



**INTERNATIONAL CONGRESS on**  
**AGRICULTURE and FORESTRY RESEARCH**

8-10 April 2019, Marmaris / Turkey



**Sözlü Sunum**

**Zamansal Olarak Karbon Stok Değişiminin İncelenmesi; Alabarda  
Örneği**

**Birsen DURKAYA<sup>1</sup>, Sinan KAPTAN<sup>1\*</sup>, Ali DURKAYA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın/Türkiye

\*Corresponding Author: [skaptan@bartin.edu.tr](mailto:skaptan@bartin.edu.tr)

**Özet**

Küresel iklim değişikliğine sebep olan CO<sub>2</sub>'i fotosentez yoluyla atmosferden alarak uzun yıllar boyunca depolama özelliğine sahip olan orman ekosistemleri, bu özelliğiyle dünyanın en önemli karasal yutak alanlarını oluşturmaktadırlar. Ülkeler, küresel iklim değişikliğiyle mücadele için yaptıkları anlaşma ve sözleşmeler gereğince, orman ekosistemlerinde depolanan karbon miktarı ve değişimini tespit etmelidirler. Türkiye, bu anlaşma ve sözleşmelerden Kyoto Protokolü (KP)'nü 2009 yılında, Paris Anlaşması'nı ise 2015 yılında imzalamıştır. Yasal bağlayıcılığı olmamasına rağmen, Orman Genel Müdürlüğü 2010 yılından beri ülke ormanlarındaki yıllık karbon stok değişimini belirleme çalışmalarına devam etmekte, sera gazları envanter sonuçlarını Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sekreterliği'ne bildirmektedir. Karbon miktarının hesabında kullanılan çeşitli hesap yöntemleri bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmada iki ayrı hesaplama yöntemi kullanılarak, hem 1972'den 2019 yılına kadar ki karbon stok değişim miktarları tespit edilmiş, hem de her iki yöntemle elde edilen sonuçlar kıyaslanmıştır. Bu yöntemler; ağaç türleri göğüs çapı değerlerini baz alan Biyokütle Denklemi ve ağaç hacimlerini baz alan Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajmanı Planlama (ETFOP) Yönetmeliği'nde de yer alan Biyokütle Genişletme Faktörü Yöntemleri (BEF)'dir.

Çalışma alanı olarak, Türkiye'nin batısındaki Ege Bölgesi'nde yer alan Alabarda Orman İşletme Şefliği seçilmiştir. 1972 yılından günümüze kadar dört adet Orman Amenajmanı Planı bulunan çalışma alanının her bir plan dönemi için atmosferden bağlanan karbon miktarı hesaplanmış ve kıyaslamalar yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, 1972 yılından 2019 yılına kadar karbon birikiminde, Biyokütle Denklemi Yöntemiyle hektarda % 41, BEF Yöntemi'ne göre % 45 artış olduğu belirlenmiştir. 2015-2035 Plan dönemi verilerine dayanarak yapılan hesaplamalar sonucunda Biyokütle Denklemi Yöntemi, BEF Yöntemi'ne kıyasla %54 daha fazla sonuç vermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Karbon, Küresel Isınma, Orman Biyokütlesi, Biyokütle Denklemi, BEF.



**INTERNATIONAL CONGRESS on**  
**AGRICULTURE and FORESTRY RESEARCH**

8-10 April 2019, Marmaris / Turkey



## **Analysis of Temporal Carbon Stock Change; Example of Alabarda**

### **Abstract**

Forest ecosystems that can absorb atmospheric carbon causing global warming and store it for many years, constitute the most important terrestrial sink areas in the world with this ability. Countries should determine the amount and change of carbon stored in forest ecosystems, in accordance with their agreements and contracts to combat global climate change. In 2009, Turkey had signed the Kyoto Protocol (KP) and then in 2015 signed the Treaty of Paris. Although not legally binding, the General Directorate of Forestry has been continuing its efforts to determine the annual carbon stock change in country forests since 2010 and greenhouse gases report the inventory results to the United Nations Climate Change Secretariat. There are several calculation methods used to calculate the amount of carbon. In this study, by using two different calculation methods, carbon stock change amounts from 1972 to 2019 were determined and the results obtained by both methods were compared. These methods are the Biomass Models depend on tree diameter at breast heights and the Biomass Expansion Factor Methods (BEF), which are also included in the Ecosystem-Based Functional Forest Management Planning (ETFOP).

