

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ANTEPFISTIĞININ İÇ VE DIŞ KABUĞUNUN BAZI FİZİKSEL VE
KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE FARKLI KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

Mehmet Ali PALALI

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2009**

Doç. Dr. Refik POLAT danışmanlığında, Mehmet Ali PALALI' nın hazırladığı “Antepfıstığının İç ve Dış Kabuğunun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi ve Farklı Kullanım Olanaklarının Araştırılması” konulu bu çalışma 09/06/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Refik POLAT

Üye : Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM

Üye : Doç. Dr. Hüsamettin BULUT

Bu Tezin Tarım Makinaları Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. İbrahim BOLAT
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
1. GİRİŞ	1
1.1. Antepfıstığı Özellikleri ve Tarımı	1
1.2. Tarımsal Atıklar	5
1.3. Tarımsal Atıkların Briketlenmesi	7
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM	18
3.1. Materyal	18
3.1.1. Araştırmada kullanılan bitkisel materyal	18
3.1.2. Araştırmada kullanılan antepfıstığı kabuklarının fiziksel özellikleri	21
3.1.3. Araştırmada kullanılan antepfıstığı kabuklarının kimyasal özellikleri	22
3.1.4. Briketlemede kullanılacak materyal	22
3.1.5. Briketlemede kullanılan makinanın ve malzemelerin özellikleri	23
3.2. Yöntem	24
3.2.1. Antepfıstığı kabuklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi	24
3.2.2. Briket ile ilgili özellikler	27
3.2.2.1. Yoğunluk	29
3.2.2.2. Kırılma (shatter) direnci	30
3.2.2.3. Su alma direnci	30
3.2.2.4. Nem içeriği	31
3.2.2.5. Eşdeğer nem içeriği (hava nemi direnci)	31
3.2.2.6. Kül içeriği	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	32
4.1. Antepfıstığı İç ve Dış Kabuklarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	32
4.1.1. Boyut analizi	32
4.1.2. Yoğunluk	35
4.1.3. Element analizi	36
4.1.4. Nem içeriği	37
4.1.5. Kül içeriği	38
4.2. Briket ile İlgili Sonuçlar	40
4.2.1. Yoğunluk	40
4.2.2. Kırılma (shatter) direnci	42
4.2.3. Su alma direnci	45
4.2.4. Nem içeriği	46
4.2.5. Eşdeğer nem içeriği (hava nemi direnci)	47
4.2.6. Kül içeriği	49
4.3. Briketlerin Isıl Değeri	51
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	54
5.1. Sonuçlar	54
5.2. Öneriler	57
KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ	62
ÖZET	63
SUMMARY	64

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

ANTEPFISTIĞININ İÇ VE DIŞ KABUĞUNUN BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE FARKLI KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Mehmet Ali PALALI

**Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Refik POLAT
Yıl: 2009, Sayfa: 64**

Tarımsal atıklar dünyada ve ülkemizde artan enerji ihtiyacının bir kısmının karşılanabilmesi için önemli bir enerji kaynağı olma potansiyeline sahiptir. Tarımsal üretimde hasat ve ürün işleme ve değerlendirme işlemleri sırasında sap, saman, kavuz, kabuk ve çekirdek gibi önemli atıklar ortaya çıkmaktadır. Tarımsal atıkların taşıma, temizleme-sınıflandırma, işleme ve depolanması ile ilgili makinalarının tasarımında, ürünlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri önemli parametrelerdir.

Bu araştırmada ilk olarak antepfıstığı iç ve dış kabuklarının, boyut analizi, element analizi, yoğunluk, nem içeriği ve kül içeriği gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Daha sonra antepfıstığı iç ve dış kabukları, zeytin pirinası ile karıştırılarak briket elde edilmiş ve bu briketlerin fiziksel özellikleri incelenmiştir. Elde edilen iç ve dış kabuk briketlerinin yoğunluk, kırılma direnci, su alma direnci, nem içeriği, eşdeğer nem içeriği ve kül içeriği değerleri belirlenmiştir. İç kabuk ve dış kabuk briketlerinden antepfıstığı dış kabuk briketinin iç kabuk briketine göre daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Antepfıstığı Kabuğu, Fiziksel ve Kimyasal Özellikler, Briketleme

ABSTRACT
Master Thesis

**DETERMINATION OF SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF
INTERNAL AND EXTERNAL SHELL OF PISTACHIO AND INVESTIGATION OF ITS
POTENTIAL USE IN DIFFERENT APPLICATIONS**

Mehmet Ali PALALI

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Agricultural Machinery**

**Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Refik POLAT
Year: 2009, Page: 64**

Agricultural wastes have the potential to meet the increasing energy demands in our country and in the world. In the agricultural processes many byproducts have been generated. Physical and chemical properties of products are important parameters for designing machines for transport, separation and storage of agricultural wastes.

In this research first physical and chemical properties such as size, moisture, ash content of inner and outer pistachio shells were determined. The inner and outer shells of the pistachio were mixed with olive bagasse to form briquettes. Afterwards the physical properties of these briquettes were investigated. In this process density, shatter index, water reabsorption, moisture content and equivalent moisture content were determined. In conclusion, it was found that outer shell briquettes were more reliable compared to inner shell briquettes.

KEYWORD: Pistachio shell, Physical and chemical properties, Briquetting

TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminden, araştırmanın yürütülmesi ve değerlendirilmesine kadar, her konuda yardımcı olan değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Refik POLAT'a, tez izleme komitemde yer alarak çalışmalarımda bana yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM'a, Tarım Makinaları Bölümünde Araştırma Görevlisi İbrahim TOBİ'ye, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölüm çalışanlarına ve Harran Üniversitesi Merkez Laboratuvarı çalışanlarına, Uşak İl Milli Eğitim Müdür Yardımcısı Sayın İlhan HAYRAN'a, mesai arkadaşlarım Mustafa ÇAKI ve Aydın KARADEDELİ başta olmak üzere Bütçe-Yatırım bürosu çalışanlarına, çalışmalarım esnasında her zaman olumlu katkılarını ve teşviklerini gördüğüm Sayın İlhami TRAK'a Harran Üniversitesi Şanlıurfa Meslek Yüksekokulu Öğretim Görevlisi kardeşim Merva BAĞIŞ'a, Çalışmalarımın her aşamasında bana destek olan eşime, oğullarıma ve beni bu seviyeye getiren anneme ve babama;
Teşekkürü bir borç biliyorum.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Önemli antepfıstığı üreticisi ülkelerin üretim-tüketim ve ihracat miktarları (1999-2006) .	3
Şekil 1.2. Türkiye’de antepfıstığı üretim-ihracat ve tüketim (1999–2006)	4
Şekil 3.1. Antepfıstığı tanesinin genişlik, uzunluk ve kalınlık ebatlarının gösterilmesi	19
Şekil 3.2. Antepfıstığı iç (kemiksi-kalın-sarı) kabuğu	19
Şekil 3.3. Antepfıstığı dış (ince-kırmızı) kabuğu.....	20
Şekil 3.4. Antepfıstığı iç (kemiksi-kalın-sarı) kabuk parçacıkları	20
Şekil 3.5. Antepfıstığı dış (ince-kırmızı) kabuk parçacıkları	21
Şekil 3.6. Elek cihazı	22
Şekil 3.7. Araştırmada kullanılan briketleme makinesi yan görünüşü.....	23
Şekil 3.8. Araştırmada kullanılan briketleme makinesi ön görünüşü	24
Şekil 3.9. Kurutma fırını	25
Şekil 3.10. Yoğunluk tespit düzeneği	26
Şekil 3.11. Kimyasal özellik tespit düzeneği	27
Şekil 3.12. Kimyasal incelemeye tabii tutulan numuneler.....	27
Şekil 3.13. Briket dış kabuk üstten görünüşü	28
Şekil 3.14. Briket dış kabuk yandan görünüşü	28
Şekil 3.15. Briket iç kabuk üstten görünüşü	29
Şekil 3.16. Briket iç kabuk yandan görünüşü	29
Şekil 4.1. Boyut analizi örnekleri.	32
Şekil 4.2. Antepfıstığı dış kabuk boyut analizi değişimi.	34
Şekil 4.3. Antepfıstığı iç kabuk boyut analizi değişimi	35
Şekil 4.4. Antepfıstığı iç ve dış kabuk yoğunluk değerleri değişimi	36
Şekil 4.5. Antepfıstığı iç ve dış kabuk nem içeriği değerleri değişimi	38
Şekil 4.6. Antepfıstığı iç ve dış kabuk kül içeriği değerleri değişimi	40
Şekil 4.7. Antepfıstığı iç ve dış kabuk briket yoğunluk değerleri değişimi	41
Şekil 4.8. Antepfıstığı iç kabuk briket kırılma direnci (düşme sayısına göre) değerleri değişimi	43
Şekil 4.9. Antepfıstığı dış kabuk briket kırılma direnci (düşme sayısına göre) değerleri değişimi	44
Şekil 4.10. Antepfıstığı iç ve dış kabuk briket su alma direnci değerleri değişimi.....	46
Şekil 4.11. Antepfıstığı iç ve dış kabuk briket nem içeriği değerleri değişimi	47
Şekil 4.12. Antepfıstığı iç ve dış kabuk briket eşdeğer nem içeriği değerleri değişimi	49
Şekil 4.13. Antepfıstığı iç ve dış kabuk briket kül içeriği değerleri değişimi	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Dünya antepfıstığı üretimi	3
Çizelge 1.2. Türkiye’de antepfıstığı ağaç sayısı ve üretimi	4
Çizelge 2.1. Antepfıstığına ait fiziko-mekanik özellikler	10
Çizelge 2.2. Antepfıstığı kabuğunun özellikleri.....	13
Çizelge 2.3. Antepfıstığı kabukları için kısa analiz sonuçları	15
Çizelge 2.4. Antepfıstığı kabuklu meyvesi örneklerinin bazı fiziksel özellikleri	16
Çizelge 2.5. Antepfıstığı kabuksuz meyvesi örneklerinin bazı fiziksel özellikleri	16
Çizelge 3.1. Kırmızı çeşidin meyve özellikleri	18
Çizelge 4.1. Antepfıstığı dış kabuğunun boyut analizi	33
Çizelge 4.2. Antepfıstığı iç kabuğunun boyut analizi	35
Çizelge 4.3. Antepfıstığı iç ve dış kabuk yoğunluk değerleri (sıkıştırılmamış)	36
Çizelge 4.4. Antepfıstığı dış kabuğu element analizi	37
Çizelge 4.5. Antepfıstığı iç kabuğu element analizi	37
Çizelge 4.6. Antepfıstığı iç ve dış kabuğu nem içeriği değerleri	38
Çizelge 4.7. Antepfıstığı iç kabuğu malzeme kül içerikleri	39
Çizelge 4.8. Antepfıstığı dış kabuğu malzeme kül içerikleri	39
Çizelge 4.9. Antepfıstığı iç kabuk briket yoğunluk değerleri	41
Çizelge 4.10. Antepfıstığı dış kabuk briket yoğunluk değerleri	41
Çizelge 4.11. Antepfıstığı iç kabuk briket kırılma direnci (düşme sayısına göre) değerleri	42
Çizelge 4.12. Antepfıstığı dış kabuk briket kırılma direnci (düşme sayısına göre) değerleri	44
Çizelge 4.13. Antepfıstığı iç kabuk briket su alma direnci değerleri	45
Çizelge 4.14. Antepfıstığı dış kabuk briket su alma direnci değerleri	45
Çizelge 4.15. Antepfıstığı iç kabuk briket nem içeriği.....	46
Çizelge 4.16. Antepfıstığı dış kabuk briket nem içeriği.....	47
Çizelge 4.17. Antepfıstığı iç kabuk briket eşdeğer nem içeriği.....	48
Çizelge 4.18. Antepfıstığı dış kabuk briket eşdeğer nem içeriği.....	48
Çizelge 4.19. Antepfıstığı iç kabuk briket kül içeriği	49
Çizelge 4.20. Antepfıstığı dış kabuk briket kül içeriği.....	50
Çizelge 4.21. Antepfıstığı iç ve dış kabuk malzeme fiziksel özellikleri	51
Çizelge 4.22. Antepfıstığı iç ve dış kabuk briket fiziksel özellikleri	51
Çizelge 4.23. Türkiye’deki toplam bahçe bitkileri üretimi ve atıkları	52
Çizelge 4.24. Antepfıstığı kabuklarının ısı değer analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.22. Antepfıstığı kabuklarının ısı değerinin diğer yakıtlarla karşılaştırılması	53

