

## Akgöl Orman İşletme Şefliği Ormanlarının Biyokütle ve Karbon Stok Değişimlerinin İncelenmesi

Sinan KAPTAN  
Dr. Arş. Gör., Bartın Üniversitesi, Türkiye  
skaptan@bartin.edu.tr

Hasan AKSOY  
Öğr. Gör., Sinop Üniversitesi, Türkiye  
\*Sorumlu Yazar: haksoy@sinop.edu.tr

Birsen DURKAYA  
Doç. Dr., Bartın Üniversitesi, Türkiye  
bdurkaya@bartin.edu.tr

### Özet

Tüm canlıların yapısında bulunan ve kendine has birçok özelliğe sahip karbon dünyadaki tüm yaşamın temel taşıdır. Atmosferde karbon olağan koşullar altında, karbondioksit olarak yaklaşık %0,04 oranında bulunmaktadır. Hızlı nüfus artışı, sanayileşme, sonucu ormansızlaşmaya varan arazi kullanım değişimleri ve fosil yakıtların yanması gibi antropojenik faaliyetler, atmosferdeki karbon seviyesinin artmasına neden olmuş, küresel karbon döngüsünü bozarak küresel iklim değişikliğini doğurmuştur. Dünyadaki en büyük karbon havuzları okyanuslar ve ormanlardır. Atmosferdeki karbonu bağlayan ve uzun yıllar bünyesinde tutabilen orman ekosistemleri, küresel iklim değişikliğiyle mücadelenin en ucuz ve etkili aktörü olarak kabul edilmektedir. Ormanda depolandığı yerlere göre karbon; toprak üstü, toprak altı, ölü odun, ölü örtü ve organik toprak olarak beş kısımda hesaplanmaktadır. Karbon hesabı doğrudan ölçme yerine orman biyokütlesine dayandırılarak hesaplanmaktadır. Biyokütlenin 0,45-0,50'sinin karbon olduğu birçok çalışmada kabul görmüştür. Orman biyokütlesinin hesabında allometrik ilişkiye dayalı Biyokütle Denklemleri Metodu ve Biyokütle Genişletme Faktörü metodu olmak üzere iki temel yaklaşım söz konusudur.

Bu çalışmada Sinop/Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü Akgöl Orman İşletme Şefliği'nin 1970-2006 ve 2008-2027 orman amenajman planları kullanılarak, atmosferden bağlanan karbon miktarı belirlenmiş ve zamansal kıyaslaması yapılmıştır. Çalışma sonucunda Biyokütle Denklemleri Metodu kullanılarak; 1970 plan döneminde meşcere (toprak üstü ve toprak altı toplamında)'de 138,9 t/ha, 2008 plan döneminde ise 149,6 t/ha karbon bağlandığı tespit edilmiştir. Biyokütle Genişletme Faktörü (BEF) kullanılarak yapılan hesaplamada ise 1970 plan döneminde 108 t/ha, 2008 plan döneminde ise 139,5 t/ha karbon bağlandığı belirlenmiştir.

*Anahtar Kelimeler: Karbon, Küresel Isınma, Orman Biyokütlesi, Biyokütle Denklemleri, Biyokütle Genişletme Faktörü (BEF).*

Teşekkür: Çalışma alanına ait verilerin temin edilmesinde katkı sağlayan Sinop/Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü ile Akgöl Orman İşletme Şefliği personeline teşekkür ederiz.

### *Investigation of Biomass and Carbon Stock Changes of Akgöl Planning Unit Forests*

#### *Abstract*

Carbon is the headstone of all life in the world with its unique characteristics. Carbon is present in the atmosphere under normal conditions, with a percentage of about 0.04% as carbon dioxide. Rapid population growth, industrialization, land use changes resulting in deforestation and burning of fossil fuels have led to an increase in carbon levels in the atmosphere, leading to global climate change by disrupting the global carbon cycle. The largest carbon pools in the world are oceans and forests. Forest ecosystems connecting the carbon in the atmosphere and keeping it for many years are considered to be

the cheapest and most effective actors in the fight against global climate change. According to the places where it is stored in the forest, carbon is calculated in five parts as above ground, subsoil, dead wood, dead cover and organic soil. Carbon account is calculated based on forest biomass instead of direct measurement. It has been accepted in many studies that 0.45-0.50 of the biomass is carbon. In the calculation of forest biomass, there are two basic approaches, Biomass Equations Method and Biomass Extension Factor method based on allometric relationship.

