

Temiz Enerji Kaynağı Olarak Orman Biyokütlesi

Doç. Dr. Ali DURKAYA*¹ Doç. Dr. Birsen DURKAYA¹
¹*Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü

Özet

Son dönemlerde özellikle sanayileşmenin de etkisiyle hızla artan karbondioksit emisyonu ekolojik dengenin bozulmasına neden olarak canlıların yaşamını tehdit edecek boyutlara ulaşmıştır. Fosil yakıt kullanımının hızla artmasıyla ortaya çıkan bu tablo, ülkeleri küresel ısınmayı önlemeye karşı birtakım çözüm arayışlarına itmiştir. Bu çözüm arayışlarından bir tanesi de fosil yakıt kullanımının biyokütle kullanımı ile yer değiştirmesi fikridir. Karbondioksitin tek tüketicisinin yeşil biyoküteller olması, aslında böyle bir önlemin zorunluluğunu da göstermektedir. Biyokütle enerjisinin yenilenebilir temiz enerji kaynağı olması, depolanabilmesi, kaynağın hemen her yerde yetiştirilebilmesi ve her ölçekte ekonomik enerji üretimine uygun oluşu, onu sürdürülebilir enerji üretimi bağlamında önemli bir kaynak olarak ön plana çıkarmaktadır.

Bu bildiride temiz enerji kaynağı olan enerji ormanlarının küresel ısınma ile mücadeledeki etkinliğine değinilerek, Bartın ili şartlarında hangi türün bu amaç için uygun olduğu ile biyokütle üretim kapasitelerine ilişkin sonuçlar tartışılmıştır. Ayrıca orman üretim artıklarının biyokütleyle yönelik kapasitelerine değinilmiştir.

Anahtar kelimeler: Temiz enerji, biyokütle enerjisi, küresel ısınma

Forest Biomass As Clean Energy Source

Abstract

Latterly, rapidly increasing carbon dioxide emissions, causing deterioration of the ecological balance have reached threat level for vitality of living. This situation resulting from the rapid increase in fossil fuel use has led to countries to seek solutions to prevent global warming. One of the solutions is converting the biomass use of fossil fuel use. Such a way is actually required because sole consumer of carbon dioxide is green mass. Biomass takes over for clean energy source in sustainable energy production so that being clean, storable, everywhere can be grown and suitability economic energy production in all sizes.

In this report, the effectiveness of the energy forests that are clean energy sources, at fight against global warming is highlighted and appropriate species and biomass production capacities are presented for Bartın conditions. In addition, biomass capacities of forest logging residues are evaluated.

Key words: Clean energy, biomass energy, global warming

1. Giriş

Son dönemlerde özellikle sanayileşmenin de etkisiyle hızla artan karbondioksit emisyonu ekolojik dengenin bozulmasına neden olarak canlıların yaşamını tehdit edecek boyutlara

*Corresponding author: Address: Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, 74100, Bartın TÜRKİYE. E-mail address: adurkaya@bartin.edu.tr, Phone: +9037822351673

ulaşmıştır. Fosil yakıt kullanımının hızla artmasıyla ortaya çıkan bu tablo, ülkeleri küresel ısınmayı önlemeye karşı birtakım çözüm arayışlarına itmiştir. Bu çözüm arayışlarından bir tanesi de fosil yakıt kullanımının biyokütle kullanımı ile yer değiştirmesi fikridir. Karbondioksitin tek tüketicisinin yeşil biyokütller olması, aslında böyle bir önlemin zorunluluğunu da göstermektedir. Biyokütle enerjisinin yenilenebilir temiz enerji kaynağı olması, depolanabilmesi, kaynağın hemen her yerde yetiştirilebilmesi ve her ölçekte ekonomik enerji üretimine uygun oluşu, onu sürdürülebilir enerji üretimi bağlamında önemli bir kaynak olarak ön plana çıkarmaktadır.