1. GİRİŞ

Ülkemiz sahip olduğu iklim ve toprak yapısı itibariyle çok geniş ürün yelpazesine sahiptir. Bu ürün yelpazesi içinde yer alan antepfıstığı, pasta, dondurma ve tatlı sanayinde kullanılan ve kuruyemiş olarak yaygın tüketimi olan önemli bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır.

Elde edilen tarımsal ürünlerden sonra geri kalan tarımsal atıkların işlenmesi ve bu tarımsal atıkların enerji olarak tekrar kazanımının sağlanması ülkemizin enerji ihtiyacının karşılanması açısından önemlidir.

1.1. Antepfıstığı Özellikleri ve Tarımı

Pistacia cinsinin hemen bütün türlerine sert kabuklu fıstık denirse de bu isim doğru olarak sadece *Pistacia vera* L. türüne verilir. *Pistacia* cinsi içerisindeki 10 veya daha fazla sayıdaki türlerden sadece *Pistacia vera* L. (antepfıstığı) ticari alanda değere sahip olup, kuru yemiş olarak alınıp satılan ve meyveleri yenen bir ürün olarak kabul edilir (Dağdeviren ve Erdoğan, 1996).

Antepfıstığı meyvesi fındık, badem ve yer fıstığı gibi yağlı meyvelerle mukayese edildiğinde; protein bakımından %22.6, karbonhidrat bakımından %15.6 ve kalori değeri bakımından 3 250 kalori ile birinci, %54.5 yağ oranı bakımından fındıktan sonra ikinci sırayı almaktadır. Bu kadar yüksek besin değeri ve çerez olarak her yerde aranılan bir meyve, ayrıca dünya da kültürünün yayıldığı yerlerin sınırlı oluşu nedeniyle antepfıstığı, iç ve dış pazarlarda hep alıcı bulabilir duruma gelmiştir (Altuntaş ve Mutlu, 2007).

Antepfıstığı, dünyada kuzey ve güney yarım kürelerinin 30-45° paralellerinin uygun mikroklimalarında yetişmektedir. Özellikle, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin antepfıstığı yetiştiriciliğinde önemli bir yeri vardır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi,

antepfıstığı'nın gen merkezlerinden birisi ve ilk kez kültüre alınan yer olması yanında, sahip olduğu kendine özgü ekolojik özellikleri nedeniyle, bu meyve türünün başarılı bir şekilde yetişmesine ve yayılmasına olanak sağlamıştır (Tekin ve ark., 2001).

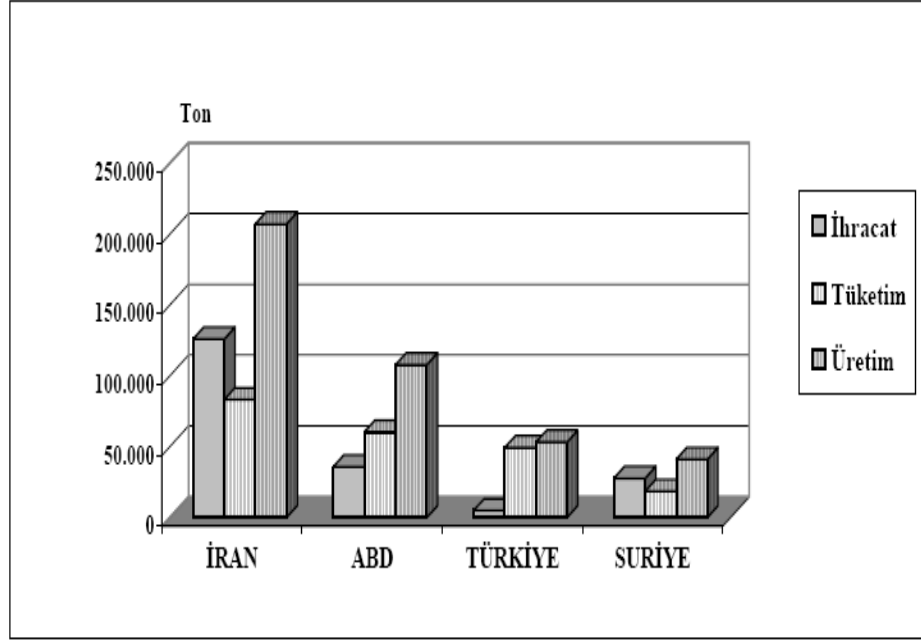
Antepfıstığı sulama yapılmayan, taşlık, kayalık alanlarda ve fakir topraklarda bile yetiştirilebilen, lezzetli ve besin değeri yüksek olan antepfıstığı, özel iklim şartları istemektedir. Antepfıstığı; yaz ayları kurak ve sıcak (yaz ayları ortalama sıcaklığı 25 °C), fakat kış ayları da oldukça soğuk (kış ayları ortama sıcaklığı 7.0-7.4 °C) olan bölgelerde ekonomik anlamda ürün verebilmektedir (Ayfer, 1990).

Ülkemizde antepfıstığı üretimi çok eskilere dayanmaktadır. Ancak yetiştiricilik yapılan arazilerin durumundan, sulamanın yapılmamasından, tozlanma eksikliği, mekanizasyon uygulamalarının yeterli seviyede olmayışı ve yetiştiricilerin eğitim eksikliği veya yanlış eğitiminden dolayı üretimimiz arzu edilen seviyede değildir. Dünya antepfıstığı üretiminde İran birinci, Amerika Birleşik Devletleri ikinci ve Türkiye üçüncü sırada yer almaktadır. İran ve ABD'de antepfıstığı yetiştiriciliği tamamen verimli taban arazilerde, sulu koşullarda ve modern imkanlarla yapılmaktadır. ABD 1960'lı yıllardan sonra antepfıstığı yetiştiriciliğine başlamış ve ekonomik anlamda ilk üretimini 1977 yılında yapmış olmasına rağmen, modern yetiştiricilik yöntemlerini kullanması nedeniyle dünya üretiminde ilk sıralara yerleşmiştir. Şu anda ülkemizi de geçerek, dünyada ikinci büyük üretici ülke konumuna gelmiştir. Çizelge 1.1.' de dünya antepfıstığı üretimi gösterilmiştir. Bu duruma göre İran'ın diğer ülkelere göre çok daha fazla üretime sahip olduğu, ülkemizin ise üçüncü sırada yer aldığı görülmektedir. Yıllara göre değişimde ülkemiz büyük gelişme göstermiş olup yakın bir gelecekte ikinci sıraya yükselmesi mümkün görülmektedir.

Çizelge 1.1. Dünya antepfıstığı üretimi (ton) (Anonim, 2004)

Ülkeler	2000	2001	2002	2003	2004
İran	300 000	112 432	300 000	310 000	305 000
A.B.D.	110 220	73 030	136 078	53 980	90 000
Türkiye	7 500	30 000	40 000	85 000	85 000
Suriye	39 923	37 436	52 840	50 000	50 000
Yunanistan	6 500	7 500	8 500	8 500	8 500
İtalya	2 768	2 500	2 500	2 500	2 500

Şekil 1.1.' de önemli antepfıstığı üreticisi ülkelerin üretim-tüketim ve ihracat miktarları verilmiş olup, ülkemizdeki ihracat miktarının diğer ülkelere göre az olduğu görülmüştür.