In this study, the amount of carbon bound from the atmosphere was determined, temporal comparison was made by using the forest management plans of 1970-2005 and 2008-2027 of Akgöl Planning Unit. According to the results obtained of the Biomass Equations Method; in the plan period of 1970, it was determined that the stand was 138.9 t/ha on the ground (above ground and subsoil total) and 149.6 t/ha on the 2008 plan period. In the calculation made by using Biomass Expansion Factor (BEF), it was determined that 108 t/ha in the 1970 plan period and 139.5 t/ha in the 2008 plan period.

Instructions for preparing papers for the 8th International Vocational Schools Symposium are presented. They are intended to guide the authors in preparing the electronic version of their paper. Only papers prepared according to these instructions will be published on the Proceedings CD. Words must Times New Roman, 11 punto, line gap 1 and paragraph spacing 0.

*Keywords: Carbon, Global Warming, Forest Biomass, Biomass Equations, Biomass Expansion Factor (BEF).*

*Acknowledgments: We would like to thanks the Sinop/Ayancık Forest Management Directorate and the Akgöl Forestry Directorate for their contribution to the data used in this study.*

## GİRİŞ

Dünyada nüfusun hızlı artışı ve buna paralel olarak talep edilen enerji ihtiyacının karşılanmasında fosil yakıt kullanımındaki hızlı yükseliş ve bunların yanı sıra doğal kaynak kullanımında yapılan hatalarla ormansızlaşmaya varan arazi kullanım değişikliğinin ortak sonucu olarak atmosferdeki CO<sub>2</sub> miktarının da artış meydana gelmiştir. Yaşanan bu değişimlerin yarattığı etki küresel iklimi değişimi olarak ifade edilen ve tüm dünyayı etkileyen olumsuzlukların yaşanmasına sebep olmuştur. Küresel iklim değişikliği karşılaştırılabilir belirli bir zaman aralığında, doğal iklim değişikliklerine ek olarak insan faaliyetleri sonucunda dünya atmosferinde görülen bozulmalar sonucunda iklimde belirlenen değişiklikler olarak tanımlanmaktadır. Tanımdan da anlaşıldığı üzere küresel iklim değişikliğine sebep olan faktörler milyonlarca yılda oluşan doğal ve 15-20 yıl gibi kısa sürede gerçekleşen insan etkisine bağlı yapay iklim değişiminden oluşmaktadır. Küresel iklim değişimiyle mücadele etmenin en önemli ve etkili olan yolu atmosferde biriken CO<sub>2</sub>'nin azaltılmasıdır. Orman alanları, atmosferik karbonu bağlama ve uzun süreli depolama özelliğinden dolayı karasal ekosistemler üzerindeki en önemli yutak alanları oluştururlar (Asan, 2011:116; Jagodzinski vd., 2018:74). Orman ekosistemlerinde tutulan karbon miktarlarının doğru olarak belirlenmesi küresel iklim değişikliğiyle mücadelede doğru karar verme süreçlerinin ve stratejilerinin daha etkin düzenlenmesi açısından önemlidir. Ormanlarda biriken karbon, ağaçların gerçekleştirdikleri fotosentez ve bunun sonucunda ürettikleri biyokütle miktarları ile ilişkilidir. Bu sebeple üretilen biyokütle miktarının belirlenmesi önem arz etmektedir. Biyokütle miktarlarının hesabı uzaktan algılama (UA), ağaç hacminden ağırlığa ulaşmayı sağlayan biyokütle genişletme faktörü (BEF) ve allometri esasına dayanarak her tür için ağaç geliştirilen biyokütle denklemleri (BD) olmak üzere üç temel yaklaşımla hesaplanmaktadır. Biyokütle modelleri yönteminde, kolay ölçülemeyen ağırlık değerlerine, ağacın çapı ve boyu gibi daha kolay ölçülebilen değişkenler kullanılarak geliştirilen matematiksel denklemlerle ulaşılmaktadır (Durkaya et.al.,2017:61; Varol et.al,2018:64; Okan, 2018:7). Orman alanlarında biriken karbonun değişim miktarının belirlenmesinde Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nde (IPCC) de önerilen orman envanterinden yararlanılabilmektedir. Fakat orman envanterleri odun hacmine odaklandığı için biyokütle amacıyla veri toplanmamaktadır. (Mohren, et al., 2012:686; Durkaya, 2013a:452; Durkaya vd., 2017:268). Bu amaçla envanter sonucu elde edilen dikili ağaç gövde hacminden karbon hesabına dönüşümü sağlayan BEF katsayıları belirlenmiştir. 1972 Stockholm Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı, çevre sorunlarına ciddi anlamda ilk defa dikkat çekilmesi ve "tek bir dünyamız var" sloganıyla da hafızalara yerleşmiştir. Günümüze kadar da birçok toplantı ve anlaşmalarla küresel iklim değişikliğiyle mücadele için çalışmalar yapılmaktadır. Türkiye sera gazları envanter sonuçlarını, yasal hükümlülüğü olmamasına karşılık, gönüllü olarak belirleyip Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sekreterliği'ne bildirmektedir. Orman Genel Müdürlüğü tarafından 2010 yılından itibaren ülke ormanlarının yıllık karbon stok değişimini belirlemek amacıyla çalışmalar yapılmaktadır (Yolasıgmaz vd., 2016:44; Durkaya vd., 2017:268). Orman alanlarında biriken karbon miktarının gerçeğe en yakın şekilde tahmin edilmesi ileride Türkiye aleyhine doğabilecek muhtemel olumsuzlukların önüne geçilebilmesi açısından önemlidir. Bu çalışmada BD yönteminin meşcere karbon değerinin belirlenmesinde daha doğru sonuç vereceği hipotezi araştırılmıştır. Bu amaçla Sinop Orman Bölge Müdürlüğü (OBM), Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü (OİM), Akgöl Orman İşletme Şefliği (OİŞ)'nin 1970-1989 ve 2008-2027 orman amenajmanı 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 METOT