As the study area, Alabarda Forest Management Planning unit in the Aegean Region in the west of Turkey has been chosen. The study area has four Forest Management Plans since 1972. For each plan period of the study area, the amount of carbon budget from the atmosphere was calculated and comparisons were made. According to the results obtained, the amount of carbon stored per hectare has increased by 41% in biomass models and by 45% in BEF method from 1972 to 2019. As a result of the calculations based on 2015-2035 plan period data, Biomass Equations Method has 54% more results than BEF Method.

**Keywords:** Carbon, Global Warming, Forest Biomass, Biomass Equations, BEF.



**INTERNATIONAL CONGRESS on**  
**AGRICULTURE and FORESTRY RESEARCH**

8-10 April 2019, Marmaris / Turkey



## Giriş

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'ne göre, dünyanın önem vermesi gereken en büyük çevresel problem iklim değişikliğidir ve bununla mücadele etmek için orman ekosisteminde biriken karbonun artırılması en ekonomik yöntem olarak kabul edilmektedir (IPCC, 2014a; IPCC, 2014b). Orman ekosisteminde karbon; 1) meşcerede toprak altı ve toprak üstü kısımda, 2) ölü dal ve ağaçlarda, 3) ölü örtüde ve 4) organik toprakta olmak üzere çeşitli kısımlarda depolanmaktadır. Orman alanlarında depolanan karbonun miktarı ve değişimiyle ilgili çeşitli görüşler mevcuttur (Houghton et al., 2009; Hall et al., 2011; Sessa ve Dolman, 2008). Meşcere karbonu orman ekosistemi içerisinde %70 ile %80 arasında değişen oranda bulunmaktadır (Richter et al., 1999; Vesterdal et al., 2006) ve depolanan karbon, yakılıp alandan uzaklaştırılmadıkça ormanın içinde depolanmaya devam etmektedir. Bu yönü orman ekosistemlerini, otlak, çayır ve tarımsal arazi gibi diğer karasal ekosistemlere kıyasla daha değerli kılmaktadır. Orman ekosisteminde fotosentez yoluyla üretilen, bitkinin kendi ihtiyaçlarını karşılamasından sonra net artım olarak biriktirilen biyokütlenin yaklaşık olarak %50'sinin karbon olduğu kabul edilmektedir (Drake et al., 2003). Meşcere biyokütlesine ilişkin veriler karbon tutma ve karbon döngüsünü anlayabilmek açısından gereklidir. Orman ekosistemlerinde stoklanan karbon miktarının doğru belirlenmesi küresel iklim değişikliği ile mücadelede önemlidir. Ayrıca karasal karbon döngüsünü daha iyi anlamamızı sağlayarak karar verme süreçlerinin etkin bir şekilde düzenlenmesine yardımcı olmaktadır.

Türkiye 2009 yılında Kyoto Protokolü (KP)'nü imzalamış, ancak 1. Taahhüt Dönemi'nde (2008-2012) herhangi bir emisyon sınırlandırılması ve azaltım yükümlülüğüne dahil edilmemiştir. 2. Taahhüt Dönemi (2013-2020) için de herhangi bir sayısallaştırılmış sera gazı emisyon azaltım hedefi bulunmamaktadır (Başsüllü vd., 2014). Türkiye 2015 yılında Paris Anlaşması'nı imzalayan ülkeler arasında yer almış, yasal zorunluluk olmamasına karşılık gönüllü olarak seragazı emisyonlarını 2030 yılına kadar referans senaryonun %21 altına indireceğini beyan etmiştir (Karakaya, 2016). Yapılan sözleşme ve protokoller gereğince, Türkiye sera gazları envanter sonuçlarını gönüllü olarak belirleyerek Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sekreterliği'ne bildirmektedir. Yasal mevzuatta bağlayıcılığı olmamasına rağmen, Orman Genel Müdürlüğü tarafından 2010 yılından itibaren ülke ormanlarının yıllık karbon stok değişimini belirleme amacıyla çalışmalar yapılmaktadır (Yolasıgmaz vd., 2016; Durkaya vd., 2017).

