

KIZILÇAM BİYOKÜTLESİNDE ISIL DEĞER BELİRLENMESİ

Musa ŞÖLENER

ÖZET : Bu çalışmada dünyada en geniş yayılışı Türkiye de bulunan kızılçam (*Pinus buritia Ten.*) biyokütlesinin ısı değerinin belirlenmesi çalışmaları yapılmıştır. Çalışmalarda ilk olarak örneklerin nem, uçucu madde ve kül miktarı belirlenmiştir. Daha sonraki çalışmalarda ise gövde odunu ve kabuklarının yüksekliğe göre, dal gövdesi ve kabuklarının ve kozalakların üst ısı değerleri (UID) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar gövde odunu ve kabukları için üst ısı değerlerinin yükseklikle çok fazla değişmediğini ve yaklaşık olarak 27 MJ/kg civarında olduğunu göstermiştir. En yüksek ısı değeri ise 29,7 MJ/kg olarak kozalıklarda ölçülmüştür. Ayrıca gövde odunu ve kabukları için üst ısı değerlerin yerden yükseklikle nasıl değiştiğini ve gövde odunu için yarı çap yönündeki üst ısı değeri değişimini veren matematiksel ifadeler türetilmiştir..

ANAHTAR KELİMELELER : Kızılçam, biyokütle, enerji, ısı değeri

HEATING VALUE DETERMINATION OF PINUS BURITIA TEN. BIOMASS

ABSTRACT : In this study, heating values determination of *Pinus buritia Ten.* Biomass, whose most large allocation of the world is in Turkey, were done. Firstly, humidity, volatile matter and ash values of the samples were determined. Than, body woods' and shells' heating value were determined according to height. Results show that heating value of the samples are approximately 27 MJ/kg and independent from height. The most high heating value was measured as 29,7 MJ/kg at pine cone. Heating value changing with height and radius was determined as mathematically.

KEYWORDS : *Pinus buritia Ten.*, biomass, energy, heating value

I. GİRİŞ

Enerji, ülkelerin hem ekonomik hemde teknolojik olarak gelişmesini sağlayan önemli unsurlardan birisidir. Son yıllarda dünya nüfusunun hızla artması ülkelerin de enerji gereksiniminin artmasına neden olmaktadır. Günümüzde kullanılmakta olan petrol, doğalgaz ve kömür gibi birincil enerji kaynak rezervlerinin sınırlı olması enerji sorununu sürekli olarak ülkelerin gündeminde tutmaktadır. Teknolojik gelişmenin sürdürülebilir olması enerji kaynaklarının da sürekli olmasına bağlıdır. Bu nedenle dünyada son yıllarda yaşanmakta olan krizlerin, gerginliklerin ve hatta savaşların temelinde enerji sorunu yatmaktadır.

Ülkemiz enerji yönünden dışa bağımlı ülkeler arasında yer almaktadır. Bu nedenle söz konusu enerji açığını kapatabilmek için doğalgaz, petrol ve taşkömürü ithal etmektedir [1]. Türkiye'nin 1999 yılı enerji istatistiklerine göre birincil enerji kaynaklarının üretim miktarı, 27057 BTEP (Bin Ton Eşdeğer Petrol), tüketim miktarı ise 76697 BTEP'dir. Bu değerlerden, ülkemizin ürettiği enerjinin yaklaşık üç katını tükettiği anlaşılmaktadır [2]. Ülkemiz açısından enerji üretimi ve tüketimi arasındaki açığın giderek artması yeni enerji kaynaklarının bulunmasını ve bunların hayata geçirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Güneş, rüzgar, jeotermal, hidrolik enerji ve biyokütle gibi yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları ülkemizin enerji sorununun giderilmesinde katkıda bulunabilir. Bitkilerin ve canlı organizmaların kökeni olarak ortaya çıkan biyokütle, güneş enerjisini fotosentez yardımıyla depolayan bitkisel organizmalar olarak adlandırılır.