Araştırma kapsamında seçilen alan; coğrafi olarak Türkiye'nin Batı ve Orta Karadeniz Bölgesi arasında, orman idaresi olarak ise Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü (OBM), Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü (OİM) idari sınırları içerisinde bulunan Akgöl Orman İşletme Şefliği seçilmiştir (OİŞ) (Şekil 1). Akgöl OİŞ'nin coğrafi konum olarak 41° 41' 28"-41° 44' 40" kuzey enlem dereceleriyle 34° 38' 10"-34° 32' 19" doğu boylam dereceleri arasında yer almaktadır. Ayancık merkeze 30, Sinop'a ise 90 km uzaklıkta yer alan plan ünitesinin genel eğimi %20-95 arasında değişmektedir. En alçak noktası 740 m ile Dörthavuz mevki, en yüksek noktası ise 1.651 m ile Karlık Tepe'dir. Mülki sınırları içerisinde köy statüsünde olan İnaltı ve Avdullu olmak üzere iki adet yerleşim yeri bulunmaktadır. (OGM, 2008:3). Bu çalışmada Akgöl OİŞ'ye ait 1970-1989 ve 2008-2027 orman amenajman planlarından yararlanılmıştır.





Çalışmada kullanılan diğer yöntem BEF ile yapılan hesaplamalarda, Tablo 2'de gösterilen ve Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının (ETFOP) Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar Yönetmeliği'nde yer alan katsayılar kullanılmıştır (OGM, 2017). Kullanılan yöntemlerin hesaplamaları Microsoft Excel ortamında gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 2.** BEF Yöntemine Göre Karbon Hesaplaması.

