmektedir (IPCC, 2013).



Şekil 1: Sera gazı etkisi (URL-1,2017).

Çeşitli araştırmacılar küresel ısınmanın etkileri ve insanların karşılaşılabilecekleri tehlikeler hakkında bir takım öngörülerde bulunmuşlardır. Bu tahminler şu şekilde örneklendirilebilir;

- Küresel ısınma ile birlikte deniz, göl, baraj gibi su yüzeylerindeki buharlaşma artış gösterecektir. Artan buharlaşma topraklarda kurumaya sebep olacak ve bölgesel iklim değişikliğine sebebiyet verecektir.
- Dünya’da bazı bölgelerde yağışlar artacak, sel afetleri meydana gelecektir. Karasal ekosistemlerde ise toprak, mevcut suyunu kaybedecek kuraklaşacaktır. Buna bağlı olarak tarımsal verim azalacak, küresel ısınma dünyayı açlık ve susuzlukla yüzleştirecektir. Küresel ısınmanın sebep olduğu ekolojik sorunlar sosyal sorunları da beraberinde getirecektir. Göç hareketleri ile nüfus dengesi bozulmaya başlayacak ve bu durum ciddi toplumsal krize neden olacaktır. Orman alanlarının daralması küresel ısınmaya olumsuz katkıda bulunacaktır. Buzullar eriyecek sonucunda ise göller, denizler ve akarsularda mevcut su düzeyleri yükselecek ve kıyı bölgelerini sular altında bırakacaktır, sel felaketleri yaşanacak ve toplumsal göçler başlayacaktır. Küresel ısınma hem sayı hem de şiddet bakımından son

derece zararlı kasırgalar yaratacaktır (Berz, 1995; IPCC, 2013).

- Küresel ısınmanın neden olduğu sıcaklık artışının, insan sağlığında direkt (ısı etkisi ve salgın hastalıklar) ve indirekt (allerjenik hastalıkların artışı) etkileri olacaktır (Kurane, 2010). Aynı zamanda tür değişimlerine ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olacaktır (Wernberg vd., 2011; Bellard vd.,2012).

Dünyada CO₂ ve diğer sera gazlarının atmosferdeki miktarlarının hızlı artması sonucunda meydana gelen küresel ısınma ve iklim değişikliğinin oluşması ulusların birlikte mücadelesini gerektirmiştir. Dünya'nın girdiği bu süreçte ilk müzakere 5-16 Haziran 1972 tarihleri arasında 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). Bu gelişmenin ardından 12 Aralık 1972 de BM çevre programı (UNEP) kurulmuştur.

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'nün 12-23 Şubat 1979 tarihleri arasında düzenlemiş olduğu birinci dünya iklim konferansı ise uluslararası alanda iklim değişikliği konusunda atılan ilk adım olarak tarihe geçmiştir (Çılgın ve Yamanoğlu, 2006).

1985 yılında Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) öncülüğünde ozon tabakasının korunmasına yönelik Viyana Sözleşmesi imzalanmıştır. 1987 yılında ozon tabakasına zarar veren Kloroflorokarbon (CFC) ve diğer maddelerin kullanımının azaltılmasına ve kontrolüne yönelik Montreal Protokolü hayata geçmiştir (Jacob, 2005). 1988 yılında değişen atmosfer konulu Toronto Konferansı düzenlenmiştir. Konferansta 2005 yılına kadar CO₂ emisyonlarının % 20 azaltılmasına yönelik uluslararası bir sözleşme hazırlanması önerilmiştir. Bilimsel çalışmaların yapılması amacıyla UNEP ve WMO tarafından hükümetler arası iklim değişikliği paneli (IPPC) kurulmuştur (Karakaya ve Özçağ, 2003).

Uluslararası alanda insan kaynaklı faaliyetlerin neden olduğu iklim değişikliği konusuna karşı atılan en önemli adım kabul edilen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) 3-14 Haziran 1992 tarihinde Brezilya'nın Rio De Janerio kentinde düzenlenmiştir. Sözleşmenin amacı insan kaynaklı faaliyetlerin iklim sisteminde meydana

getirdiği olumsuz etkiyi engellemek amacıyla atmosferdeki sera gazı birikimlerini durdurmaktadır (UNFCCC, 1992). BMİDÇS 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Sözleşmeye Türkiye’de dahil 195 ülke taraftır (UNFCCC, 2012a).

1994 tarihten itibaren her yıl taraflar; Conferances of The Parties Party (COP) adı verilen taraflar konferanslarını düzenlemekte ve dünyanın geleceğini belirleyecek önemli antlaşmalar imzalamaktadır. 1995 İlk Taraflar Konferansı (COP 1) Berlin’de yapılmıştır. 1996 yılında BMİDÇS sekretaryası kurulmuştur. 1997’de (COP 3) 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, 2010). Kyoto Protokolü 2015’de yürürlüğe girmiş ve taraflarının ilk toplantısı ise Montreal’ de yapılmıştır.

2007 yılında sözleşmenin etkin ve sürdürülebilir şekilde işlenmesi ve uzun vadede çözüme kavuşturulması gereken ortak vizyon, uyum, teknoloji ve finans konularının müzakere edilmesi amacıyla Bali Eylem Planını içeren Bali Yol Haritası kabul edilmiştir (ENB, 2013, 2014).

2009 yılında düzenlenen COP 15 te Kopenhag Mutabakatı kabul edilmek üzere sekreteryaya sunulmuştur. Mutabakat da küresel sıcaklık artışının 2°C ile sınırlandırılması, kalkınmanın düşük karbon stratejisiyle desteklenmesi, gelişmekte olan ülkelere finans desteğinin sağlanması, Yeşil İklim Fonunun (YİF) kurulması gibi konular yer almıştır.

2010 yılında COP-16 da Cancun Antlaşmaları hazırlandı ve çoğu kabul edildi. Bu antlaşmalarda ülkeler karşılıklı bir şekilde kendi emisyon azalım taahhütlerini resmileştirmiştir. 2012 yılında Katar’ın başkenti Doha’da 18. Taraflar Konferansı (COP-18) ve Kyoto Protokolü’nün 8. Taraflar buluşması gerçekleştirildi. Bu konferans sonucunda “İklim Değişikliğinden Kaynaklanan Kayıp ve Zararlar” kavramı çerçevesinde iklim değişikliğinden etkilenen ülkelerin zararlarının tazmin edilmesi kararı alınmıştır (Kıvılcım, 2012). 2013 yılında Varşova’ da COP-19 konferansın da alınan kararlar arasında Durban platformunun geliştirilmesi, 2014 yılında finans yardımı yapılması için YİF 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 etkilerine maruz kalacak gelişmekte olan ülkelerde yaşanacak kayıp ve zararların ele alınması için Varşova Uluslararası Kayıp ve Zarar mekanizması kurulmuştur. 2014 de COP-20 Lima Peru konferansı düzenlenmiştir. 2015’de Fransa’da ki Paris Konferansında (COP-21) küresel ortalama sıcaklığın 1.5 ile 2 derece arasında sınırlandırılması ve fosil yakıt kullanımının azaltılması konusunda anlaşma sağlanmıştır.

Türkiye küresel ısınma sorununa karşı duyarsız kalmamıştır. Türkiye, OECD üyesi olduğu için BMİDÇS’nin Ek-I ve Ek-II listelerinde yer almıştır. BMİDÇS’ye taraf olmayan Türkiye, bu konumunu değiştirmek üzere 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, 24 Mayıs 2004 tarihinde BMİDÇS’ye taraf olmuştur. 2009 tarihinde ise Türkiye Büyük Millet Meclisi’nde 5386 sayılı BMİDÇS’ne yönelik Kyoto Protokolü’ne katılmanın uygun bulunduğu dair kanunun kabul edilmesinin ardından 26 Ağustos 2009’da Kyoto Protokolü’ne resmen katılım kararlaştırılmıştır (OGM, 2009).

Türkiye’nin Kyoto Protokolü’nün Birinci (2008-2012) ve İkinci (2013-2020) Yükümlülük Döneminde sera gazı emisyon azaltım taahhüdü bulunmamaktadır. Bununla birlikte Amerika Birleşik Devletleri , Kanada, Japonya ve Yeni Zelanda gibi ülkelerin taahhüt almamış olması Kyoto Protokolüne zarar vermiş Türkiye’nin gelişmekte olan ülkeler gibi Kyoto Protokolü mekanizmalarından yararlanması konusunda ilerleme sağlanamamıştır.

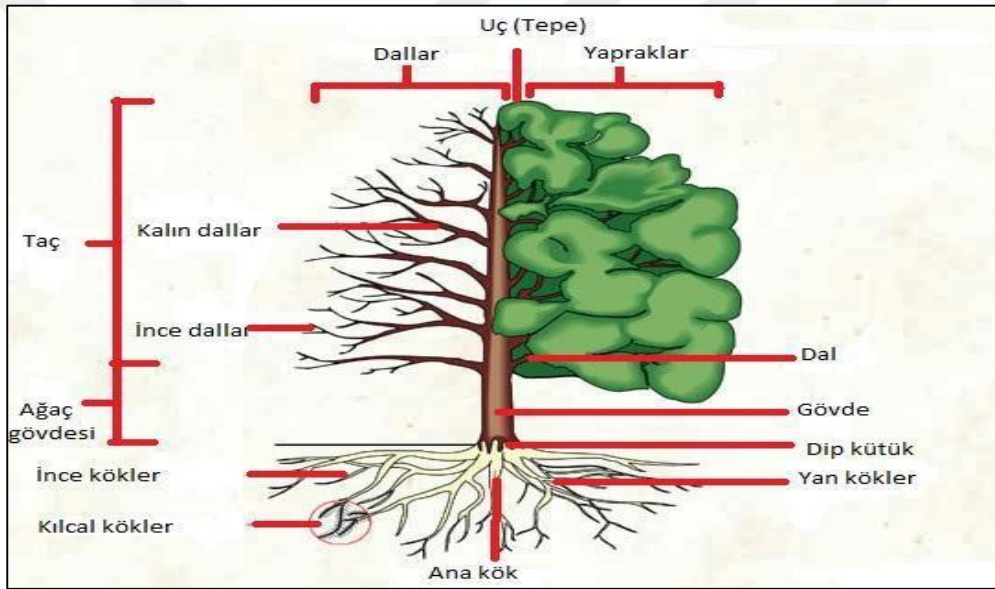
Yeryüzünde tüm bitkiler tarafından tutulan karbonun %75’i ormanların yeşil bünyesinde depolanması nedeniyle, küresel ısınmanın etkilerinin azaltılması ve geciktirilmesinde ormanlar çok büyük etkiye sahiptir (Woodwell vd., 1978; Hashimoto vd., 2000).

Dünyada küresel ısınmaya neden olan sera gazları arasında en önemli etkiye sahip olan CO₂, karbon havuzu olarak nitelendirilen altı karasal ekosistemden biri olan orman ekosistemi içerisinde fotosentez yoluyla depolanmaktadır. Fotosentez yoluyla enerji kaynağı olan bitkisel maddeler sentezlenirken, atmosferden CO₂ alınıp atmosfere canlıların yaşamı için gerekli olan O₂ verilmektedir. Biyokütlenin yakılması sonucu 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 yaşayan ve henüz fosilleşmemiş olan canlı organizmaların belli bir sürede sahip olduğu toplam kütledir. Organik karbonun hesaplamasında kullanılan biyokütle fotosentez yoluyla güneş enerjisinin depolandığı yerlerdir. Ormancılıkta biyokütle ağaç ve ağaççık toplulukları ile tüm artıklarının (ölü-diri) toplam miktarıdır (Uğurlu vd., 1976, Sun vd. 1980; Alemdağ, 1981) (Şekil 2).



Şekil 2: Biyokütlenin ağaç üzerindeki dağılımı (URL-2, 2013).

Biyokütle, yaş ağırlık ve kuru ağırlık (kg veya ton) olarak da ifade edilmektedir. Fakat, kuru ağırlık değerleri, yaş ağırlık değerlerine göre daha çok tercih edilmekte ve kullanılmaktadır (Durkaya ve Durkaya, 2008). Bunun sebebini ağaç türüne, yetişme 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, 1992).

Dünya enerji ihtiyacının karşılanmasında ormanlardan sağlanan biyokütle önemli bir yere

sahiptir. Geçmiş dönemlerde biyokütle çalışmalarının gerçekleştirilmesindeki asıl amaç, petrol ve doğalgaz gibi yenilenemeyen kaynakların yerine, yenilenebilir enerji kaynaklarının ikamesi konularında çeşitli verilerin türetilmesi olmuştur (Alemdağ, 1981). Günümüzde ise biyokütle çalışmaları; orman ekosisteminin sürdürülebilirliği, silvikültürel müdahalelerin belirlenmesi, karbon stok değişiminin analizi ve küresel karbon döngüsü açısından önem taşımaktadır. Orman ekosistemleri atmosferdeki serbest karbondioksiti, fotosentez yoluyla atmosferden alarak vejetasyon içerisinde depolamaktadırlar ve küresel karbon döngüsünde önemli bir rol üstlenmektedirler (Dixon vd., 1994; Houghton, 1997; Goodale, 2002; Binkley,2004). Toprak zerindeki stoklanan karbonun %80'den fazlası orman ekosistemlerinde bulunmaktadır (Jandl vd., 2007). Bu durum, karasal ekosistemlerden olan ayır-mera ve tarım arazilerine kıyasla, orman ekosistemlerini daha değerli hale getirmektedir.

Küresel iklim değişikliği ile mücadele kapsamında, orman ekosistemlerindeki tutulan karbon miktarlarının ve karbon değişimlerinin tam olarak belirlenebilmesi gereklidir (Brown vd, 1989; Jalkanen vd., 2005). Orman alanlarının karbon depolama kapasitelerinin ve karbon depolamasındaki değişimlerin belirlenmesinde orman biyokütlesinden yararlanılmaktadır ve bir bireyin biyokütlesinde biriken karbon değerinden tüm orman alanındaki karbon birikimi hesaplanmaktadır (Backkeus vd., 2005).

Orman biyokütlesinin hesaplanmasında iki farklı yöntem dünyada kabul görmüştür. Bunlar Allometrik Biyokütle Denklemleri Yöntemi (ABD) ve Biyokütle Genişletme Faktörleri Yöntemi (BEF) 'dir.

1.2.1 Allometrik Biyokütle Denklemleri (ABD) Yöntemi

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. Yeterli veri olması durumunda her ağaç türü için geliştirilen ve bölgeye ait biyokütle modellerini kullanan, Allometrik Biyokütle Denklemleri (ABD) Yöntemi kullanılmaktadır (Schroeder vd., 1997; Van Camp vd., 2004; Vande Walle vd., 2005; Durkaya vd., 2014; Durkaya vd, 2016). Bitkinin kolay llembilen bir değeri (ap, boy, göğüs yüzeyi gibi) bitkinin daha zor

belirlenen (hacim, biyokütle gibi) özellikleri ile ilişkilidir bu allometri olarak tanımlanır (Huxley, 1993; Niklas ve Enquist, 2001; Niklas, 2005). Bitkinin kolay ölçülen değerlerinden biyokütle gibi daha zor belirlenen değerlere ulaşmasını kolaylaştıran matematiksel denklemler Allometrik Biyokütle Denklemleridir (Kangas ve Maltamo 2006; Shi ve Liu, 2017). Literatürde ABD’de göğüs çapı ve ağaç boyu değişkeni en sıklıkla kullanılan bitki kısımlarıdır, 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, 2000; Ter-Mikaelian ve Korzukhin, 1997; Durkaya, 1998; Gower vd.,1999; İkinci, 2000; Özkaya, 2016; Jenkins vd.,2004; Wang, 2006; Eckmulner, 2006; Mukkonen, 2007; Navar, 2009; Durkaya vd., 2009a, 2009b, 2010, 2013a, 2013b, 2013c, 2015, 2016; Henri vd., 2010; Aydın, 2010; Çömez, 2011).

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.

Genellikle diğer tek ağaç bileşenlerinde olduğu gibi toprak üstü biyokütleye ilişkin bölgesel ve ulusal biyokütle ve karbon stoku değerleri de örnek alanlara dayalı orman envanter verilerinden yararlanılarak geliştirilen ABD ve BEF yardımıyla hesaplanır (Jenkins vd., 2004; Brown vd., 1989; Goodale vd., 2002). Toprak yapısı ve coğrafi konum bakımından farklı olan ağaç türleri için de ABD geliştirilmiştir (Peichl ve Arain, 2007).

1.2.2 Biyokütle Genişletme Faktörü (BEF) Yöntemi

Ülkeler ormanlarının gelişimini izlemek adına ulusal orman envanterleri düzenlemektedirler. 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 yada uluslararası kabul gören ismiyle Biomass Expansion Factor (BEF) yöntemidir. Bu yöntemde ağaç servetinin BEF katsayısı ve 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 ve Nieuwenhuis, 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 ve Çömez, 2008; Durkaya vd., 2014). BEF değerleri dikili servetleri biyokütleye veya dikili servet hacmini ticari olarak değerlendirilmeyen ağaç kısımların da biriken biyokütleye dönüştüren genişletme faktörü olarak tanımlamak mümkündür (Milne vd., 1998; IPCC, 2003, 2006; Somogyi vd., 2007; Tobin ve Nieuwenhuis, 2007; Pajtk vd., 2008; Wirth vd., 2004). BEF'ler sabit olmayıp, meşcere yaşına, sıklığına, bonitet derecesine ve ağaç türüne göre değişkenlik göstermektedir (Brown vd., 1989; Schroeder vd., 1997; Fang vd., 1998, 2014).

İkinci yöntem ise; Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (LULUCF) kılavuzunda açıklandığı üzere, orman envanterindeki ağaç servetinden Biyokütle Genişletme ve Dönüşüm Katsayıları (Biomass Conversion and Expansion Factors-BCEF) kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu yöntemde odunun yoğunluk değeri kullanılmadan BCEF katsayısı ile gövde hacminin çarpımı sonucu toprak üstü biyokütleye ulaşılmaktadır (IPCC, 2006; Tolunay, 2011; Teobaldelli vd., 2009; Dutca vd., 2010). BCEF katsayılarının da ağaç türleri için bölgesel olarak geliştirilmesi gereklidir aksi halde hataların artışı söz konusu olabilmektedir (Lehtonen, 2004; Tolunay, 2012). BCEF yöntemi biyokütle belirlemenin kaba bir tahmini olduğundan, özellikle genç meşcerelerde gövde hacminden biyokütle belirleme uygun bulunmamaktadır. Genç bireyler orman envanterinde göz ardı edilebilmektedir (Dutcka vd., 2010; Jadonzinski vd., 2017).

LULUCF kılavuzunda, orman ekosistemindeki canlı biyokütleye ait karbon havuzlarında yıllık karbon stok değişimlerini hesaplamak için katsayılar belirlenmiştir. Türkiye ormanlarındaki karbon stok değişimlerinin GPG-LULUCF kılavuzuna uygun olarak hesaplanması sırasında FKA(Fırın Kurusu Ağırlık) katsayıları yapraklı türler için 0.638 ve ibreli türler için 0.496, BEF (Biyokütle Genişletme Faktörü) katsayıları ise yapraklı türler için 1.24 ve ibreli türler için 1.22 olarak dikkate alınmıştır (Tablo1). Kök/Sak oranı (R); FRA- 2010 kılavuzunun 5.3 No'lu EK tablosunda Türkiye'nin bulunduğu iklim kuşağı ve ormanlarda bulunan ortalama servet dikkate alınarak belirlenmiştir.