Biyokütle enerji potansiyeli ve değerlendirme çalışmaları gerek günümüzde gerekse geleceğe yönelik olarak pek çok ülkede geniş bir perspektifte ele alınmaktadır [3]. Biyokütle kaynakları bakımından zengin olan ülkemizde, 1984 yılı verilerine göre biyokütleden elde edilebilecek enerjinin 17,2 megaton petrole eşdeğer olduğu hesaplanmıştır [4]. Biyokütle olarak ayçiçeği saplarının ele alınması durumunda, 2000 yılında ülkemizde yetiştirilen ayçiçeği yağ bitkisinin saplarının tarladan % 60 oranında toplanması ile elde edilecek olan enerji birincil enerji kaynaklarına ait tüketilen enerjinin yaklaşık % 1'lik kısmına karşılık geldiği ortaya konmuştur [5].

Yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları Türkiyenin enerji dengesi içinde önemli paylar almamakla birlikte, özellikle odun ve tezeğe bağlı biyokütle enerjisinden geniş ölçüde yararlanma imkanına sahiptir. Türkiye'nin orman alanı yaklaşık 20,2 milyon hektar olup ülke yüzölçümünün % 25,91'ini oluşturmaktadır. Orman alanlarının % 43,75'i

verimli geriye kalan % 56,25'i ise bozuk ve verimsizdir. Enerji ormanları, enerji amaçlı yakacak odun elde edilmesine uygun ağaç türlerinin kısa yetiştirme süreleri ile üretim yapılan ve kendisini genel olarak kök ve kütük sürgünleri ile yenileyen tükenmeyen enerji kaynaklarıdır [6].

Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) biyokütle enerji kaynağı olarak ele alındığı bir çalışmada piroliz yöntemiyle sentetik sıvı yakıt üretimi amaçlanmış ve en yüksek sıvı ürün verimi 500 °C piroliz sıcaklığında, 40 °C/dakika ısıtma hızında ve 50 cm³/dakika sürükleyici gaz ortamında % 30 olarak belirlenmiştir. Elde edilen sıvı ürünün normal piroliz ortamında CH_{1.32}O_{0.54}N_{0.0014} ve azot gazının sürükleyici gaz olarak kullanıldığı piroliz ortamında ise CH_{1.38}O_{0.37}N_{0.002} bileşiminde olduğu ortaya konmuş ve elde edilen sıvı ürünün 25.4 MJ/kg'lık bir ısıl değere sahip olduğu literatürde belirlenmiştir [7,8].

Yapılan çalışmada Aydın ilimizin Söke ilçesinden temin edilen kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) biyokütle kaynağı olarak seçilmiştir. Kızılçam'ın dünyadaki en geniş yayılışı Türkiye'dedir. Esas olarak Akdeniz ve Ege bölgelerinde geniş ormanlar kurmakla birlikte, Batı ve Orta Karadeniz bölgesinde de lokal yayılış gösterir. Ülkemizde 3.729.866 hektar saf kızılçam ormanı bulunmaktadır ve Şekil 1 de kızılçam'ın ülkemizdeki yayılış alanları gösterilmektedir. Deniz seviyesinden 1000-2000 metre arasındaki yüksekliklerde yetişen kızılçam, ışığı seven ve hızlı büyüyen bir çam türüdür. 20 metreye kadar boylanabilir. Kalın ve koyu kırmızı renkteki genç sürgünlerinden dolayı bu adı alır. Genel görünüş olarak Halep çamına (*P. Halepensis*, N) benzer [9].



Şekil 1. Kızılçam'ın ülkemizdeki yayılış alanları [9].