Toprak Üstü Biyokütle (TÜB) (İğne yapraklı)	Verimli Orman
Toprak Üstü Biyokütle (TÜB) (Yapraklı)	$V \times 0,446 \times 1,212$
Toprak Üstü Karbon (TÜK)	$TÜB \times 0,51$
Toprak Altı Biyokütle (TAB) (İğne yapraklı)	$TÜB \times 0,29$
Toprak Altı Biyokütle (TAB) (Yapraklı)	$TÜB \times 0,24$
Toprak Altı Karbon (TAK)	$TAB \times 0,51$
<b>TOPLAM KARBON</b>	<b>TÜK + TAK</b>

### SONUÇ VE TARTIŞMA

Sinop OBM, Ayancık OİM, Akgöl OİŞ'nin 1970-1989 ve 2008-2027 plan dönemlerine ilişkin meşcere karbon stok miktarındaki değişimler BD ve BEF yöntemleri kullanılarak yapılan hesaplama sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 3.** BD ve BEF Yöntemine Göre Meşcere Biyokütle ve Karbon Stok Miktarı (ton).

Plan Dönemi	Kısım	Ağaç Türü	BD		BEF	
			Biyokütle (t)	Karbon (t)	Biyokütle (t)	Karbon (t)
1970-2006	Toprak Üstü	İğne yapraklı	139.045,8	69.522,9	105.668,9	53.640,5
		Yapraklı	91.447,0	45.723,5	69.016,1	33.209,2
		Karışık	514.849,9	257.425,0	409.269,9	204.595,4
		Toplam	754.689,9	377.344,9	591.640,7	295.148,6
	Toprak Altı	İğne yapraklı	40.323,3	20.161,6	302.26,2	15.355,2
		Yapraklı	21.947,3	10.973,6	16.699,6	8.039,4
		Karışık	147.112,9	73.556,5	111.801,2	56.026,9
		Toplam	211.534,7	105.767,4	160.595,5	80.322,5
	Toplam	İğne yapraklı	179.369,1	89.684,6	13.5895,1	68.995,6
		Yapraklı	113.394,3	56.697,1	85.715,7	41.248,6
		Karışık	661.962,8	330.981,4	521.071,1	260.622,3
		Toplam	966.224,6	48.3112,3	752.236,2	37.5471,1
2008-2027	Toprak Üstü	İğne yapraklı	38.576,0	19.288,0	36.363,6	18.458,8
		Yapraklı	150.457,4	75.228,7	138.930,6	66.858,8
		Karışık	286.333,4	143.166,7	283.110,0	140.220,2
		Toplam	475366,8	237.683,4	458.404,3	225.537,7
	Toprak Altı	İğne yapraklı	11.187,0	5.593,5	10.401,0	5.283,7
		Yapraklı	39.993,3	19.996,6	33.630,2	16.192,4
		Karışık	83.036,7	41.518,3	75.158,7	37.331,1
		Toplam	134.217,0	67.108,5	119.189,8	58.807,2
	Toplam	İğne yapraklı	49.763,0	24.881,5	46.764,6	23.742,4
		Yapraklı	190.450,7	95.225,3	172.560,8	83.051,2
		Karışık	369.370,1	184.685,1	358.268,7	177.551,3
		Toplam	609.583,8	304.791,9	577.594,1	284.344,9

1970-1989 ve 2008-2027 plan dönemlerine ilişkin meşcere karbon stok miktarlarının hektardaki değerleri ise Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** BD ve BEF Yöntemine Göre Meşçere Biyokütle ve Karbon Stok Miktarı (ton/ha).

