



Batman İli Antep Fıstığı Potansiyeli ve Kabuklarının Biyokütle Kaynağı Olarak Değerlendirilmesi

İdris Demir ^a, Şehmus Altun ^b ve Fevzi Yaşar ^c

^aAnkara Sosyal Bilimler Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi Uluslararası İlişkiler Bölümü, Ankara, Türkiye

^bBatman Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Batman, Türkiye

^cBatman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Rafineri ve Petro-Kimya Teknolojisi, Batman, Türkiye

10.55024/buyasambid.1120099

Makale Bilgisi

Özet

Makale geçmişi:

İlk gönderim tarihi: 23.05.2022

Düzeltilme tarihi

Kabul tarihi: 20.06.2022

Yayın tarihi: 30.06.2022

Anahatar Kelimeler: Antep fıstığı; Kabuk; Batman; Biyokütle

* İdris Demir & Şehmus Altun & Fevzi Yaşar

E-mail address:

idris_demir@yahoo.com

altun.sehmus@gmail.com

yasarf75@gmail.com

Orcid:

0000-0002-1541-1983

0000-0002-9017-2986

0000-0003-3504-9157

Günümüzde fosil enerji kaynaklarının temininde yaşanan sorunlar ve bu kaynakların sınırlı bir rezerve sahip olmasından dolayı yenilenebilir enerji kaynakları giderek artan bir öneme sahip olmuştur. Fosil enerjinin çevresel etkileri de yenilenebilir kaynakların önemini artıran bir diğer faktör olmuştur. Bu bağlamda başta odun, bitki, tarımsal ve orman kalıntı ve artıklarından oluşan biyokütle yenilenebilir enerjiler arasında büyük bir öneme sahiptir. Ülkemizde fındık, fıstık ve ceviz gibi sert kabuklu yemişlerin kabukları yüksek bir atık potansiyeline sahip bir biyokütle kaynağı olarak değerlendirilebilmektedir. Bu biyokütle kaynakları direk olarak (örneğin yakılarak) enerji üretiminde kullanılabilirler gibi bunlardan farklı yöntemler ile biyoyakıt elde edilmesi de mümkün olmaktadır. Bu bağlamda ülkemizde yıllık yüksek miktarlarda oluşan bir atık kaynak olarak Antep fıstığı kabuklarının biyokütle olarak değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada Antep fıstığı kabuklarının biyokütle kaynağı olarak değerlendirilmesi araştırılmıştır. Bu amaçla Batman ve çevresinin Antep fıstığı potansiyeli araştırıldıktan sonra farklı yörelere ait fıstık kabuklarının analizi yapılmıştır. Batman 2021 yılı için 963 ton Antep fıstığı üretimi ile Şanlıurfa, Gaziantep, Siirt ve Kilis'ten sonra en fazla üretim yapılan il olmuştur. Batman'da yetiştirilen Antep fıstıklarından elde edilen kabukların yüksek oranda (ortalama %45) karbon ve oksijen (ortalama %48) içerdiği belirlenmiştir. Analizi yapılan numunelerin ortalama ısıl değeri ise 15 MJ/kg olarak tespit edilmiştir.

Evaluation of Pistachio Potential in Batman Province and their Shells as a Biomass Source

İdris Demir^a, Şehmus Altun^b and Fevzi Yaşar^c

^aAnkara Social Sciences University of Ankara, Faculty of Political Science International Relations, Ankara, Turkey

^bBatman University, Faculty of Engineering and Architecture Department of Mechanical Engineering, Batman, Turkey

^cBatman University, Vocational School of Technical Sciences, Refinery and Petro-Chemical Technology, Batman, Turkey

10.55024/buyasambid.1120099

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 23.05.2022

Received in revised form

Accepted: 20.06.2022

Available online: 30.06.2022

Key words:

Pistachio; Shell; Batman;
Biomass

* İdris Demir & Şehmus Altun &

Fevzi Yaşar

E-mail address:

idris_demir@yahoo.com

altun.sehmus@gmail.com

yasarf75@gmail.com

Orcid:

0000-0002-1541-1983

0000-0002-9017-2986

0000-0003-3504-9157

ABSTRACT

Renewable energy resources have become increasingly important due to the problems experienced in the supply of fossil energy resources and the limited reserves of these resources. The environmental effects of fossil energy have also been another factor increasing the importance of renewable resources. In this context, biomass, which consists primarily of wood, plant, agricultural and forest residues, has a great importance among renewable energies. In our country, the shells of nuts such as hazelnuts, Pistachio and walnuts can be evaluated as a biomass source with a high waste potential. These biomass sources can be used directly (for example, by burning) in energy production, and it is also possible to obtain biofuels from them by different methods. In this context, it is of great importance to evaluate pistachio shells as biomass, which is a waste source that occurs in high amounts annually in our country. In this study, the evaluation of pistachio shells as a source of biomass was investigated. For this purpose, after investigating the pistachio potential of Batman and its surroundings, pistachio shells from different regions were analysed. Batman has been the province with the highest production after Şanlıurfa, Gaziantep, Siirt and Kilis with 963 tons of pistachio production for 2021. It was determined that the shells obtained from pistachios grown in Batman contain high levels of carbon (average 45%) and oxygen (average 48%). The average calorific value of the analysed samples was determined as 15 MJ/kg.

2022 Batman University. All rights reserved

1. GİRİŞ

Günümüzde giderek artan dünya nüfusu enerji ihtiyacını da artırmaktadır. Dünya enerji ihtiyacının önemli bir kısmı fosil enerji kaynaklarından karşılanmasına karşın bu kaynakların sınırlı bir rezerve sahip olması ve ayrıca fosil enerji kaynaklarının kullanımından kaynaklanan çevre ve hava kirliliği gibi konular, bu kaynakların daha verimli kullanılması ile alternatif kaynakların geliştirilmesi gibi çalışmaların hız kazanmasına neden olmuştur. Alternatif enerji kaynaklarının temiz çevre için yerel kaynaklardan üretilen ve yenilenebilir olması büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda atık kaynakların enerji üretiminde değerlendirilmesi ile ilgili yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Bu bağlamda tarım, orman ve endüstriyel ürün ve artıklarının dâhil olduğu biyokütle kaynaklarının kullanımı giderek artmaktadır. Biyokütle, güneş enerjisini kimyasal bağlarında depolayan organik maddelerdir

[1]. Biyokütle kaynakları ısı elde etmek için doğrudan yakılabildiği gibi çeşitli yöntemler uygulanarak gaz veya sıvı yakıtlara dönüştürülerek kullanılabilir [2]. Konvansiyonel biyokütle kaynakları ormanlarda bulunabilen odun, bitki ve hayvansal atıklarından oluşmaktadır. Modern olanlarsa, enerji ormanlarından elde edilen ve enerji üretimi amacı ile yetiştirilen enerji bitkileri ve denizlerde bulunan mikroalgler olarak belirtilmektedir [3,4]. Bu bitkisel biyoküteller yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez ile kimyasal enerjiye dönüştürmesi ve sonra da depolamasıyla oluşur. Yanma sonucu açığa çıkan CO₂ bu organik maddelerin yetişmesinde atmosferden alındığı için biyokütle enerjisi elde edildiğinde CO₂ döngüsü korunmaktadır [5]. Dünyada biyokütle üretimi, büyük bir kısmı yabani bitkiler olmak üzere, yılda 220 milyar ton olduğu düşünülmektedir. Dünyada her yıl biyokütle kaynaklarının yenilemesi ile 4500 EJ/yıl değerinde bir enerji oluşmakta ve bu Dünya birincil enerji talebinin 10 katı civarında olduğu belirtilmiştir [6,7]. Biyokütle ise toplam enerji tüketimi arasında yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemli kısmını oluşturmaktadır. Ülkemizde biyokütle enerjisinin; %24'ü çöplerden, %64'ü ormanlardan, %5'i de tarımsal bitki ve artıkları ile sert kabuklu meyvelerden elde edilmektedir [8]. Bu bağlamda Ülkemizde bulunan önemli tarım ürünlerinden biri olan ve özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesinde önemli bir konumda bulunan antep fıstığı ağaç sayıları her yıl artış göstermektedir [9]. Ülkemizde 2018 yılında 70,087123 olan toplam ağaç sayısı 2021 yılında 79,163245 olmuş, bunlardan meyve veren ağaç sayısı 2018 yılında 49,557873 iken bu sayı 2021 yılında 55,464465 olarak belirlenmiştir [10]. Bu rakamlardan antep fıstığının bir biyokütle kaynağı olarak önemi anlaşılmaktadır. Ülkemizde Şanlıurfa ve Gaziantep üretimdeki %75 civarındaki bölümünü karşılamaktadır [11]. Antep fıstığı fındık, badem ve yerfıstığı gibi yağlı meyveler ile karşılaştırıldığında; %54,5 ile fındıktan sonra yağ oranı bakımından ikinci sıradadır [12]. Literatür incelendiğinde, antep fıstığı ve kabukları ile ilgili birçok çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda çoğunlukla antep fıstığı kabuklarının biyokütle dönüşüm süreçleri incelenmiştir. Ancak giderek artan bir üretim potansiyeline sahip olan Batman ve çevresinin antep fıstığı potansiyeli ile kabuklarının enerji kaynağı olarak değerlendirilmesinin araştırılması ile ilgili bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, bir biyokütle kaynağı olarak değerlendirilebilen Antep fıstığının Batman ve çevresindeki potansiyeli ile kabuklarının enerji elde etmede kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda Ülkemiz Antep fıstığı üretim miktarları değerlendirildikten sonra Batman ve çevresinin konumu incelenmiş ve kabukların analizleri yapılarak enerji açısından değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. BİYOKÜTLE DÖNÜŞÜM YÖNTEMLERİ