1970’li yıllarda ortaya çıkan enerji krizlerinden sonra yenilenebilir enerji kaynakları arayışında “modern enerji ormancılığı“ fikri ilk kez İsveç’te gündeme getirilmiştir. Enerji ormancılığının bütün aşamaları, enerji ormanı plantasyonu kurulurken arazide yapılan çalışmalar (yetiştirme ortamının hazırlanması, dikim yılında yapılacak hazırlıklar, çeliklerin hazırlanması ve saklanması, çeliklerin dikimde göreceği işlemler, çeliklerin dikimi, diri örtü ile kimyasal ve mekanik mücadele), gübreleme, sulama, zararlıların kontrolü, ürün miktarının belirlenmesi, hasat ve depolama, biyokütlenin enerji değeri ve odun kalitesi, enerji ormancılığının ekonomik değerleri İsveçli araştırmacılar tarafından kapsamlı olarak tanıtılmıştır [1].

İsveç’te orman ürünleri sanayisinde ve konut ısıtmada geleneksel olarak kullanılan odun, ilçe ısıtmada yahut elektrifikasyonda bir enerji kaynağı olarak önem kazanmıştır. Enerji politikası ve enerji vergilendirme sistemi yakacak oduna ve öteki biyoyakıtlara, özellikle çevresel nedenlerle öncelik vermektedir. Yakacak odun için, ilçe ısıtmada bir ticari pazar kurulmuş durumdadır ve bu pazar yılda % 20 büyümektedir[2].

Enerji ormanı oluşturma çalışmalarıyla ilgili örnekler çoğalırken, Avrupa’nın yanı sıra Amerika’da da enerji ormancılığı büyük önem kazanmıştır. Yapılan hesaplar 1 milyon hektar üzerine kurulacak enerji ormanlarından yılda yaklaşık 7 milyon ton biyokütlesel enerji kaynağı elde edilebileceğini göstermektedir. Bu miktar yaklaşık 30 milyon varil ham petrole eş değerdir. Bu yolla, hem var olan ormanların üzerindeki baskıyı azaltmak, hem de çevre kirliliğini azaltmak mümkün görülmektedir [3].

Bazı ülkelerde yenilenebilir enerji üretiminin kullanılması çıkarılan yasalarla hem zorunlu hale getirilmekte hem de yaygınlaştırılmaktadır. Örneğin, İngiltere’de 2001 yılına kadar “Fosilsiz Yakıt Kullanım Zorunluluğu” (Non Fossil Fuel Obligation: NFFO) uygulanırken bunun yerini “Yenilenebilir Enerji Kaynak Kullanımı Zorunluluğu” almıştır. Çıkarılan kanuna göre elektrik üretim işletmeleri ürettikleri enerjinin en az %10’unu yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlamak zorundadır. Bunu gerçekleştirmeyen elektrik işletmeleri ise cezalarla karşılaşmaktadır [4].

Avrupa Komisyonunun (European Commission) Vision 2030[5] raporu incelendiğinde orman biyokütllerinin ürün ve enerji için kullanımının öne çıktığı görülmektedir. Bu çerçevede ormanların işlevinde önemli bir değişim söz konusudur. Konuyla ilgili yeni terimler de kaynaklara yerleşmeye başlamıştır. Örneğin enerji elde etmek üzere orman biyokütlesinin dönüştüğü kimyasalların yeni adı “green chemicals” olmuştur. Ormana dayalı beş sektörden biri biyoenerji üretimi olarak bu raporda yer almaktadır.

Kısa idare süreli orman plantasyonları kırsal bölgelerde yaşayan halka pek çok fayda sağlamaktadır. Küçük ölçekli biyoenerji sistemleri temiz, güvenilir, yenilenebilir ve satın alınabilir enerji sunarken aynı zamanda o bölgede yaşayan insanlara yeni iş olanakları sağlarlar [6]

Bu bildirinin iki amacı vardır. Birincisi, denemesi yapılan enerji ormancılığı çalışmasına ilişkin bazı sonuçları aktarmak, ikincisi üretim ormanlarında bırakılan ve enerji üretimine konu olabilecek üretim artıklarının potansiyeline dikkat çekmek ve böylece orman biyokütlelerinin temiz enerji kaynağı olarak etkinliğine değinmektir.