Plan Dönemi	Kısım	Ağaç Türü	BD		BEF	
			Biyokütle (t/ha)	Karbon (t/ha)	Biyokütle (t/ha)	Karbon (t/ha)
1970-2006	Toprak Üstü	İğne yapraklı	227,3	113,6	172,7	87,7
		Yapraklı	260,6	130,3	196,7	94,6
		Karışık	238,6	119,3	189,7	94,8
		Toplam	217,0	108,5	170,1	84,9
	Toprak Altı	İğne yapraklı	65,9	33,0	49,4	25,1
		Yapraklı	62,5	31,3	47,6	22,9
		Karışık	68,2	34,1	51,8	26,0
		Toplam	60,8	30,4	46,2	23,1
	Toplam	İğne yapraklı	293,2	146,6	222,1	112,8
		Yapraklı	323,2	161,6	244,3	117,6
		Karışık	306,8	153,4	241,5	120,8
		Toplam	277,9	138,9	216,3	108,0
2008-2027	Toprak Üstü	İğne yapraklı	205,1	102,5	193,3	98,1
		Yapraklı	203,6	101,8	188,0	90,5
		Karışık	257,7	128,9	254,8	126,2
		Toplam	233,3	116,6	224,9	110,7
	Toprak Altı	İğne yapraklı	59,5	29,7	55,3	28,1
		Yapraklı	54,1	27,1	45,5	21,9
		Karışık	74,7	37,4	67,7	33,6
		Toplam	65,9	32,9	58,5	28,9
	Toplam	İğne yapraklı	264,6	132,3	248,6	126,2
		Yapraklı	257,7	128,9	233,5	112,4
		Karışık	332,5	166,2	322,5	159,8
		Toplam	299,1	149,6	283,4	139,5

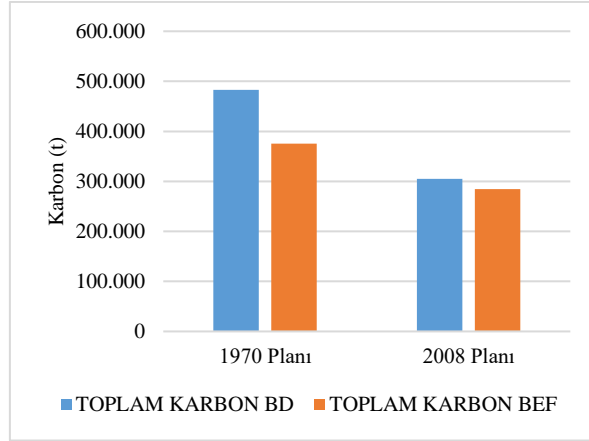
Tablo 3 ve 4 incelendiğinde; 1970-1989 orman amenajmanı planında biyokütle denklemlerinin kullanımı ile hesaplanan meşçere toprak üstü karbon miktarları iğne yapraklı meşçereler için; 69.522,92 t (113,6 t/ha) yapraklı meşçereler için; 45.723,51 t (130,3 t/ha), karışık meşçereler için; 257.425 t (119,3 t/ha) toplamda ise 377.344,9 t (108,5 t/ha) olarak hesaplanmıştır. BEF yöntemi ile yapılan hesaplamalar sonucunda ise aynı plan döneminde ise toprak üstü karbon değerleri iğne yapraklı meşçereler için 53.640,45 t (87,7 t/ha), yapraklı meşçereler için 33.209,18 t (94,6 t/ha), karışık meşçereler için 204.595,4 t (94,8 t/ha) toplamda ise 295.148,6 t (84,9 t/ha) olarak hesaplanmıştır. Toprak altı karbon miktarları ise BD yöntemiyle sırasıyla 20.161,65 t (33,0 t/ha), 10.973,64 t (31,3 t/ha), 73.556,46 t (34,1 t/ha), ve toplamda 105.767,4 t (30,4 t/ha) olurken, BEF yöntemiyle bu değerler sırasıyla 15.355,19 t (25,1 t/ha), 8.039,437 t (22,9 t/ha), 56.026,87 t (25,0 t/ha) ve 80.322,54 t (23,1 t/ha)'dır.