Tepe kapalılığı %10 ve daha aşağıda olan bozuk nitelikli ormanlar FRA-2010 ve LULUCF kılavuzuna göre orman sayılmamaktadır. Bu nedenle biyokütle ve buna bağlı karbon hesaplamalarının verimli ve verimsiz ormanlar için ayrı olarak belirlenmesi gerekmektedir(Tablo 1) (FRA, 2010; Yolasığmaz vd, 2016).

Tablo 1: FRA 2010'a göre karbon hesaplaması.

	Verimli		Bozuk	
	İbrelili	Yapraklı	İbrelili	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 (ÖOK)	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+ÖOK+ÖÖK+Topraktaki Karbon			

FRA-2010 kılavuzunda eşitliklerde kullanılan katsayılar için her ülkenin kendi değerlerini kullanması önerilmektedir. Asan (1995 ve 2002) tarafından, Türkiye ormanları için hesaplanan spesifik katsayılar yapraklılar için 0.640 ve 1.25; iğne yapraklılar için 0.473 ve 1.20 olarak önerilmiştir. Tür gruplarına ait toprak üstü biyokütle miktarları yapraklılar için 0.15, ibreliler için 0.20 katsayılarla çarpılarak toprak altı biyokütle miktarına dönüştürülmesi önerilmiştir. Hesaplanan biyokütle değerlerini tutulan karbon miktarına dönüştürmek için 0.45 katsayıyı ile çarpılması önerilmiştir (Tablo 2). Orman toprağındaki karbon miktarının hesaplanması için yine global oranlardan yararlanılmıştır. Bu amaçla toprak üstü ve altındaki ölü ve canlı toplam biyokütle içindeki karbon miktarı yeni coğrafi bölgeler itibariyle verilen ortalama oranlarla çarpılmıştır. Bu oran Türkiye ormanlarının da içinde yer aldığı orta enlem derecesi ve yarı kurak zon için 0.58 olarak verilmektedir (Brown, 1997; Asan, 1999).

Tablo 2: Asan tarafından (1995 ve 2002) önerilen formüller ve katsayılar.

	Verimli	
	İbrelili	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 Planlarında (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 3'de ETFOP'ta kullanılan katsayılar verilmiştir. Bu çalışmada ETFOP tarafından önerilen BEF katsayıları kullanılmıştır (OGM, 2014).

Tablo 3: ETFOP yönetmeliğindeki formüller ve katsayılar.

	Verimli orman	Bozuk orman
Toprak Üstü Biyokütle (TÜB)	DGHx0,446x1,212	DGHx0,446x1,212
Toprak Üstü Karbon (TÜK)	TÜB x 0,51	TÜB x 0,51
Toprak Altı Biyokütle (TAB)	TÜB x 0,29	TÜB x 0,40
Toprak Altı Karbon (TAK)	TAB x 0,51	TAB x 0,51
Ölü Odundaki Karbon (ÖÖK)	TÜB x 0,01 x 0,47	TÜB x 0,01 x 0,47
Ölü Örtüdeki Karbon (ÖÖK)	Alan x 7,46	Alan x 1,86
Topraktaki Karbon	Alan x 76,56	Alan x 19,14
TOPLAM KARBON	TÜK+TAK+ÖÖK+ÖÖK+Topraktaki Karbon	

Biyokütle genişletme faktörü yöntemiyle ibrelili ve yapraklı olarak BEF değerleri belirlenirken, günümüzde ağaç türleri için geliştirilen BEF katsayıları hesaplanmaktadır. Tolunay (2011) tarafından yapılan çalışma ile bazı ağaç türleri için BEF katsayıları belirlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4: BEF katsayıları.

Ağaç Türü	FKA (Mg/m ³)	BEF	Kaynak
<i>Pinus sylvestris</i> L.	0.426	1.242 ± 0.092	(Uğurlu, 1976)
<i>Pinus sylvestris</i> L.		1.198 ± 0.032	(Atmaca, 2008)
<i>Pinus sylvestris</i> L.		1.263 ± 0.050	(Tolunay, 2010)
<i>Pinus sylvestris</i> L.		1.279 ± 0.106	(Çömez, 2010)
<i>Pinus brutia</i> Ten.	0.478	1.225 ± 0.062	(Sun vd.1980)
<i>Pinus brutia</i> Ten.		1.349 ± 0.022	(Ünsal, 2007)
<i>Pinus nigra</i> J.F. Arnold	0.470	1.071 ± 0.026	(Çakıl, 2008)
<i>Picea orientalis</i> (L.) Peterm.	0.358	1.132 ± 0.009	(Özkaya, 2004)
<i>Quercus</i> sp.	0.570	1.324 ± 0.157	(Durkaya, 1998)
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	0.530	1.228 ± 0.072	(Saraçoğlu, 1992)
<i>Castanea sativa</i> Mill.	0.400	1.320 ± 0.068	(İkinci, 2000)
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	0.407	1.103 ± 0.051	(Saraçoğlu, 1998)

Ayrıca Gökmar için Durkaya vd. (2013b), kızılçam, karaçam ve sarıçam için Durkaya vd. (2015) ve sedir için Durkaya vd. (2013c) tarafından hacimden biyokütleyle dönüşüm katsayıları belirlenmiştir.

1.2.3 Uzaktan Algılama Yöntemi İle Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi

Günümüzde ormanların uzaktan algılama yöntemiyle karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi giderek daha fazla önem kazanmıştır. Bu ve bunun gibi ormancılık faaliyetlerinin daha pratik ve ucuz maliyetli gerçekleştirilmesinde uzaktan algılama yöntemlerinin kullanımı çok büyük faydalar sağlamaktadır.

Günümüze kadar karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi ve ormancılıkta uzaktan algılama yöntemlerinin kullanımıyla ilgili araştırmacılar tarafından çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Gelecek yıllarda karbon stoğunun belirlenmesine ilişkin çalışmalar önem kazanacaktır. Uzaktan algılama yöntemi biyokütle ve karbon stokunu doğrudan ortaya koyamamakta fakat ağaç boyu, tepe çatısı, sıklık, hacim, göğüs yüzeyi gibi biyokütle ile ilişkili parametreleri belirleyebilmektedir (Vashum ve Jayakumar, 2012).

Lefsky vd. (2001) ılıman ibrelili ve yapraklı ormanlar ile boreal ibrelili ormanlarda toprak üstü biyokütleyi LİDAR görüntüsü yardımıyla tahmin etmiştir.

Galarza (2002) uydu görüntülerinden yararlanarak Meksika tropik ormanlarında bulunan farklı meşcere tiplerinin biyokütle miktarını tahmin etmiştir.

Omasa vd., (2003) üç boyutlu tarama yeteneğine sahip helikopterden çekilmiş yüksek çözünürlüklü LİDAR görüntüleri yardımıyla karbon stoğunu belirlemeye çalışmıştır. Çalışmada sedir ormanlarında LİDAR sistemi ile her bir ağaç için üç boyutlu tepe yapısına ilişkin görüntüler elde edilmiştir. Bu verilerden yararlanarak ağaç boyu ve karbon stoğunun doğrusal bir ilişki içerisinde olduğunu ortaya koymuşlardır.

Gülsunar (2011), tarafından yapılan çalışmada, Giresun Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Akkuş Orman İşletme Müdürlüğü, Düzdağ Orman İşletme Şefliği'nin verimli meşcerelerindeki karbon depolama kapasitesi uzaktan algılama yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Düzdağ Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki meşcerelerden örnek alanlar alınmış içerisindeki ağaçların göğüs yüksekliklerindeki çapları ölçülerek araştırma alanı için önceden belirlenmiş olan tek girişli ağaç hacim tablolarından faydalanılmış ve hektardaki hacim değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalarda Asan (1999) tarafından Türkiye ormanları için belirlenen BEF1 katsayısı kullanılmıştır. Hesaplanan karbon depolama kapasitelerinden yararlanılarak 4 adet karbon sınıfı oluşturulmuştur. Bu karbon sınıflarına göre araştırma alanına ait Landsat ETM + uydu görüntüsü üzerinde kontrollü sınıflandırma yapılmıştır. Sonucunda, genel sınıflandırma doğruluk oranı % 84.17 bulunurken, Kappa İstatistiği doğruluk oranı ise 0.7889 bulunmuş ve karbon depolama kapasitesinin uzaktan algılama yöntemi kullanılarak uydu görüntüsü üzerinde belirlenebileceği sonucuna varılmıştır.

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOD

Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü, Bartın Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Arıt OİŞ, Amasra OİŞ ve Kurucaşile OİŞ'deki saf ve karışık meşcerelerin karbon depolama kapasitelerinin Allometrik Biyokütle Denklemleri (ABD) ve Biyokütle Genişletme Faktörleri (BEF) yardımıyla belirlenmesi ve kıyaslanması bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

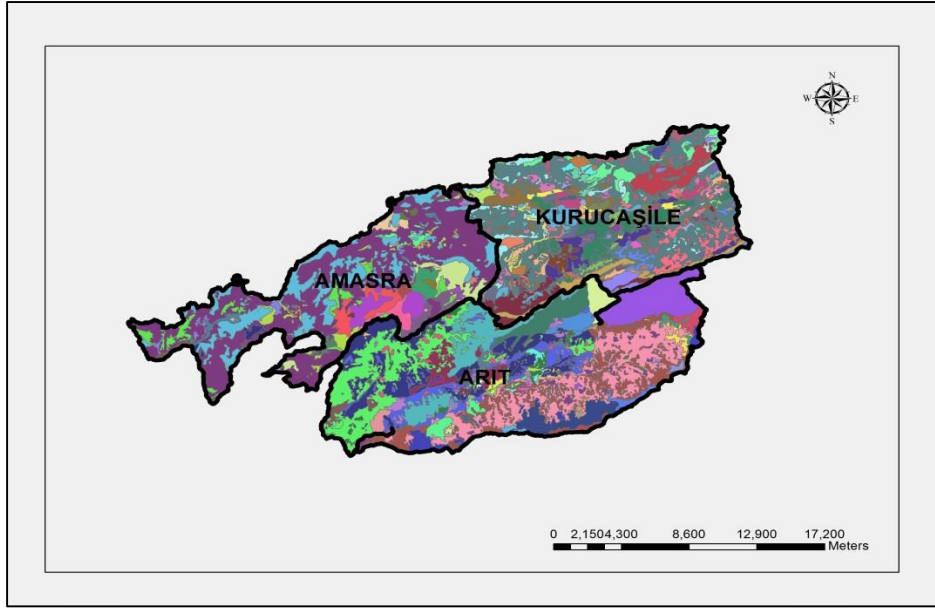
Araştırmada literatür ve orman amenajman planlarından alınan veriler materyali oluşturmaktadır. Arıt, Amasra ve Kurucaşile orman işletme şefliklerine ait 1985, 2001 ve 2011 planlarından yararlanılmıştır. Orman amenajman planlarında yer alan Meşcere Tipleri Tanıtım Tablosundaki (Tablo 13), çap sınıflarına karşılık gelen ağaç sayıları ve o çap sınıfının orta çap değerleri ABD metodu için BEF için ise Meşcere Tipleri tanıtım tablosundaki toplam ağaç servet değerleri kullanılmıştır.

Göğüs yüksekliği çapı (d1,30), dikili ağaç serveti değerleri ve meşcere tipleri ilgili orman amenajman planlarından alınmıştır. Ayrıca sayısal haritalardan da faydalanılmıştır. Sayısal haritası olmayan eski planlardaki altlıklar (Meşcere haritası) Arcgis10.3 programı ile üretilmiştir.

2.1. Arıt Orman İşletme Şefliği

Bölge ormanları daha önceden 1945-1946 yıllarında yapılan birinci devre 5 senelik istikşaf planlarıyla, 1957-1965 yıllarında revizyon planlarıyla işletilmiş olup, 1967 yılında orman amenajman planı yapılmıştır. Bu planlamada plan ünitesi; Mevren serisi, Nuhlarbaşı serisi ile Karaçaydere ve Gökırmak serilerinin bir kısmını kapsayacak şekilde belirlenmiştir.

Bölge, Greenwich başlangıç meridyenine göre: 32° 24' 20"- 32° 44' 50" doğu boylamları ile 41° 33' 90"- 41° 45' 70" kuzey enlemleri arasındadır (Şekil 3). Ayrıca 1/25.000 ölçekli Zonguldak E28-c2, E28-c3, E29-d1, E29-d2, E29-d4 paftalarında yer almaktadır.



Şekil 3: 1985 plan dönemi Arıt, Amasra ve Kurucasıle OİŞ sınırları.

Batı Karadeniz bölgesinde yer alan araştırma alanı her mevsim yağış görülmekle beraber en fazla yağışı ilkbahar ve sonbaharda ve en az yağışı ise yaz mevsiminde almaktadır. Kışları ılık, yazları serin geçer. Alanın hâkim ağaç türleri Gürgen, Kayın, Meşe, Ihlamur, Karaçam, Gökmar, Akçaağaç, Kestane olup saf ve karışık meşcereler oluşturmaktadırlar.131 adet bölme mevcuttur. Arıt Orman İşletme Şefliğinde bulunan meşcere tipleri ve alanları Tablo 5’te verilmiştir (OGM, 2011).

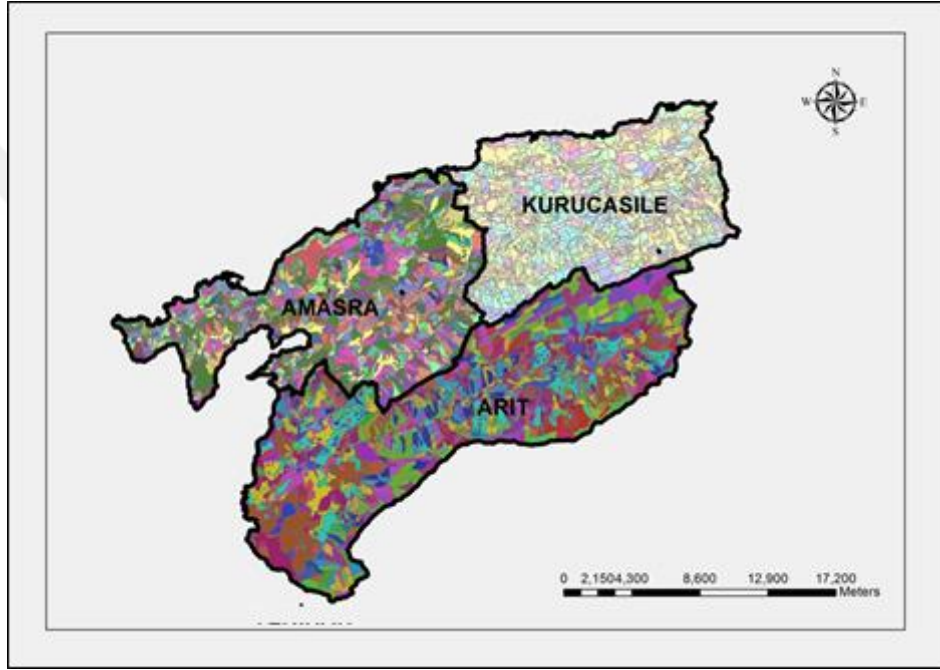
Arıt Orman İşletme Şefliği, 1985-2000 plan dönemini kapsayan orman amenajman planına göre 15582 ha’ı ormanlık olan 27658 ha lık alana, 2001-2010 plan dönemini kapsayan orman amenajman planına göre 14292 ha’ı ormanlık olan 24048 ha lık alana, 2011-2020 plan dönemini kapsayan orman amenajman planına göre ise 8479.8 ha’ı ormanlık olan 18012.2 ha lık alana sahiptir (OGM, 2011).

Tablo 5: 2011 plan dönemi Arıt OİŞ meşcere tipleri ve alanları.

Meşcere Tipi	Alan (ha)	Meşcere Tipi	Alan (ha)	Meşcere Tipi	Alan (ha)
Çkab3	5.9	KnGnd3	491.9	GKnD	30.2
Çkb3	249.6	KnGnMbc3	186.3	GA	171.4
Çkbc2	70.7	KnKsbc3	17.1	GKnA	118.8
Çkc2	112.1	KnKsd3	30	GGnB	27.7
Çkcd2	86.2	KnKslhcd3	15.6	GGnD	36.6
ÇkDyab3	58.5	KnDyb3	18.6	GGnA	14.8
Çsbc3	6.3	Mb3	238	KnMB	18.6
Gcd3	92.3	MKnbc3	145	KnGnD	48.7
GKncd3	113.6	MGna3	28.2	MKnGnB	18.5
Çfa	11	MGnab3	96	KnGnMD	42.2
Çfb3	22.1	MGnbc3	291.3	KnGnD-1	20.9
Çfc2	5.9	Gnb3	39.8	KnGnD-2	23.2
DAkb3	23.8	Gnbc3	65.6	KnMGnB	40
Knbc3	572.9	Gncd1	10.2	MKnB	72.8
Knbc3	166.3	GnKnbc3	93.2	MGnDyB	14.6
Kncd1	25.2	GnKncd2	34.2	GnKnMD	19
Kncd2	14.6	GnKne1	35.8	MGnDyD	16.8
Knd1	17.1	GnMbc3	238.2	KnGD	18.1
Knd3	364.9	GnDyb3	156.6	GnKnDyB	33.7
Kne1/b3	55.5	GnDybc3	131.4	KnGnB	109.4
Kne2	158.2	KsKnbc2	29.4	KnGnDyB	64.8
KnGd3	73.4	DşGncd3	40.9	KnKsB	35.9
KnGGnbc3	54.3	IhGnMbc3	56	KnMDyD	45.6
KnMbc3	303.7	BÇk	328.8	KnB	18.8
KnGnb3	116.9	BG	8.5	KnGnA	32.3
KnGnbc3	457.4	BKn	293.7	KnA-1	35.6
KnGnd1	47.7	BM	257.5	KnA-2	30.9
KnGnd2	94.7	BGn	453.8	GGnKn	60.7
		GKnGn	22.9	GÇkGn	13.7

2.2. Amasra Orman İşletme Şefliği

Amasra OİŞ (Orman İşletme Şefliği) sınırları Orman Bakanlığı'nın OLUR'u ile Arıt Orman İşletme Şefliği, Karaçaydere ve Çakraz Serilerinin belirli alanlarının Amasra Orman İşletme Şefliği ile birleştirilmesiyle revize edilmiştir. Greenwich'e göre 41° 40' 30" - 41° 48' 68" kuzey enlemleriyle, 32° 17' 55" - 32° 35' 05" doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 4). Ülke Paftalarındaki Yeri; Zonguldak E28-a4, E28-b3, E28-c1, E28-c2, E29-d1 dir.



Şekil 4: 2001 plan dönemi Arıt, Amasra ve Kurucasile OİŞ sınırları.