Enerji üretmek amacıyla yetiştirilen şeker kamışı ve soya, Ayçiçek ve pamuk gibi yağ içeren bitkiler enerji bitkileri olarak isimlendirilmektedir [13]. Tarımsal bitki atıkları ise tarlada bırakılan veya bitkilerin ayıklanması ve temizlenmesi sırasında toplanan atıklar olup; pirinç kabukları, şeker kamışı küspesi, yer fıstığı kabukları ve saman en çok bilinen tarımsal atıklardır [13]. Tarımsal atıkların

içine hayvan gübreleri de girmektedir. Hayvansal atıklar gelişmiş ülkelerde ısı ve gaz üretiminde kullanılmaktadır. Biyokütle kaynağı olarak kullanılan diğer bir tür de yetiştirme hızlarının ve üretkenlik seviyelerinin yüksek olduğu suda yetişen bitkilerdir [14]. Alg türleri, tamamen bakterilerle ayrışabilen, algil ve selülozu yüksek oranda içerdikleri için, anaerobik dönüşüm verimleri oldukça yüksektir [14]. Biyokütle içeriğindeki suyun buharlaştırılmasından sonra biyokütleden enerji elde etme amacıyla Termokimyasal işlemler (doğrudan yakma, Gazlaştırma, Piroliz, Sıvılaştırma) ve biyokimyasal işlemler (Fermantasyon, Anaerobik fermantasyon, Mekanik Ekstraksiyon) uygulanabilmektedir. Termokimyasal teknolojiler, düşük enerji içeriğine karşılık yüksek neme sahip biyokütleden yüksek kalorifik değere sahip yakıtların elde edilmesi için uygulanmakta ve bu proseslerden üretilen birincil ürünler, ham biyokütle kaynağından daha kullanılabilir ve daha değerlidir [15]. Piroliz, biyokütlenin oksijensiz bir ortamda ısı bozunma ile sıvı, katı ve gaz ürünlere dönüştürülmesidir [6]. Sıvılaştırmada biyokütle düşük sıcaklık ve yüksek basınçta hidrojen ilavesi ve katalizör varlığında sıvı ürünlere dönüştürülmektedir [16]. Burada amaç biyokütle kaynağından enerji kaynağı olarak kullanımı daha uygun olan sıvı ürünlerin üretilmesidir. Yakma işlemi ise biyokütlenin buharlı güç sistemleri ile ısı veya elektriğe dönüştürülmesidir. Doğrudan yakma ile elde edilen enerji, ısı-buhar elde etmede, endüstriyel işlerde ve elektrik üretiminde kullanılabilir [15]. Gazlaştırmada biyokütle 800-900°C gibi yüksek sıcaklıklarda hava veya oksijen varlığında gaz ürünlere dönüştürülmesidir [16]. Briketleme ise düşük yoğunluğa sahip tarımsal ve orman artıklarının (biyokütle) yüksek yoğunluğa sahip briketlere dönüştürülmesidir [17]. Briketler, sıkıştırılmış olduğundan daha fazla bir süre yanmaktadırlar ve artıkların sebep olduğu kirlilik sorununu da çözmektedirler. Çeltik ve mısır sapları, mısır koçanı, şeker kamışı atıkları, testere tozları ve yerfıstığı kabukları, briketler için uygun hammaddelerdir [17]. Karbonizasyon biyokütle içindeki nem ve uçucu maddelerin durağan bir ortamda giderilmesi ile sonraki aktivasyon süreci için temel gözenek yapısının oluştuğu işlemidir [18]. Aktif karbon, herhangi bir şekilde yapısal formül veya kimyasal analiz ile karakterize edilemeyen, oldukça yüksek gözenek veya yüzey alanına sahip karbonlu malzeme şeklinde tanımlanabilmektedir [19]. Aktif karbon üretiminde ise karbonlu maddelerin havasız ortamda karbonizasyonu (veya piroliz) ve karbonize ürünün aktivasyonu olarak iki adımdır. Dolayısıyla karbon içeriğine sahip malzemeler, kullanılan hammaddenin yapısına, aktivasyon ajanının özelliğine ve işlem şartlarına göre değişik özelliklere sahip ürünlere dönüştürülürler [9].