Şekil 1.1. Önemli antepfıstığı üreticisi ülkelerin üretim-tüketim ve ihracat miktarları (1999-2006) (Tunalıoğlu ve Taşkaya, 2005)

Ülkemiz antepfıstığı üretimi Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yoğunlaşmış, son 10 yıl içerisinde özellikle Ege bölgesinde yaygınlaşmışsa da geniş bir üretim alanı bulamamıştır. Son istatistiklere göre, antepfıstığı 56 ilimizde yetişmektedir. Ancak antepfıstığı üretimimizin % 94'ü, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan Gaziantep, Şanlıurfa, Kahramanmaraş, Adıyaman ve Siirt illerinde yetiştirilmektedir. En büyük üretici illerden Şanlıurfa ilinde 14 599 420 adet ve Gaziantep ilinde 13 013 815 adet ağaç bulunmaktadır. Bu bölgemiz, antepfıstığının gen merkezi ve ilk kez

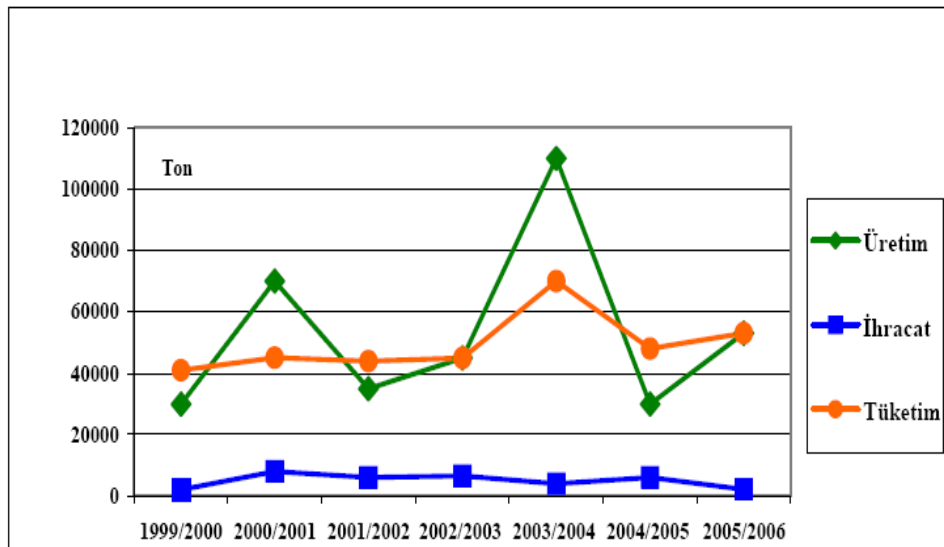
kültüre alınan yer olması yanında, sahip olduğu kendine özgü ekolojik özellikleri nedeniyle de bu meyve türünün başarılı bir şekilde yetişmesine ve yayılmasına öncülük etmiştir (Anonim, 2003).

Çizelge 1.2.' de Türkiye'de antepfıstığı ağaç sayısı ve üretimi verilmiş olup 2005-2006 yılları arasında ağaç sayısının fazla artmamasına rağmen üretimin çok fazla arttığı görülmüştür.

Çizelge 1.2. Türkiye'de antepfıstığı ağaç sayısı ve üretimi (Anonim, 2009)

Yıl	Ağaç Sayısı		Üretim (Ton)
	Meyve veren	Meyve vermeyen	
2000	25 445	16 875	75 000
2001	25 900	16 400	30 000
2002	26 200	15 800	35 000
2003	26 300	16 400	90 000
2004	26 500	16 000	30 000
2005	28 000	18 491	60 000
2006	28 264	18 462	110 000

Şekil 1.2.' de Türkiye'de antepfıstığı üretim-ihracat ve tüketim miktarları verilmiş olup 2003-2004 yılları arasında üretimin artmasına rağmen ihracatta herhangi bir değişikliğin olmadığı görülmüştür.



Şekil 1.2. Türkiye'de antepfıstığı üretim-ihracat ve tüketim (1999–2006)

1.2. Tarımsal Atıklar

Türkiye'nin enerji tüketimi, artan nüfus ve gelişmekte olan bir ülke olması nedeniyle hızla artarken, enerji üretimi tüketimi karşılayamamakta ve enerji açığı her yıl artarak devam etmektedir. Enerji üretimi 1990-2005 yılları arasında genelde sabit kalırken (yaklaşık 25 000 Bin Ton Eşdeğer Petrol), aynı yıllar arasında enerji tüketimi yaklaşık %72 artarak 91 776 BTEP'e çıkmış ve 2005 yılı sonunda geçici verilere göre üretimin tüketimi karşılama oranı %27.5' de kalmıştır (Anonim, 2007). Üretimin tüketimi karşılayamamasının sonucu olarak Türkiye enerjide dışa bağımlı bir ülke haline gelmiş ve ülke ekonomisi bu durumdan olumsuz etkilenmiş ve de etkilenmeye devam etmektedir. Ülkenin sahip olduğu fosil enerji kaynaklarının enerji ihtiyacını karşılayacak düzeyde olmayışı, mevcut linyit kömürlerinin hem düşük ısıl değerli hemde yüksek kükürt ve kül içeriğine sahip olması nedeniyle temiz, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ülkemiz için son derece önemlidir. Ayrıca Türkiye, coğrafi yapısı ve geniş üretim alanları ile de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı açısından da büyük öneme sahiptir (Kürklü ve Bilgin, 2005).

Türkiye'de klasik biyokütle, enerji üretiminde büyük rol oynamaktadır. Klasik biyokütle kaynakları arasında yer alan odun, hayvansal ve tarımsal atıklar özellikle çoğu kırsal bölgelerde doğrudan yakılarak yemek pişirmede ve ısıtmada başlıca kaynak olarak yıllardır kullanılırken, modern biyokütleden enerji üretimine yeni yeni geçilmektedir.

Tarımsal ve diğer biyokütle atıkları özellikle gelişmekte olan ülkelerde enerji ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için önemli bir kaynak olup bu ülkelerin çoğunda her yıl çok miktarda atık çıkmaktadır. Tarımsal atıklar düşük yoğunluğa ve yüksek nem içeriğine sahip materyaller olduklarından evlerde ve endüstriyel alanlarda doğrudan yakılması çok etkin olmamakta ve bu atıkların doğrudan kullanılması taşıma, depolama ve işleme problemlerini meydana getirmekte ve en önemlisi çevre kirliliğine neden olmaktadır (Kürklü ve Bilgin, 2005).

Türkiye toplam 23.07 milyon ha işlenebilir tarım alanı ile tarımsal potansiyeli zengin bir ülkedir. Bunu 18.11 milyon ha'lık bölümü ekilirken geri kalanı nadasa bırakılmaktadır (TUİK, 2007). Tarımsal üretimin temelini oluşturan ürünlerin (buğday, arpa, tütün, pamuk, pirinç, susam vb.) çok büyük miktarlarda tarımsal atığı oluşturmakta ve yıllık toplam tarımsal atık miktarı yaklaşık 50-65 Milyon Ton Eşdeğer Petrole ulaşmaktadır.

Türkiye'de tarla bitkilerinin yıllık atık miktarının toplam ısı değeri yaklaşık olarak 228 PJ' dür. Bunun içinde en büyük payı %33.4 ile mısır, %27.6 ile buğday ve %18.1 ile pamuk almaktadır.

Bahçe bitkileri yıllık atıklarının toplam ısı değeri yaklaşık 75 PJ' dür. Bunlar içerisinde ise en büyük payı %55.8 ile fındık ve %25.9 ile zeytin almaktadır. Türkiye'de tarla bitkileri atıklarının ısı değerlerinin bölgelere göre dağılımı sırasıyla; Akdeniz %24.8, Marmara %18, Güneydoğu Anadolu %16.3, İç Anadolu %13.7, Karadeniz %13, Ege %10.6 ve Doğu Anadolu %3.6' dır. Bahçe bitkileri atıklarının ısı değerlerinin bölgelere göre dağılımı ise sırasıyla; Karadeniz %48.2, Ege %20.4, Marmara %12.7, Akdeniz %10.8, Güneydoğu Anadolu %5.3, İç Anadolu %1.34 ve Doğu Anadolu %1.25'dir.

Türkiye'de inek, koyun ve kümes hayvanları atıklarının ısı değerleri sırasıyla yaklaşık 47.8, 3.6, ve 8.7 milyon GJ/yıl olarak bulunmuştur. Hayvansal atıkların toplam ısı değerlerinin bölgelere göre dağılımı sırasıyla; Karadeniz %23.8, Akdeniz %19.1, Ege %15.6, Marmara %12.4, Güneydoğu Anadolu %12.2, İç Anadolu %11.4 ve Doğu Anadolu %5.5'dir (Başçetinçelik ve ark., 2005).

Tarımsal ve diğer biyokütle atıkları özellikle gelişmekte olan ülkelerde enerji üretimi için önemli bir kaynak olmasına rağmen bu tür atıklar ya tarlada bırakılarak gübre amacı ile toprağa gömülmekte ya hayvan yemi ve hayvan altlığı olarak kullanılmakta ya da bulunduğu yerde yakılarak ekonomiye kazandırılmadan yok edilmektedir. Bu tür atıkların enerji üretimi amacı ile gerektiği biçimde değerlendirilememesinin temel nedeni düşük yoğunluğa ve yüksek nem içeriğine sahip olmalarıdır. Bundan dolayı evlerde ve endüstriyel alanlarda doğrudan

yakılmaları çok etkin olmamakta ve atıkların doğrudan kullanılması taşıma, depolama ve işleme problemlerini meydana getirmekte ve de en önemlisi kirliliğe neden olmaktadır. Tarımsal ve diğer biyokütle atıklarının etkin bir şekilde kullanılmasının yollarından birisi de onların briketlenmesidir (Kürklü ve Bilgin, 2005).