2. Materyal ve Method

Bartın ve çevresi yetişme ortamlarına uygun olacağı düşünülen yalancı akasya türü sürgün verimi yüksek ve uygun koşullar altında hızlı gelişen tür olarak arazi denemelerine konu edilmiştir. Bu türün farklı aralık-mesafe şartları altında gösterdikleri gelişmeler ve ürettikleri fırın kuru biyokütle miktarları 3 yıllık idare süresi aralığında değerlendirilmiştir. Birim alandan elde edilen fırın kuru biyokütle miktarları, dikim aralık-mesafelerine göre sınıflandırılmış ve verimlerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Denemede; Ağaç türü, Aralık (Dikim sıra arası: 1 ve 1,5 m) ve mesafe (0,4, 0,5, 0,6, 0,7 ve 0,8 m) olmak üzere üç bağımsız faktör olarak belirlenmiştir.

Tasarlanan aralık x mesafeye göre her bir çeliğe verilecek yetişme alanı:

1 m x 0,4 m = 0,4 m ² (25000 adet çelik / ha)	1,5 m x 0,4 m = 0,6 m ² (16666 adet çelik / ha)
1 m x 0,5 m = 0,5 m ² (20000 adet çelik / ha)	1,5 m x 0,5 m = 0,75 m ² (13333 adet çelik / ha)
1 m x 0,6 m = 0,6 m ² (16666 adet çelik / ha)	1,5 m x 0,6 m = 0,9 m ² (11111 adet çelik / ha)
1 m x 0,7 m = 0,7 m ² (14285 adet çelik / ha)	1,5 m x 0,7 m = 1,05 m ² (9523 adet çelik / ha)
1 m x 0,8 m = 0,8 m ² (12500 adet çelik / ha)	1,5 m x 0,8 m = 1,2 m ² (8333 adet çelik / ha)

Ayrıca asli ağaç türlerimize ait toprak üstü biyokütle modelleri kullanılarak ormana terkedilen miktarlar belirlenmiştir. Türkiye ormancılık pratiğinde 4 cm'den ince ağaç kısımları ticari bulunmayıp ormana terkedilmektedir. Kullanılan denklemler aşağıda verilmiştir [7 – 8].

Kızılcım (*Pinus brutia*(Ten.))

$$TOD = 10.3599 + (0.0143d_{1,30}^2)$$

$$TODK = 3.4972 + (-0.0391d_{1,30}) + (0.0012d_{1,30}^2)$$

$$TT = -16.7957 + (0.4921d_{1,30}^2)$$

Sarıçam (*Pinus silvestris* (L.))

$$TOD = 9.2742 + (0.0079d_{1,30}^2)$$

$$TODK = 1.6276 + (0.013d_{1,30})$$

$$TT = -16.4154 + (0.4909d_{1,30}^2)$$

Karaçam (*Pinus nigra* (Arnold.))

$$\text{TOD}=13.869+(0.0054d^2_{1.30})$$

$$\text{TODK}=3.8933+(0.0008d^2_{1.30})$$

$$\text{TT}=-2.969+(0.4060d^2_{1.30})$$

Göknar (*Abies bornmülleriana*)