3. ÜLKEMİZDE BİYOKÜTLE OLARAK ANTEP FISTIĞI POTANSİYELİ

Ülkemizin önemli tarım ürünlerinden olan Antep fıstığı, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde önemli bir miktarda yetiştirilmektedir. Ülkemizde 2018-2021 yıllarına ait illere göre Antep fıstığı ağaç sayıları **Tablo 1**'de verilmiştir [10]. Toplamda 2018 yılında 49.557,873 adet olan meyve veren ağaç sayısı 2021 yılında 55.464,465 adet olarak belirlenmiştir. Buradaki bu artışın yanında meyve vermeyen ağaç sayısındaki artış da (2021 yılında 23.698,780 adet) dikkate alınırsa ileriki yıllarda üretimin daha da artacağı tahmin edilmektedir. Toplam ağaç sayısına bakıldığında ise 2018 yılında 70.087,123 adetten 2021 yılında 79.163,245 âdete yükselmiştir. Bu artışların kısa bir zaman aralığında

gerçekleşmesi antepfıstığı tarımına olan ilginin giderek arttığını göstermektedir. Bununla beraber aynı **Tablo**'dan hem meyve veren hem de vermeyen ağaç sayılarında en ileri konumda bulunan Şanlıurfa'yı Gaziantep ve Adıyaman illerinin takip ettiği anlaşılmaktadır. Batman için bir değerlendirme yapıldığında ise 2018 yılında 198.280 olan meyve veren ağaç sayısı ile önemli bir konumda yer alırken 2021 yılına (359.296 adet) doğru bu sayı kademeli olarak artmıştır. Meyve vermeyen ağaç sayısında ise çok daha önemli bir artış yaşanmıştır. 299.370 adetten 2021 yılında 2.220,779 âdete yükselmiştir. Bu durumda toplam ağaç sayısı 2021 yılında 2.580,075 adet olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Ülkemizde Antep fıstığı ağaç sayıları

Meyve Veren Ağaç Sayısı				
	2018	2019	2020	2021
Adıyaman	4.663.970	4.802.236	4.892.271	4.975.556
Batman	198.280	238.612	288.940	359.296
Diyarbakır	105.823	89.984	151.430	189.961
Gaziantep	17.991.655	18.354.588	18.459.714	18.568.288
Kilis	770.691	837.379	847.758	888.313
Mardin	77.486	88.817	104.411	133.753
Siirt	5.318.953	4.999.014	7.061.748	7.261.423
Şanlıurfa	18.552.471	19.997.693	20.010.703	20.410.872
Şırnak	3.182	3.188	6.026	6.467
Türkiye	49.557.873	52.060.513	54.548.247	55.464.465
Meyve Vermeyen Ağaç Sayısı				
	2018	2019	2020	2021
Adıyaman	2.427.782	1.958.309	1.961.132	1.988.121
Batman	299.370	1.822.329	1.964.517	2.220.779
Diyarbakır	37.773	145.233	194.300	256.200
Gaziantep	5.201.596	5.256.332	5.442.947	5.657.520
Kilis	244.962	246.994	275.270	300.269
Mardin	49.870	184.754	122.534	157.734
Siirt	2.491.642	2.345.770	2.630.414	2.895.533
Şanlıurfa	9.290.729	8.336.076	9.324.565	9.316.701
Şırnak	34.194	40.877	62.140	135.245
Türkiye	20.529.250	20.983.692	22.721.902	23.698.780
Toplam Ağaç Sayısı				
	2018	2019	2020	2021
Adıyaman	7.091.752	6.760.545	6.853.403	6.963.677
Batman	497.650	2.060.941	2.253.457	2.580.075
Diyarbakır	143.596	235.217	345.730	446.161
Gaziantep	23.193.251	23.610.920	23.902.661	24.225.808
Kilis	1.015.653	1.084.373	1.123.028	1.188.582
Mardin	127.356	273.571	226.945	291.487
Siirt	7.810.595	7.344.784	9.692.162	10.156.956
Şanlıurfa	27.843.200	28.333.769	29.335.268	29.727.573
Şırnak	37.376	44.065	68.166	141.712
Türkiye	70.087.123	73.044.205	77.270.149	79.163.245