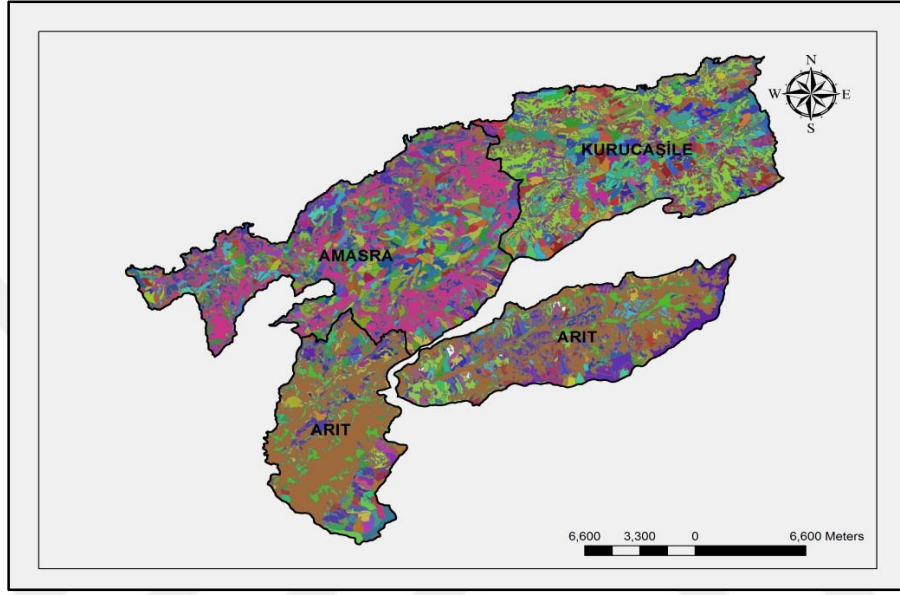
Amasra Orman İşletme Şefliği, 1985-2000 plan dönemini kapsayan amenajman planına göre 15582 ha'ı ormanlık olan 27658 ha lık alana, 2001-2010 plan dönemini kapsayan amenajman planına göre 10845.5 ha'ı ormanlık olan 17767,5 ha lık alana, 2011-2020 plan dönemini kapsayan amenajman planına göre ise 12413 ha'ı ormanlık olan 17342.8 ha lık alana sahiptir (OGM, 2011).

Tablo 6: 2011 plan dönemi Amasra OİŞ meşcere türleri ve alanları.

Meşcere Tipi	Alan (ha)	Meşcere Tipi	Alan (ha)	Meşcere Tipi	Alan (ha)	Meşcere Tipi	Alan (ha)
Çzbc2	82.4	Gnab3	43.3	Yaa	4.1	GnKnA	27.1
Çzcd3	38.5	Gnb3	88.1	BÇz	59.3	GnKnB	27.5
ÇzÇkbc2	95	Gnbc3	97.4	BÇk	113.8	GnKnC	10.7
Çka3	29	Gnc3	106.4	BM	144.1	GnKnD	42.5
Çkbc2	183.1	Gncd2	40.5	BGn	1012	GnKnMB	11.4
Sa	1.1	GnKnbc3	143.1	BKs	42.2	GnKnMD	11.8
Sab2	0.3	GnKnbc3	404.6	KnA	74.1	GnKnKsD	13.7
Çfa	46	GnMa3	96.6	KnB	23.7	GnKnDyA	22
Çfab2/Gna3	40.6	GnMb3	233.9	KnC	27.8	GnKnDyB	83.5
Çfbc2	49.2	GnMb3-T	51.7	KnD	60.2	GnKnDyD	63.2
Çfd2	20.3	GnMbc3	155.9	KnMD	24.3	GnMD	17.3
Çmc2	125.3	GnKsb3	65.4	KnMGnD	10.6	GnMKnB	10.9
Çmc2/Knb3	55.6	GnKsbc3	233.7	KnMKsB	23	GnMDyD	18.8
Çmc2/Mb3	79.4	GnIhbc3	80	KnGnA	81.3	GnKsB	18.7
Çmc2/Gnb3	42	GnKyb3	89.8	KnGnC	37.9	GnKsD	40.8
Çmcd2/KnKsb3	89.7	GnKybc3	209.2	KnGnD	44.6	GnKsKnB	30.1
Knbc3	56.6	GnDya3	105.3	KnGnMB	16.8	GnKsDyB	19.2
Kncd3	102.9	GnDyab3	396.1	KnGnKsD	63.4	GnKsDyD-1	8.3
KnMbc3	147	GnDybc3	549.8	KnGnDyA	39.3	GnKsDyD-2	16.7
KnGnb3	136.2	Ksa0	3.6	KnGnDyB	89.6	GnKyKnB	11.1
KnGnbc3	384	Ksb3	47.7	KnGnDyD	77.1	GnKyDyB	30.5
KnGncd2	163.2	Ksbc3	143.8	KnKsA	72.3	GnDyB	108.4
KnKsbc3	299	Kscd3	35.9	KnKsB	34.6	GnDyB-1	17.7
Ma3	53.2	KsÇkbc2	18.5	KnKsGnB	19.2	GnDyB-2	17.8
Mb3	96.1	KsKnbc3	82.5	KnKsGnD	25.8	GnDyD	43.2
MÇkbc2	28.1	KsKnbc3	209.9	KnKsDyA	41.2	KsKnD	34.4
MGna3	41.2	KsKncd2	28.5	KnKsDyB	7.9	KsKnDyB	12
MGnb2	126.5	KsGnb3	123.4	KnDyA	28.8	KsGnD	13.2
MGnbc3	164.2	KsGnbc3	268.4	KnDyD	7.2	KsGnKnA	9.4
MGncd2	32.5	KsGncd2	34.9	MKnB	15.6	KsGnDyD	10.3
MGncd3	2.2	KsDybc3	241	MKnGnB	16.6	KsDyD	1.7
MKybc3	33.4	KyGnb3	138.8	MGnKsB	6.4	KsDyKnB	8.8
MDya3	38.4	KyDyab3	84.6	MGnDyD	11.8	FnGnB	24.6
MDya3-T	55.6	KyDybc3	118.9	GnB	22.7		
MDyb3	108.6	Koa3	1.5	GnD	8.9		

2.3. Kurucaşile Orman İşletme Şefliği

Bölge, Greenwich başlangıç meridyenine göre: 32° 32' 56"- 32° 46' 37" doğu boylamlar ile 41° 43' 18"- 41° 51' 01" kuzey enlemleri arasındadır. Ülke Paftalarındaki Yeri: Plan ünitesi 1/25.000 ölçekli Zonguldak E29-a3, E29-a4, E29-b4, E29-d1, E29-d2 paftalar içerisinde yer almaktadır. (Şekil 5).



Şekil 5: 2011 plan dönemi Arıt, Amasra ve Kurucaşile OİŞ sınırları.

Kurucaşile Orman İşletme Şefliği, 1985-2000 plan dönemini kapsayan amenajman planına göre 9597 ha'ı ormanlık olan 15687.5 ha lık alana, 2001-2010 plan dönemini kapsayan amenajman planına göre 10176.5 ha'ı ormanlık olan 15532.5 ha lık alana, 2011-2020 plan dönemini kapsayan amenajman planına göre ise 10115.4 ha'ı ormanlık olan 14455.9 ha lık alana sahiptir (OGM, 2011).

Arıt OİŞ 1967-1986 yılında 11133.24 ha olup, 6407.05 ha verimli ormandır. 1986-2005 yılında 15687.5 ha olup, 9597 ha verimli ormandır. 2001-2010 yılında 15532.5 ha olup, 10176.5 ha verimli ormandır .

Çalışma alanında hakim ağaç türleri Kayın, Gürgen, Kestane, Meşe, Fıstıkçamı, Sahilçamı olup saf ve karışık meşcereler oluşturmaktadır. Kurucaşile OİŞ sınırları içerisindeki meşcere türleri; Tablo 7'de gösterilmiştir (OGM, 2011).

Tablo 7: 2011 plan dönemi Kurucaşile OİŞ meşcere türleri ve alanları.

Meşcere Tipi	Alan (ha)	Meşcere Tipi	Alan (ha)	Meşcere Tipi	Alan (ha)	Meşcere Tipi	Alan (ha)
Çzbc2	45.7	Kind2	51.9	Kscd3	146.4	KnGnÇsB	36.7
Çzcd2	35.8	Kind2/a	4.4	KsKnbc3	137.3	KnGnMB	11.6
Çzcd3	12.9	KnÇsbc3	15.1	KsKncd3	158.7	KnGnMD	23.3
ÇzÇka	7.2	KnÇsDydc3	35.3	KsGnbc3	231.3	KnGnKsA	52.2
ÇzMDybc3	87.2	KnMbc3	57.7	KsGncd3	137	KnGnKsB	30
Çkbc2	19.6	KnMcd3	128.7	KsDybc3	26.9	KnGnKsD	134.7
Çkbc3	102.8	KnMGncd3	54.6	KyGnb3	63.3	KnGnKsD-1	20.1
Çkd3	35.3	KnGnbc3	266	KyGnbc3	93.3	KnGnKsD-2	27.1
ÇkÇzbc2	13.4	KnGncd3	278.6	BÇz	28.4	KnGnDyD	35.6
ÇkÇzbc3	43.4	KnGnKsbc3	117.5	BÇk	68.9	KnKsA	33.5
ÇkKscd3	49.5	KnGnKscd3	145.8	BÇs	36.3	KnKsB	19.4
Çsbc2	26.9	KnGnDydc2	44.8	BÇm	3	KnKsB-1	39.4
Çsbc3	30.2	KnKsab3	149.5	BKn	83.4	KnKsB-2	22.4
Çsc3	63.8	KnKsb3	18.7	BM	209.3	KnKsC	49.6
Çscd3	30.3	KnKsbc3	219.7	BGn	367.2	KnKsD	95
Çsd1/KsÇsbc3	77.5	KnKscd3	192.3	BGn-T	38.4	KnKsÇsD	25.3
ÇsÇkcd3	25.6	KnKsDybc3	94.6	BKs	79.3	KnKsMD	37.9
ÇsGnDybc3	40.4	MKnc3	42.5	BKy	37.3	KnKsGnA	69.5
ÇsKsc3	39.6	MGnDybc2	39.2	ÇsGnKnD	37.5	KnKsGnB	128.4
ÇsMbc3	102.1	MDyab3	4.9	KnA	154.9	KnKsGnD	69.9
Çfa	103	MDyb3	81.4	KnA-1	38.4	MKnKsB	24.8
Çmc3	36.9	Gnbc3	127.2	KnA-2	23.8	MKnKsD	26.8
Çmd/ÇmKsKnb3	140.7	GnKnbc3	55.1	KnD	205.4	GnKnB	47.5
ÇmMbc3	23.6	GnKncd3	165.3	Kscd2	17.3	GnKnÇsD	35.9
Kn a	40.8	GnKnKscd3	53.7	KnÇsD	27.2	GnKnKsD	62.3
Knbc3	72.1	GnMDyb3	158.1	KnÇsGnD	20.9	GnKnKvD	46.2
Knbc3	79.9	GnKsbc3	132.7	KnMC	53.8	GnKnDyD	86.9
Kncd1	14.7	GnKscd3	22.9	KnMD	69	GnKsDyB	39.8
Kncd2	65.9	GnKsKnbc3	60	KnMÇsD	30.3	GnDyD	15.6
Kncd3	437.5	GnKybc3	83.4	KnGnA	181.6	KsÇkD	16.3
Kind1	19.7	GnDybc3	257.2	KnGnD	168	KsKnD	11.5
Kind1/a	5	Ksb3	64.2	KnGnD-1	22.5	KsKnMD	39.9
KsGnMD	22.9	Ksbc3	41.2	KnGnD-2	41.7	KsKnGnA	26.7
KyGnKsB	39.5	KsKnGnD	17.4				

2.4 Metod

Bu çalışma Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Bartın Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Arıt, Amasra ve Kurucaşile Orman İşletme Şefliklerindeki saf ve karışık meşcereleri karbon depolama kapasitelerini tespit etmek ve kıyaslamak amacıyla yapılmıştır. Biyokütle ve karbon miktarları, Allometrik Biyokütle Modelleri ve BEF katsayıları kullanılarak iki ayrı yöntemle hesaplanmıştır.

Orman İşletme Şefliklerinin 1985-2000, 2001-2010 ve 2011-2020 plan dönemlerine ait orman amenajman verileri kullanılmıştır. ABD'ye göre toprak üstü biyokütleyi belirlemek için tek girişli (çapa bağlı) biyokütle modelleri kullanılmıştır. Her tür için biyokütle denklemi olmadığından, biyokütle denklemleri olmayan türler için iğne yapraklı ve geniş yapraklı türlerin çaplara göre verdiği değerlerin ortalaması alınarak hesaplama yapılmıştır. Biyokütle denklemi bulunmayan ibreli türler için ilgili çapa ait diğer ibreli türlerin verdiği biyokütle değerlerinin ortalaması alınmıştır. Yine yapraklı türlerde de biyokütle denklemi olmayan türler için, mevcut denklemlerin verdiği değerlerin ortalaması alınarak hesapları yapılmıştır.

Toprak altı biyokütle miktarlarının belirlenmesine yönelik yeterli biyokütle modelleri bulunmadığından, toprak altı biyokütle miktarları BEF katsayıları kullanılarak elde edilmiştir. Toprak üstü biyokütle miktarları ibreli türleri için 0.29, yapraklı türler için 0.24 katsayısı ile çarpılarak toprak altı biyokütle değerlerine ulaşılmıştır. BEF yöntemiyle biyokütle ve karbonun hesaplanması için Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Alanlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar Yönetmeliğindeki orman alanlarının karbon miktarının hesaplamasına dair katsayı ve formüllerden yararlanılmıştır.

2.4.1 ABD Yöntemiyle Biyokütle ve Karbonun Hesaplanması

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 8'deki 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 d1,30'daki çaplara göre verdiği biyokütle miktarlarının ortalaması alınarak denklemleri olmayan türlerin hesabında kullanılmıştır. Örneğin ıhlamur türüne ait denklem olmadığı için meşe, kayın, kestane türlerinin biyokütellerinin ortalaması 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 8: Ağaç türleri için geliştirilen allometrik biyokütle denklemleri.

Ağaç Türü	Allometrik Biyokütle Denklemleri (TAB=Tüm Ağaç)	Kaynak
<i>Pinus Brutia</i>	$TAB = -1.92352 + 2.243357 \ln(d)$	(Durkaya vd., 2009a)
<i>Pinus Nigra</i>	$TAB = -106.55 + 10.61818d + 0.100728d^2$	(Durkaya vd., 2010)
<i>Pinus sylvestris</i>	$TAB = -26.11437 + 0.436421d^2$	(Durkaya vd., 2009b)
<i>Cedrus Libani</i>	$TAB = -37.21449 - 8.0832d + 0.64481d^2$	(Durkaya vd., 2013c)
<i>Abies Bornmulleriana</i>	$TAB = -24.7765 + 0.525998d^2$	(Durkaya vd., 2013b)
<i>Quercus sp.</i>	$TAB = -302.193 + 26.56569d$	(Durkaya, 1998)
<i>Fagus orientalis</i>	$\text{Log}(TA) = 2.8626 + 0.0124d - 14.9099d^{-1}$	(Saraçoğlu, 1992)
<i>Castanea sativa</i>	$TAB = -376.794 + 28.7981d$	(İkinci, 2000)

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, karbon dönüşüm faktörünün %43.7 ile %55.7 arasında değiştiği ve hesaplamalarda %10'luk bir sapma olabileceği belirtilmektedir (Laiho ve Laine, 1997; Elias ve Potvin 2003; Lamlo ve Savidge, 2003; Bert ve Danjon, 2006; Zhang vd., 2009; Durkaya vd., 2009). Bu bağlamda; toprak üstü ve toprak altı biyokütle değerlerinin % 50 sinin karbon olduğu varsayımından 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.

2.1.2. Biyokütle Genişletme Faktörleri 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 3). Bu amaçla meşcere tipleri bazında bulunan her ağaç türünün tüm alan servetleri iğne yapraklı ise 0.446 ve 1.212 ile çarpılarak, 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. Biyoküttelede depolanan karbonun belirlenmesi için Zhang ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada tek ağaç fırın kurusu ağırlığının ortalama %49.9'u iken, türlere göre bu değer %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 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).

2.1.3 Karbon Depolama Kapasitesinin Haritalandırılması

Arıt, Amasra, Kurucaşile Orman İşletme Şeflikleri için, arazi kullanım tipi haritaları 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 orman amenajman planı haritaları bulunmayan dönemlere ait altlılar manuel olarak meşcere tipleri dikkate alınarak sayısallaştırılmıştır. Çalışma alanlarına ait 2011 tarihli meşcere tipleri haritaları sayısal olup, 1985 ve 2001 tarihine ait haritalar ARCGIS9.3 kullanılarak sayısallaştırılıp, konumsal veri tabanı oluşturulmuştur. Biyokütle ve karbon depolama miktarlarının tespit edilebilmesi için

konumsal veri tabanına hektardaki dikili ağaç servet; ağaç türlerinin adetleri, alan ve çap verileri eklenmiştir. ARCGIS ortamında meşcere tipleri verilerinden faydalanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Ayrıca veri tabanında bulunan bilgiler dönemlerin hem alansal hem de gelişim bakımından izlenmesine olanak sağlamaktadır.



BÖLÜM 3

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bulgular genel olarak ABD ve BEF yöntemleri olmak üzere iki başlıkta ele alınmıştır. Her bir orman işletme şefliği ve plan dönemi içinde ayrı ayrı değerlendirmeler yapılmıştır.

3.1 ABD Yöntemine İlişkin Genel Bulgular

Araştırma alanının tümü için (Arıt, Amasra ve Kurucaşile OİŞ.) biyokütle modelleri kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda 1985'te 2875305.2 ton, 2001'de 1443953.5 ton ve 2011'de 5543059.0 ton yaşayan toprak üstü biyokütle depolandığı belirlenmiştir. Ayrıca 1985'de 703742.9 ton, 2001'de 360659.1 ton, 2011'de 1389621.6 ton toprak altı biyokütle depolandığı tespit edilmiştir (Tablo 9).

Toprak üstü karbon miktarları toplamda, 1985'de 1437652.6 ton, 2001'de 721976.8 ton ve 2011'de 2771529.5 ton ve toprak altı karbon miktarları ise toplamda, 1985'de 351871.4 ton, 2001'de 180329.6 ton, 2011'de 694810.8 ton hesaplanmıştır (Tablo 9).

Görüldüğü gibi; 1985'e göre, depolanan toprak üstü biyokütle miktarında 2001'de %49.78'lik azalırken 2011'de %48.12'lik artmıştır. 2001'e göre 2011'de toplam biyokütle miktarında % 283'lük bir artış olduğu görülmüştür. 1985'e göre depolanan toprak altı biyokütle miktarında 2001'de %48.75'lik daha az 2011'de % 92,78'lik daha fazla hesaplanmıştır. 1985'e göre depolanan toprak üstü karbon miktarı 2001'de %49.78'lik daha az 2011'de %48.12'lik daha fazla hesaplanmıştır. 1985'e göre depolanan toprak altı karbon miktarında 2001'de %48.75'lik daha az 2011'de %97.46'lık daha fazla olduğu belirlenmiştir. 2001'e göre 2011'de %74.04'lük bir artış meydana gelmiştir.

Tablo 9: Allometrik biyokütle denklemleri yöntemi kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.