1.3. Tarımsal Atıkların Briketlenmesi

Briketleme, yeterli ölçüde parçalanmış materyalin 25 mm çap'tan daha büyük şekillerde sıkıştırılması işlemidir. Biyokütlenin briketlenmesi ile yoğunluğu 100-200 kg/m³'den 1 200 kg/m³'e kadar çıkarılmaktadır. Briketleme işlemi ile; biyokütle karakteristikleri iyileştirilmekte, hacimsel ısı değeri artmakta, taşıma maliyetleri düşmekte, depolama masrafları azalmakta, büyük sobalarda kolaylıkla yakılabilmekte, yanma karakteristikleri düzelmekte, atmosfere salınan partikül emisyonları azalmakta ve aynı boyut ve şekilde iyi bir yakıt elde edilmektedir.

Günümüzde biyokütlenin briketlenmesi amacı ile vidalı, piston ve hidrolik pres makinaları kullanılmakta olup ticari olarak helezon vidalı ve piston pres teknolojileri daha çok önem kazanmaya başlamıştır. Özellikle helezon vidalı pres makinaları gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde ticari olarak biyokütlenin briketlenmesi amacı ile yoğun biçimde kullanılmaktadır. Araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda ise daha çok hidrolik pres makinaları kullanılmış ve bu makina ile ilgili sonuçlar ortaya konmuştur. Yapılan çalışmalar, briket yoğunluğu artışı için en önemli faktörlerin basınç, partikül boyutu, sıcaklık ve nem içeriği, briket kalitesi için ise yoğunluk, nem içeriği, mukavemet, sıkıştırma basıncı, basınç uygulama zamanı ve yapıştırıcı materyal olduğunu göstermiştir. Ayrıca en uygun briketleme nemi, materyal çeşidine bağlı olarak %10-20 arasında bulunmuştur. (Kürklü ve Bilgin, 2005).

Ülkemizde ise her yıl çok büyük miktarlarda organik atık çıkmasına rağmen bu atıklar herhangi bir şekilde değerlendirilmeyip ya yakılmakta ya da çöp alanlarına atılmaktadır. Bu tür atıkların değerlendirilip ülke ekonomisine kazandırılması ivedilikle gerekmektedir. Ülkemizde yapılan çalışmalar ise laboratuvar düzeyinin

ötesine geçemeyip uygulamaya aktarılamamıştır. Mevcut olan bilgi birikimi en kısa sürede uygulamaya aktarılmalı ve ülkemiz koşulları için en uygun biyokütle briketleme sistemleri geliştirilmelidir. Bu tür sistemlerin geliştirilmesi hem mevcut organik atıkların değerlendirilmesine olanak sağlayacak hem de yeni iş alanlarının açılmasını sağlayarak insanlara iş imkanı sağlayacaktır (Kürklü ve Bilgin, 2005).

Tarımsal atıklar düşük yoğunluğa ve yüksek nem içeriğine sahip olduklarından enerji eldesi için doğrudan yakılmaları etkin olmamakta, depolama ve taşımada problemlere neden olmaktadır. Bu nedenle bu atıkların etkin biçimde kullanılması için kurutulduktan sonra preslenerek briket haline getirilmeleri ile yoğunlukları arttırılmakta ve böylece ucuz, kaliteli, çevre dostu ve yenilenebilir bir enerji kaynağı elde edilmekte, depolama ve taşıma masrafları azaltılmaktadır.

Bu çalışmada antepfıstığı iç ve dış kabuğunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş ve tarımsal atık olarak farklı kullanım olanaklarından birisi olan, tarımsal üretimden sonra ortaya çıkan iç ve dış antepfıstığı kabuklarının kurutulup parçalandıktan sonra briketleme makinesinde briketlenmesi, briket ile ilgili olarak fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Altınay ve Akyurt (1970), antepfıstığı mekanizasyonu konusunda ülkemizde yayınlanan ilk çalışmada meyve kabuğunun mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Daha sonra ise özel olarak geliştirilen bir kırma makinasında antepfıstığını enlemesine ve boylamasına hat yüklemesi altında inceleyerek meyve kabuğunun kırılmaya karşı hassas olduğunu tespit etmişlerdir.

Pearson ve ark. (1994;1996), çıtlak, erken çıtlamış ve çıtlamamış fıstıkların fiziksel özelliklerini belirlemişlerdir. Bu fiziksel özellikleri erken çıtlamış fıstıkları ve çıtlamamış fıstıkları normal fıstıklardan ayırmak ve bu fıstıkların yönlendirilmesi ve taşınmasını sağlamak amacıyla kullanmışlardır. Bunun için bir görüntüleme sistemi de geliştirmişlerdir. İncelenen fiziksel özellikler; sürtünme kuvveti, boyut özellikleri, ağırlık, hacim, yoğunluk, nem içeriği, aerodinamik özellikleri, dış ve iç kabuktaki çıtlama genişliği ve uzunluğu, ağırlık merkezi, kabuk yapışkanlığı, dış kabuk kalınlığı, kabuk sertliği ve dış kabuk ile iç kabuğun arasındaki açıklık mesafesidir.

Kaplan (1997), antepfıstığı yetiştiriciliği ve hasat sonrasında uygulanan tarımsal mekanizasyon işlemlerinin belirlenmesi üzerine yaptığı araştırmasında, antepfıstığına ait kemiksi kabuğun kırılma mukavemeti, kabuk ve fıstık içinin özgül ağırlığı, kavlak ve kuru kırmızı kabuklu fıstığın yığılma açısı gibi özellikleri tespit ederek Çizelge 2.1.'i oluşturmuştur. Çizelgede iç fıstığın yığılma açısının en yüksek olduğu, statik kayma açısında ise kemiksi kabuğun en yüksek değere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 2.1. Antepfıstığına ait fiziko-mekanik özellikler (Kaplan, 1997)

Cinsi	Kırılma Kuvveti (N)	Özgül Ağırlığı (gr/cm ³)	Yığılma Açısı	Statik Kayma Açısı
Kuru Kırmızı Kabuklu Fıstık	190 - 475	1 – 1.5	36° - 40°	31°
Kavlak Fıstık		0.9 – 1.1	30° - 34°	22°
Kemiksi Kabuk		1.25	36° - 40°	35°
Fıstık İçi	-	0.9 – 1.1	34° - 38°	30°

Kaplan ve Sağlam (1998), antepfıstığının yetiştiriciliği ve hasat sonrasında uygulanan tarımsal mekanizasyon işlemlerinin belirlenmesi üzerine yaptıkları bir araştırmada kırmızı çeşidinin bazı fiziksel ve fiziko-mekanik özelliklerini belirlemeye çalışmışlardır. Bu amaçla kırmızı çeşidi antepfıstığının kırılma kuvveti, özgül ağırlığı, yığılma açısı, statik kayma açısı ve çıtlama sertliği gibi özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Blackborn ve ark. (1999), yaptıkları çalışmalarında ayçiçeği, mısır, pamuk ve ekin sapları ile meyve budama artıkları temel tarımsal artıklar olup etanol üretiminde en güçlü adaylar olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda etanol üretimi için meyve çekirdekli ürünlerden bir kısmı özellikle budama artıkları uygun olduğu, sebzesel ürünlerin ise etanol üretimi için uygun görülmediği tespit edilmiştir.

Demirbaş (1999), çay atığını 300 – 800 MPa'lık basınç altında 5–30 dakikalık sürelerle baskı ve kalıp yapmak için kullanılan laboratuvar tipi ayarlı hidrolik bir preste, ortam sıcaklığı ve artırılan sıcaklıklar da briketlemiştir. Yoğunluk ve nem içeriği üzerine briketleme basıncının etkileri ile farklı basınçlarda briketlerin sıkışma gücü incelenmiştir. Sırasıyla optimum nem içeriği ve sıkışma gücü çay atığı örnekleri için; %15–18 ve 36.2–37.1 MPa'da gerçekleştiği tespit edilmiştir. Çay atığının briket yoğunluğu üzerine zaman ve briketleme sıcaklığının etkileri de belirlenmiştir.

Bu çalışma çay atığının cilt materyali olmadan tek başına kullanılabileceğini göstermiştir. Briket kalite kontrolü için; yoğunluk, nem içeriği ve sıkışma gücü gibi fiziksel parametrelerin en ideal kalite göstergeleri olduğu tespit edilmiştir. Testler, çay atığının 400–800 MPa aralığında pres uygulanan normal balyalardan, 4–6 kat

daha yoğun sıkıştırılabilir ve kalıcı olduğunu göstermiştir. Çay atığı briket yoğunluğunun artması ile ateşlenebilirliği azalmıştır.

Polat (1999), antepfıstığı meyvesinin mekanizasyona yönelik fiziksel ve fiziko-mekanik özellikleri belirlemeye çalıştığı araştırmasında antepfıstığı meyvesi kabuklu, kavrak ve iç olarak ayrıca yaş ve kuru olması durumuna göre değerlendirmiştir. Antepfıstığının fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi için yapılan çalışmada şu sonuçlara varılmıştır;

Antepfıstığı meyvesinin boyutları yaş iken daha yüksek, kuru iken daha düşüktür. Ancak antepfıstığındaki bu azalma en az kavrak olan antepfıstığında meydana gelmektedir. Ayrıca dış kabuk iç kabuktan yaş iken daha kolay ayrılmakta, kuru iken daha zor ayrılmaktadır. Antepfıstığının boyut özellikleri dikkate alınarak dizayn edilecek bir makinada bu durum mutlaka göz önünde tutulmalıdır.