Tablo 2'de ise Ülkemizde yıllara göre Antep fıstığı dikim alanı, verim ve üretim miktarları gösterilmiştir [11]. Ülkemizde 2021 yılında 3.894.509 dekar alanda Antep fıstığı üretimi gerçekleşmiştir. Bu alanın büyük bir kısmı Şanlıurfa ve Gaziantep illerine aittir. Şanlıurfa 1.489,025

dekar alan ile en büyük alana sahip olup, Gaziantep 1.421,775 dekar ile ikinci sırada ve 334.920 dekar ile Siirt üçüncü sırada yer almaktadır. Batman için bu değer 105.939 dekar olarak kaydedilmiştir. Meyve veren ağaç başına verim miktarlarına bakıldığında ise yıllara göre farklılaştığını görmekteyiz. Bununla beraber Batman için bu değerler 2021 yılı için 3 kg olarak tespit edilmiş ve Ülke geneli 2 kg olan değerün üstünde seyretmiştir. 2021 yılı toplam Antep fıstığı üretimi 119.355 ton olarak kaydedilmiştir. Üretimde en yüksek paya sahip olan Şanlıurfa'da 38.576 ton Gaziantep'te ise 38.443 ton üretim gerçekleşmiştir. Batman da ise 963 ton üretim gerçekleşmiş olup bu değer ile altıncı sırada yer almaktadır. Üretim üzerinde olumsuz etkilere sahip durumların da dikkate alınması ve bunların düzeltilmesi ile bu artış oranları daha da artacaktır [20].

Tablo 2. Ülkemizde yıllara göre Antep fıstığı dikim alanı, verim ve üretim miktarları

Toplu Meyveliklerin Alanı - Dekar				
	2018	2019	2020	2021
Adıyaman	263.928	269.609	273.489	278.023
Batman	44.793	75.122	93.055	105.939
Diyarbakır	5.083	8.464	10.756	14.576
Gaziantep	1.363.473	1.393.759	1.408.346	1.421.775
Kilis	64.829	67.921	69.665	72.417
Mardin	14.874	21.838	28.340	30.697
Siirt	282.071	285.206	320.600	334.920
Şanlıurfa	1.392.160	1.411.482	1.467.436	1.489.025
Şırnak	4.869	5.069	6.654	7.986
Türkiye	3.545.003	3.662.103	3.818.466	3.894.509
Verim - Kg/Meyve Veren Ağaç				
	2018	2019	2020	2021
Adıyaman	5	1	5	1
Batman	5	4	4	3
Diyarbakır	12	5	6	4
Gaziantep	5	1	5	2
Kilis	6	3	6	1
Mardin	8	13	12	3
Siirt	2	2	4	4
Şanlıurfa	5	2	6	2
Şırnak	4	5	6	6
Türkiye	5	2	5	2
Üretim Miktarı - Ton				
	2018	2019	2020	2021
Adıyaman	24.015	2.667	25.112	5.907
Batman	960	1.037	1.203	963
Diyarbakır	1.235	454	899	816
Gaziantep	90.183	26.343	100.538	38.443
Kilis	4.304	2.169	5.022	1.307
Mardin	648	1.123	1.254	442
Siirt	11.301	12.208	25.624	26.371
Şanlıurfa	100.107	31.931	124.534	38.576
Şırnak	14	15	39	41
Türkiye	240.000	85.000	296.376	119.355

Tablo 3'te Batman ili için antep fıstığına ait veriler verilmiştir. Tablo 3'e göre meyve veren ve vermeyen ağaç sayıları, dikim alanı ve dolayısıyla üretim miktarı 2018 yılından itibaren 2021 yılına kadar artış eğiliminde olmuştur. 2021 yılında 105939 dekar alanda ekili 359296 adet ağaç ile 963 ton antep fıstığı üretilmiştir.

Tablo 3. Batman için Antep fıstığına ait veriler

Veriler/Yıllar	2018	2019	2020	2021
Meyve Veren Yaşta Ağaç Sayısı - Adet	198280	238612	288940	359296
Meyve Vermeyen Yaşta Ağaç Sayısı - Adet	299370	1.822,329	1.964,517	2.220,779
Toplu Meyveliklerin Alanı - Dekar	44793	75122	93055	105939
Üretim Miktarı - Ton	960	1037	1203	963
Verim Kg/Meyve Veren Ağaç	5	4	4	3