2008-2027 plan dönemleri için yapılan hesaplamalarda biyokütle denklemlerinin kullanımı ile hesaplanan meşçere toprak üstü karbon miktarları iğne yapraklı meşçereler için 19.288 t (102,5 t/ha), yapraklı meşçereler için 75.228,69 t (101,8 t/ha), karışık meşçereler için 143.166,7 t (128,9 t/ha) toplamda ise 237.683,4 t (116,6 t/ha) olarak hesaplanmıştır. BEF Yöntemi ile yapılan hesaplamalar sonucunda aynı plan döneminde ise toprak üstü karbon değerleri iğne yapraklı meşçereler için 18.458,76 t (98,1 t/ha), yapraklı meşçereler için 66.858,79 t (90,5 t/ha), karışık meşçereler için 140.220,2 t (126,2 t/ha) toplamda ise 225.537,7 t (110,7 t/ha) olarak hesaplanmıştır. Toprak altı karbon miktarları ise BD yöntemiyle sırasıyla 5.593,52 t (29,7 t/ha), 19.996,65 t (27,1 t/ha), 41.518,35 t (37,4 t/ha) ve toplamda 67.108,51 t (32,9 t/ha) olurken, BEF yöntemiyle bu değerler sırasıyla 5.283,685 t (28,1 t/ha), 16.192,39 t (29,1 t/ha), 37.331,1 t (33,6 t/ha) ve 58.807,17 t (28,9 t/ha)'dır.

Akgöl OİŞ'nin 1970-1989 plan dönemi ile 2008-2027 plan dönemleri iki farklı yöntemden yararlanılarak karbon stok miktarlarının belirlenmesi bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Uygulanan yöntemlerden BD yöntemi ağaç türlerine ait biyokütle denklemlerine dayanırken, BEF yöntemi ise ağaç servetlerine bağlı olarak hesaplanmıştır. Ağaç türlerine ait denklemlerin kullanıldığı BD yönteminin daha gerçekçi değer verdiği düşünülerek plan dönemlerinde kıyaslamalar yapılmıştır.

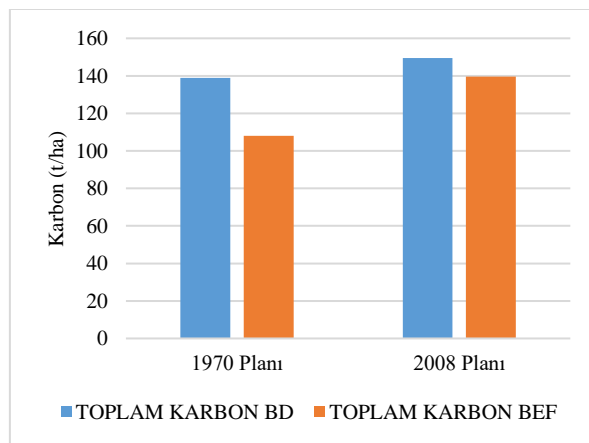
Ayrıca iki farklı plan dönemi arasındaki karbon stok değişimi ortaya konulmuştur. 1970-1989 plan döneminde BD yöntemi toprak altı ve toprak üstü meşcere için aynı olarak, iğne yapraklı meşcerelerde %23, yapraklı meşcerelerde %27 ve karışık meşcerelerde %21 oranında fazla değer vermektedir. 2008-2027 plan döneminde ise yine BD yöntemi toprak altı ve toprak üstü meşcere için aynı olarak, iğne yapraklı meşcerelerde %5, yapraklı meşcerelerde %13 ve karışık meşcerelerde %4 oranında fazla değer verdiği belirlenmiştir (Tablo 3 ve 4).

Akgöl OİŞ' nin tüm alanında tutulan karbon miktarı 1970 den 2008 plan dönemine orman karbon tutumu BD yöntemiyle %36, BEF ile %24 oranında azalmış olarak belirlenmiştir (Şekil. 2). Bu durum plan dönemlerindeki meşcerelerin toplam alanlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü hesaplamada kullanılan verimli meşcerelerin toplam alanları birinci plan döneminde 3.477,38 ha, ikinci plan döneminde ise 2.038 ha'dır.



**Şekil 2.** 1970-1989 ve 2008-2027 Plan Dönemlerinde Tüm Alanda BD ve BEF'e Göre Meşcere Karbon Stok Miktarı Değişimi.

Hektarda tutulan karbon miktarı ise 1970 den 2008 plan dönemine kıyasla meşcerede karbon tutulumu BD yöntemiyle %8, BEF ile %29 oranında artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 3). Kuruçayı ve Amasra OİŞ için yapılan diğer iki çalışmada da BD yönteminin BEF Yöntemine kıyasla daha yüksek değer verdiği belirlenmiştir (Durkaya vd., 2017;2018).