Antepfıstığı meyvesinde randıman yani iç meyvenin toplam ağırlığa oranı her üç çeşitte de (Kırmızı, Siirt, Ohadi) kuru iken oransal olarak daha yüksek fakat ağırlık olarak azalmış şekildedir. En fazla ağırlık kaybı dış kabukta, en az ağırlık kaybı ise iç kabukta meydana gelmektedir.

Antepfıstığının çıtılma sertliği her üç çeşitte de yaş iken düşük, kuru iken yüksektir. Meyve içinin ezilme sertliği de kuru iken daha yüksektir. Antepfıstığının çıtlatılması ya da meyve içinin ezilmesi için dizayn edilecek veya edilmiş bir makinada bu özellikler dikkate alınmalıdır.

Antepfıstığının hacim ağırlığı, yığılma açısı ve sürtünme katsayısı kuru olarak belirlenmiştir. Hacim ağırlıkları her üç çeşit içinde iç meyvede yüksek düzeydedir. Yığılma açıları kabuklu olarak daha yüksek bulunmuştur. Sürtünme katsayısı ise sac yüzeyde iç meyvede en yüksek değerde bulunmuştur.

Tutuş ve ark. (2000), yıllık bitkiler ve tarımsal artıkların var olan potansiyellerine rağmen gerektiği şekilde değerlendirilememesinin nedeni, bu artıkların toplanabilirliği, taşınma ve depolama gibi problemlerinden kaynaklandığını tespit etmişlerdir. Özellikle artıkların enerji olarak kullanılmasında var olagelen

problemleri minimize etmek gerektiği, örneğin saman gibi tarımsal artıklar enerji amaçlı değerlendirilecekse tesislerin kaynakların yoğun olduğu bölgelerde yapılması taşıma masraflarını azaltacağı sonucuna varmışlar ve ülkemizde Konya-Karaman-Ankara, Çukurova, GAP ve Trakya bölgeleri, tarımsal artıkların değerlendirilmesinde önemli potansiyel alanlar olduğu tespit edilmiştir.

Acaroğlu ve ark. (2002), tarafından yapılan çalışmada ise tarımsal atıklar (kanola, yonca, ayçiçeği küspesi, C4 enerji bitkisi olan Miscanthus), linyit kömürü ve bunların karışımları helezon tip briketleme makinasında briketlenmiş ve 3.35 mm'den daha küçük materyallerin daha iyi briketlendiği, kırılmaya, düşme-dayanıklılığa ve su almaya karşı en iyi direncin ayçiçeği+melas karışımının gösterdiği belirtilmiştir.

Akgül (2003), biyokütlenin yakıt potansiyeli olarak değerlendirilmesi ile ilgili yapmış olduğu çalışmasında yenilenebilir kaynaklardan olan lignoselülozik maddelerin diğer enerji kaynaklarına alternatif olabilme durumu, ülkemizde biyokütle kaynaklarının potansiyeli, biyokütleden etanol (yakıt) üretimi ve ayrıca biyokütlelerin çeşitli kimyasal proseslerle farklı ürünlere dönüştürülerek değerlendirilmesi üzerinde durulmuştur. Diğer yandan önümüzdeki dönemde organik kökenli maddeler yerine yenilenebilir lignoselülozik kökenli kaynakların kullanılmasının çevresel yararları hakkında bilgiler verilmiştir.

Benk ve ark. (2003), yaptıkları çalışmada bitki kökü ve saplarının çeşitli kimyasal işlemler sonucu lifli yapılarının açılarak yüksek basınç uygulamadan şekillendirilmesi ve yakıt olarak kullanılmasını amaçlamışlardır. Saman ve talaşa uygulanan kimyasal işlemler sonunda yüksek basınç gerektirmeden şekillendirilebilir hale getirilmiştir. Kimyasal işleme tabi tutulan saman ve talaşın çeşitli oranlarda kömürlerle harmanlanması ile kolay tutuşan yakıt briketlerinin üretilebileceği gözlemlenmiştir. Ayrıca, özellikle samanın MDF üretiminde kullanılarak bu amaçla kullanılan odun tüketiminin bir kısmına da alternatif bir kaynak olacağı tespit edilmiştir.

Başçetinçelik ve ark. (2005), Türkiye’de tarımsal atıkların değerlendirilmesi ile ilgili yaptıkları proje çalışmasında ülkemizde sürdürülebilir bir yöntem izlenerek çok büyük miktardaki potansiyel tarımsal atıklarının haritalanmasını amaçlamışlardır. Sonuç olarak Türkiye’deki tarımsal atık miktarları ortaya çıkmıştır.

Bilim (2005), yaptığı araştırmasında antepfıstığının hasat sonrası işleme tekniği ile ilgili olarak sıcaklıkla çıtlatılması üzerinde durmuştur. Yaptığı denemeler sonucunda, nem düzeyi ve sıcaklığın önemli olduğu tespit edilmiştir.

Antepfıstığı kabuğunun bir kısım özellikleri Çizelge 2.2’ de özetlenmiştir. Gerek lif oranından, gerekse özgül ağırlığının yüksek oluşundan da anlaşılacağı üzere, antepfıstığı kabuğu son derece mukavim bir yapıya sahiptir.

Çizelge 2.2. Antepfıstığı kabuğunun özellikleri (Kepoğlu ve ark.,1976)

Lif	: % 54	Potasyum	: % 0.22	Kül	: % 0.42
Protein	: % 0.42	Fosfor	: % 0.02	Kuru Nemlilik	: % 4
Yağ	: % 0.56	Kalsiyum	: % 0.06	Özgül Ağırlık	: % 1.24

Çelik ve Gürdal (2005), yaptıkları çalışmada yerfıstığı kabuğunun agrega olarak kullanım olanakları araştırmış olup yerfıstığı hafif agregası kullanılarak üretilen çimento bağlayıcılı hafif malzemenin değişen agrega miktarına bağlı olarak mekanik mukavemetlerini incelemeye çalışmışlardır. Yapılan deneyler sonucunda yerfıstığı gereksinmelerine göre, tarımsal atıklardan üretilen yapı malzemelerinin piyasaya kazandırılması, hem tüketici, hem ülke ekonomisi, hem de tarım üreticileri için kalıcı, sağlıklı ve ekonomik çözümler oluşturacağı görülmüştür.

Kürklü ve Bilgin (2005), yapmış oldukları çalışmada, biyokütle briketleme makinalarını incelemiş ve araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar ile ilgili sonuçlar vermişlerdir.

Briketleme, yeterli ölçüde parçalanmış materyalin 25 mm çaptan daha büyük şekillerde sıkıştırılması işlemidir. Biyokütlenin briketlenmesi ile yoğunluğu 100-200 kg/m³’den 1 200 kg/m³’e kadar çıkarılmaktadır. Briketleme işlemi ile biyokütle karakteristikleri iyileştirilmekte, hacimsel ısı değeri artmakta, taşıma maliyetleri düşmekte, depolama masrafları azalmakta, büyük sobalarda kolaylıkla

yakılabilmekte, yanma karakteristikleri düzelmekte, atmosfere salınan partikül emisyonları azalmakta ve aynı boyut ve şekilde iyi bir yakıt elde edilmektedir.

Günümüzde biyokütlenin briketlenmesi amacı ile vidalı, piston ve hidrolik pres makinaları kullanılmakta olup ticari olarak helezon vidalı ve piston pres teknolojileri daha çok önem kazanmaya başlamıştır. Özellikle helezon vidalı pres makinaları gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde ticari olarak biyokütlenin briketlenmesi amacı ile yoğun biçimde kullanılmaktadır. Araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar da ise daha çok hidrolik pres makinaları kullanılmış ve bu makina ile ilgili sonuçlar ortaya konmuştur. Yapılan çalışmalar, briket yoğunluğu artışı için en önemli faktörlerin basınç, partikül boyutu, sıcaklık ve nem içeriği, briket kalitesi için ise yoğunluk, nem içeriği, mukavemet, sıkıştırma basıncı, basınç uygulama zamanı ve yapıştırıcı materyal olduğunu göstermiştir. Ayrıca en uygun briketleme nemi, materyal çeşidine bağlı olarak %10-20 arasında bulunmuştur.

Ülkemizde ise her yıl çok büyük miktarlarda organik atık çıkmasına rağmen bu atıklar herhangi bir şekilde değerlendirilmeyip ya yakılarak yada çöp alanlarına atılarak bertaraf edilmektedir. Bu tür atıkların değerlendirilip ülke ekonomisine kazandırılması ivediyle gerekmektedir. Ülkemizde yapılan çalışmalar ise laboratuvar düzeyinin ötesine geçemeyip uygulamaya aktarılamamıştır. Mevcut olan bilgi birikimi en kısa sürede uygulamaya aktarılmalı ve ülkemiz koşulları için en uygun biyokütle briketleme sistemleri geliştirilmelidir. Bu tür sistemlerin geliştirilmesi hem mevcut organik atıkların değerlendirilmesine olanak sağlayacak hem de yeni iş alanlarının açılmasını sağlayarak insanlara iş istihdamı sağlayacaktır.

Yaman (2005), çalışmasında, briketlenme materyali olarak gazete kağıdı, mısır sapı, ladin odun talaşı ve buğday samanı kullanmıştır.

Briketlenmiş yakıtların yoğunluğu, kırılma direnci (shatter indeksi), sarsıntı direnci (tumbler indeksi), nem içerikleri tayin edilmiş ve bunlarla ilgili özellikler incelenmiştir. Parça büyüklüğü 3.35 mm'den küçük olan materyallerin daha iyi briketlendiği gözlenmiştir. Deneylerde parça büyüklüğü 1.4 mm ile 3.3 mm olan numuneler kullanılmıştır. Shatter indeksinin en büyük değeri (% 99.40) ladin odun tozu briketinden elde edilmiştir. Tumbler indisinin en büyük değeri (% 95.40) ladin

odun tozu briketinden elde edilmiştir. Briketlerin su almaya karşı gösterdikleri direncin en büyük değeri ise % 92.76 ile ladin odun tozu briketinden elde edilmiştir.