Orman ekosistemlerinde biriken karbonun belirlenmesinde ağaçların ürettiği biyokütle miktarının hesaplanması esastır. Biyokütle miktarı üç temel yaklaşım kullanılarak hesaplanmaktadır. Dünyada kabul gören yöntemler şunlardır;

1. Allometrik Biyokütle Denklemleri (ABD) ya da Biyokütle Denklemleri (BD) olarak isimlendirilen biyokütle denklemleri yöntemidir. Bu yöntemde, kolay ölçülemeyen ağırlık değerlerine, ağacın çapı, boyu, özgül ağırlığı gibi daha kolay ölçülebilen bağımsız değişkenler kullanılarak geliştirilen allometrik denklemlerle ulaşılmaktadır (Yolasıgmaz et al., 2016; Durkaya et al., 2017; Varol et al., 2018; Okan, 2018; Mendoza-Ponce et al., 2018).





**INTERNATIONAL CONGRESS on**  
**AGRICULTURE and FORESTRY RESEARCH**



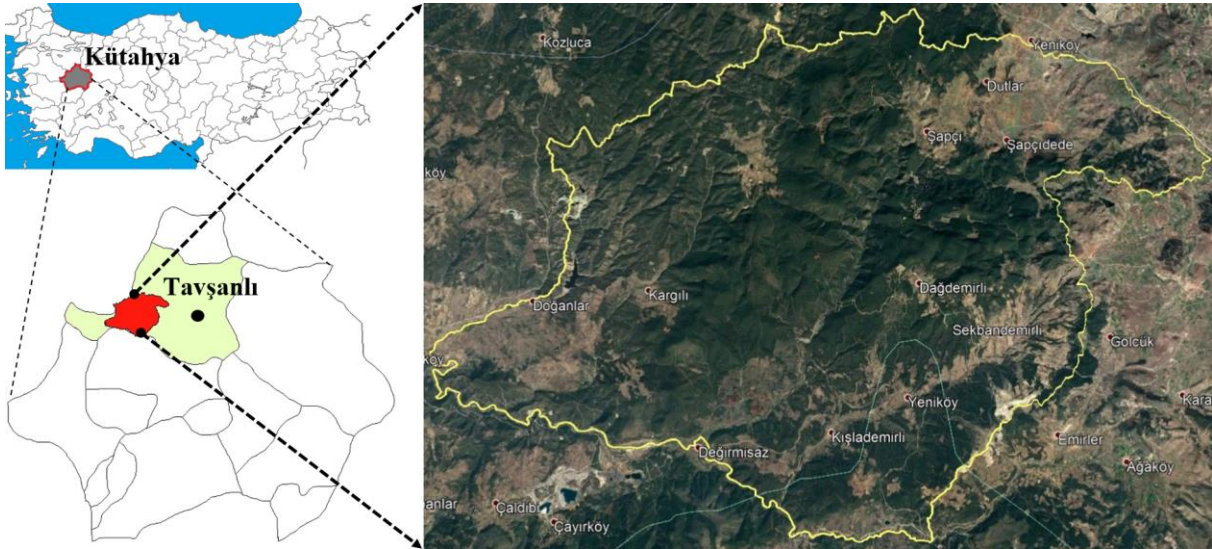
8-10 April 2019, Marmaris / Turkey

2. Orman envanterlerinden elde edilen, sonradan biyokütle değişim (Biomass Expansiyon Factor-BEF) faktörleri ile çarpılarak biyokütle karbonuna dönüştürülen ve ticari odun hacminden yararlanan yöntemidir.
3. Uzaktan algılama yöntemidir.

Bu çalışmada, Kütahya Orman Bölge Müdürlüğü (OBM), Tavşanlı Orman İşletme Müdürlüğü (OİM), Alabarda Orman İşletme Şefliği (OİŞ)'nin 1972-91; 1993-2012; 2004-2013 ve 2015-2034 plan dönemlerine ilişkin meşcere karbon stok miktarındaki değişimler BD ve BEF yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. Yöntemlerin kendi arasında ve plan dönemleri arasındaki zamansal değişimlerindeki farkları ortaya konulmuştur.