Kızılçam kerestecilikte, mobilyacılıkta, kağıt endüstrisi için selülöz üretiminde, terebentin yağı üretiminde, reçine üretiminde, tanen tutkallarının üretiminde ve çeşitli yöntemlerle elde edilen organik gübre (kompost) üretiminde ve yakacak odun olarak pek çok alanda kullanılmaktadır [10-13]. Son yıllarda orman atıklarından enerji üretiminde faydalanılması tüm dünyada giderek yaygınlaşmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalardan birinde 1 ton çam kabuğundan piroliz yöntemiyle ısı değeri 17.600 kJ/m³ olan 616 m³ gaz ve 21 litre sıvı yakıt elde edilmiştir [14]. Bu değerler göz önüne alındığında orman atıklarının enerji üretiminde çok büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir.

II. DENEYSEL

Yapılan deneysel çalışmalarda toplanan kızılçam örneklerinin incelenmesi iki aşamada yapılmıştır. İlk aşamada örnekler değirmende öğütülmüş ve daha sonra Retsh-vibra elek setinde parçacık boyutu $0,425 < D_p < 0,850$ mm aralığında olan kısım alınmıştır. Numunenin nem tayini ASTM-D 2016-74, toplam kül tayini ASTM-D 1102-84, uçucu madde tayini ise ASTM-E 897-82'ye göre belirlenmiştir. Çalışmaların ikinci aşamasında ise Gallenkamp kalorimetre bombasında kızılçam örneklerinin üst ısı değerleri kuru külsüz temele (daf) göre belirlenmiştir. Yüksekliğe göre gövde kabukları ve odunlarının, dal kabuk ve gövdelerinin, iğne yapraklarının ve kozalaklarının ısı değerleri ayrı ayrı belirlenmiştir. Ayrıca gövde çapının en büyük olduğu en alt noktadan alınan bir kesitte yarıçap yönünde üst ısı değer değişimleri incelenmiştir.

III. SONUÇLAR

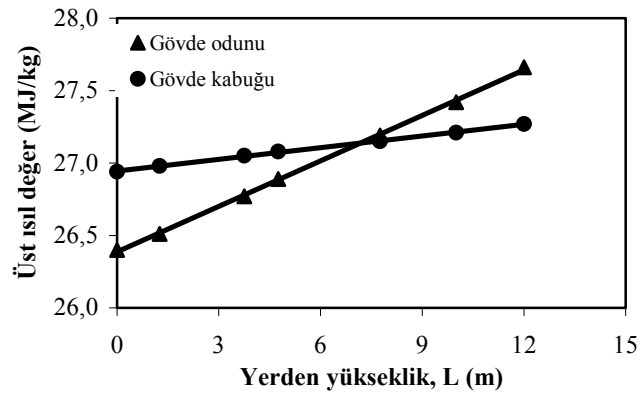
Örnekler üzerinde yapılan kül, uçucu madde ve nem tayini değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Kuru külsüz temele (daf) göre yapılan üst ısı değerleri, gövde ve kabuklar için yüksekliğe göre Çizelge 2'de, diğer bileşenler içinde Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kızılcşam biyokütle bileşenlerinin analiz sonuçları (% ağırlık olarak)

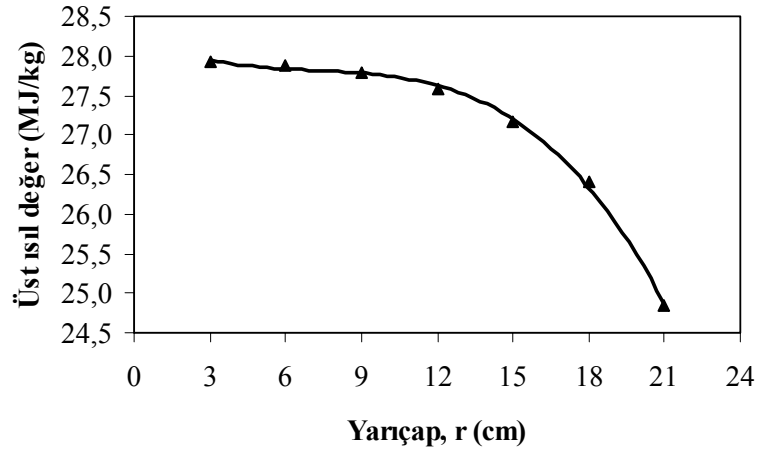
Numune Türü	Yerden Yükseklik (m)	Uçucu Madde (%)	Toplam Kül (%)	Nem (%)
Gövde kabuğu	0	69,3	8,3	11,04
Gövde	0	78,8	4,1	11,00
İğne Yaprak	-	77,3	4,1	9,09
Kozalak	-	73,6	4,9	11,05