3.1. Antep Fıstığı Kabuklarının Kimyasal analizi

Antep fıstığının işlenmesi sırasında bir biyokütle kaynağı olarak değerlendirilen “kabuk” elde edilmektedir. Bölüm 3'te verilen bilgilerden de anlaşılacağı üzere Batman dâhil Antep fıstığı üreticiliği yapılan illerimizde üretim miktarlarında önemli artışlar olmaktadır. Bununla beraber, meyve vermeyen ağaç sayıları da dikkate alındığında ileriki yıllarda daha da artacağı anlaşılmaktadır. Bu durum Antep fıstığı kabuklarında da artış sağlamaktadır. Meyvenin yaklaşık %18'i kadarına denk gelen kırmızı renkli yumuşak dış kabuk yaklaşık yıllık 13.000 ton olarak üretilmektedir [21]. Bunun dışında ise meyvenin yaklaşık olarak %45'ini oluşturan ve sert olan iç kabukta bulunmaktadır [22]. Bu çalışmada Batman çevresinde yetiştirilen Antep fıstıklarının iç sert kabuklarının bazı özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada Beşiri (1 ve 2 nolu numune), Gercüş (3 nolu numune), Kozluk (4 nolu numune) ve Sason (5 nolu numune) yörelerine ait Antep fıstıklarının kabukları kullanılmıştır. Antep fıstığı kabukları değirmende öğütüldükten sonra elenerek 1-2 mm tane boyutlarında numuneler elde edilmiştir. Antep fıstığı kabuklarının nem tayini için Mettler LJ16 cihazı kullanılmış ve 105 °C'de 2 saat bekletilerek belirlenmiştir. Kül tayini ise uçucu madde tayini sonrası kalan madde 600 °C'de kül fırınında, sabit tartıma gelene kadar bekletilerek yapılmış ve aşağıdaki denklem ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kül} = ((m_4 - m_3) / m_2) * 100$$

Burada;

m_2 = Başlangıçtaki örnek miktarı, g.

m_3 =Uçucu madde tayini sonrası ağırlık, g.

m_4 = Deney sonrası ağırlık, g.

Üst ısıl değerin (HHV) ölçümü için IKA 5000 Kalorimetre kullanılmıştır. Analizde kapsül, tel ve numuneler için tartım yapılmıştır. Kapalı bir sistemde ağırlıkları bilinen numunelerin yanması ile açığa çıkan ısı miktarı belirlenmiştir. Antep fıstığı kabuğu numunelerinin içeriğindeki azot, karbon, hidrojen, oksijen ve kükürt miktarlarını belirlemek amacıyla da elementel analiz Batman Üniversitesi Teknik Bilimler MYO Rafineri ve Petro-Kimya Teknolojisi Programı bünyesinde bulunan Flash 2000 Organik Elementel Analiz (CHNS-O) cihazı kullanılmıştır. Karbon, hidrojen ve azot ASTM D 5373; kükürt (S) ASTM D 4239; oksijen ise ASTM D 3176'ya göre belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar **Tablo 4**'te gösterilmiştir.