### Materyal ve Metod

Çalışma alanı olarak seçilen alan, Kütahya OBM, Tavşanlı OİM, Alabarda OİŞ sınırlarında olup, 39° 37' 12" - 39° 27' 44" kuzey enlemleriyle, 29° 06' 33" - 29° 25' 20" doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1). Plan ünitesi 17.752,9 ha verimli, 1.657,4 ha verimsiz, 6.394,8 ha açıklık alan olmak üzere toplam 25.805,1 ha alandan oluşmaktadır (Anon, 2015). Plan ünitesindeki ormanların mülkiyeti devlete aittir. Çalışmada Alabarda OİŞ'ne ait 1972-91; 1993-2012; 2004-2013 ve 2015-2034 orman amenajmanı planlarından yararlanılmıştır. Plan ünitesindeki karışıma giren ağaç türleri kızılçam, karaçam ve meşedir.



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafik lokasyonu.

Biyokütle ve karbon hesaplarının yapılmasında Biyokütle Denklemleri (BD) yöntemi ve Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının (ETFOP) Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar Yönetmeliği'nde yer alan katsayıların kullanıldığı Biyokütle Genişletme Faktörü (BEF) yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan yöntemlere ait formüller çeşitli



**INTERNATIONAL CONGRESS on**  
**AGRICULTURE and FORESTRY RESEARCH**

8-10 April 2019, Marmaris / Turkey



kaynaklardan temin edilmiş, Microsoft Excel kullanılarak hesaplamalar yapılmış ve sonuçlara ulaşılmıştır.

Biyokütle Denklem (BD) yöntemi; çalışma alanı kızılçam, karaçam ve meşe ağaç türlerinden oluşmaktadır. Bu türlere ait mevcut biyokütle denklemleri kullanılmıştır (Durkaya, 1998; Durkaya et al., 2009; Durkaya et al., 2010) (Çizelge 1). Tek ağaç fırın kurusu ağırlık değerleri, orman amenajman planının meşcere tanıtım tablosundaki her ağaç türünün çağ sınıfları ortasındaki çap ve ağaç sayısı ile ilişkilendirilerek, ağaç türünün hektardaki toprak üstü fırın kurusu ağırlığına (toprak üstü biyokütle) ulaşılmıştır. Meşcere tipinin toplam toprak üstü biyokütlesi meşcere tipinin toplam alanı ile çarpılarak o meşcere tipi için plan ünitesindeki toprak üstü biyokütle değerine ulaşılmıştır. Toprak üstü biyokütle değerleri ibreliler için 0,29 ve yapraklılar için 0,24 katsayıları ile çarpılarak toprak altı biyokütleye ulaşılmıştır. 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 Çizelgelerinde ağaç türlerine ait çap ve ağaç sayıları verilmediği için yalnızca verimli orman alanlarında hesaplamalar yapılabilmektedir.

Biyokütle Genişletme Faktörü (BEF) yöntemi; Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar Yönetmeliği'nde yer alan orman alanlarının karbon miktarının hesaplamasına dair katsayı ve formüllerden yararlanılmıştır (OGM, 2014). Bu yöntemde meşcere tipindeki ağaç türlerinin servetlerinden yararlanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Çizelge 1'de yöntemin aşamaları verilmiştir.