Çizelge 2. Gövde ve kabukların yüksekliğe göre üst ısıl değerleri (daf)

Yerden Yükseklik (m)	Üst Isıl Değer (MJ/kg)	
	Gövde	Kabuk
0	26,40	26,94
1,25	26,51	26,98
3,75	26,77	27,05
4,75	26,89	27,08
7,75	27,19	27,15
10,00	27,42	27,21
12,00	27,66	27,27



Şekil 2. Gövde odunu ve kabuklarda yüksekliğe göre üst ısıl değer değişimi.



Şekil 3. Yarı çap yönünde üst ısıl değer değişimi.

Gövde odunu ve gövde kabuğunun yükseklikle ısıl değer değişimi incelendiğinde gövde odunundaki üst ısıl değer değişiminin yerden yükseklikle matematiksel olarak $\text{ÜID} = 0,1047L + 26,386$ denklemiyle, gövde kabuklarının ise $\text{ÜID} = 0,0269L + 26,945$ denklemiyle lineer olarak değiştiği belirlenmiştir. Burada L metre cinsinden yerden yüksekliktir. Yarı çap yönündeki üst ısıl değer değişimi için ise $\text{ÜID} = -0,001r^3 + 0,022r^2 - 0,1719r + 28,296$ ifadesi elde edilmiştir. Burada r santimetre olarak numunenin alındığı yarıçaptır.

Çizelge 3. Kızılcım bileşenlerinin üst ısıl değerleri (daf)

Numune Adı	Üst Isıl Değer (MJ/kg)
Dal Gövdesi	26,75
Dal Kabuğu	26,35
İğne Yaprak	26,68
Kozalak (Yeni)	27,08
Kozalak (1 Yıllık)	29,72
Kozalak (2 Yıllık)	28,87

Ülkemizde orman potansiyelinin büyük bir kısmını kızılçam ormanları oluşturmaktadır. Bu potansiyelden uygun koşullarda enerji üretebilmek için hammaddenin özellikleri, dönüşüm süreçleri, süreç için tasarımlar, biyoyakıt özelliklerinin belirlenmesi ve kullanıma konulması gerekmektedir. Enerji üretiminde biyokütle yakıt özelliklerinin en önemlisini ısıl değer oluşturmaktadır. Bu alanda ülkemizde biyokütle ısıl değer çalışmalarının son derece sınırlı düzeyde olması nedeniyle tutarlı, sistemli, sonuçları güvenilir ve daha sonraki biyokütle çalışmalarına bilgi birikimi sağlayacak çalışmaların yürütülmesi gün geçtikçe önem kazanmaktadır.