		ARIT		AMASRA		KURUCAŞİLE		TOPLAM	
		BİYOKÜTLE (ton)	KARBON (ton)	BİYOKÜTLE (ton)	KARBON (ton)	BİYOKÜTLE (ton)	KARBON (ton)	BİYOKÜTLE (ton)	KARBON (ton)
1985-200 Plan Dönemi									
TÜ	İbrelî	11536.62	5768.31	0.00	0.00	5235.88	2617.94	16772.49	8386.25
	Yapraklı	1347250.09	673625.05	290816.79	145408.40	959639.92	479819.96	2597706.80	1298853.40
	Karışık	260825.94	130412.97	0.00	0.00	0.00	0.00	260825.94	130412.97
	Toplam	1619612.65	809806.32	290816.79	145408.40	964875.79	482437.90	2875305.24	1437652.62
TA	İbrelî	2997.90	1498.95	0.00	0.00	1518.40	759.20	4516.31	2258.15
	Yapraklı	323666.66	161833.33	69796.03	34898.02	230313.58	115156.79	623776.27	311888.13
	Karışık	75450.33	37725.16	0.00	0.00	0.00	0.00	75450.33	37725.16
	Toplam	402114.89	201057.44	69796.03	34898.02	231831.98	115915.99	703742.90	351871.45
TOPLAM	İbrelî	14534.52	7267.26	0.00	0.00	6754.28	3377.14	21288.80	10644.40
	Yapraklı	1670916.75	835458.37	360612.82	180306.41	1189953.50	594976.75	3221483.07	1610741.54
	Karışık	336276.27	168138.13	0.00	0.00	0.00	0.00	336276.27	168138.13
	Toplam	2021727.54	1010863.77	360612.82	180306.41	1196707.78	598353.89	3579048.14	1789524.07
2001-2010 Plan Dönemi									
TÜ	İbrelî	4551.79	2275.89	19208.64	9604.32	1709.58	854.79	25470.01	12735.00
	Yapraklı	204098.09	102049.05	452793.29	226396.65	502987.66	251493.83	1159879.05	579939.52
	Karışık	171443.68	85721.84	9237.59	4618.79	77923.13	38961.57	258604.41	129302.20
	Toplam	380093.56	190046.78	481239.53	240619.76	582620.38	291310.19	1443953.47	721976.73
TA	İbrelî	1320.02	660.01	5477.14	2738.57	495.78	247.89	7292.93	3646.47
	Yapraklı	48983.54	24491.77	108670.39	54335.20	120717.04	60358.52	278370.97	139185.49
	Karışık	49718.67	24859.33	2678.90	1339.45	22597.71	11298.85	74995.28	37497.64
	Toplam	100022.23	50011.11	116826.43	58413.21	143810.53	71905.26	360659.18	180329.59
TOPLAM	İbrelî	5871.80	2935.90	24685.78	12342.89	2205.36	1102.68	32762.94	16381.47
	Yapraklı	253081.63	126540.82	561463.69	280731.84	623704.70	311852.35	1438250.02	719125.01
	Karışık	221162.35	110581.18	11916.49	5958.24	100520.84	50260.42	333599.68	166799.84
	Toplam	480115.79	240057.89	598065.95	299032.98	726430.91	363215.45	1804612.65	902306.32
2011-2020 Plan Dönemi									
TÜ	İbrelî	236700.74	118350.37	44975.06	22487.53	61492.75	30746.37	343168.54	171584.27
	Yapraklı	883570.93	441785.47	1640689.53	820344.77	2328239.04	1164119.52	4852499.50	2426249.75
	Karışık	179094.75	89547.37	39329.65	19664.83	128966.59	64483.30	347390.99	173695.50
	Toplam	1299366.42	649683.21	1724994.24	862497.12	2518698.37	1259349.19	5543059.03	2771529.52
TA	İbrelî	68600.45	34300.23	12851.63	6425.82	17832.90	8916.45	99284.98	49642.49
	Yapraklı	218680.68	109340.34	397853.92	198926.96	573058.54	286529.27	1189593.15	594796.57
	Karışık	51937.48	25968.74	11405.60	5702.80	37400.31	18700.16	100743.39	50371.69
	Toplam	339218.61	169609.31	422111.15	211055.58	628291.75	314145.88	1389621.52	694810.76
TOPLAM	İbrelî	305301.19	152650.59	57826.69	28913.35	79325.64	39662.82	442453.52	221226.76
	Yapraklı	1102251.62	551125.81	2038543.45	1019271.73	2901297.58	1450648.79	6042092.65	3021046.33
	Karışık	231032.23	115516.11	50735.25	25367.63	166366.90	83183.45	448134.38	224067.19
	Toplam	1638585.03	819292.52	2147105.39	1073552.70	3146990.12	1573495.06	6932680.55	3466340.28

3.2 BEF Yöntemine İlişkin Bulgular

BEF kullanılarak yapılan hesaplamaların sonuçları Tablo 10'da ayrıntılarıyla görülmektedir. Bu sonuçlara göre, çalışma alanında toplamda 1985'de 2979225.7 ton, 2001'de 1245018.9 ton ve 2011'de 4230696.1 ton toprak üstü biyokütle depolandığı belirlenmiştir. Ayrıca çalışma alanında 1985'de 719339.1 ton, 2001'de 595241.62 ton, 2011'de 1030973.2 ton toprak altı biyokütle depolandığı hesaplanmıştır. Aynı alanda depolanan toprak üstü karbon miktarları ise 1985'de 1432623.4 ton, 2001'de 610728.5 ton ve 2011'de 2040097.7 ton olmuştur. Ayrıca çalışma alanında 1985'te 346035.3 ton, 2001'de 196115.2 ton, 2011'de 497622.6 ton toprak altı karbon depolandığı belirlenmiştir. 1985'e göre, depolanan toprak üstü biyokütle miktarında 2001'de %43.00'lük azalış, 2011'de % 42.00'lik artış bulunmaktadır. 2001'e göre 2011'de toprak üstü biyokütle miktarında %70.57'lik bir artış meydana gelmiştir. Ayrıca 1985'e göre, depolanan toprak altı biyokütle miktarında 2001'e göre %17.25'lik azalma, 2011'de %43.32'lik artış bulunmaktadır. 2001'e göre 2011'de depolanan toprak altı biyokütle miktarında ise %73.20'lik artış meydana gelmiştir.

Tablo 10: BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.

	ARIT		AMASRA		KURUCAŞİLE		TOPLAM		
	BİYOKÜTLE (ton)	KARBON (ton)	BİYOKÜTLE (ton)	KARBON (ton)	BİYOKÜTLE (ton)	KARBON (ton)	BİYOKÜTLE (ton)	KARBON (ton)	
1985-2000 Plan Dönemi									
TÜ	İbrelili	7865.37	3843.71	0.00	0.00	5137.48	2576.03	13002.85	6419.74
	Yapraklı	1683025.47	807853.88	234011.41	112325.48	728873.65	349859.35	2645910.53	1270038.71
	Karışık	320312.45	156164.89	0.00	0.00	0.00	0.00	320312.45	156164.89
	Toplam	2011203.29	967862.48	234011.41	112325.48	734011.13	352435.39	2979225.83	1432623.34
TA	İbrelili	2001.58	980.58	0.00	0.00	1416.40	711.78	3417.98	1692.36
	Yapraklı	403928.87	193886.34	56162.74	26958.11	174929.68	83966.25	635021.29	304810.70
	Karışık	80899.84	39532.25	0.00	0.00	0.00	0.00	80899.84	39532.25
	Toplam	486830.29	234399.16	56162.74	26958.11	176346.08	84678.03	719339.11	346035.30
TOPLAM	İbrelili	9866.95	4824.29	0.00	0.00	6553.87	3287.81	16420.83	8112.10
	Yapraklı	2086954.34	1001740.22	290174.15	139283.59	903803.33	433825.60	3280931.82	1574849.41
	Karışık	401212.29	195697.14	0.00	0.00	0.00	0.00	401212.29	195697.14
	Toplam	2498033.58	1202261.64	290174.15	139283.59	910357.21	437113.41	3698564.93	1778658.65
2001-2010 Plan Dönemi									
TÜ	İbrelili	3783.76	1929.72	10821.55	5518.99	997.40	508.67	15602.71	7957.38
	Yapraklı	164476.63	76536.87	406663.22	195198.35	443226.45	224275.00	1014366.31	496010.22
	Karışık	142043.51	70140.55	6791.99	3320.12	66214.39	33300.24	215049.88	106760.91
	Toplam	310303.90	148607.14	424276.76	204037.46	510438.24	258083.91	1245018.90	610728.51
TA	İbrelili	1097.29	559.62	5805.64	2960.88	535.09	272.90	7438.02	3793.39
	Yapraklı	236213.60	18368.85	137713.84	66102.64	150095.74	76413.23136	524023.17	160884.7214
	Karışık	37356.55	18499.45	2695.56	1326.04	23728.31	11611.65083	63780.42	31437.14083
	Toplam	274667.45	37427.92	146215.03	70389.56	174359.14	88297.77987	595241.62	196115.2599
TOPLAM	İbrelili	4881.05	2489.33	16627.19	8479.87	1532.49	781.5714416	23040.73	11750.77144
	Yapraklı	400690.24	94905.72	544377.06	261300.99	593322.19	300688.2337	1538389.48	656894.9437
	Karışık	179400.06	88640.00	9487.54	4646.16	89942.69	44911.88941	278830.30	138198.0494
	Toplam	584971.35	186035.05	570491.79	274427.02	684797.38	346381.6945	1840260.51	806843.7645
2011-2020 Plan Dönemi									
	İbrelili	70187.47	35654.42	30077.25	15082.05	45246.14	23010.23	145510.85	73746.71
TÜ	Yapraklı	673669.31	323411.37	1192490.60	572474.25	1917380.99	920707.33	3783540.89	1816592.95
	Karışık	172717.38	85799.53	27319.02	13804.82	101607.85	50153.79	301644.26	149758.14
	Toplam	916574.15	444865.33	1249886.87	601361.12	2064234.98	993871.34	4230696.00	2040097.79
	İbrelili	20119.06	10231.65	8293.50	4203.02	13012.54	6620.72	41425.10	21055.39
TA	Yapraklı	161764.14	77661.32	286329.01	137460.77	460778.86	221279.54	908872.01	436401.63
	Karışık	46277.49	23052.80	7709.38	3901.09	26689.25	13211.63	80676.12	40165.52
	Toplam	228160.69	110945.77	302331.89	145564.88	500480.65	241111.89	1030973.22	497622.53
	İbrelili	90306.53	45886.07	38370.75	19285.07	58258.68	29630.95	186935.95	94802.10
TOPLAM	Yapraklı	835433.45	401072.69	1478819.61	709935.02	2378159.84	1141986.87	4692412.90	2252994.57
	Karışık	218994.87	108852.33	35028.40	17705.91	128297.10	63365.41	382320.37	189923.66
	Toplam	1144734.84	555811.09	1552218.76	746926.00	2564715.63	1234983.23	5261669.23	2537720.32

3.3 ABD ve BEF Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Yukarıda hesaplanan değerler orman işletme şefliği bazında verilmiştir. Ancak orman işletme şefliklerinin alanları plan dönemlerinde farklılıklar göstermesi nedeniyle hesaplamalar ve değerlendirmeler için ormancılıkta birim alan olarak kabul edilen hektardan yararlanılmıştır. Her iki yöntemin birim alanda (ha) verdiği değerlerden faydalanılarak meydana gelen değişimler ortaya konulmuştur.

Tablo 9'daki 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.

3.3.1 Arıt OİŞ'ne Ait Bulguların Karşılaştırılması

Arıt 1985-2001-2011 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 9,10) periyotlar içindeki alana (Tablo 11) bölünmesiyle hektar başına düşen biyokütle ve karbon miktarları hesaplanmıştır (Tablo 12, 13, 14). Periyotlar içerisindeki değişimi ise Şekil 6 'da sunulmuştur.

Tablo 11: Arıt 1985, 2001, 2011 periyot alanları.

1985	2001	2011
27721,9 ha	23994,8 ha	18011,1 ha

1985-2000 periyodunda toplam toprak üstü meşcerede ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 152.90 ton ve karbon değeri ise 76.47 dir. BEF ile hesaplanan toplam biyokütle değeri ise ha başına 189.94 ve karbon değeri ise 91.40 ton dur. Toplam toprak altı ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 37.97 ton ve karbon değeri ise 18.98 ton dur. BEF ile hesaplanan toplam biyokütle değeri ise ha başına 45.97 ve karbon değeri ise 22.13 dir. Toprak üstü ve toprak altı toplam ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 190.93 ton ve karbon değeri ise 95.46 ton dur. BEF ile hesaplanan toprak üstü ve

toprak altı toplam biyokütle değeri ise ha başına 235.91 ve karbon değeri ise 113.54 ton dur (Tablo 12). Arıt 2001-2010 periyodunda ise toplam toprak üstü meşcerede ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 26.1 ton ve karbon değeri ise 13.0 dir. BEF ile hesaplanan toplam biyokütle değeri ise ha başına 21.3 ve karbon değeri ise 10.2 ton dur. Toplam toprak altı ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 6.8 ton ve karbon değeri ise 3.4 ton dur. BEF ile hesaplanan toplam biyokütle değeri ise ha başına 18.8 ve karbon değeri ise 2.5 dir. Toprak üstü ve toprak altı toplam ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 33.0 ton ve karbon değeri ise 16.5 ton dur. BEF ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı toplam biyokütle değeri ise ha başına 40.2 ve karbon değeri ise 12.7 ton dur (Tablo 13). Arıt 2011-2020 periyodunda ise toplam toprak üstü meşcerede ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 182.3 ton ve karbon değeri ise 91.1 dir. BEF ile hesaplanan toplam biyokütle değeri ise ha başına 128.6 ve karbon değeri ise 62.4 ton dur. Toplam toprak altı ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 47.5 ton ve karbon değeri ise 23.7 ton dur. BEF ile hesaplanan toplam biyokütle değeri ise ha başına 32.0 ve karbon değeri ise 15.5 dir. Toprak üstü ve toprak altı toplam ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 229.9 ton ve karbon değeri ise 114.9 ton dur. BEF ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı toplam biyokütle değeri ise ha başına 160.6 ve karbon değeri ise 77.9 ton dur (Tablo 14).

Tablo 12: Arıt OİŞ 1985-2000 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.

1985		ABD		BEF	
		BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)	BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)
Toprak Üstü	İBRELİ	104.80	52.43	71.50	34.94
	YAPRAKLI	156.80	78.44	195.99	94.07
	KARIŞIK	137.80	68.94	169.34	82.56
	TOPLAM	152.90	76.47	189.94	91.40
Toprak Altı	İBRELİ	27.20	13.62	18.19	8.91
	YAPRAKLI	37.69	18.84	47.03	22.57
	KARIŞIK	39.88	19.94	42.77	20.89
	TOPLAM	37.97	18.98	45.97	22.13
TOPLAM	İBRELİ	132.13	66.06	89.69	43.85
	YAPRAKLI	194.58	97.29	243.03	116.65
	KARIŞIK	177.78	88.89	212.11	103.46
	TOPLAM	190.93	95.46	235.91	113.54

Tablo 13: Arıt OİŞ 2001-2010 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.

2001		ABD		BEF	
		BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)	BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)
Toprak Üstü	İBRELİ	25.4	12.7	21.1	10.7
	YAPRAKLI	26.7	13.3	21.5	10.0
	KARIŞIK	25.4	12.7	21.1	10.4
	TOPLAM	26.1	13.0	21.3	10.2
Toprak Altı	İBRELİ	7.3	3.6	6.1	3.1
	YAPRAKLI	6.4	3.2	30.9	2.4
	KARIŞIK	7.3	3.6	5.5	2.7
	TOPLAM	6.8	3.4	18.8	2.5
TOPLAM	İBRELİ	32.8	16.4	27.2	13.9
	YAPRAKLI	33.1	16.5	52.4	12.4
	KARIŞIK	32.8	16.4	26.6	13.1
	TOPLAM	33.0	16.5	40.2	12.7

Tablo 14: Arıt OİŞ 2011-2020 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.

2011		ABD		BEF	
		BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)	BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)
Toprak Üstü	İBRELİ	283.9	141.9	84.2	42.7
	YAPRAKLI	156.3	78.1	119.2	57.2
	KARIŞIK	278.4	139.2	268.4	133.3
	TOPLAM	182.3	91.1	128.6	62.4
Toprak Altı	İBRELİ	82.3	41.1	24.1	12.2
	YAPRAKLI	38.7	19.3	28.6	13.7
	KARIŞIK	80.7	40.3	71.9	35.8
	TOPLAM	47.5	23.7	32.0	15.5
TOPLAM	İBRELİ	366.2	183.1	108.3	55.0
	YAPRAKLI	195.0	97.5	147.8	70.9
	KARIŞIK	359.1	179.5	340.4	169.2
	TOPLAM	229.9	114.9	160.6	77.9

Arıt OİŞ'nde 1985'ten 2001'e ve 1985'ten 2011'e kadar 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 2001 yılında 1985 yılına göre %24.24 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre karbon ve biyokütle değerleri %270 artmıştır. ABD ile hesaplanan toprak üstü geniş yapraklı meşcerede biyokütle ve karbon değerlerinin 2001 yılında 1985 yılına göre %17.03 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre karbon ve biyokütle değerleri %99.66 artmıştır. ABD ile hesaplanan toprak üstü karışık meşcerede biyokütle ve karbon değerlerinin 2001 yılında 1985 yılına göre %18.47 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre karbon ve biyokütle değerleri %201.89 artmıştır. BEF ile hesaplanan toprak üstü iğne yapraklı meşcerede biyokütle değerinin 2001 yılında 1985 yılına göre %29.56 karbon değerinin %30.85 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle değeri %117.76 karbon değeri %122.41 artmıştır. BEF ile hesaplanan toprak üstü geniş yapraklı meşcerede biyokütle değerinin 2001 yılında 1985 yılına göre %10.98 karbon değerinin %10.65 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle değeri %60.82 karbon değeri %60.83 artmıştır. BEF ile hesaplanan toprak üstü karışık meşcerede biyokütle değerinin 2001 yılında 1985 yılına göre %12.46 karbon değerinin %12.62 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle değeri %158.54 karbon değeri %161.54 artmıştır.

İğne yapraklı meşcerede ABD ile hesaplanan toprak altı biyokütle ve karbon toplam değerinin 2001 yılında 1985 yılına göre değerinin %27.05 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle ve karbon değeri %301.99 artmıştır. Geniş yapraklı meşcerede ABD ile hesaplanan toprak altı biyokütle ve karbon toplam değerinin 2001 yılında 1985 yılına göre değerinin %17.01 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle ve karbon değeri %102.67 artmıştır. Karışık meşcerede ABD ile hesaplanan toprak altı biyokütle ve karbon toplam değerinin 2001 yılında 1985 yılına göre değerinin %18.52 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle ve karbon değeri %202.40 artmıştır. BEF ile hesaplanan toprak altı iğne yapraklı meşcerede biyokütle değerinin 2001 yılında 1985 yılına göre %33.68 karbon değerinin %35.07 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle değeri %132.65 karbon değeri %137.70 artmıştır. BEF ile hesaplanan toprak altı geniş yapraklı meşcerede biyokütle değerinin 2001 yılında 1985 yılına göre %65.76 karbon değerinin %10.65 arttığı

görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle değeri %60.85 karbon değeri %60.87 artmıştır. BEF ile hesaplanan toprak altı karışık meşcerede biyokütle değerinin 2001 yılında 1985 yılına göre %12.98 karbon değerinin %13.15 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle değeri %168.19 karbon değeri %171.46 artmıştır (Tablo 15).

Tablo 15: Arıt 1985-2001, 1985-2011 periyotlarına göre ABD ve BEF ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı biyokütle ve karbon miktarlarında meydana gelen değişimin yüzdesi.