Çizelge 1. BD ve BEF hesaplamalarında kullanılan formül ve katsayılar

<b>BD Yöntemi için denklemler</b>		
Kızılçam için;	$\ln TB = -1.92352 + 2.243357 \ln d$	
Karaçam için;	$TB = -40920 + (6980.122d) + (46.58692d^2)$	
Meşe için;	$TB = -302.193 + (26.5656d)$	
<b>BEF katsayıları</b>	<b>Verimli orman</b>	
	<b>İğne yapraklı için</b>	<b>Geniş Yapraklı için</b>
Toprak Üstü Biokütle (TÜB)	$DGH \times 0.446 \times 1.212$	$DGH \times 0.541 \times 1.31$
Toprak Üstü Karbon (TÜK)	$TÜB \times 0.51$	$TÜB \times 0.48$
Toprak Altı Biokütle (TAB)	$TÜB \times 0.29$	$TÜB \times 0.24$
Toprak Altı Karbon (TAK)	$TAB \times 0.51$	$TAB \times 0.48$

\*TB= Toprak üstü biyokütle (kg); d= 1.30 Yüksekliğindeki çap (cm); DGH: Dikili Gövde Hacmi (m<sup>3</sup>)

### **Araştırma Bulguları ve Tartışma**

Çalışma alanına ait. 1972-91; 1993-2012; 2004-2013 ve 2015-2034 amenajman planlarından yararlanılarak elde edilen biyokütle değerlerine ait sonuçlar Çizelge 2'de, karbon değerleri ise Çizelge 3'te verilmiştir.



**INTERNATIONAL CONGRESS on**  
**AGRICULTURE and FORESTRY RESEARCH**



8-10 April 2019, Marmaris / Turkey

Çizelge 2. Plan dönemlerindeki BD ve BEF karbon değerleri

	Toprak Üstü Biyokütle (ton)							
	1972-1991		1993-2012		2004-2013		2015-2034	
	BD	BEF	BD	BEF	BD	BEF	BD	BEF
İğne Yap.	243.650,9	150.360,6	1.188.325,1	738.285,8	658.958,2	397264,6	1.801.952,8	1.150.220,7
Geniş Yap.	0	0	2.604,5	1.580	0	0	8.886,9	2.052,1
Biyokütle Toprak Altı (ton)								
İğne Yap.	70.658,8	43.604,6	344.614,3	214.10,9	191.097,9	115.189,4	523.234,9	333.440,5
Geniş Yap.	0	0	625,1	379,3	0	0	2.132,8	492,5
<b>TOPLAM</b>	<b>314.309,7</b>	<b>193.965,2</b>	<b>1.536.169</b>	<b>954.347,9</b>	<b>850.056,1</b>	<b>512.454</b>	<b>2.336.207,5</b>	<b>1.486.205,9</b>

Çizelge 3. Plan dönemlerindeki BD ve BEF biyokütle değerleri

	Toprak Üstü Karbon (ton)							
	1972-1991		1993-2012		2004-2013		2015-2034	
	BD	BEF	BD	BEF	BD	BEF	BD	BEF
İğne Yap.	121.825,5	76.683,9	594.162,5	376.525,7	329.479,1	202.594,6	900.976,4	586.538,5
Geniş Yap.	0	0	1.302,3	758,4	0	0	4.443,5	985
Toprak Altı Karbon (ton)								
İğne yap.	35.329,4	22.238,3	172.307,1	109.192,5	95.548,9	58.744,1	261.617,5	170.036,9
Geniş Yap.	0	0	312,5	182	0	0	1.066,4	236,4
<b>TOPLAM</b>	<b>157.154,8</b>	<b>98.922,2</b>	<b>768.084,5</b>	<b>486.658,6</b>	<b>425.028</b>	<b>261.338,7</b>	<b>168.103,7</b>	<b>757.796,8</b>

Çizelge 2 ve 3 incelendiğinde. 1972-91 plan döneminde (birinci periyot); toprak üstü ve toprak altı biyokütlelerin toplamı BD yöntemi ile 314.309,7 ton, BEF yöntemiyle 193.965,2 ton olarak hesaplanmıştır. 1993-2012 plan döneminde (ikinci periyot); 1.536.169 ton ve 954.347,9 ton; 2004-2013 plan döneminde (üçüncü periyot); 850.056,1 ton ve 512.454 ton; 2015-2034 plan döneminde (dördüncü periyot) ise 2.336.207,5 ton ve 1.486.205,9 ton olarak hesaplanmıştır. Zamansal olarak plan dönemlerinde alandaki karbon birikiminin belirlenmesi için yapılan hesaplamalarda BD hesaplama yöntemiyle I. plan döneminde 157154,8 ton, II. plan döneminde 768.084,5 ton, III. plan döneminde 425.028 ton ve IV. plan döneminde 1.168.103,7 ton olarak bulunmuştur. BEF kullanılarak yapılan hesaplamalarda ise plan dönemleri sırasına göre, 98.922,2 ton, 486.658,6 ton, 261.338,7 ton ve 757.796,8 ton olarak hesaplanmıştır. BD ve BEF hesap yöntemleri kıyaslandığında BD yönteminin BEF yöntemine göre daha fazla değer verdiği açıkça görülmektedir.