Tablo 4'te görüldüğü gibi tüm numuneler benzer kimyasal içeriğe sahip olup; yüksek miktarda karbon (C) ve oksijen (O₂) içermektedirler. Buna karşın hidrojen (H₂) içerikleri düşük olduğundan aynı zamanda ısıl değerleri de düşük çıkmıştır. Çalışmada kullanılan numunelerin kül miktarı %1,258-1,455 arasında, nem miktarı ise %4,456-%5,473 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Isıl değerleri ise Antep fıstığının yetiştirildiği yöreye göre çok fazla değişmediği ve ortalama 15 MJ/kg olduğu belirlenmiştir. Örneğin, bu çalışmada elde edilen en yüksek ısıl değer 2 nolu numunenin olup; 15,560 MJ/kg olarak bulunmuştur. Ayrıca, 2 numaralı numune nem ve kül içeriği bakımından da en iyi sonucu vermiştir. Ortalama olarak ta Antep fıstığı kabuklarının ısıl değeri 15.068 MJ/kg civarında tespit edilmiştir. Antep fıstığı kabukları için bu değer **Demiral ve diğ. [22]**'nin çalışmasında 18,57 MJ/kg, başka bir çalışmada da 17.88 MJ/kg olarak bildirilmiştir [9]. Bu değerlerden anlaşılacağı üzere bu çalışmada elde edilen sonuçlar literatür ile uyumlu olup; Batman yöresinde yetiştirilen Antep fıstıkların kabukları diğer yörelerdekiler ile benzer olmaktadır. Aynı şekilde diğer çalışmalarda bildirilen kimyasal içerikler de bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile uyumludur. Diğer taraftan, yaklaşık ortalama 18 MJ/kg ısıl değere sahip odun ile kıyaslandığında, Antep fıstığı kabuklarının oduna göre bir miktar düşük bir enerji içeriğine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Yapılan bir çalışmada, yapraklı ağaç yakacak odunu, İğne yapraklı ağaç yakacak odunu, Orman atığı ve odun tozu için ısıl değerler sırasıyla 18,59 Mj/kg, 19,44 Mj/kg, 18,94 Mj/kg ve 18,90 Mj/kg olarak verilmiştir [23]. Dolayısıyla bu kabuk biyokütlelerden kimyasal dönüşüm süreçleri ile daha yüksek ısıl değerli yakıtların elde edilmesi sağlanabilir. Ayrıca, daha yüksek enerjiye sahip yakıtlar ile (odun, kömür gibi) veya diğer biyokütle kaynakları ile karıştırılarak ta (briketleme) kullanılabilir. Bu şekilde elde edilecek biyopeletler kömür ve oduna göre daha az kül içermelerinin yanında daha yüksek oranda enerji içermektedirler. Örneğin, Develi ve diğ. [24] farklı oranlarda Antep fıstığı kabuğu ve zeytin küspesini karıştırarak elde ettikleri peletlerin özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında, 17.96 Mj/kg ısıl değere sahip %100 Antep fıstığı kabuğuna zeytin küspesi eklendiğinde (%75 Antep fıstığı kabuğu+%25 zeytin küspesi) ısıl değerinin 18,38 Mj/kg'a yükseldiği belirtilmiştir. Arica, peletlerde zeytin küspesi oranının artırılmasıyla yanma kalitesinin de arttığını belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada, fındık kabuğu ve ceviz kabuğu biyokütlelerinin ısıl değerleri sırasıyla 18,36 MJ/kg ve 17,87 MJ/kg olarak verilmiştir [25]. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere Batman ve çevresinde yetiştirilen Antep fıstıklarından elde edilen kabukların sahip olduğu özellikler ile biyokütle olarak kullanıma uygun olduğu anlaşılmaktadır. Bununla beraber fındık kabuğu gibi diğer biyokütle

kaynakları ile de benzer özelliklere sahiptir. Ancak bu biyokütle kaynaklarının kullanımının ve veriminin artırılması için diğer biyokütlelerle karıştırılarak briketlenmesi veya kimyasal işlemler kullanarak daha değerli gaz/sıvı yakıtların elde edilmesi mümkündür.

Tablo 4. Farklı numunelere analiz sonuçları

N.K	%C	%H	%N	%S	%O	%Nem	%Kül	HHV(MJ/kg)
1	43,680	6,012	0,289	0,065	49,954	5,473	1,330	14,470
2	45,440	5,780	0,298	0,055	48,427	4,656	1,258	15,560
3	44,870	6,114	0,281	0,058	48,677	4,874	1,345	14,870
4	46,550	5,984	0,324	0,047	47,095	4,987	1,455	15,230
5	45,210	5,148	0,315	0,057	49,270	5,012	1,412	15,210

4. SONUÇ

Tarımsal kaynaklar açısından zengin olan Ülkemizde enerji üretimi için biyokütle kaynaklarının değerlendirilmesi büyük bir önem taşımaktadır. Antep fıstığı üretiminin önemli bir kısmı uygun coğrafi koşullara sahip Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde gerçekleşmektedir. Bu bağlamda Antep fıstığı kabukları gibi önemli bir potansiyele sahip olan biyokütle kaynağından enerji eldesi ve bunun kullanılması enerji temini ve güvenliği açısından önemli bir tutmaktadır. Batman ilinde 2021 yılında toplam ekilen 105939 dekarlık alandan ortalama olarak 963 ton antep fıstığı üretimi yapılmıştır. Bu durumda yaklaşık 400 ton biyokütle (Antep fıstığı kabuğu) potansiyelinin olduğu görülmektedir. Bu biyokütlenin ortalama ısıl değeri ise en yüksek 15.560 MJ/kg olarak bulunmuştur. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere Batman çevresinde yetiştirilen Antep fıstıklarından elde edilen kabuk biyokütlesinin enerji üretiminde kullanımı uygun görülmektedir. Bununla beraber daha yüksek enerji içeriğine sahip diğer yakıtlar ve biyokütleler ile karıştırılarak biyopelet elde edilmesi yakacak olarak kullanımı açısından daha yararlı olacaktır.