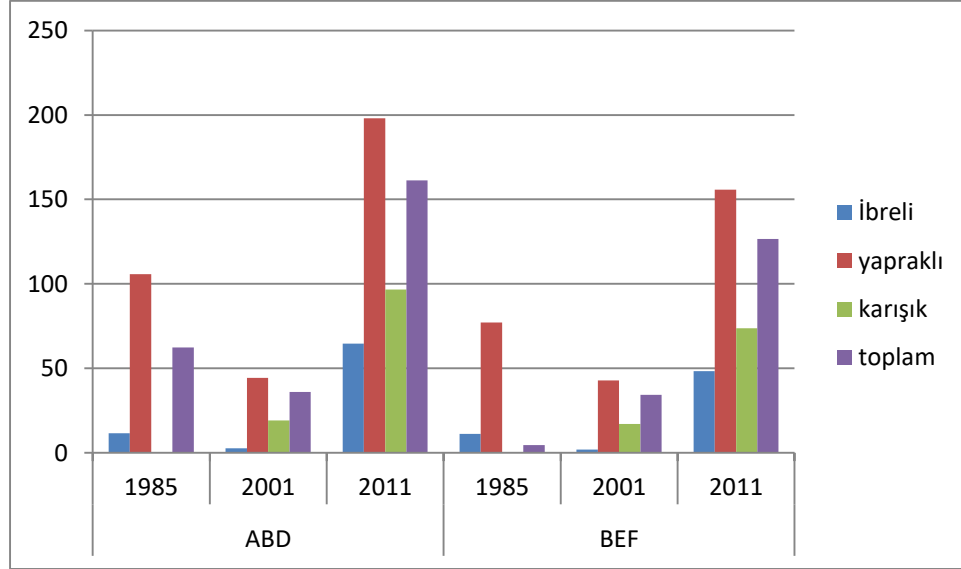
		Toprak Üstü Biyokütle ve Karbon Yıllara göre Yüzde Değişimi				Toprak Altı Biyokütle ve Karbon Yıllara göre Yüzde Değişimi			
		ABD Yöntemi		BEF yöntemi		ABD Yöntemi		BEF yöntemi	
		BIYOKÜTLE %	KARBON %	BIYOKÜTLE %	KARBON %	BIYOKÜTLE %	KARBON %	BIYOKÜTLE %	KARBON %
İBRELİ	1985-2001	24.24	24.24	29.56	30.85	27.05	27.05	33.68	35.07
	1985-2011	270.77	270.77	117.76	122.41	301.99	301.99	132.65	137.70
YAPRAKLI	1985-2001	17.03	17.03	10.98	10.65	17.01	17.01	65.76	10.65
	1985-2011	99.66	99.66	60.82	60.83	102.67	102.67	60.85	60.87
KARIŞIK	1985-2001	18.47	18.47	12.46	12.62	18.52	18.52	12.98	13.15
	1985-2011	201.89	201.89	158.54	161.54	202.40	202.40	168.19	171.46

Yıllara göre ABD ve BEF yöntemiyle karbon tutma miktarlarındaki değişim ve değişim yönü (yüzde olarak ne kadar azaldığı yada arttığı) belirlenmiştir. ABD ve BEF katsayıları kullanılarak hesaplanan karbon değerleri (ABD-BEF) arasında önemli farklılıklar vardır. Tablo 16 incelendiğinde görüldüğü gibi, Arıt Orman İşletme Şefliği 1985-2000 amenajman planı döneminde iğne yapraklı meşcerelerde yapılan hesaplamalarda BEF'e ait toprak üstü karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %34.58 oranında daha az değerler vermiştir. 2001-2010 periyodu için iğne yapraklı meşcerelerde BEF'e göre hesaplanan toprak üstü karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %15.21, 2011-2020 periyodunda ise %70.17 daha az sonuçlar vermiştir. 1985-2000 amenajman planı döneminde geniş yapraklı meşcerelerde yapılan hesaplamalarda BEF'e ait toprak üstü karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %19.80 oranında daha fazla değerler vermiştir. 2001-2010 için

yapraklı meşcerelerde BEF'e göre hesaplanan toprak üstü karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %24.99, 2011-2020 periyodunda ise %28.97 daha az sonuçlar vermiştir. 1985- 2000 amenajman planı döneminde karışık meşcerelerde yapılan hesaplamalarda BEF'e ait toprak üstü karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %4.79 oranında daha fazla değerler vermiştir. 2001-2010 periyodu için karışık meşcerelerde BEF'e göre hesaplanan toprak üstü karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %25.58, 2011-2020 periyodunda ise %11.22 daha az sonuçlar vermiştir. 1985-2000 amenajman planı döneminde iğne yapraklı meşcerelerde yapılan hesaplamalarda BEF'e ait toprak altı karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %33.36 oranında daha az değerler vermiştir. 2001-2010 periyodu için iğne yapraklı meşcerelerde BEF'e göre hesaplanan toprak altı karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %15.21, 2011-2020 periyodunda ise %69.87 daha az sonuçlar vermiştir. 1985-2000 amenajman planı döneminde geniş yapraklı meşcerelerde yapılan hesaplamalarda BEF'e ait toprak altı karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %19.92 oranında daha fazla değerler vermiştir. 2001-2010 periyodu için geniş yapraklı meşcerelerde BEF'e göre hesaplanan toprak altı karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %24.99, 2011-2020 periyodunda ise %26.79 daha az sonuçlar vermiştir. 1985-2000 amenajman planı döneminde karışık meşcerelerde yapılan hesaplamalarda BEF'e ait toprak altı karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %19.74 oranında daha fazla değerler vermiştir. 2001-2010 periyodu için karışık meşcerelerde BEF'e göre hesaplanan toprak altı karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %18.17, 2011-2020 periyodunda ise % 4.18 daha az sonuçlar vermiştir. 2001 yılında meydana gelen karbon azalışı Arıt orman işletme şeflik sınırında 2000 periyoduna göre, 2001 periyodunda meydana gelen alansal azalışdan kaynaklanmaktadır (Tablo 16).

Tablo 16: Arıt OİŞ için 1985-2000, 2001-2010, 2011-2020 periyotlarındaki ABD ile Hesaplanan karbon değerinin BEF 'e göre vermiş olduğu değere göre yüzde farkı.

		Toprak Üstü		Toprak Altı	
		Yüzde Değişimi	Yüzde Farkı	Yüzde Değişimi	Yüzde Farkı
İBRELİ	1985-2000 Planı Dönemi	65.41	-34.58	66.63	-33.36
	2001-2010 Planı Dönemi	84.78	-15.21	84.78	-15.21
	2011-2020 Planı Dönemi	29.82	-70.17	30.12	-69.87
YAPRAKLI	1985-2000 Planı Dönemi	119.80	+19.80	119.92	+19.92
	2001-2010 Planı Dönemi	75.00	-24.99	75.00	-24.99
	2011-2020 Planı Dönemi	71.02	-28.97	73.20	-26.79
KARIŞIK	1985-2000 Planı Dönemi	104.79	+4.79	119.74	+19.74
	2001-2010 Planı Dönemi	74.41	-25.58	81.82	-18.17
	2011-2020 Planı Dönemi	88.77	-11.22	95.81	-4.18



Şekil 6: Arıt ABD ve BEF yöntemi ile hesaplanan toplam karbon miktarları.

3.3.2 Amasra OİŞ’ne Ait Bulguların Karşılaştırılması

Amasra 1985-2001-2011 periyotlarında: ABD ve BEF yöntemiyle hesaplanmış olan iğne yapraklı, geniş yapraklı ve karışık meşcerelerde toprak altı ve toprak üstü tutulan karbonun (Tablo 9, 10) periyotlar içindeki alana (Tablo 17) bölünmesiyle hektar başına düşen biyokütle ve karbon miktarları hesaplanmıştır (Tablo 18, 19, 20) .Periyotlar içerisindeki değişimi ise Şekil 7 ‘de görsel olarak sunulmuştur.

Tablo 17: Amasra 1985, 2001, 2011 periyot alanları.

1985	2001	2011
13861,7 ha	17555,7 ha	17342,7 ha

1985-2000 periyodunda toplam toprak üstü meşcerede ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 48.44 ton ve karbon değeri ise 24.22 dir. BEF ile hesaplanan toplam biyokütle değeri ise ha başına 38.98 ve karbon değeri ise 18.71 ton dur. Toplam toprak altı ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 11.62 ton ve karbon değeri ise 5.81 ton dur. BEF ile hesaplanan toplam biyokütle değeri ise ha başına 9.35 ve karbon değeri ise 4.49 dir. Toprak üstü ve toprak altı toplam ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 60.06 ton ve karbon değeri ise 30.03 ton dur. BEF ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı toplam biyokütle değeri ise ha başına 48.33 ve karbon değeri ise 23.20 ton dur (Tablo 18). Amasra 2001-2010 periyodunda ise toplam toprak üstü meşcerede ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 48.44 ton ve karbon değeri ise 24.22 dir. BEF ile hesaplanan toplam biyokütle değeri ise ha başına 38.98 ve karbon değeri ise 18.71 ton dur. Toplam toprak altı ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 11.62 ton ve karbon değeri ise 5.81 ton dur. BEF ile hesaplanan toplam biyokütle değeri ise ha başına 9.35 ve karbon değeri ise 4.49 dur. Toprak üstü ve toprak altı toplam ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 60.06 ton ve karbon değeri ise 30.03 ton dur. BEF ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı toplam biyokütle değeri ise ha başına 48.33 ve karbon değeri ise 23.20 ton dur (Tablo 19). Amasra 2011-2020 periyodunda ise toplam toprak üstü meşcerede ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 156.18 ton ve karbon değeri ise 78.09 dir. BEF ile hesaplanan toplam biyokütle değeri ise ha başına 113.17 ve karbon değeri ise 54.45 ton dur. Toplam toprak altı ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 38.22 ton ve karbon değeri ise 19.11 ton dur. BEF ile hesaplanan toplam biyokütle değeri ise ha başına 27.37 ve

karbon değeri ise 13.18 dir. Toprak üstü ve toprak altı toplam ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 194.40 ton ve karbon değeri ise 97.20 ton dur. BEF ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı toplam biyokütle değeri ise ha başına 140.54 ve karbon değeri ise 67.63 ton dur (Tablo 20).

Tablo 18: Amasra OİŞ 1985-2000 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.

1985		ABD		BEF	
		BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)	BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)
Toprak Üstü	İBRELİ	0,00	0,00	0,00	0,00
	YAPRAKLI	118,56	59,28	95,40	45,79
	KARIŞIK	0	0	0	0
	TOPLAM	48,44	24,22	38,98	18,71
Toprak Altı	İBRELİ	0,00	0,00	0,00	0,00
	YAPRAKLI	28,45	14,23	22,90	10,99
	KARIŞIK	0	0	0	0
	TOPLAM	11,62	5,81	9,35	4,49
TOPLAM	İBRELİ	0,00	0,00	0,00	0,00
	YAPRAKLI	147,01	73,50	118,29	56,78
	KARIŞIK	0	0	0	0
	TOPLAM	60,06	30,03	48,33	23,20

Tablo 19: Amasra OİŞ 2001-2010 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.

2001		ABD		BEF	
		BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)	BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)
Toprak Üstü	İBRELİ	31,11	15,55	17,52	8,94
	YAPRAKLI	50,10	25,05	45,00	21,60
	KARIŞIK	0	0	0	0
	TOPLAM	49,84	24,92	43,94	21,13
Toprak Altı	İBRELİ	8,87	4,43	9,40	4,79
	YAPRAKLI	12,02	6,01	15,24	7,31
	KARIŞIK	0	0	0	0
	TOPLAM	12,10	6,05	15,14	7,29
TOPLAM	İBRELİ	39,98	19,99	26,93	13,73
	YAPRAKLI	62,13	31,06	60,24	28,91
	KARIŞIK	0	0,00	0,00	0,00
	TOPLAM	61,94	30,97	59,09	28,42

Tablo 20: Amasra OİŞ 2011-2020 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.

2011		ABD		BEF	
		BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)	BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)
Toprak Üstü	İBRELİ	63,27	31,64	42,31	21,22
	YAPRAKLI	189,69	94,85	137,87	66,19
	KARIŞIK	125,53	62,77	87,20	44,06
	TOPLAM	156,18	78,09	113,17	54,45
Toprak Altı	İBRELİ	18,08	9,04	11,67	5,91
	YAPRAKLI	46,00	23,00	33,11	15,89
	KARIŞIK	36,40	18,20	24,61	12,45
	TOPLAM	38,22	19,11	27,37	13,18
TOPLAM	İBRELİ	81,35	40,68	53,98	27,13
	YAPRAKLI	235,69	117,85	170,98	82,08
	KARIŞIK	161,94	80,97	111,80	56,51
	TOPLAM	194,40	97,20	140,54	67,63

Amasra OİŞ'nde 1985'ten 2001'e ve 1985'ten 2011'e kadar 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 geniş yapraklı meşcerede biyokütle ve karbon değerlerinin 2001 yılında 1985 yılına göre %42.26 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre karbon ve biyokütle değerleri %160.0 artmıştır. BEF ile hesaplanan toprak üstü geniş yapraklı meşcerede biyokütle ve karbon değerinin 2001 yılında 1985 yılına göre %47.16 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle değeri %144.52 karbon değeri %144.54 artmıştır.

Geniş yapraklı meşcerede ABD ile hesaplanan toprak altı biyokütle ve karbon toplam değerinin 2001 yılında 1985 yılına göre değerinin %42.26 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle ve karbon değeri %161.66 artmıştır. BEF ile hesaplanan toprak altı geniş yapraklı meşcerede biyokütle ve karbon değerinin 2001 yılında 1985 yılına göre %66.55 artmıştır. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle değeri %144.59 karbon değeri %144.61 artmıştır (Tablo 21).

Tablo 21: Amasra 1985-2001, 1985-2011 periyotlarına göre ABD ve BEF ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı biyokütle ve karbon miktarlarında meydana gelen değişimin yüzdesi.

		Toprak üstü biyokütle ve karbon yıllara göre değişim				Toprak altı biyokütle ve karbon yıllara göre değişim			
		ABD Yöntemi		BEF yöntemi		ABD Yöntemi		BEF yöntemi	
		Biyokütle %	Karbon %	Biyokütle %	Karbon %	Biyokütle %	Karbon %	Biyokütle %	Karbon %
İBRELİ	1985-2001	0	0	0	0	0	0	0	0
	1985-2011	0	0	0	0	0	0	0	0
YAPRAKLI	1985-2001	42.267	42.26	47.16	47.16	42.26	42.26	66.55	66.55
	1985-2011	160.00	160.00	144.52	144.54	161.66	161.66	144.59	144.61
KARIŞIK	1985-2001	0	0	0	0	0	0	0	0
	1985-2011	0	0	0	0	0	0	0	0

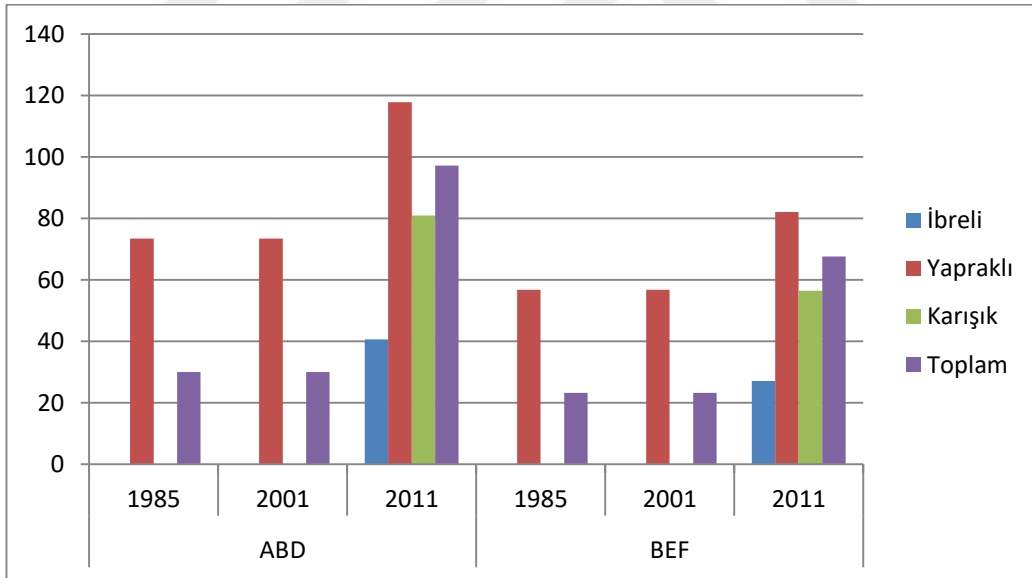
Amasra OİŞ’de 1985’den 2001’e ve 2001’den 2011’e kadar ABD ve BEF yöntemi ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı karbon değerlerinde ibrelî, yapraklı ve karışık meşceredeki yüzde değişimleri ve yıllara göre farkları hesaplanmıştır. Hesaplamalar Tablo 22’ de gösterilmiştir

Tablo 22: Amasra 1985-2001, 1985-2011 periyotlarına göre ABD ve BEF ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı biyokütle ve karbon miktarlarında meydana gelen değişimin yüzdesi.

		Toprak Üstü		Toprak Altı	
		Yüzde Değişimi	Yüzde Farkı	Yüzde Değişimi	Yüzde Farkı
İBRELİ	1985-2000 Planı Dönemi	0	0	0	0
	2001-2010 Planı Dönemi	57.46	-42.53	108.11	+8.11
	2011-2020 Planı Dönemi	67.06	-32.93	65.40	-34.59
YAPRAKLI	1985-2000 Planı Dönemi	77.24	-22.75	77.24	-22.75
	2001-2010 Planı Dönemi	86.21	-13.78	121.65	+21.65
	2011-2020 Planı Dönemi	69.78	-30.21	69.10	-30.89
KARIŞIK	1985-2000 Planı Dönemi	0	0	0	0
	2001-2010 Planı Dönemi	0	0	0	0
	2011-2020 Planı Dönemi	70.20	-29.79	68.40	-31.59

Tablo 22 incelendiğinde anlaşılacağı üzere; Amasra OİŞ’de 2001-2010 periyodu için iğne yapraklı meşcerelerde BEF’e göre hesaplanan toprak üstü karbon ve biyokütle değerleri

ABD'ye göre %42.53, 2011-2020 periyodunda ise %32.93 daha az sonuçlar vermiştir.1986-1995 amenajman planı döneminde geniş yapraklı meşcerelerde yapılan hesaplamalarda BEF'e ait toprak üstü karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %22.75 oranında daha az değerler vermiştir. 2001-2010 periyodu için geniş yapraklı meşcerelerde BEF'e göre hesaplanan toprak üstü karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %13.78, 2011-2020 periyodunda ise %30.21 daha az sonuçlar vermiştir. 2011-2020 periyodunda ise %29.79 daha az sonuçlar vermiştir. 2011-2020 periyodunda ise %34.59 daha az sonuçlar vermiştir. 2001-2010 periyodu için geniş yapraklı meşcerelerde BEF'e göre hesaplanan toprak altı karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre % 8.11 daha fazla, 2011-2020 periyodunda ise %34.59 daha az sonuçlar vermiştir. 1985-2000 amenajman planı döneminde karışık meşcerelerde yapılan hesaplamalarda BEF'e ait toprak altı karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %22.75 daha az değerler vermiştir. 2001-2010 periyodu için karışık meşcerelerde BEF'e göre hesaplanan toprak altı karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %21.65 daha fazla, 2011- 2020 periyodunda ise %30.89 daha az sonuçlar vermiştir.



Şekil 7: Amasra ABD ve BEF yöntemi ile hesaplanan toplam karbon miktarları.

3.3.3 Kurucaşile OİŞ'ne Ait Bulguların Karşılaştırılması

Kurucaşile 1985-2001-2011 periyotlarında: ABD ve BEF yöntemiyle hesaplanmış olan iğne yapraklı, geniş yapraklı ve karışık meşcerelerde toprak altı ve toprak üstü tutulan karbonun(Tablo 9,10) periyotlar içindeki alana (Tablo 23) ha başına düşen biyokütle ve karbon miktarları hesaplanmıştır (Tablo 24, 25, 26). Periyotlar içerisindeki değişimi ise Şekil 8'de görsel olarak sunulmuştur.