$$\text{TOD}=-44.1821+22.23076 \ln d_{1.30}$$

$$\text{TODK}=-13.965+7.211039 \ln d_{1.30}$$

$$\text{TT}=24.7765+0.525998d_{1.302}$$

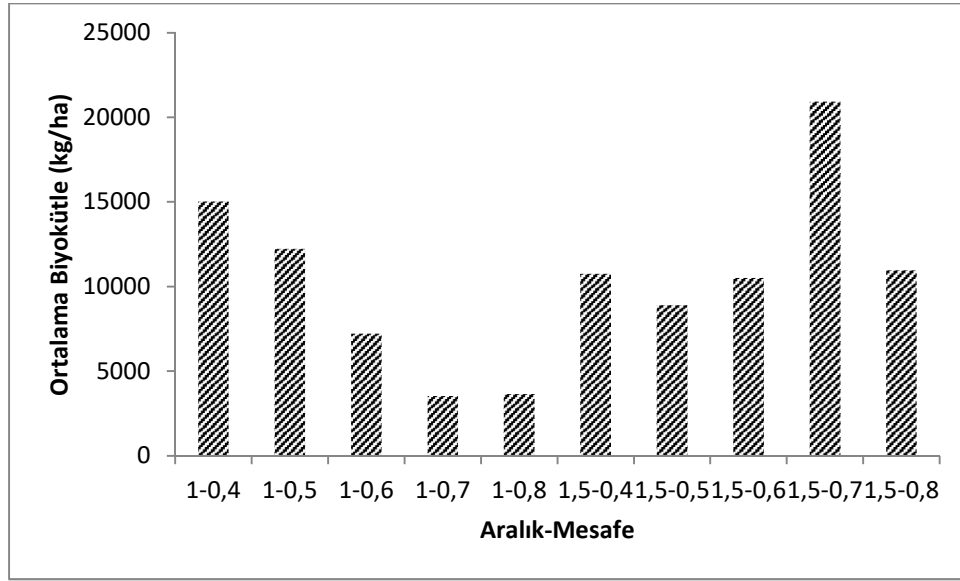
(TOD: Ticari olmayan dal odunu, TODK: Ticari olmayan dal kabuğu, TT: Toplam toprak üstü biyokütle)

3. Bulgular

Üçüncü vejetasyon dönemi sonu itibarıyla hasat edilen plantasyonlardan elde edilen tüm odunsu biyokütle aralık-mesafe itibarıyla tasnif edilmiş ve tartılmıştır. Daha sonra ortalama yaş ağırlıklar belirlenmiştir. Alınan örnekler kurutma fırınında tam kuru hale gelene kadar kurutulmuş ve yaş ağırlık/kuru ağırlık oranları kullanılarak kuru biyokütle değerlerine ulaşılmıştır. Elde edilen kuru ağırlık değerleri hektar değerlerine dönüştürülerek Tablo 1’de ve Şekil 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Akasya enerji plantasyonlarında dikimden itibaren üçüncü vejetasyon sonunda hektarda ulaşılan biyokütle miktarları.

Sıralar arası aralık (m)	Bireyler arası mesafe (m)	Ortalama biyokütle (kg/ha)
1	0,4	15018,3
	0,5	12226,9
	0,6	7207,1
	0,7	3520,3
	0,8	3645,9
1,5	0,4	10747,6
	0,5	8906,9
	0,6	10508,4
	0,7	20922,4
	0,8	10954,5



Şekil 1. Akasya enerji plantasyonlarında aralık-mesafelere göre hektarda ulaşılan biyokütle miktarları.

Tablo 1'in incelenmesinden görüleceği üzere yeni tesis edilmiş bir plantasyonda 3 yıllık bir dönemde ulaşılabilecek biyokütle miktarı hektarda 3520 kg ile 20922 kg arasında değişmektedir ve bu zaman aralığında henüz aralık-mesafenin etkisi ortaya çıkmamıştır. Bu miktarın enerji plantasyonlarının alışılmış idare süresi olan 5 yıllık bir dönemde en az iki katına çıkması beklenmelidir. Ayrıca ikinci rotasyonda yine birinci rotasyonla kıyaslandığında hazır kök sistemi üzerinde geliştiklerinden iki kata kadar bir artış söz konusu olmaktadır.