Bektaş (2006), yaptığı çalışmasında antepfıstığı kabuklarının sıvılaştırılmasına çalışmıştır. Sıvılaştırma işleminde çözücü olarak tetralin (Merck) ve Kardemir Karabük Demir ve Çelik Sanayii'nden temin edilen kreozot yağını kullanmıştır. Tüm sıvılaştırma deneyleri hidrojen gazı atmosferinde gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen analiz sonuçları Çizelge 2.5 'de toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 2.3. Antepfıstığı kabukları için kısa analiz sonuçları

Nem (orijinal), (%)	4.12
Uçucu madde (% , kuru temel)	81.14
Kül (% , kuru temel)	4.12
Sabit karbon (% , kuru temel)	14.74
Isıl değer (kcal/kg)	4 308

Şahin (2006), antepfıstığı kabuklarından polimer kompozit malzeme üretimi ve özelliklerinin geliştirilmesi üzerine çalışma yapmıştır. Bu amaçla, kırılarak parçacık boyutlarına göre ayrılmış olan, antepfıstığı kabukları ile değişik oranlarda üre-formaldehit kullanılarak 600 °C'lik etüvde 24 saat bekletilmek suretiyle numuneler hazırlanmış ve bu numunelere üç noktadan eğilme testi yapılmıştır. En yüksek eğilme direnci %50'lik üre-formaldehit bağlayıcısı ile 1.45 N/mm² olarak tespit edilmiştir.

Altuntaş ve Mutlu (2007), yaptıkları çalışmayla, antepfıstığı kabuk ve iç meyvelerinin bazı fiziksel özelliklerini (boyut özellikleri, küresellik, tek meyve ağırlığı, yığın hacim ve tane hacim ağırlığı, meyve hacmi, yüzey alanı, porozite, yığılma açısı ile statik ve dinamik sürtünme katsayıları) belirlemişlerdir.

Antepfıstığı kabuk ve iç meyvesi ile ilgili incelenen tüm fiziksel özellikler, Çizelge 2.4 ve çizelge 2.5' de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Antepfıstığı kabuklu meyvesi örneklerinin bazı fiziksel özellikleri (%14.40 kuru baz)
(Altuntaş ve Mutlu, 2007)

Fiziksel özellikler	Değerler			
	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma
Uzunluk (mm)	19.81	16.47	22.60	1.274
Genişlik (mm)	10.94	9.50	12.46	0.576
Kalınlık (mm)	9.33	7.36	10.52	0.639
Geometrik ortalama çap (mm)	12.604	11.031	13.914	0.593
Küresellik (%)	63.72	57.84	70.09	2.595
Tek meyve ağırlığı (g)	0.917	0.896	0.931	0.129
Yığın hacim ağırlığı (kg/m ³)	539.04	536.46	544.00	2.214
Tane hacim ağırlığı (kg/m ³)	1 050.18	1 006.20	1 089.13	41.695
Tek meyve hacmi (cm ³)	0.874	0.842	0.912	0.035
Yığılma açısı (°)	16.97	15.70	18.78	0.873
Porozite (%)	48.62	46.43	50.51	2.056
Yüzey alanı (cm ²)	5.00	3.82	6.08	0.467
Sürtünme Katsayısı (*)				
Galvaniz sac	0.248	0.199	0.289	0.019
Sac	0.317	0.244	0.371	0.030
Lastik	0.525	0.411	0.656	0.056

(*) Sürtünme katsayısı değerlerinde ortalama değerler, dinamik, maksimum değerler ise statik sürtünme katsayısı değerleridir.

Çizelge 2.5. Antepfıstığı kabuksuz meyvesi örneklerinin bazı fiziksel özellikleri (% 9.05 kuru baz)
(Altuntaş ve Mutlu, 2007)

Fiziksel özellikler	Değerler			
	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma
Uzunluk (mm)	15.32	11.76	17.79	1.300
Genişlik (mm)	7.64	6.08	8.85	0.631
Kalınlık (mm)	7.03	5.22	9.13	0.794
Geometrik ortalama çap (mm)	9.709	7.66	10.54	3.841
Küresellik (%)	60.55	54.36	71.17	6.52
Tek meyve ağırlığı (g)	0.452	0.247	0.635	0.094
Yığın hacim ağırlığı (kg/m ³)	518.82	512.66	531.16	5.747
Tane hacim ağırlığı (kg/m ³)	953.53	922.78	987.40	32.420
Tek meyve hacmi (cm ³)	0.474	0.457	0.489	0.034
Yığılma açısı (°)	18.34	17.48	19.14	0.643
Porozite (%)	45.55	43.78	47.46	1.843
Yüzey alanı (cm ²)	2.76	1.84	3.90	0.414
Sürtünme Katsayısı (*)				
Galvaniz sac	0.360	0.265	0.342	0.022
Sac	0.326	0.289	0.399	0.028
Lastik	0.798	0.762	0.843	0.034

(*) Sürtünme katsayısı değerlerinde ortalama değerler, dinamik, maksimum değerler ise statik sürtünme katsayısı değerleridir.

Kürklü ve Bilgin (2007), yaptıkları araştırmada, pamuk ve susam bitki saplarının katı yakıt olarak kullanılması için briketlenmesi ve briketlerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi üzerinde çalışmışlardır. Bitki saplarının briketlenmesi için 15 kW gücünde konik helezon tip briketleme makinası kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan pamuk ve susam bitki saplarının nem içerikleri sırası ile %8.83 ve %9.55'dir. Elde edilen briketlerin yoğunluğu, kırılma direnci, düşme-dayanıklılık direnci, su alma direnci, nem içeriği ve eşdeğer nem içeriği (hava nemi direnci) belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada, briketleme makinasının kapasitesi belirlenmiş ve enerji tüketim değerleri ölçülmüştür. Briketleme işlemi süresince ortalama 57 mm çapında 25 mm merkez delikli silindirik briketler elde edilmiştir. Fiziksel testler sonunda briketlerin yüksek kırılma, düşme-dayanıklılık ve su alma direnci ve eşdeğer nem içeriğinden dolayı oldukça sağlam yapıda oldukları belirlenmiştir. Briketleme makinasının ortalama briket üretim kapasitesi ve elektrik enerjisi tüketimi pamuk ve susam sapları için sırasıyla 73 kg/h ve 8.25 kWh, 60 kg/h ve 7.38 kWh olarak bulunmuştur. Pamuk ve susam sapı briketlerinin yoğunlukları birbirine yakın ve oldukça yüksek değerlerde bulunmuştur.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırmada kullanılan bitkisel materyal

Araştırmada materyal olarak, GAP bölgesinde yetişen kırmızı çeşit antepfıstığı kullanılmıştır.

Ticarette ve standartta antepfıstıkları, meyve, şekil ve biçimlerine göre iki gruba ayrılmaktadır. Ülkemizde ise üç gruba ayrılmaktadır.

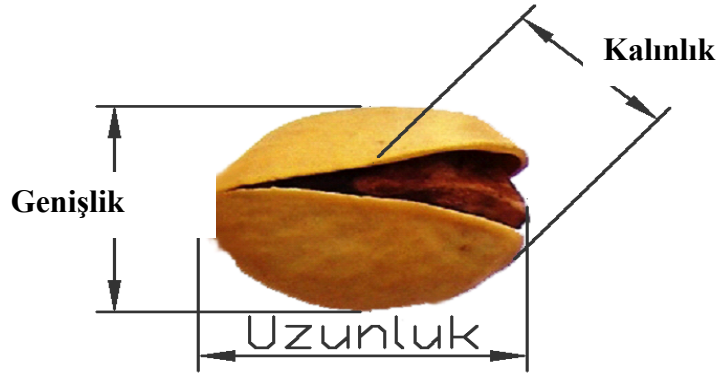
- Uzun antepfıstığı grubu (Uzun, Halebi, Sultani, Ketengömleği)
- Oval antepfıstığı grubu (Siirt, Kırmızı)
- Yuvarlak antepfıstığı grubu (Ohadi, Kerman, Seleksiyon 14)

Araştırmada kullanılan kırmızı çeşit antepfıstığı iç ve dış kabukları Şanlıurfa ilinden temin edilmiştir. İç kabuk olarak sert kemiksi kabuk, dış kabuk olarak ise kırmızı kabuk üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Kırmızı çeşidin özellikleri Çizelge 3.1 de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kırmızı çeşidin meyve özellikleri (Tekin ve ark., 1991)

Meyve Cinsi	Özellikler	Sonuç
Kuru Kırmızı Kabuklu Meyve	Şekil	Uzun
	Dış Kabuk Rengi	Kırmızimsı Mor
	Çıtlama Oranı (%)	67
Sert Kabuklu Meyve	Kabuk Rengi	Koyu Kemik rengi
	Sert Kabuktan Ayrılma Direnci	Orta

Şekil 3.1.' de antepfıstığı tanesinin genişliği, uzunluğu ve kalınlığı gösterilmiştir. Antepfıstığı sınıflandırması yapılırken uzunluk üzerinde sınıflandırmalar yapılmaktadır.



Şekil 3.1. Antepfistığı tanesinin genişlik, uzunluk ve kalınlık ebatlarının gösterilmesi

Şekil 3.2. ve şekil 3.3’ de araştırmada kullandığımız antepfistığı kabuk örnekleri görülmektedir. Antepfistığı iç kabuğu aynı zamanda kalın, sarı ve kemiksi kabuk olarak da farklı isimlerle tanımlanmaktadır. Antepfistığı dış kabuğu ise ince ve kırmızı kabuk olarak da farklı isimlerle tanımlanmaktadır.