Tablo 23: Kurucaşile 1985, 2001, 2011 periyot alanları

1985	2001	2011
15542.7 ha	15542.3 ha	14456.1 ha

1985-2000 periyodunda toplam toprak üstü meşcerede ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 100.54 ton ve karbon değeri ise 50.27 dir. BEF ile hesaplanan toplam biyokütle değeri ise ha başına 76.48 ve karbon değeri ise 36.72 ton dur. Toplam toprak altı ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 24.16 ton ve karbon değeri ise 12.08 ton dur. BEF ile hesaplanan toplam biyokütle değeri ise ha başına 18.38 ve karbon değeri ise 8.82 dir. Toprak üstü ve toprak altı toplam ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 124.70 ton ve karbon değeri ise 62.35 ton dur. BEF ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı toplam biyokütle değeri ise ha başına 94.86 ve karbon değeri ise 45.55 ton dur (Tablo 24). Kurucaşile 2001-2010 periyodunda ise toplam toprak üstü meşcerede ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 57.71 ton ve karbon değeri ise 28.85 dir. BEF ile hesaplanan toplam biyokütle değeri ise ha başına 50.56 ve karbon değeri ise 25.56 ton dur. Toplam toprak altı ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 14.24 ton ve karbon değeri ise 7.12 ton dur. BEF ile hesaplanan toplam biyokütle değeri ise ha başına 17.27 ve karbon değeri ise 8.75 dur. Toprak üstü ve toprak altı toplam ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 71.95 ton ve karbon değeri ise 35.98 ton dur. BEF ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı toplam biyokütle değeri ise ha başına 67.83 ve karbon değeri ise 34.31 ton dur (Tablo 25). Kurucaşile 2011-2020 periyodunda ise toplam toprak üstü meşcerede ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 258.25 ton ve karbon değeri ise 129.13 dir. BEF ile hesaplanan toplam biyokütle değeri ise ha başına 211.66 ve karbon değeri ise 101.91 ton dur. Toplam toprak altı ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 64.42 ton ve karbon değeri ise 32.21 ton dur. BEF ile hesaplanan toplam

biyokütle değeri ise ha başına 51.32 ve karbon değeri ise 24.72 dir. Toprak üstü ve toprak altı toplam ABD ile hesaplanan biyokütle değeri ha başına 322.68 ton ve karbon değeri ise 161.34 ton dur. BEF ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı toplam biyokütle değeri ise ha başına 262.97 ve karbon değeri ise 126.63 ton dur (Tablo 26).

Tablo 24: Kurucaile OİŞ 1985-2001 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.

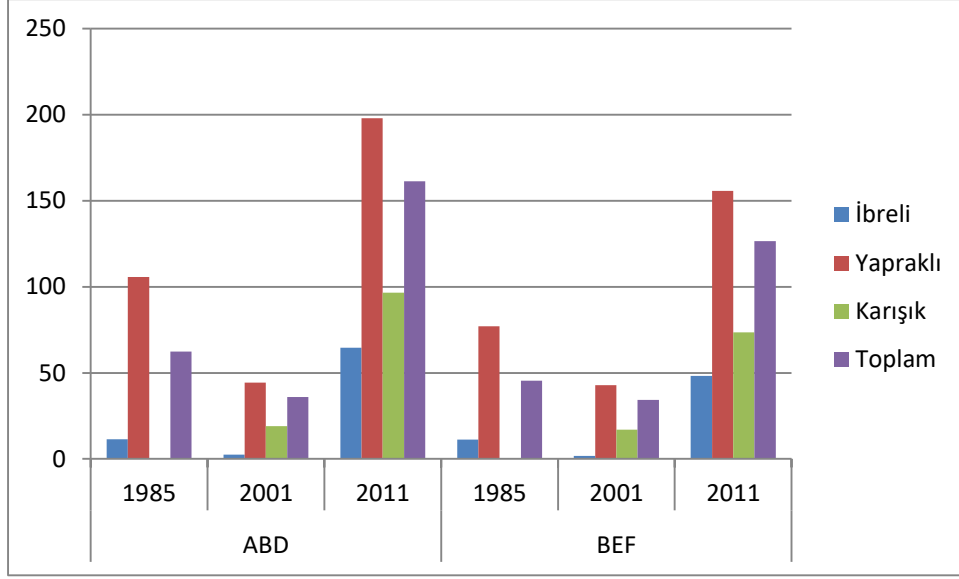
1985		ABD		BEF	
		BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)	BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)
Toprak Üstü	İBRELİ	17,84	8,92	17,50	8,78
	YAPRAKLI	170,41	85,20	129,43	62,13
	KARIŞIK	0	0	0	0
	TOPLAM	100,54	50,27	76,48	36,72
Toprak Altı	İBRELİ	5,17	2,59	4,83	2,43
	YAPRAKLI	40,90	20,45	31,06	14,91
	KARIŞIK	0	0	0	0
	TOPLAM	24,16	12,08	18,38	8,82
TOPLAM	İBRELİ	23,01	11,51	22,33	11,20
	YAPRAKLI	211,30	105,65	160,49	77,04
	KARIŞIK	0	0	0	0
	TOPLAM	124,70	62,35	94,86	45,55

Tablo 25: Kurucaşile OİŞ 2001-2010 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.

2001		ABD		BEF	
		BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)	BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBON (ton/ha)
Toprak Üstü	İBRELİ	3,96	1,98	2,31	1,18
	YAPRAKLI	71,57	35,79	63,07	31,91
	KARIŞIK	29,56	14,78	25,11	12,63
	TOPLAM	57,71	28,85	50,56	25,56
Toprak Altı	İBRELİ	1,15	0,57	1,24	0,63
	YAPRAKLI	17,18	8,59	21,36	10,87
	KARIŞIK	8,57	4,29	9,00	4,40
	TOPLAM	14,24	7,12	17,27	8,75
TOPLAM	İBRELİ	5,11	2,55	3,55	1,81
	YAPRAKLI	88,75	44,38	84,43	42,79
	KARIŞIK	38,13	19,06	34,11	17,03
	TOPLAM	71,95	35,98	67,83	34,31

Tablo 26: Kurucaşile OİŞ 2011-2020 periyodu için ABD ve BEF kullanılarak hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları.

2011		ABD		BEF	
		BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBO N (ton/ha)	BİYOKÜTLE (ton/ha)	KARBO N (ton/ha)
Toprak Üstü	İBRELİ	100,28	50,14	73,79	37,52
	YAPRAKLI	317,74	158,87	261,67	125,65
	KARIŞIK	149,84	74,92	118,05	58,27
	TOPLAM	258,25	129,13	211,66	101,91
Toprak Altı	İBRELİ	29,08	14,54	21,22	10,80
	YAPRAKLI	78,21	39,10	62,88	30,20
	KARIŞIK	43,45	21,73	31,01	15,35
	TOPLAM	64,42	32,21	51,32	24,72
TOPLAM	İBRELİ	129,36	64,68	95,01	48,32
	YAPRAKLI	395,95	197,98	324,56	155,85
	KARIŞIK	193,29	96,65	149,06	73,62
	TOPLAM	322,68	161,34	262,97	126,63



Şekil 8: Kurucaşile ABD ve BEF yöntemi ile hesaplanan toplam karbon miktarları.

Kurucaşile OİŞ'nde 1985'ten 2001'e ve 1985'ten 2011'e kadar 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 2001 yılında 1985 yılına göre %22.18 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre karbon ve biyokütle değerleri %562.13 artmıştır. ABD ile hesaplanan toprak üstü geniş yapraklı meşcerede biyokütle ve karbon değerlerinin 2001 yılında 1985 yılına göre %42.00 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre karbon ve biyokütle değerleri %186.46 artmıştır. BEF ile hesaplanan toprak üstü iğne yapraklı meşcerede biyokütle değerinin 2001 yılında 1985 yılına göre %13.18 karbon değerinin %13.41 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle değeri %421.53 karbon değeri %427.53 artmıştır. BEF ile hesaplanan toprak üstü geniş yapraklı meşcerede biyokütle değerinin 2001 yılında 1985 yılına göre %48.73 karbon değerinin %51.37 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle değeri %202.17 karbon değeri %202.25 artmıştır.

İğne yapraklı meşcerede ABD ile hesaplanan toprak altı biyokütle ve karbon toplam değerinin 2001 yılında 1985 yılına göre değerinin %22.18 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle ve karbon değeri %562.13 artmıştır. Geniş yapraklı meşcerede ABD ile hesaplanan toprak altı biyokütle ve karbon toplam değerinin 2001

yılında 1985 yılına göre değerinin %42.00 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle ve karbon değeri %191.22 artmıştır. BEF ile hesaplanan toprak altı iğne yapraklı meşcerede biyokütle değerinin 2001 yılında 1985 yılına göre %25.66 karbon değerinin %26.04 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle değeri %439.72 karbon değeri %445.20 artmıştır. BEF ile hesaplanan toprak altı geniş yapraklı meşcerede biyokütle değerinin 2001 yılında 1985 yılına göre %68.75 karbon değerinin %394.06 arttığı görülmektedir. 2011 yılında ise 1985 yılına göre biyokütle değeri %202.44 karbon değeri %202.53 artmıştır (Tablo 27).

Tablo 27: Kurucaşile 1985-2001, 1985-2011 periyotlarına göre ABD ve BEF ile hesaplanan toprak üstü ve toprak altı biyokütle ve karbon miktarlarında meydana gelen değişimin yüzdesi.

		Toprak üstü biyokütle ve karbon yıllara göre değişim				Toprak altı biyokütle ve karbon yıllara göre değişim			
		ABD Yöntemi		BEF yöntemi		ABD Yöntemi		BEF yöntemi	
		Biyokütle %	Karbon %	Biyokütle %	Karbon %	Biyokütle %	Karbon %	Biyokütle %	Karbon %
İBRELİ	1985-2001	22.18	22.18	13.18	13.41	22.18	22.18	25.66	26.04
	1985-2011	562.13	562.13	421.53	427.53	562.13	562.13	439.72	445.20
YAPRAKLI	1985-2001	42.00	42.00	48.73	51.37	42.00	42.00	68.75	394.06
	1985-2011	186.46	186.46	202.17	202.25	191.22	191.22	202.44	202.53
KARIŞIK	1985-2001	0	0	0	0	0	0	0	0
	1985-2001	0	0	0	0	0	0	0	0

Kurucaşile OİŞ'nde 1985'den 2001'e ve 2001'den 2011'e kadar ABD ve BEF yöntemi ile hesaplanan toprak altı karbon ve biyokütle değerlerinde iğne yapraklı, geniş yapraklı ve karışık meşceredeki yüzde değişimleri ve yıllara göre farkları hesaplanmıştır. Hesaplamalar Tablo 28'de gösterilmiştir.

Tablo 28 incelendiğinde; Kurucaşile Orman İşletme Şefliği 1985-2000 amenajman planı döneminde iğne yapraklı meşcerelerde yapılan hesaplamalarda BEF'e ait toprak üstü karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %1.60 daha az değer vermiştir. 2001-2010 periyodu için iğne yapraklı meşcerelerde BEF'e göre hesaplanan toprak üstü karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %40.49 daha az, 2011-2020 periyodunda ise %25.16 daha az sonuçlar vermiştir. 1985-2000 amenajman planı döneminde geniş yapraklı meşcerelerde yapılan hesaplamalarda BEF'e ait toprak üstü karbon ve biyokütle değerleri

ABD'ye göre %27.08 daha az değer vermiştir. 2001-2010 periyodu için geniş yapraklı meşcerelerde BEF'e göre hesaplanan toprak üstü karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %10.82 daha az, 2011- 2020 periyodunda ise %20.90 daha az sonuçlar 1986-1995 amenajman planı döneminde karışık meşcerelerde yapılan hesaplamalarda BEF'e ait toprak üstü karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre değer vermemiştir. 2001-2010 periyodu için karışık meşcerelerde BEF'e göre hesaplanan toprak üstü karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %14.53 daha az, 2011-2020 periyodunda ise %22.22 daha az sonuçlar vermiştir. 1985-2000 amenajman planı döneminde iğne yapraklı meşcerelerde yapılan hesaplamalarda BEF'e ait toprak altı karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %6.24 daha az değer vermiştir. 2001-2010 periyodu için iğne yapraklı meşcerelerde BEF'e göre hesaplanan toprak altı karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %10.08 daha fazla, 2011-2020 periyodunda ise %25.74 daha az sonuçlar vermiştir. 1985-2000 amenajman planı döneminde geniş yapraklı meşcerelerde yapılan hesaplamalarda BEF'e ait toprak altı karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %27.08 daha az değer vermiştir. 2001-2010 periyodu için geniş yapraklı meşcerelerde BEF'e göre hesaplanan toprak altı karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %26.59 daha fazla, 2011-2020 periyodunda ise %22.77 daha az sonuçlar vermiştir. 1986- 1995 amenajman planı döneminde karışık meşcerelerde yapılan hesaplamalarda BEF'e ait toprak altı karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre değer vermemiştir. 2001-2010 periyodu için karışık meşcerelerde BEF'e göre hesaplanan toprak altı karbon ve biyokütle değerleri ABD'ye göre %2.76 daha fazla, 2011-2020 periyodunda ise %29.35 daha az sonuçlar vermiştir.

Tablo 28: Kuruçayıle OİŞ için 1985-2000, 2001-2010, 2011-2020 periyotlarındaki ABD ile Hesaplanan karbon değerinin BEF 'e göre vermiş olduğu değere göre yüzde farkı.

		Toprak Üstü		Toprak Altı	
		Yüzde Değişimi	Yüzde Farkı	Yüzde Değişimi	Yüzde Farkı
İBRELİ	1985-2000 Planı Dönemi	98.39	-1.60	93.75	-6.24
	2001-2010 Planı Dönemi	59.50	-40.49	110.08	10.08
	2011-2020 Planı Dönemi	74.83	-25.16	74.25	-25.74
YAPRAKLI	1985-2000 Planı Dönemi	72.91	-27.08	72.91	-27.08
	2001-2010 Planı Dönemi	89.17	-10.82	126.59	26.59
	2011-2020 Planı Dönemi	79.09	-20.90	77.22	-22.77
KARIŞIK	1985-2000 Planı Dönemi	-	-	-	-
	2001-2010 Planı Dönemi	85.46	-14.53	102.76	2.76
	2011-2020 Planı Dönemi	77.77	-22.22	70.64	-29.35

BÖLÜM 4

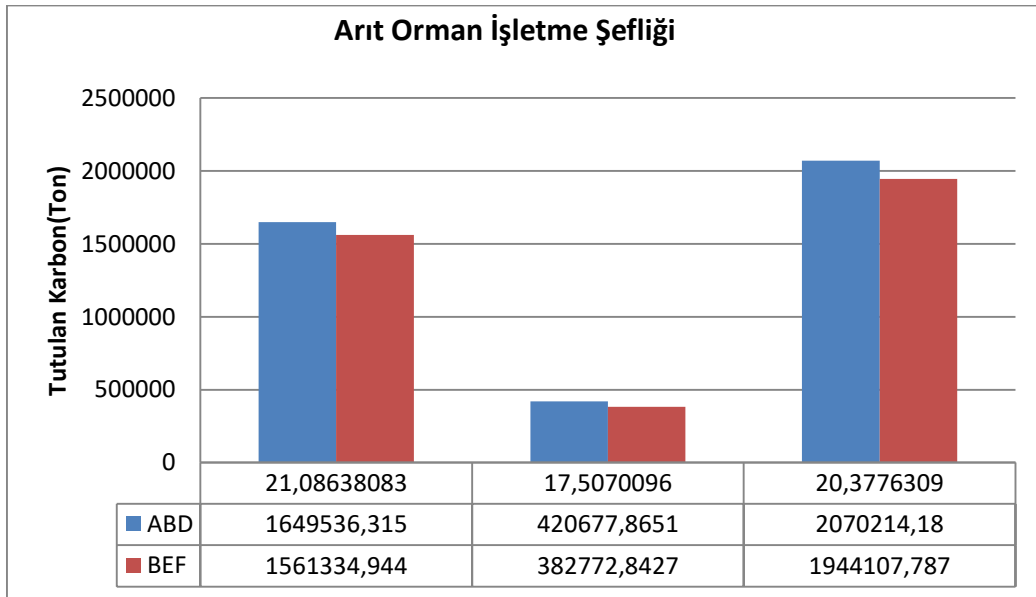
SONUÇ VE ÖNERİLER

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

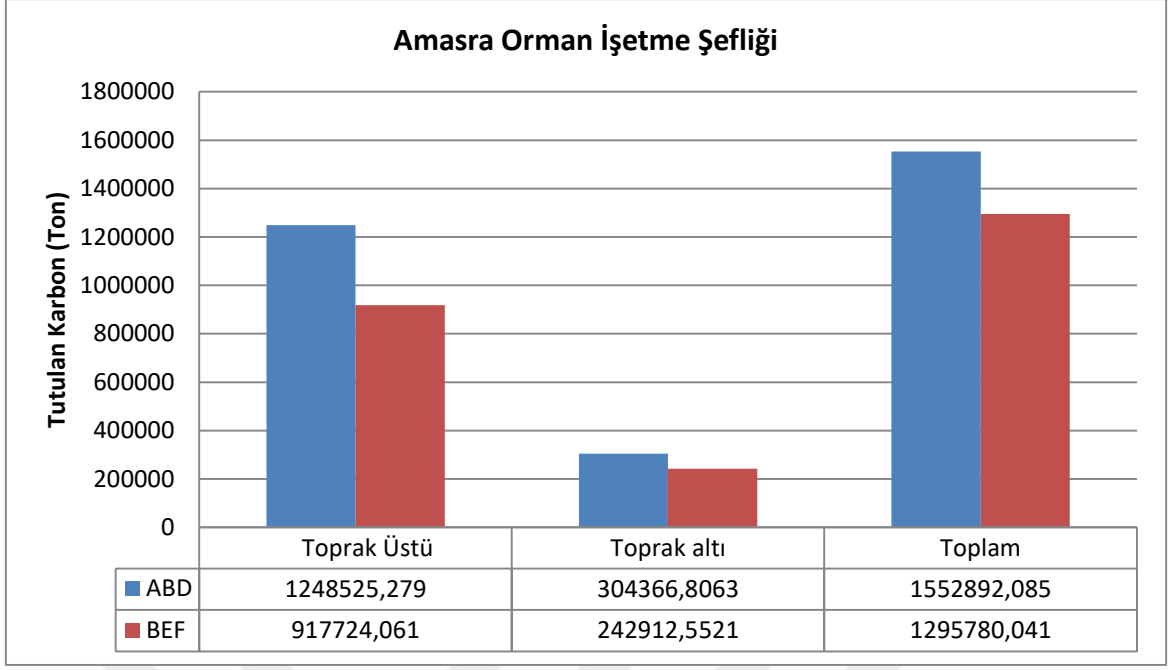
Haritaların hazırlanması sayısal amenajman planı bulunmayan 1985 ve 2001 dönemlerine ait haritaların meşcere tipleri dikkate alınarak ARCGIS 9.3 ile sayısallaştırılarak ve konumsal veri tabanı oluşturularak gerçekleştirilmiştir. Konumsal veri tabanındaki meşcere tiplerine hektardaki dikili servet, ağaç türlerinin miktarları, alan ve çap verileri eklenerek hesaplamalar yapılmıştır. Her bir orman işletme şefliği için karbon haritaları oluşturulmuştur (Şekil 12-17).