Plan dönemleri kıyaslamalarına göre (Şekil 2), I. plan döneminden II. plan dönemine alanda bağlanan karbon miktarının artış gösterdiği görülmektedir. III. plan döneminde ise II.'ye kıyasla yaklaşık %50 oranında bir düşüş olduğu görülmektedir. IV. plan döneminde ise III.'ye kıyasla yaklaşık üç katı bir artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu durumun plan dönemlerindeki meşcerelerin toplam alanlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü hesaplamada kullanılan verimli meşcerelerin toplam alanları birinci plan döneminde 3.207 ha ikinci plan döneminde 15.027 ha üçüncü plan döneminde 7.164 ha ve dördüncü plan döneminde 16.870 ha'dır.



**INTERNATIONAL CONGRESS on**  
**AGRICULTURE and FORESTRY RESEARCH**

8-10 April 2019, Marmaris / Turkey



Şekil 2. Plan dönemlerine göre alandaki karbon stok miktarın

Alanda depolanan toplam karbon miktarlarını meşcerelerin toplam alanına oranlanarak elde edilen hektar değerlerine göre (Çizelge 4) plan dönemleri itibariyle hektarda sürekli bir artış görülmektedir (Şekil 3). Şekil 3’de de net bir şekilde BD nin BEF değerlerine göre yüksek olduğu görülmektedir. BD yöntemiyle hektarda karbon stok miktarları sırasıyla; 49; 51,1; 59,3 ve 69,2 ton/ha olurken. BEF yöntemiyle; 30,8; 32,4; 36,5 ve 44,9 ton/ha olarak belirlenmiştir. Plan dönemleri itibariyle düzenli bir artış olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Plan dönemlerine göre BD ve BEF karbon değerleri (ton/ha)

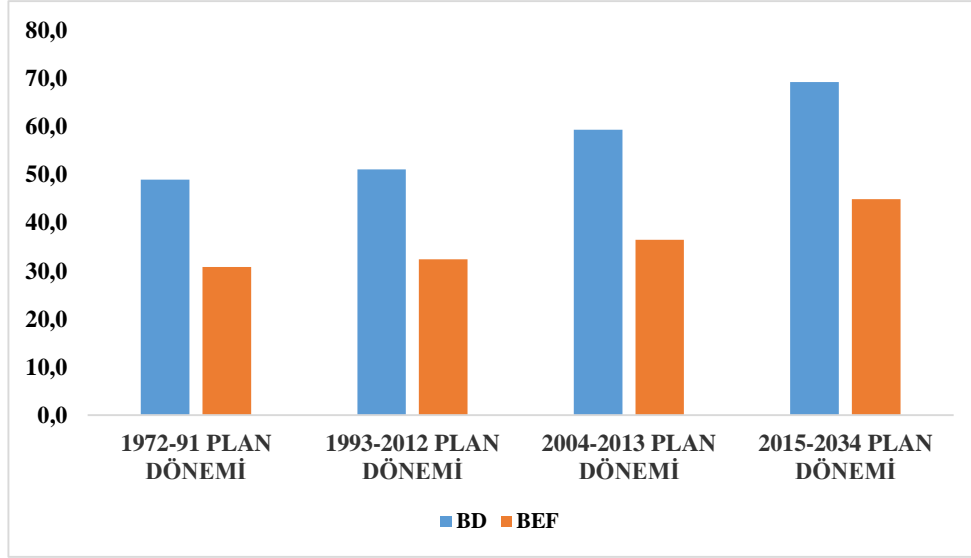
	Karbon (ton/ha)							
	1972-1991		1993-2012		2004-2013		2015-2034	
	BD	BEF	BD	BEF	BD	BEF	BD	BEF
<b>TÜ</b>	38	23,9	39,6	25,1	46	28,3	53,7	34,8
<b>TA</b>	11	6,9	11,5	7,3	13,3	8,2	15,6	10,1
<b>TOPLAM</b>	49	30,8	51,1	32,4	59,3	36,5	69,2	44,9