5.KAYNAKLAR

1. Saxena, R.C., Adhikari, D.K., Goyal, H.B. (2009). Biomass-Based Energy Fuel Through Biochemical Routes. A Review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13(1), 167-178.
2. Chen, W.H., Peng, J., Bi, X.T. (2015). A state of the art review of biomass torrefaction, densification and applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 44, 847-866.
3. Önal, E., Yarbay, R.Z. (2010).Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Geleceği. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 9 (18), 77-96.
4. İ, Atılğan. (2000). Türkiye’nin Enerji Potansiyeline Bakış. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. 15(1), 31-47.
5. Tolay, M. (2017). 10. Ülkemizin Orman ve Tarımsal Biyokütle Potansiyeli, Türkiye’de Termik Santraller 2017. TMMOB, MMO Yayın No: 668, 147-157.

6. Açıkalın, K. (2010). Çeşitli Biyokütle Atık Maddelerin Pirolyzi ve Elde Edilen Ürünlerin Analizi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
7. Bassam, N.E. (2010). A Complete Reference to Species, Development and Applications, Earthscan, United Kingdom. Handbook of Bioenergy Crops.
8. Karayılmazlar, S., Saraçoğlu N., Çabuk Y., Kurt R. (2011). Biyokütlenin Türkiye’de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13,(19), 63-75.
9. Salan, T., Alma,M.H., (2014). Antep Fıstığı Atık Kabuklarının Enerji, Kimyasal Madde ve Biyomalzeme Üretiminde Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Termokimyasal Yöntemlere Genel Bir Bakış. Yeşil Altın Antepfıstığı Zirvesi, Yeşil Altın Antepfıstığı Çalıştayı.
10. TÜİK 2022 Yılı Antep Fıstığı Toplam Ağaç Sayısı
11. TÜİK 2020 Yılı Antep Fıstığı En Çok Üretimi Yapan İller
12. Altuntaş, E., Mutlu, A. (2007). Antepfıstığı (Pistacia vera L.) Kabuklu ve İç Meyvesinin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi, GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 24 (1), 19-25.
13. Günay, S. (2008). Türkiye’de Enerji Tarimi Amacıyla Ayçiçeği, Kanola ve Soya Fasulyesinin Yetiştirilmesi. Doğu Coğrafya Dergisi, 13 (20) , 163-181.
14. Yaşar, F. (2016). Yosun yağından biyodizel üretimi ve bir dizel motorunda alternatif yakıt olarak kullanılması. Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
15. Bektaş, İ. (2006). Antep Fıstığı Kabuklarının Sıvılaştırılması ve Elde Edilen Ürünlerin Analizi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
16. Karta, M. (2016). Elbistan Linyiti, Turba Ve Biyokütlenin Sıvılaştırma Olanaklarının Araştırılması, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
17. Dok, M., Acar, M., Çelik, A.E., Atagün, G., Akbaş, U. (2019). Yenilenebilir enerji kaynağı olarak mısır sapının briketlenmesi ve briket fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 24 (Özel Sayı):61-70.
18. Örkün, Y. (2011). Fındık kabuğundan fiziksel ve kimyasal aktivasyonla Aktif karbon üretimi ve karakterizasyonu, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
19. Sayın, Z.E., Kumaş, C., Ergül, B. (2016). Fındık Kabuğundan Aktif Karbon Üretimi, AKÜ FEMÜBİD, 16, 025805, 409-419.
20. Yavuz, M.A., Yıldırım, H., Onay, A. (2016). Dünya Antep fıstığı Üretiminde Son On Yılın Değerlendirilmesi, Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi; Cilt 6 Sayı 2/2.
21. Açıkalın, K., Karaca, F., Bolat, E., (2012), Pyrolysis of pistachio shell: Effects of pyrolysis conditions and analysis of products, Fuel, 95 169–177.
22. Demiral, I., Gülmezoğlu-Atılğan G., Şensöz S., (2008), Production of Biofuel From Soft Shell of Pistachio (Pistacia vera L.), Chemical Engineering Communications, 196,1-2, 104-115.
23. Zengin, Y, Çelik, A, Dok, M, Çolak, S, Kargıdan, A, Çakır, A, Semercioğlu, A. (2020). Orman atıklarının pelet olarak değerlendirilme imkânlarının araştırılması. Ormancılık Araştırma Dergisi, 7 (2) , 113-119.
24. Develi, H.C. Aybek, A., Üçok, S. Antep Fıstığı Kabuğu ve Zeytin Küspesinden Biyoyakıt Amaçlı Pelet Elde Edilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 (4), 689-701.
25. Kanca, A. (2019). Pamuk Atığı, Fındık Kabuğu ve Ceviz Kabuğu’nun Pirolyz ve Oksidasyon Davranışlarının Kıyaslanması. Koc. Üni. Fen Bil. Der., 2(2), 43-54