Orman biyokütlesi toprak altı ve üstü ağaç biyokütlesinden (gövde, dal, yaprak, kabuk ve tüm ağaç) oluşmaktadır. Buna istinaden biyokütle ile ilgili yapılacak olan çalışmalarda orman biyokütlesinin karbon tutma miktarını hesaplarken daha güvenilir sonuçlar vermesi için sadece toprak üstü ile sınırlı kalmayarak toprak altı biyokütleyi gözönünde tutarak hesaplamalar yapılmıştır. Biyokütle ve karbon hesabının yapılması için bir çok yöntem geliştirilmiştir. Çalışmada iki farklı yöntemle (ABD ve BEF) hesaplamalar yapılmıştır. ABD yöntemine göre ağaç biyokütle denklemlerine bağlı olarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Toprak üstü biyokütleyi belirlemek için tek girişli (çapa bağlı) biyokütle modelleri kullanılmıştır ve toprak altı biyokütle miktarları BEF katsayıları kullanılarak elde edilmiştir. BEF yöntemiyle servete bağlı olarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Biyokütle ve karbonun hesaplanmasında ETFOP düzenlenmesine ait usul ve esaslar yönetmeliğindeki orman alanlarının karbon miktarlarının hesaplanmasına dair katsayı ve formüllerden yararlanılmıştır. Her bir işletme için iğne yapraklı ve geniş yapraklı ve karışık meşcerede biyokütle ve karbon değerleri iki yöntemle hesaplanmış ve karşılaştırılması yapılmıştır (Tablo 15,21,27).

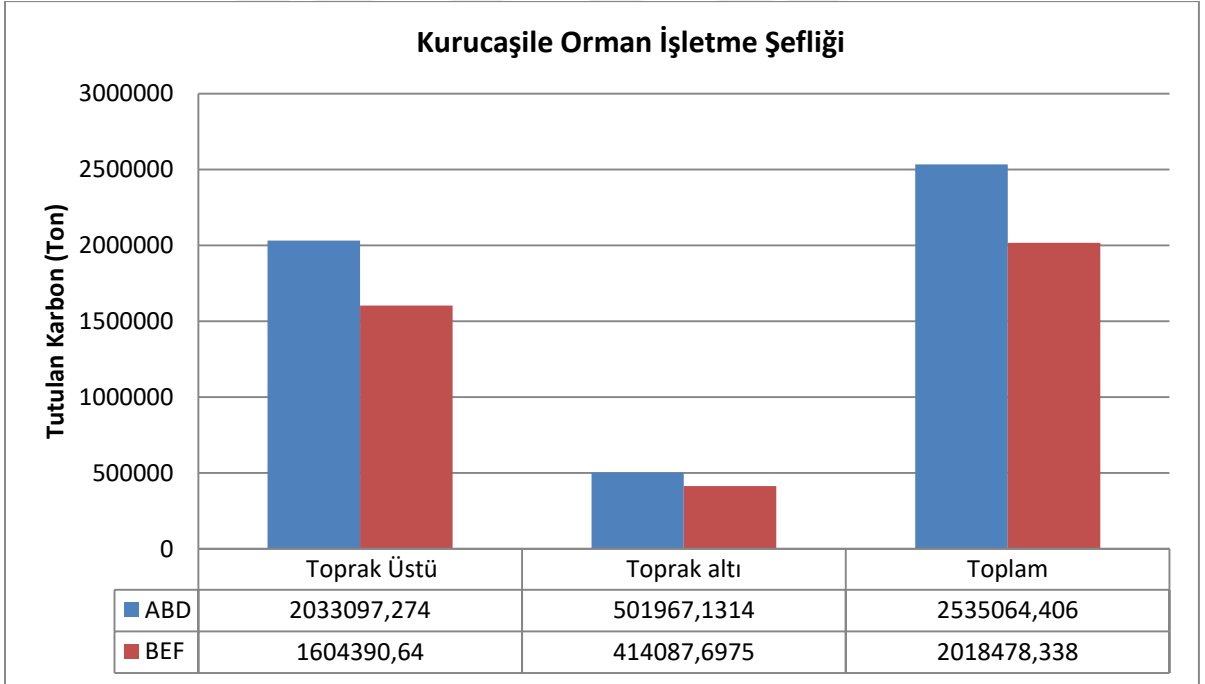
ABD yöntemiyle karbon hesabı yapılırken her bir ağaca ait biyokütle denklemlerinden yararladığımız da dolayı, servete bağlı hesaplama yapan BEF yöntemine göre daha yüksek sonuçlar vermiştir (Şekil 9, 10,12). ABD yöntemine göre Arıt OİŞ için meşcere toprak üstü karbon miktarı %5 oranında BEF'e kıyasla daha yüksek değer vermektedir. Toprak altı karbon hesabında ise %9 oranında ABD yine daha yüksek değer vermektedir. Meşcerenin toprak üstü ve toprak altı değerlerinin toplamı açısından ABD yöntemine göre 2070214.18 ton karbon hesaplanırken, BEF yöntemi ile 1944107.787 ton olarak hesaplanmış olup, ABD yöntemi lehine %6'lık fark bulunmuştur. Amasra OİŞ için benzer şekilde; toprak üstü karbon miktarı %36 oranında ABD yönteminde daha yüksek değer elde edilmiştir. değer elde edilmiştir. Toprak altı karbon hesabında ise %25 oranında ABD yöntemi daha iyi sonuç vermiştir. Meşcerenin toprak üstü ve toprak altı değerlerinin toplamı açısından; ABD yöntemi 1552892.08 ton, BEF yöntemi ise 1295780.04 ton olarak hesaplanmıştır, ABD yöntemi lehine %19'luk fark bulunmuştur. Kurucaşile OİŞ için meşcere toprak üstü karbon hesabında toplam toprak üstünde ABD %21 oranında daha yüksek değer vermektedir. Toprak altı karbon hesabında toplam %17 oranında ABD daha yüksek değer vermektedir. Meşcerenin toprak üstü ve toprak altı değerlerin toplamı açısından ABD yöntemi 2535064.41 ton karbon hesabı yaparken, BEF yöntemi ile 2018478.34 ton olarak hesaplanmış olup aralarında ABD yöntemi lehine %20'lik fark bulunmuştur. Çalışma sonucunda en iyi sonucu ABD yönteminin verdiği anlaşılmaktadır.



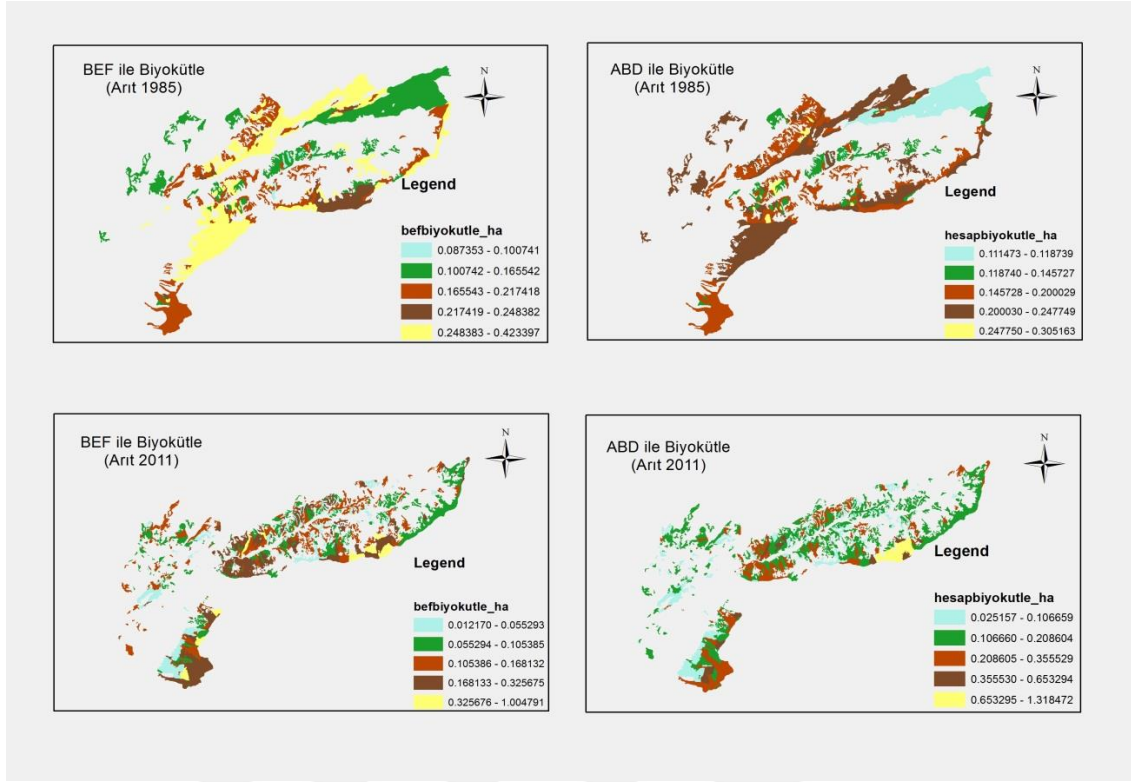
Şekil 9: Arıt OİŞ 1985-2001-2011 plan dönemlerinin toplam karbon stok miktarı.



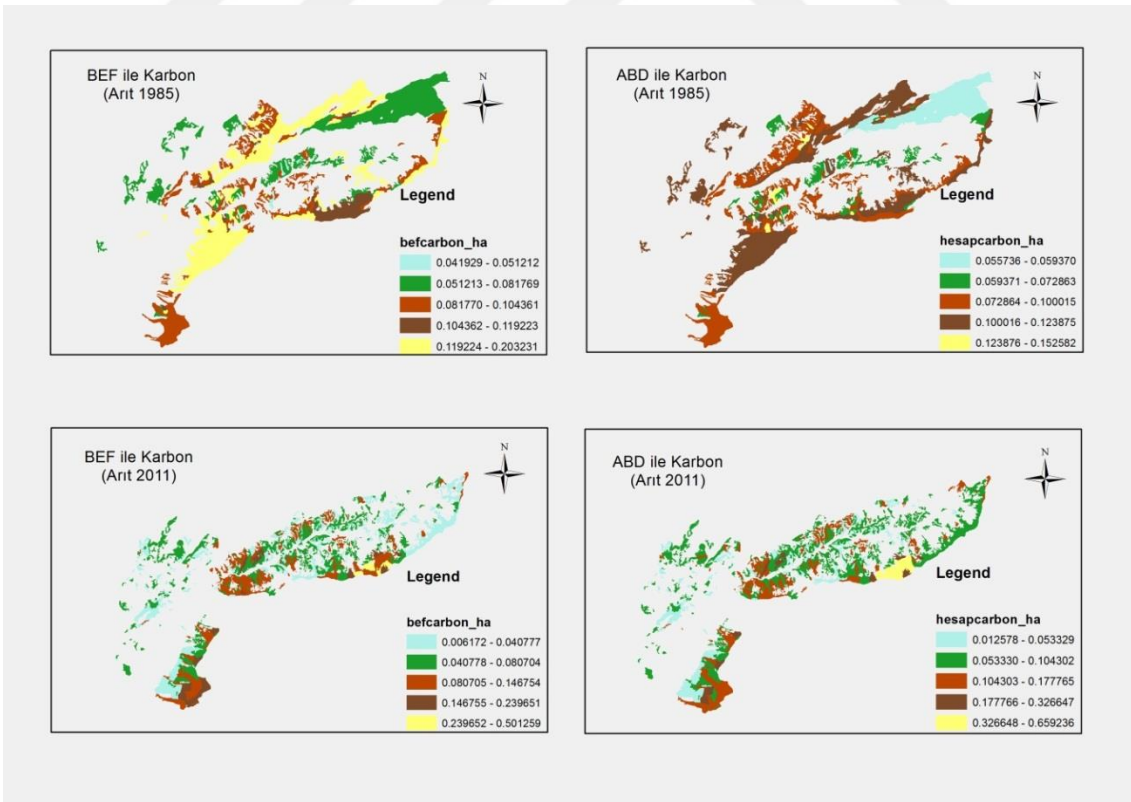
Şekil 10: Amasra OİŞ 1985-2001-2011 plan dönemlerinin toplam karbon stok miktarı.



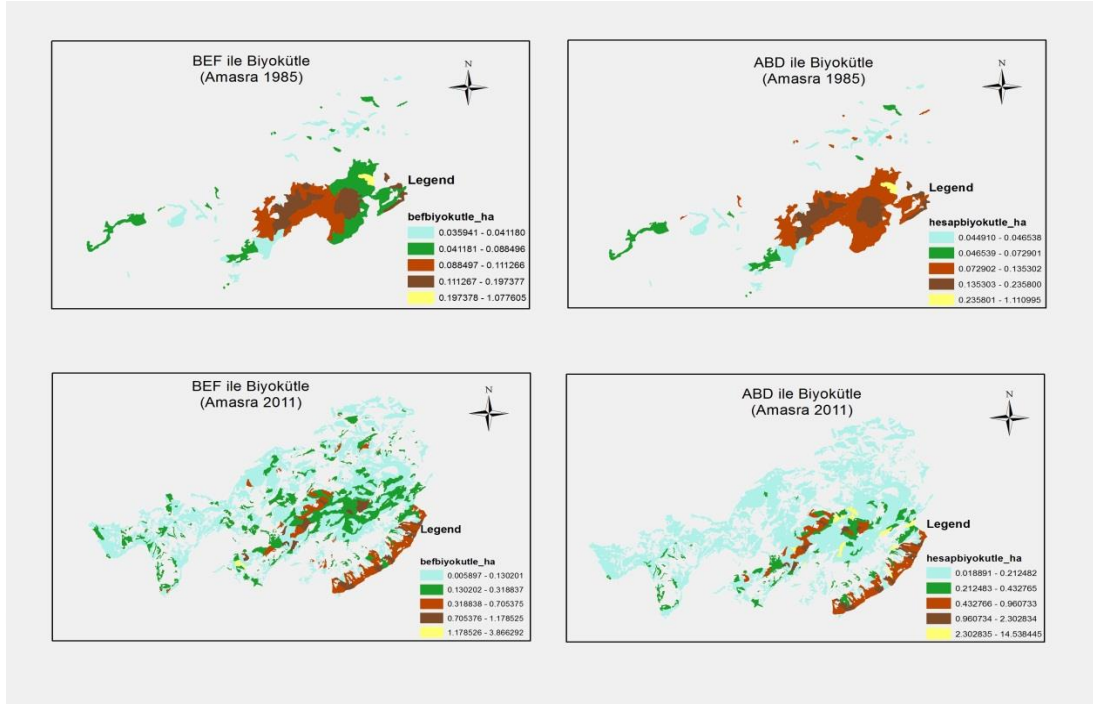
Şekil 11: Kurucaşile OİŞ 1985-2001-2011 plan dönemlerinin toplam karbon stok miktarı.



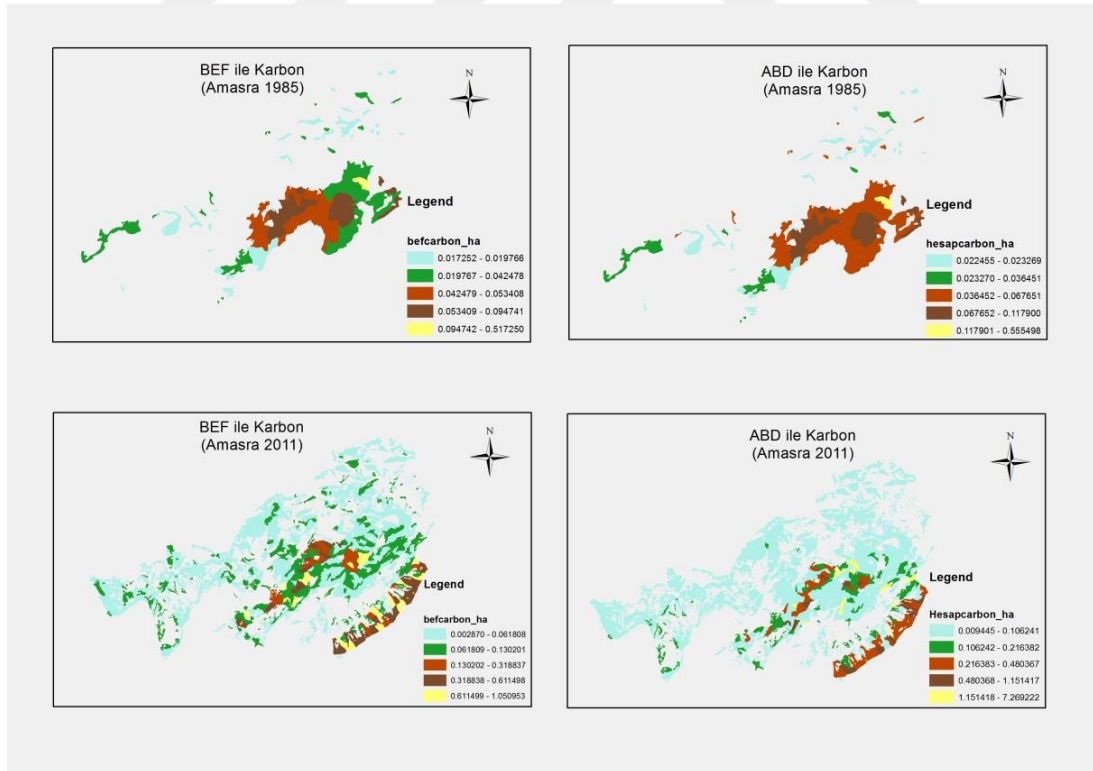
Şekil 12: Arıt OİŞ'nin 1985-2011 plan dönemi hektardaki biyokütle değişimi.



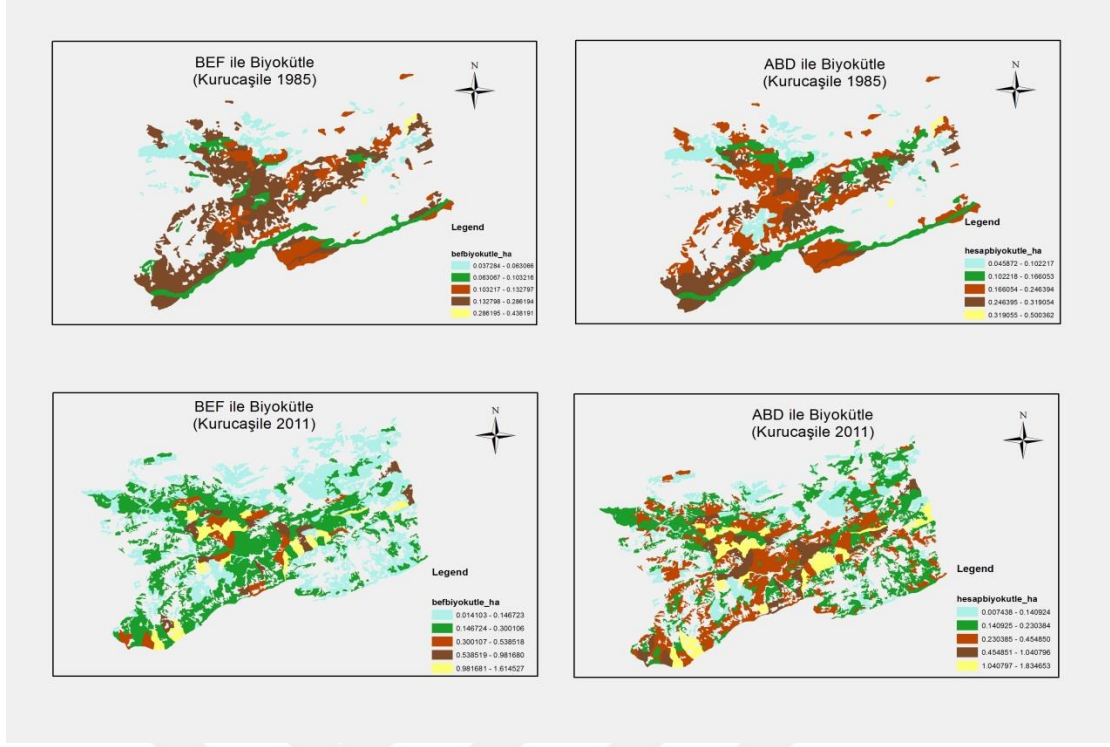
Şekil 13: Arıt OİŞ'nin 1985-2011 plan dönemi hektardaki karbon değişimi.