**INTERNATIONAL CONGRESS on**  
**AGRICULTURE and FORESTRY RESEARCH**

8-10 April 2019, Marmaris / Turkey



Şekil 2. Plan dönemlerine göre hektardaki karbon stok miktarı (ton/ha)

## Sonuç ve Öneriler

Türkiye taraf olduğu uluslararası anlaşmalar gereği yasal zorunluluğu bulunmamasına karşılık karbon emisyonlarını hazırlamaktadır. Tüm ülke için yapılacak hesaplamalarda orman alanlarında tutulan karbon miktarı önemlidir. Çalışmada iki farklı yöntemden yararlanılarak Alabarda OİŞ'nin meşcere karbon stok miktarlarının zamansal gelişimi ortaya konulmuştur. BD yöntemi ağaç türlerine ait biyokütle denklemlerine, BEF yöntemi ise ağaç servetlerine bağlı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada biyokütle denklemleri yönteminin meşcere karbon değerinin belirlenmesinde daha doğru sonuç vereceği hipotezi araştırılmıştır.

Çalışma sonucunda, BD yöntemi hektarda BEF yöntemine kıyasla ilk plan döneminden son plan dönemine kadar sırasıyla; %58,9, %57,8 %62,6, %54,1 oranında fazla değer verdiği belirlenmiştir (Çizelge 4). Alabarda OİŞ'de 1972 yılından 2019 yılına kadar BD yöntemiyle %41, BEF yöntemiyle %45 oranında stoklanan karbon miktarının arttığı görülmüştür. Plan dönemleri içerisinde, hektardaki karbon stok miktarındaki artış incelendiğinde I. plan döneminde ağaçlık çağında (c-d çağı) meşcerenin bulunmadığı, II. plan döneminde %9, III. plan döneminde %77 ve IV. plan döneminde ise %38 oranında bulunduğu belirlenmiştir. Ağaçlık ve kalın ağaçlık dönemlerinde gerek çap gerekse ağaç hacminin daha yüksek olması bağlanan karbon miktarının değerini yükseltmektedir.

Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; BD yönteminin BEF yöntemine kıyasla daha yüksek değer verdiği, BEF yönteminin gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Zonguldak OBM, Bartın OİM, Kurucasıle OİŞ özelinde gerçekleştirilen benzer bir çalışmada da biyokütle modelleri yönteminin daha yüksek değer verdiği belirlenmiştir (Okan, 2018). Bu çalışmada meşcerede depolanan karbon miktarları üzerinden hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Alanda ölü odun, ölü örtü ve organik toprakta da karbon birikimi gerçekleşmektedir. Durkaya vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada meşcere karbonu orman





**INTERNATIONAL CONGRESS on**  
**AGRICULTURE and FORESTRY RESEARCH**

8-10 April 2019, Marmaris / Turkey



ekosistemi içerisindeki oranı %56 olarak belirlenmiştir. Özellikle organik toprak karbon hesabının eklenmesiyle alanda stoklanan karbon miktarı daha yüksek değerlere ulaşması beklenmektedir.

**Teşekkür:** Çalışma alanına ait verilerin temin edilmesinde katkı sağlayan Kütahya/Tavşanlı Orman İşletme Müdürlüğü ve Alabarda Orman İşletme Şefliği personeline teşekkür ederiz.

### **Kaynaklar**

Anonymous, 2015. Orman Genel Müdürlüğü Kütahya Orman Bölge Müdürlüğü. Tavşanlı Orman İşletme Müdürlüğü. Alabarda orman işletme şefliği ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planı (2015-2014)

Başsüllü, Ç., Özdemir, E., Semerci, A., İpek, A., Tolunay, A., 2014. İklim Değişikliği Müzakerelerinde Ormancılık. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sorunları Sempozyumu. "Akdeniz Ormanlarının Geleceği: Sürdürülebilir Toplum ve Çevre. 22-24.