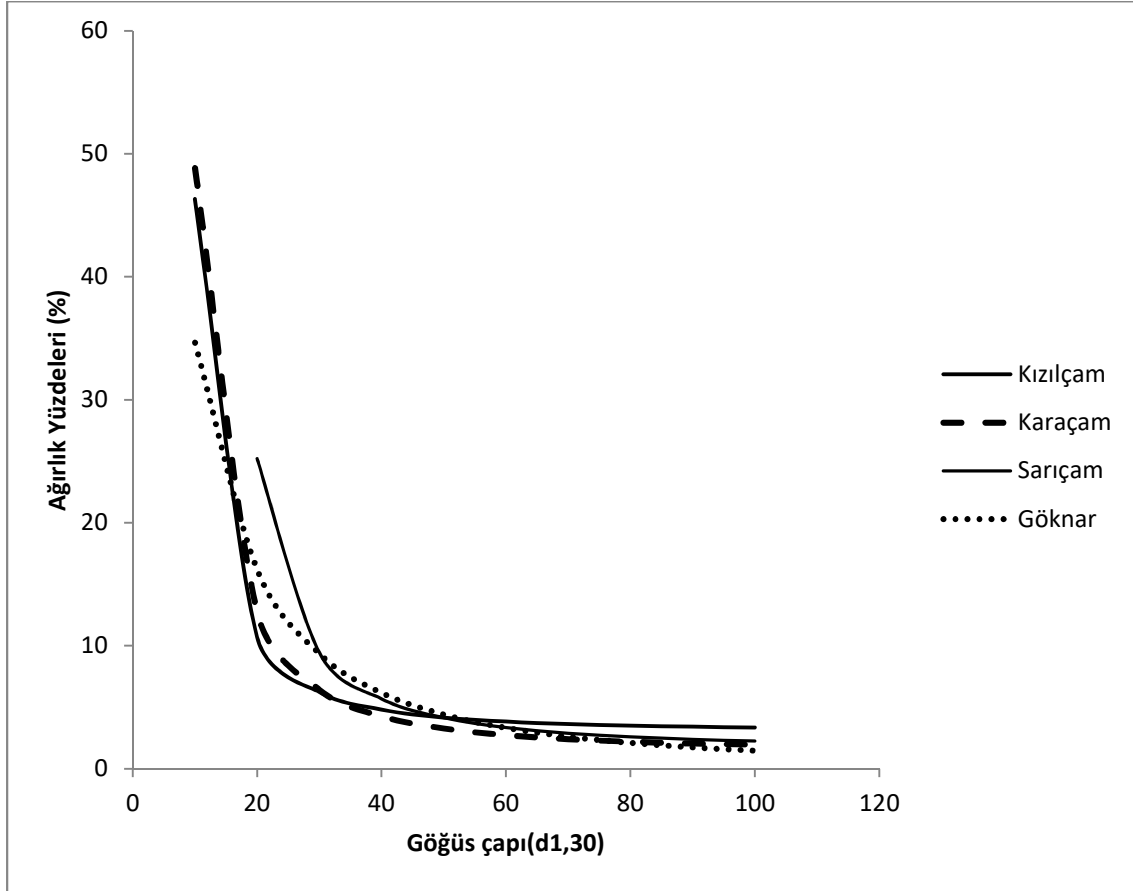
Almanya'da yapılan çalışmalarda kavak, söğüt ve yalancı akasya klonları, biyokütle üretim kapasiteleri açısından değişik idare süresi ve bakım işlemleri alternatiflerine göre denenmiştir. En yüksek biyokütle verimini yalancı akasya sağlamıştır (ilk rotasyonda 5.8 ton/ha/yıl). Bizim elde ettiğimiz değerler bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Kızılcım, karaçam, sarıçam ve göknar türlerine ait biyokütle modelleri kullanılarak, öncelikle tüm ağaç toprak üstü biyokütle değerleri belirlenmiştir. Daha sonra ticari olmayan 4 cm'den ince dal ve dal kabuğu denklemleri kullanılarak ormana terkedilen biyokütle miktarlarına ulaşılmıştır. Ormana terkedilen miktarın, toplam toprak üstü biyokütle içerisindeki payı hesaplanarak % değerler halinde Tablo 2'de ve Şekil 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Ticari değeri bulunmadığından ormana terkedilen biyokütle miktarlarının tüm toprak üstü biyokütle miktarlarına oranlarının göğüs çaplarına göre değişimi.

Göğüs çapı (cm)	Ağaç türleri			
	Kızılcım (%)	Karaçam (%)	Sarıçam (%)	Göknar (%)
10	46,33	48,85		34,65
20	10,71	12,70	25,22	16,19
30	6,25	6,44	9,45	9,36
40	4,81	4,28	5,69	6,18
50	4,17	3,29	4,15	4,42

60	3,84	2,75	3,36	3,34
70	3,64	2,42	2,89	2,62
80	3,51	2,21	2,60	2,12
90	3,42	2,07	2,39	1,75
100	3,36	1,97	2,25	1,48



Şekil 2. Ormana terk edilen biyokütle miktarlarının tüm toprak üstü biyokütle miktarlarına oranlarının göğüs çaplarına göre değişimi.