Şekil 3.2. Antepfistığı iç (kemişli-kalın-sarı) kabuğu



Şekil 3.3. Antepfistığı dış (ince-kırmızı) kabuğu

Araştırmada kullanılan antepfistığı kabuklarının parçalanıp briketleme için uygun boyutlara getirilmesinde 2 kW gücünde elektrik motorundan hareket alan, 32 bıçaklı çekiçli değirmen kullanılmıştır.

Parça haline getirilen öğütülmüş materyaller Şekil 3.4 ve Şekil 3.5’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Antepfistığı iç (kemiksi-kalın-sarı) kabuk parçacıkları



Şekil 3.5. Antepfıstığı dış (ince-kırmızı) kabuk parçacıkları

3.1.2. Araştırmada kullanılan antepfıstığı kabuklarının fiziksel özellikleri

Tarım makinalarının amaca uygun bir şekilde tasarlanabilmesi için, tarım ürünlerinin fiziksel özellikleri ile makine karakteristiklerinin matematik araçlar kullanılarak fizik yasaları çerçevesinde birleştirilmesini sağlayan kuramsal temel, bir dayanak olduğundan tasarlanacak makinenin geliştirilmesinde hangi fiziksel özelliklerin yararlı olacağı bilinmelidir. Bu amaçla fiziksel özelliklerin laboratuvar koşullarında önceden saptanması gerekir (Güzel ve ark., 1996).

Parça boyutlarını tespit etmede Harran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Fiziko-Kimya Laboratuvarı'nda bulunan şekil 3.6.'da gösterilen elek cihazı kullanılmıştır.



Şekil 3.6. Elek Cihazı

3.1.3. Araştırmada kullanılan antepfıstığı kabuklarının kimyasal özellikleri

Araştırmada kullanılan malzemelerin kimyasal özelliklerini tespit için Harran Üniversitesi Merkez Laboratuvarı HÜMEL’ de analiz ve ölçümler yapılmıştır.

3.1.4. Briketlemede kullanılacak materyal

Çalışmada briketlenecek materyal olarak tarımsal üretimden sonra ortaya çıkan ve çekilerek toz hale getirilen antepfıstığı iç ve dış kabukları kullanılmıştır. İç ve dış kabuklar %50 oranında toz haline getirilmiş zeytin pirinası ile karıştırılarak briketlenmiştir.

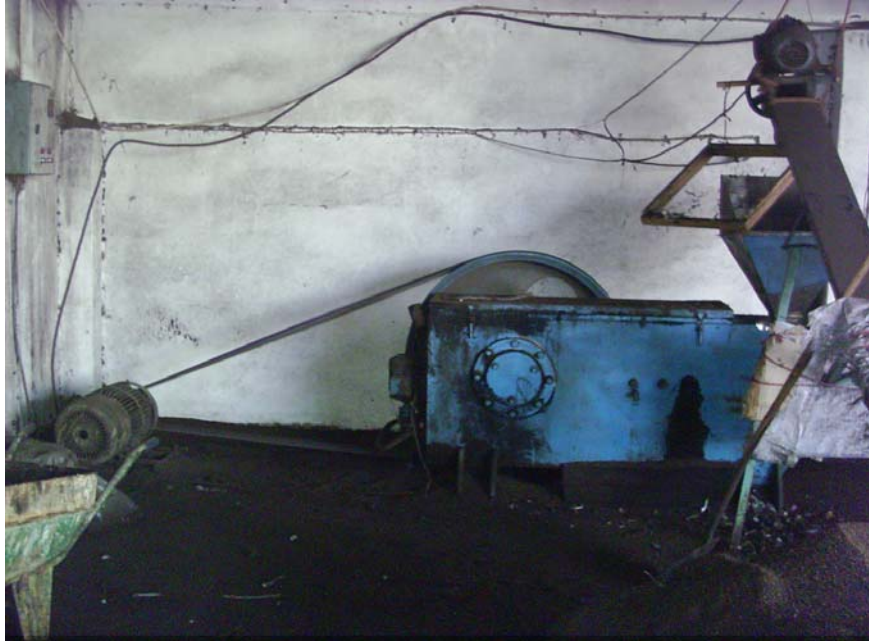
Pirina zeytinyağı fabrikalarının bir artığı olup Akdeniz ülkelerinde görülen önemli bir biyokütledir. Zeytinyağı üretiminden geriye kalan zeytin çekirdeği ve posasından oluşan bir katı atıktır. Zeytinyağı üretim teknolojisine göre %2-12 yağ içeren “ham pirina”, yağı alındıktan sonra “yağsız pirina” adını almaktadır. Pirina tek

başına yakıt olarak kullanılabilceği gibi diğer yakıtlarla birlikte yakılabilir (Akın, 2005).

Briketleme sırasında herhangi bir yapıştırıcı madde kullanılmamıştır. Briketleme sonucunda 94 mm çapında ve boyları 20 ile 30 cm arasında değişen briketler elde edilmiştir.

3.1.5. Briketlemede kullanılan makinanın ve malzemelerin özellikleri

Materyallerin briketlenmesinde Gaziantep ili Nizip ilçesinde bulunan Uygur Kardeşler Zeytinyağı ve Pirina Fabrikasında bulunan resimleri şekil 3.7. ve 3.8. de gösterilen pistonlu briketleme makinası kullanılmıştır. Makine yerel imkanlarla ilçede bulunan torna ustaları tarafından imal edildiğinden herhangi bir markası ve standartlara uygun bir özelliği bulunmamaktadır.



Şekil 3.7. Araştırmada kullanılan briketleme makinesi yan görünüşü



Şekil 3.8. Araştırmada kullanılan briketleme makinesi ön görünüşü

Tarımsal atıkların ve briketlerin nem içeriğinin belirlenmesinde Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde bulunan ve resmi şekil 3.9.' da verilen Selecta marka kurutma fırını (etüv) ve kül içeriğinin belirlenmesinde ise Protherm marka laboratuvar tipi kül fırını kullanılmıştır.

Briketlerin yoğunluğunun belirlenmesinde yardımcı materyal olarak briketlerin su emmesini engelleyen parafilm kullanılmıştır. Parafilm laboratuvarlarda kullanımı en yaygın olan yapışkan filmidir. Başka herhangi bir filmin kullanılmasının mümkün olmadığı en pürüzlü yüzeylere bile yapıştırılır. %200 e kadar uzatılıp genişletilerek istenen yüzeye yapıştırılır

Antepfıstığı kabuklarının hacim ağırlığını belirlemek amacıyla Isotherm marka beher kabı (dereceli silindir) kullanılmıştır. Su emme direncini tespit edebilmek için 1/100 göstergeli Protech marka 168-CE tip kronometre kullanılmıştır. Fıstık kabuklarının ve briketlerin ağırlık ölçümleri için S.Scale marka hassas terazi kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Antepfıstığı kabuklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi

Antepfıstığı iç ve dış kabukları üretim yapan bir fabrikadan alınarak dış ortamda kurutulmuş ve daha sonra çekiçli değirmende parçalanarak boyutları küçültülmüştür.

Küçültülen fıstık kabukları ilk olarak Harran Üniversitesi Merkez Laboratuvarında bulunan Thermocenter marka fırında 105 °C' de (Şekil 3.9) 24 saat bekletilmiş, önceki ve sonraki ağırlıkları ölçülerek gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda fıstık kabuklarının nem oranı belirlenmiştir. Ölçümlerde numuneler 2 g üzerinden değerlendirilmiştir.



Şekil 3.9. Kurutma Fırını

Antepfıstığı kabuklarının fiziksel özelliklerini tespit için Harran Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünde bulunan Fiziko-Kimya Laboratuvarı kullanılmış olup, örnekler ASTM E 11 standardına göre Retsch marka elek cihazında (Şekil 3.10) 50 titreşim hızında 15 dakika süre ile eleme işlemine tabii tutulmuştur.

Dış kabuk boyutları için 0.315 mm, 0.45 mm, 0.50 mm, 0.60 mm, 0.71 mm, 0.85 mm boyutlarındaki dairesel şekilli elekler kullanılmıştır.

İç kabuk boyutları için 0.315 mm, 0.45 mm, 0.50 mm, 0.60 mm, 0.71 mm, 0.85 mm, 1.00 mm ve 1.18 mm boyutlarındaki elekler kullanılmıştır.

İç ve dış kabukların yoğunluklarını hesaplamak için ise hacmi belirli bir ölçü kabına materyaller belirli bir yükseklikten doldurulmuş ve doldurulan materyalin ağırlığı tartılarak kaydedilmiştir. Materyal yoğunluğu materyal ağırlığının kabın hacmine bölünmesi ile hesaplanmıştır.



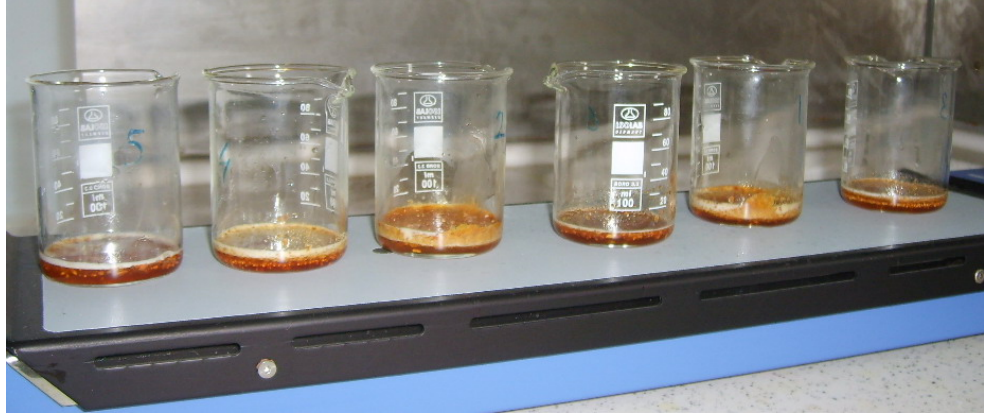
Şekil 3.10. Yoğunluk tespit düzeneği

Antepfıstığı kabuklarının kimyasal özelliklerini tespit için ise Harran Üniversitesi Merkez Laboratuvarı kullanılmış olup, kabuklar kimyasal olarak soğuk yakma yöntemiyle incelenmiştir. İnceleme sonucunda iç ve dış kabuktaki K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Pb, Co ve Ni elementleri incelenmiştir.