Drake, J. B., Knox, R. G., Dubayah, R. O., Clark, D. B., Condit, R., Blair, J. B., Hofton, M., 2003. Above-ground biomass estimation in closed canopy Neotropical forests using lidar remote sensing: factors affecting the generality of relationships. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 12. 147–159

Durkaya, B., Durkaya, A., Kocaman M., 2017. Carbon stock change; Bolu Sarialan forest enterprise. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi.* 19(1). 268-275

Durkaya, A., Durkaya, B., Cakil, E., 2010. Predicting the above-ground biomass of crimean pine (*Pinus nigra*) stands in Turkey. *Journal of environmental biology.* 31(1). 115

Durkaya, A., Durkaya, B., Ünsal, A., 2009. Predicting the above-ground biomass of calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands in Turkey. *African Journal of Biotechnology.* 8(11)

Durkaya, B., 1998. Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Meşe Meşcerelerinin Biyokütle Çizelgelerinin Düzenlenmesi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Bartın

Hall, F. G., Bergen, K., Blair, J. B., Dubayah, R., Houghton, R., Hurr, G., Kelndorfer, J., Lefsky, M., Ranson, J., Saatchi, S., Shugart, H. H., Wickland, D., 2011. Characterizing 3D vegetation structure from space: Mission requirements. *Remote Sens. Environ.* 115. 2753–2775

Houghton, R. A., Hall, F., Goetz, S. J., 2009. Importance of biomass in the global carbon cycle. *J. Geophys. Res. Biogeosci.* 114. 13

IPCC, 2014a. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014a. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva

IPCC, 2014b. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014b. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge. New York

Karakaya, E., 2016. Paris İklim Anlaşması: İçeriği ve Türkiye Üzerine bir Değerlendirme. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.* 3(1). 1-12



**INTERNATIONAL CONGRESS on**  
**AGRICULTURE and FORESTRY RESEARCH**

**8-10 April 2019, Marmaris / Turkey**



- Mendoza-Ponce, A., Corona-Núñez, R., Kraxner, F., Leduc, S., Patrizio, P., 2018. Identifying effects of land use cover changes and climate change on terrestrial ecosystems and carbon stocks in Mexico. *Global Environmental Change*. 53. 12-23
- OGM, 2014. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajmanı Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar
- Okan, E., 2018. Saf ve karışık meşcerelerde karbon depolama kapasitelerin biyokütle modelleri ve BEF katsayıları yardımıyla tespitinin incelenmesi. Bartın Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış). Bartın
- Richter, D. D., Markewitz, D., Trumbore, S. E., Wells, C. G., 1999. Rapid accumulation and turnover of soil carbon in a re-establishing forest. *Nature*. 400(6739). 56
- Saraçoğlu, N., 1992. Kayın biyokütle Çizelgelerinin düzenlemesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 22. 93-100
- Sessa, R., Dolman, H. (Eds.), 2008. *Terrestrial Essential Climate Variables for Climate Change Assessment. Mitigation and Adaptation*. FAO GTOS-52. Rome
- Varol, T., Durkaya, B., Okan, E., 2018. Estimating Carbon Storage through Machine Learning Algorithms. *International Journal of Recent Engineering Research and Development*. 3(3) pp. 114-120
- Vesterdal, L., Rosenqvist, L., Van der Salm, C., Hansen, K., Groenoberg, B. J., Johansson, M. B., 2007. Carbon sequestration in soil and biomass following afforestation: experiences from oak and Norway spruce chronosequences in Denmark, Sweden and the Netherlands. In *Environmental Effects of Afforestation in North-Western Europe* (pp. 19-51). Springer. Dordrecht
- Yolaşğmaz, H., Çavdar, B., Demirci, U., Aydın, İ., 2016. İki farklı yöntemle göre karbon birikiminin tahmin edilmesi: Artvin Orman İşletme Şefliği örneği. *Turkish Journal of Forestry*. 17(1): 43-51