Bu nedenle yapılan çalışmada Kızılçam biyokütlesi incelenmiştir. Kızılçam biyokütlesinin gövde kabuğu, gövde odunu, iğne yaprak ve kozalak bileşenlerinin uçucu maddesi % 69,3-78,8 arasında, toplam kül miktarı %4,1-8,3 arasında, nem miktarı ise yaklaşık % 11 civarında değişmektedir. Isıl değerleri ise gövde kabuğunda yüksekliğe göre ölçülmüş ve ısıl değerlerin yükseklikle çok fazla değişmediği ve yaklaşık 27 MJ/kg olduğu belirlenmiştir. Gövde odununda da yüksekliğe göre belirlenen ısıl değerlerin 26,40-27,66 MJ/kg aralığında olduğu belirlenmiştir. Dal gövdesi, dal kabuğu ve iğne yapraklarının da ısıl değerleri yaklaşık 26,5 MJ/kg değerinde iken, bu değerlerin kozalaklarda 27- 29,7 MJ/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu değerlerden de anlaşılacağı gibi kızılçam biyokütlesinin yakıt üretiminde kullanılmasının uygun olduğu görülmektedir. Ayrıca biyokütle bileşenlerine uygulanacak termokimyasal ve biyokimyasal dönüşüm süreçleri ile daha yüksek ısıl değere sahip, kolaylıkla depolanabilir, taşınabilir ve ölçülebilir özellikleri ile petrol türevi sıvı yakıtlar ve petrokimya endüstrisi girdisi için bir seçenek oluşturabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] E. N. Aybar, “Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Genel Enerji Planlaması Çalışmalarının ilk Sonuçları” Türkiye 5. Enerji Kongresi, 1990, Ankara, Bildiri kitabı, ss.76-220.
- [2] Türkiye İstatistik Yıllığı. DİE, 2000, Yayın No: 2466, ss. 742.
- [3] S. Yorgun, S. Şensöz, M. Şölener, “Biyokütle Enerji Potansiyeli ve değerlendirme Çalışmaları”, Enerji Dergisi. Uzman Yayıncılık A. Ş., İstanbul, Yıl: 3, Sayı: 8, ss. 44-48, 1998.

- [4] E. Taşdemirođlu, “Biomass Energy Potential in Turkey”, proc.of The 1986 Int. Cong. On Renew. Energy Sour., 1886, Spain, pp. 148-165.
- [5] H. Ünal, K. Alibaş, “Biyokütle Enerji Kaynağı Olarak Ayçiçeği Sapının Yakılması ve Baca Gazı emisyonlarının Belirlenmesi”,Uludađ Üniversitesi Zir. Fak. Dergisi., C. 16, No: 2, ss.113-128, 2002.
- [6] Orman, Toprak ve Su Kaynakları Özel İhtisas Komisyonu, Ormancılık Alt Komisyonu raporu, 1995, yayın No: DPT: 2400-OİK: 461, T. C. Başbakanlık devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Ankara.
- [7] S. Şensöz, M. Can., “Pyrolysis of Pine (*Pinus Brutia* Ten.) Chips: 1. Effect of Pyrolysis Temperature and Heating Rate on the Product Yields”, Energy Sources, 24: 347-355, 2002.
- [8] S. Şensöz, M. Can., “Pyrolysis of Pine (*Pinus Brutia* Ten.) Chips: 2. Structural Analysis of Bio-oil”, Energy Sources, 24: 357-364, 2002.
- [9] <http://www.ogm.gov.tr/agaclarimiz/agac5.htm>
- [10] S. Yorgun., E. Gülbaran, “Kızılcām Kabukları Üzerine Yapılan Çalışmalar ve Kullanım Alanları”, Orman Mühendisliđi Dergisi, 12/14, 1990.
- [11] C. Ayla., N. Parameswaran “Macro and Micro Technological Studies on Beechwood Panels Bonded with Pinus Buritia Bark Tannin”, Holz Roh-u, Werkstoff, 38(12), 449-59, 1980.
- [12] C. Ayla, “Pinus Buritia Tanen Tutkalları”, IUFRO Congr. Madison, A.B.D, 1983.
- [13] P. Erten, O. Taşkın., “Kızılcām Kabuklarında Tanen Miktarının Saptanmasına İlişkin Araştırmalar”, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No: 13,5., 1985.
- [14] P. Erten, S. Önal., “Ağaç Türlerimizdeki Odun ve Kabukların Kalori Değerlerinin Saptanmasına İlişkin Araştırmalar”, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, No: 62., 1985.