Türkiye'nin yaklaşık yıllık 14 milyon m³ odun üretimi bulunmaktadır (OGM, 2015). Yukarıdaki tabloya bakıldığında bunun ortalama olarak % 4'lük kısmının ormana terkedildiği anlaşılmaktadır. Bu miktar yaklaşık 560000 m³ oduna karşılık gelmektedir. 1 m³ odunun yaklaşık 500 kg geldiği düşünülürse bu miktar 280000000 kg oduna karşılık gelmektedir. 1 kg odunun enerji değeri 3/10 kg Fuel-Oil'e eşdeğerdir [9]. Yukarıda açıklanan atık orman biyokütlesinin miktarı yaklaşık 84000 ton/yıl'a ulaşmaktadır.

4. Tartışma

Son dönemlerde özellikle sanayileşmenin de etkisiyle hızla artan karbondioksit emisyonu ekolojik dengenin bozulmasına neden olarak canlıların yaşamını tehdit edecek boyutlara

ulaşmıştır. Fosil yakıt kullanımının hızla artmasıyla ortaya çıkan bu tablo, ülkeleri küresel ısınmayı önlemeye karşı birtakım çözüm arayışlarına itmiştir. Bu çözüm arayışlarından bir tanesi de fosil yakıt kullanımının biyokütle kullanımı ile yer değiştirmesi fikridir.

Karbondioksitin tek tüketicisinin yeşil biyoküteller olması, aslında böyle bir önlemin zorunluluğunu da göstermektedir. Biyokütle enerjisinin yenilenebilir temiz enerji kaynağı olması, depolanabilmesi, kaynağın hemen her yerde yetiştirilebilmesi ve her ölçekte ekonomik enerji üretimine uygun oluşu, onu sürdürülebilir enerji üretimi bağlamında önemli bir kaynak olarak ön plana çıkarmaktadır.

Enerji ormanı projeleri ile ilk planda enerji üretimi sağlanırken, bunun yanında birçok etkin fonksiyonda birlikte gerçekleştirilebilir. Özellikle; karbon tutulumu artırılacak, erozyonla mücadele sağlanacak, kırsal halkın gelir düzeyi artırılarak kırsal ekonomi canlandırılacak, ulusal ekonomiye katkı sağlanabilecek ve enerji ithalatı bir nebze azaltılabilecektir

Kaynaklar

[1] Sennerby-Forsse, L. Energy Forestry Handbook. Division of Energy Forestry, Swedish University, Uppsala, 1986;32p

[2] Hillring, B. The Swedish Wood Fuel Market. Renew Energy 1999;16:1031-1036

[3] Saraçoğlu N. Küresel İklim Değişimi, Biyoenerji ve Enerji Ormanlığı. Efil Yayınevi, 2010; ISBN: 978-605-4334-40-7, 298 s.

[4] Cottrill, B.; Smith, C.; Berry, P.; Weightman, R.; Wiseman, J.; White, G.; Temple, M. L. Opportunities and implications of using the co-products from biofuel production as feeds for livestock. 2007; ADAS-University of Nottingham, UK.

[5] European Commission. EUR. Biofuels in the European Union – A vision for 2030 and beyond. 2006;Final report of the Biofuels Research Advisory Council.

[6] Buchholz, T.S., Volk, T.A., Luzadis V.A. A participatory systems approach to modeling social, economic, and ecological components of bioenergy, Energy Policy 2007; 35:6084–6094.

[7] Durkaya, B., Durkaya, A., Makineci, E., Karabürk, T. “Estimating Above–Ground Biomass and Carbon Stock of Individual Trees in Uneven–Aged Uludag Fir Stands”. Fresenius Environmental Bulletin. 2013;22 (2):428–434.

[8] Durkaya, A., Durkaya, B., Makineci, E., Orhan, İ. “Turkish Pines’ Aboveground Biomass and Carbon Storage Relationships” Fresenius Environmental Bulletin 2015;24(11):3573-3583.

[9] Saraçoğlu N. Enerji ormanlığı projelerinin Türkiye’nin enerji potansiyeline katkı olanakları. TMMOB 1. Enerji Sempozyumu 1996. Ankara.