**Şekil 3.** 1970-1989 ve 2008-2027 Plan Dönemlerinde BD ve BEF'e Göre Hektarda Meşcere Karbon Stok Miktarı Değişimi.

Ağaç türlerine ait denklemlerin kullanıldığı BD yöntemi BEF yöntemine göre daha yüksek değerler vermiştir. Bu sonuç araştırma hipotezini destekler yöndedir. Orman alanlarında biriken karbon

miktarının gerçeğe en yakın şekilde tahmin edilmesi için tüm ağaç türlerinin yöresel BD denklemlerinin belirlenmesi faydalı olacaktır.

### REFERANSLAR

- 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 Uluslararası Sempozyumu Bildiriler Kitabı:451-465*, 26-28 Kasım, ANTALYA
- Durkaya. B. Varol. T. ve Okan. E.(2017). Carbon Stock; Kuruçayı Forest Sub-District Directorate. *International Journal of Recent Engineering Research and Development (IJRERD)*, 2(4):60-67.
- 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, DOI:10.1080/15567030802612473.
- Durkaya. A. Durkaya. B. ve Çakıl. E.(2009b).Predicting the above-ground biomass of crimean pine (*Pinus nigra*)stands in Turkey. *Journal of Environmental Biology* Vol 31, pp115-118.
- 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* Vol 8 (11), pp. 2483-2488 ISSN 1684-5315 © 2009 Academic Journals.
- Durkaya. B.(1998). Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Meşe Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Bartın.
- Durkaya. B. Durkaya. A. Makineci. E. ve Karabürk. T.(2013c). Estimating Above-Ground Biomass and Carbon Stock of Individual Trees in Uneven-Aged Uludag Fir Stands. *Fresenius Environmental Bulletin*. Vol:22 (2), pp. 428-434.
- Durkaya. B. Durkaya. A. Makineci. E. ve Ülküdür. M. (2013b).Estimation of Above-Ground Biomass and sequestered Carbon of Taurus Cedar (*Cedrus libani* L.) in Antalya, Turkey. *iForest-Biogeosciences and Forestry*. 6:278-284. DOI:10.3832/ifer0899-006.
- İkinci. O. (2000). Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Kestane Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Bartın.
- Jagodziński. A.M. Dyderski. M. K. Gęsikiewicz. K. Horodecki. P. Cysewska. A. Wierczyńska. S. ve Maciejczyk. K. (2018). How do tree stand parameters affect young Scots pine biomass?—Allometric equations and biomass conversion and expansion factors. *Forest Ecology and Management*, 409, 74-83.
- Mohren. G. M. J. Hasenauer. H. Köhl. M. ve Nabuurs. G. J.(2012). Forest inventories for carbon change assessments. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(6), 686-695.
- OGM (2008) Orman Genel Müdürlüğü. Sinop Orman Bölge Müdürlüğü. Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü. Akgöl Orman İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı 2008-2027.
- OGM (2017) *Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul Ve Esaslar*. Tebliğ No: 299. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara, p 214.
- Okan. E. (2018). Saf ve karışık meşcerelerde karbon depolama kapasitelerin biyokütle modelleri ve beş katsayıları yardımıyla tespitinin incelenmesi (Master's thesis, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Saraçoğlu. N. (1998). Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) biyokütle tabloları. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22, 93-100.
- Ünal. A. (2011). Türkiye Ormanlarındaki Yıllık Karbon Stok Değişimi Trendinin İrdelenmesi ve 2023 Yılındaki Durumun Kestirilmesi. *I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş.
- Varol. T. Durkaya. B. ve Okan. E. (2018). Biyokütle Denklemleri ve Biyokütle Genişletme Faktörü (BEF) ile Karbon Hesabı; Amasra Orman İşletme Şefliği Örneği. *4th International Symposium on Environment and Morals*, 27-29 June. <http://www.i-sem.info/Default.aspx>
- Yolasiğmaz. H. Çavdar. B. Demirci. U. ve Aydın. İ. (2016). İki farklı yöntemle göre karbon birikiminin tahmin edilmesi: Artvin Orman İşletme Şefliği örneği. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 17(1), 43-51.