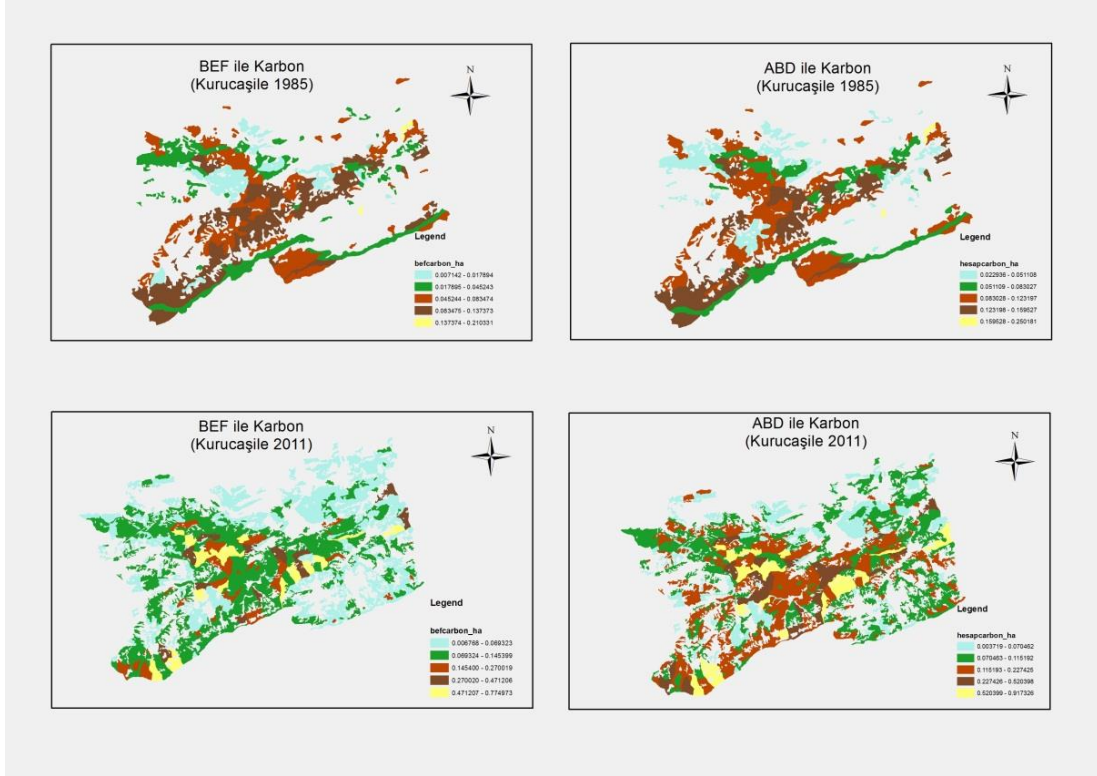
Şekil 14: Amasra OİŞ'nin 1985-2011 plan dönemi hektardaki biyokütle değişimi.



Şekil 15: Amasra OİŞ'nin 1985-2011 plan dönemi hektardaki karbon değişimi.



Şekil 16: Kurucasıle OİŞ'nin 1985-2011 plan dönemi hektardaki biyokütle değişimi.



Şekil 17: Kurucasıle OİŞ'nin 1985-2011 plan dönemi hektardaki karbon değişimi.

Türkiye iklim yapısı bakımından çeşitlidir, bu yüzden ki küresel ısınmadan dolayı meydana gelebilecek iklim değişikliğinden her bölgesi farklı biçimde etkilenecektir (Öztürk, 2002). Bu nedenle küresel iklim değişikliğinin günümüzde dahi gözlenen sonuçları karbon depolama konusunun önemini destekler niteliktedir. Buna ek olarak karbon depolama miktarlarının belirlenmesi ve belirli periyotlarla güncellenmesi ülkemiz için imzalanan anlaşmalar gereği bir zorunluluktur.

Biyokütle ve karbon depolama miktarının hesaplanmasında kullanılan yöntemleri değerlendirildiğinde; gerçeğe daha yakın değerlere ulaşmak için her ağaç türüne ait biyokütle denklemlerinin kullanılması gerektiği söylenebilir. Ülkemizde geliştirilen allometrik biyokütle denklemlerin her ağaç türüne göre geliştirilmemiş olması karbon depolama miktarlarının gerçekçi hesaplanmasına yetersiz gelmektedir. Her ağaç türüne göre allometrik biyokütle denklemi oluşturularak karbon depolama miktarlarının daha gerçekçi hesaplanması sağlanmalıdır. Çalışma alanında mevcut olan özellikle yapraklı türlerin biyokütle denklemlerinin olmaması ise allometrik biyokütle yönteminin bir diğer eksikliği olarak düşünülebilir. Bu eksikliğin giderilmesi için yapraklı türler içinde biyokütle denklemleri oluşturulabilir. 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. Bu çalışmaların proje bazında ,tür bazında, yöresel ve bölgesel bazda değerlendirilmesi gerekir.

KAYNAKLAR

- Alemdağ, I.S. (1981). *Aboveground-mass equations for six hardwood species from natural stands of the research forest at Petawawa* (Vol. 6). Petawawa National Forestry Institute, Canadian Forestry Service, Environment Canada.
- Asan, Ü. (1995). Global iklim değişimi ve Türkiye ormanlarında karbon birikimi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 45 (1-2): 23-38.
- Asan, Ü. (1999). Climate change, carbon sinks and the forests of turkey. *Proceedings of the International Conference on Tropical Forests and Climate Change: Status, Issues and Challenges* (TFCC '98), Philippines, pp.157-170.
- Asan, Ü., Destan, S. ve Özkan, U.Y. (2002). İstanbul korularının karbon depolama, oksijen üretimi ve toz tutma kapasitesinin kestirilmesi. Orman Amenajamanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, İstanbul, s.194-202.
- Aydın, Ç. (2010). Artvin Orman Bölge Müdürlüğü Borçka Orman İşletme Müdürlüğü Sarıçam Biyokütle Tabloları, Yüksek Lisans Tezi, KT Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Backéus, S., Wikström, P. ve Lämås, T. (2005). A model for regional analysis of carbon sequestration and timber production. *Forest ecology and management*, 216(1-3), 28-40.
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W. ve Courchamp, F. (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology letters*, 15(4), 365-377.
- Berz, G. (1995). Hava şartlarıyla ilgili hasar düzeyleri. Munich Insurance Company, Munich, 125 p.
- Binkley, D., Stape, J.L. ve Ryan, M.G. (2004). Thinking about efficiency of resource use in forests. *Forest Ecology and Management*, 193(1-2), 5-16.
- Brown, S., Gillespie, A.J. ve Lugo, A.E. (1989). Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest science*, 35(4): 881-902.
- Brown, S. (1997). Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer (FAO Forestry Paper-134) FAO, United Nations, Rome.
- ÇOB (2008). *İklim değişikliği ve yapılan çalışmalar*. Çevre ve Orman Bakanlığı. Ankara. 101s.
- Çömez, A. (2011). Sündiken Dağlarında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinde Karbon Birikiminin Belirlenmesi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- 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, B. (1998). Zonguldak orman bölge müdürlüğü meşe meşcerelerinin biyokütle tablolarının düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 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, A., Durkaya, B. ve Ünsal, A. (2009a). Predicting the above-ground biomass of calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands in Turkey. *African Journal of Biotechnology*. 8 (11): 2483-2488.
- Durkaya, A., Durkaya, B. ve Çakıl, E. (2009b).”Predicting the above-ground biomass of crimean pine (*Pinus nigra* Arnold.) stands in Turkey. *Journal of Environmental Biology*. 31:115-118.
- 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*, 32:485-493.
- Durkaya, B., Durkaya A., Varol, T. ve Kaptan, S. (2013a). Orman ekosistemlerinde karbon stok değişimlerinin belirlenmesinde BEF katsayılarının kullanımı ve uygunluklarının değerlendirilmesi. *Ormanlıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslar arası Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, s. 451-465.
- Durkaya, B., Durkaya, A., Makineci, E. ve Karabürk, T. (2013b.) 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. (2013c). Estimation of Above-Ground Biomass and sequestered Carbon of Taurus Cedar (*Cedrus libani* L.) in Antalya, Turkey. *iForest-Biogeosciences and Forestry*. 6:278-284.
- 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.
- Durkaya, A., Durkaya, B., Makineci, E., & Orhan, İ. (2015). Aboveground biomass and carbon storage relationship of Turkish pines. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(11), 3573-3583.
- Durkaya A, Durkaya, B. ve Ulu Say, Ş. (2016). Below-and above ground biomass distribution of young Scots pines from plantations and natural stands. *BOSQUE* 37(3): 509-518.
- Dutca, I., Abrudan, I.V., Stancioiu, P.T. ve Blujdea, V. (2010). Biomass conversion and expansion factors for young Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) trees planted on non-forest lands in Eastern Carpathians. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(3), 286.

- 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.
- ENB (2013). Earth Negotiations Bulletin COP 19 Final. 12(594), <http://enb.iisd.org/download/pdf/enb12594e.pdf> (05.01.2018).
- ENB (2014). Earth Negotiations Bulletin SB 40 Final. 12(598), <http://enb.iisd.org/download/pdf/enb12598e.pdf> (05.01.2018).
- Fang, J., Guo, Z., Hu, H., Kato, T., Muraoka, H. ve Son, Y. (2014). Forest biomass carbon sinks in East Asia, with special reference to the relative contributions of forest expansion and forest growth. *Global change biology*, 20(6), 2019-2030.
- FRA, 2010. Country Report, Turkey, pp.37-39.
- Galarza, M. J. (2002). Estimation of tropical forest above-ground biomass by multispectral remote sensing (Mexico). M Sc. Thesis. Trent University, Faculty of Art and science, Ontario, Canada.
- Goodale, C.L., Apps, M.J., Birdsey, R.A., Field, C.B., Heath, L.S., Houghton, R.A., Jenkins, J.C., Kohlmaier, G.H., Kurz, W., Liu, S., Nabuurs, G.J., Nilsson S. ve Shvidenko, A.X. (2002). Forest carbon sinks in the Northern Hemisphere, *Ecological applications*, 12(3), 891-899.
- Gülsunar, M. (2011). Ormanların karbon depolama kapasitesinin uzaktan algılama yöntemi ile belirlenmesi: Düzdağ orman işletme şefliği örneği. Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 77 s.
- Hashimoto, T., Kojima, K., Tanşe, 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, W.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.T., Meira Filho, L.G., Lim, B., Treanton, K., ve Mamaty, I. (1997). Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. v. 1: Greenhouse gas inventory reporting instructions.-v. 2: Greenhouse gas inventory workbook.-v. 3: Greenhouse gas inventory reference manual.
- Huxley, J. (1993). Problems of relative growth. 31 p.
- IPCC (2003). *Good practice guidance for land use, land-use change and forestry*. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan.

- 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.
- İkinci, O. (2000). Zonguldak orman bölge müdürlüğü kestane meşcerelerinin biyokütle tablolarının düzenlenmesi, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 86 s.
- Jacob, J. (2005). The scienc, politics and economics of global climate chance: implications for the carbon sink projects. *Current science*,89(3):464-474,
- Jagodziński, A.M., Zasada, M., Bronisz, K., Bronisz, A. ve Bijak, S. (2017). Biomass conversion and expansion factors for a chronosequence of young naturally regenerated silver birch (*Betula pendula* Roth) stands growing on post-agricultural sites. *Forest Ecology and Management*, 384, 208-220.
- 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, J.C., Chojnacky, D.C., Heath, L.S. ve Birdsey, R.A. (2004). Comprehensive database of diameter-based biomass regressions for North American tree species.
- Kangas, A. ve Maltamo, M. (Eds.). (2006). *Forest inventory: methodology and applications* (Vol. 10). Springer Science and Business Media. 362 p.
- 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*, 31s, [www.econturk.org/ Turkiyeekonomisi/odtu_paper.pdf](http://www.econturk.org/Turkiyeekonomisi/odtu_paper.pdf), Ankara 22.12.2017
- Ketterings, Q.M., Coe, R., van Noordwijk, M. ve Palm, C.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.
- Kurane, I. (2010). The effect of global warming on infectious diseases. *Osong public health and research perspectives*, 1(1), 4-9.
- Lehtonen, A., Mäkipää, R., Heikkinen, J., Sievänen, R. ve Liski, J. (2004). Biomass expansion factors (BEFs) for Scots pine, Norway spruce and birch according to stand age for boreal forests. *Forest Ecology and Management*, 188(1-3), 211-224.
- Lefsky, M.A., Cohen, W.B. ve Spies, T.A. (2001). An evaluation of alternate remote sensing products for forest inventory, monitoring, and mapping of Douglas-fir forests in western Oregon. *Canadian journal of forest research*, 31(1), 78-87.

- Martin, J.G., Kloeppe, 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, T.A., Evans, R.J. ve Abatzoglou, N. (1998). Biomass Gasifier "Tars": Their Nature, Formation, and Conversion (No. NREL/TP-570-25357; ON: DE00003726). National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO (US).
- Montzka, S.A., Dlugokencky, E.J. ve Butler, J. H. (2011). Non-CO₂ greenhouse gases and climate change. *Nature*, 476 : 43-50.
- Muukkonen, 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.J. 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. (2005). Plant allometry, leaf nitrogen and phosphorus stoichiometry, and interspecific trends in annual growth rates. *Annals of Botany*, 97(2), 155-163.
- OGM (2011). Orman genel müdürlüğü, Zonguldak orman bölge müdürlüğü, Bartın orman işletme müdürlüğü, Kurucasıle orman işletme şefliği orman amenajman planı 2011-2030.
- OGM (2014). Ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajmanı planlarının düzenlenmesine ait usul ve esaslar, Tebliğ No:299., Ankara, 227s. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Tebliğler/Ekosistem%20Tabanlı%20Fonksiyonel%20Orman%20Amenajman%20Planları%20Ait%20Usul%20ve%20Esaslar.pdf> (26.11.2017).
- Omasa, K., Qiu, G.Y., Watanuki, K., Yoshimi, K. ve Akiyama, Y. (2003). Accurate estimation of forest carbon stocks by 3-D remote sensing of individual trees. *Environmental Science & Technology*, 37(6), 1198-1201.
- Özkaya MS. 2016. Determining above- and below-ground biomass of *Rhododendron ponticum*. Ph.D. Thesis, University of Artvin Çoruh, Turkey.
- Pan, W.C., Li, L.C. ve Gao, Z.H. (1980). Biomass and nutrient elements distribution of two different forest types of Chinese fir. *Hunan For Sci Technol*, 4, 1-14.
- 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.
- Peichl, M. ve Arain, M.A. (2007). Allometry and partitioning of above-and belowground

- tree biomass in an age-sequence of white pine forests. *Forest Ecology and Management*, 253(1-3), 68-80.
- 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.
- Rice, A.H., Pyle, E.H., Saleska, S.R., Hutyyra, L., Palace, M., Keller, M. ve Wofsy, S.C. (2004). Carbon balance and vegetation dynamics in an old-growth Amazonian forest. *Ecological Applications*, 14(4): 55-71.
- Saraçoğlu, N. (1992). Kayın biyokütle tablolarının düzenlenmesi, Proje Sonuç Raporu. KTÜ, Trabzon.
- Saraçoğlu, N. (1998). Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) biyokütle tabloları, *Turkish Journal of Agriculture And Forestry*, 22:93-100.
- Saracoglu, N. (2010). The biomass potential of Turkey for energy production: Part I. Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, 5(3), 272-278.
- 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 Sciences*. 43:424-434.
- Shi, L. ve Liu, S. (2017). Methods of estimating forest biomass: a review. in biomass volume estimation and valorization for energy. InTech, pp.23-46
- 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). Determination of biomass of calabrian pine stands, Forestry Research Institute Publications. Technical Bulletin, (104), 32.
- Ter-Mikaelian, M.T. ve Korzukhin, M.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. ve 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 kullanılabilir kat sayılar. *Ormanlıkta Sektörel Planlamanın 50.Yılı Uluslararası Sempozyumu bildiriler kitabı* Ankara, s:240-251.

Uğurlu, S., Araslı, B. ve Sun, O. (1976). Stepe geçiş yörelerindeki Sarıçam meşçerelerinde biyolojik kütle nin saptanması. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları.

UN (1992). United nations framework convention on climate change. united nations, <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> (21.11.2017)

UNFCCC (1998). Kyoto Protocol to the United Nations Framework on Climate Change. United Nations Framework Convention on Climate Change, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>. (23.11.2017).

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. <https://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/eng/07a01.pdf> (06.08.2017).

UNFCCC (2012a). First Steps to a Safer Future: Introducing The United Nations Framework Convention on Climate Change. http://unfccc.int/essential_background/convention/items/6036.php. (02. 10.2017).

URL -1 (2017). <https://bikifi.com/biki/kuresel-isinma-ve-sera-gazi-etkisi> (20.08.2017).

URL -2 (2013). http://www.infovisual.info/01/002_en.html (01.09.2013).

Walle, I. 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.

Vashum, K.T. ve Jayakumar, S. (2012). Methods to estimate above-ground biomass and carbon stock in natural forests-a review. *Journal Ecosystem and Ecography*, 2(4): 1-7.

Van Camp, N., Walle, I.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.

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.

Wernberg, T., Russell, B.D., Moore, P. J., Ling, S.D., Smale, D.A., Campbell, A., ... ve Connell, S.D. (2011). Impacts of climate change in a global hotspot for temperate marine biodiversity and ocean warming. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 400(1-2), 7-16.

Wirth, C., Schumacher, J. ve Schulze, E.D. (2004). Generic biomass functions for Norway spruce in Central Europe—a meta-analysis approach toward prediction and uncertainty estimation. *Tree physiology*, 24(2), 121-139.

Woodwell, G.M., Whittaker, R.H., Reiners, W.A., Likens, G.E., Delwiche, C.C. ve Botkin, D.B. (1978). The biota and the world carbon budge. *Science*, 199: 141–146

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



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Eda OKAN
Doğum Yeri ve Tarihi : Ordu, 21.09.1989

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi, Orman Mühendisliği
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce
Bilimsel : Durkaya, B., Varol, T. ve Okan E. (2017). Carbon stock; Kurucaşile forest sub-district directorate. *International Journal of Recent Engineering Research and Development (IJERD)* 2(4): 60-67.
Faaliyet/Yayınlar

İş Deneyimi

Stajlar : Ordu Orman İşletme Müdürlüğü, Ordu Orman İşletme Müdürlüğü Akkuş Orman İşletme Şefliği.

Projeler ve Kurs :
Belgeleri

Kullandığı Programlar : Microsoft Office, ARGIS, NEDCAD

İletişim

E-Posta Adresi : edaokn@gmail.com

Tarih : 01/02/2018 (Tez sınav tarihi)