Şekil 3.11. ve şekil 3.12.’ de antepfıstığı kabuklarının kimyasal özelliklerini tespit etmek için kullanılan tespit düzeneği ve ıslak tespit yoluyla kimyasal özelliklerinin tespit edilmesi gösterilmektedir.



Şekil 3.11. Kimyasal özellik tespit düzeneği



Şekil 3.12. Kimyasal incelemeye tabi tutulan numuneler

3.2.2. Briket ile ilgili özellikler

Çekiçli değirmende parçalanarak boyutları küçültülen materyaller briket eldesi için herhangi bir yapıştırıcı madde kullanılmadan, %50 oranında zeytin pirinası ile karıştırılarak piston tip briketleme makinasında briketlenmiştir.

Briketleme sonucunda 94 mm çapında ve 20-30 cm arası uzunluklarında briketler elde edilmiştir. Şekil 3.13 ve Şekil 3.14’ de elde edilen dış kabuk briketleri, Şekil 3.15 ve Şekil 3.16’ da ise elde edilen iç kabuk briketleri görölmektedir.



Şekil 3.13. Briket dış kabuk üstten görünüşü



Şekil 3.14. Briket dış kabuk yandan görünüşü



Şekil 3.15. Briket iç kabuk üstten görünüşü



Şekil 3.16. Briket iç kabuk yandan görünüşü

Briketlerin fiziksel testleri ile ilgili olarak yoğunluk, kırılma (shatter) direnci, su alma direnci, nem içeriği, eşdeğer nem içeriği (hava nemi direnci), kül içeriği belirlenmiştir. Testlerden önce briketler 21 gün süre ile kapalı ortamda çevre şartlarında bekletilmiştir.

3.2.2.1. Yoğunluk

Briketleme öncesi materyal yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla hacmi belirli bir ölçü kabına materyaller 4 cm yükseklikten doldurulmuş ve doldurulan materyalin ağırlığı tartılarak kaydedilmiştir. Materyal yoğunluğu materyal ağırlığının kabın hacmine bölünmesi ile hesaplanmıştır.

Briket yoğunluğunun belirlenmesi amacı ile ise su sızdırma, su yer değiştirme yöntemi (water displacement) kullanılmıştır. Briketlerin su emmesini engellemek amacı ile briketler parafilmle kaplanmıştır. Briketler tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir. Parafilmli briketler daha sonra suya daldırılmış ve yer değiştiren suyun miktarı ölçülerek briketlerin hacmi kaydedilmiştir. Briketin yoğunluğu briketin orijinal ağırlığının hacmine bölünmesi yoluyla hesaplanmıştır.

3.2.2.2. Kırılma (shatter) direnci

Kırılma direnci belirli ölçüde eleklerle sahip bir dönüş tamburunda veya belirlenmiş bir yükseklikten (1m) 10 kez yere düşürülmesiyle ölçülebilir. Bu şekilde briketlerin yükleme, taşıma, boşaltma, depolama ve yakmaya götürülmesi sırasında oluşacak kayıplar hakkında bilgi edinilir (CRA 1987, Lindley ve Vossoughi 1989). Bu denemeler briketlemenin kalitesi hakkında bilgi vermektedir. Bu deneyde elde edilen sonuçlara göre briketlerin sağlamlığı ve kalitesi 0.5-1.0 arasında değerlendirmeye tabi tutulur. Ancak bu değerlendirmeyi yorumlamak zordur.

Kırılma direncinin belirlenmesinde, briketler test öncesi tartılmış ve ağırlıkları kaydedilmiştir. Daha sonra briketler 1 m yükseklikten 10 kez yere düşürülmüş ve tekrar tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir. Kırılma sonucu meydana gelen kayba bağlı olarak kırılma direnci yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.3. Su alma direnci

Su alma direnci suyun içine daldırılan briket tarafından absorbe edilen suyun yüzde olarak ölçüsüdür. Briket ağırlıkları suya daldırılmadan önce tartılarak kaydedilmiştir. Daha sonra her bir briket yaklaşık 11 °C sıcaklıktaki soğuk şebeke

suyuna daldırılmış ve 1. ve 2. dakikanın sonunda tekrar tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir. Ağırlıktaki artışa bağlı olarak su alma direnci 1. ve 2. dakika sonu için yüzde olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.4. Nem içeriği

Briketler üretildikten sonra daldırmayla nem içeriğinin yüzdelerik ölçüsüdür. Materyallerin ve briketlerin nem içeriğinin belirlenmesi amacıyla materyal ve briket örnekleri 105 °C’ de 24 saat süreyle kurutma fırınında kurutulmuştur. Kurutmadan önce ve sonra örnekler tartılmış ve ağırlıkları kaydedilmiştir. Oluşan ağırlık farkının kurutmadan önceki ağırlığa bölünmesi ile yüzde olarak nem içeriği belirlenmiştir.

3.2.2.5. Eşdeğer nem içeriği (hava nemi direnci)

Bu testte ise üretilen briketler belirli bir süre (7 gün-21 gün) normal çevre şartlarında veya 20 °C çevre sıcaklığı ve % 20 hava nemi şartlarında (% 30 minimum - % 95 maksimum) bekletilmekte, daha sonra ilk ve son ağırlıkları kaydedilerek ağırlık farkları nem içeriği olarak ölçülmektedir. Hava direnci nem değeri özellikle briketin yakıcılarda yanması sırasında, yakma kalitesini etkilemesi açısından önemli bir parametre olarak kendini göstermektedir.

3.2.2.6. Kül içeriği

Kül içeriğinin belirlenmesi amacıyla materyal örnekleri önce kurutma fırınında kurutulmuş daha sonra kül fırınında 550 °C sıcaklıkta ağırlık sabit kalıncaya kadar yakılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Antepfıstığı İç ve Dış Kabuklarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Bu çalışmada antepfıstığı iç ve dış kabuklarının mekanizasyona yönelik olarak fiziksel ve kimyasal özelliklerinden; boyut analizi, yoğunluk, element analizi, nem içeriği tespit edilmiştir.

4.1.1. Boyut analizi

Antepfıstığı iç ve dış kabukları çekiçli değirmende çekilerek Şekil 4.1.' de gösterilen boyut analizi örnekleri Harran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fiziko-Kimya Laboratuvarında ASTM E 11 standardına göre Retsch marka elek cihazında boyut analizi yapılmış ve elde edilen sonuçlar, dış kabuk için çizelge 4.1' de, iç kabuk için ise 4.2' de verilmiştir.



Şekil 4.1. Boyut analizi örnekleri

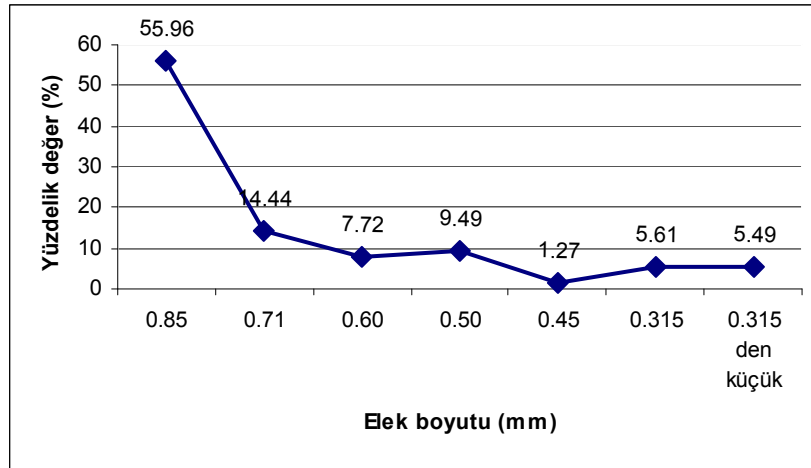
Yapılan antepfıstığı dış kabuk analizinde alınan toplam kütle 26.03 g olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen kütle toplam 7 adet elek üzerinden geçirilmiştir. Bu elek boyutları 0.85 mm, 0.71 mm, 0.60 mm, 0.50 mm, 0.45 mm, 0.315 mm ve 0.315 mm den daha düşük eleklerdir. 1. olarak 0.85 mm' lik elekte kalan kütle 14.57 g olarak tespit edilmiştir. Bu elek üzerinde kalan öğütülmüş materyal tüm materyal kütlelerinin yüzdelik olarak %55.96' sı kadardır. 2. olarak 0.71 mm' lik elekte kalan kütle 3.76 g olarak tespit edilmiştir. Bu elek üzerinde kalan öğütülmüş materyal tüm materyal kütlelerinin yüzdelik olarak %14.44' ü kadardır. 3. olarak 0.60 mm' lik elekte kalan kütle 2.01 g olarak tespit edilmiştir. Bu elek üzerinde kalan öğütülmüş

materyal tüm materyal kütesinin yüzelik olarak %7.72' si kadardır. 4. olarak 0.50 mm' lik elekte kalan kütle 2.47 g olarak tespit edilmiştir. Bu elek üzerinde kalan öğütölmüş materyal tüm materyal kütesinin yüzelik olarak %9.49' u kadardır. 5. olarak 0.45 mm' lik elekte kalan kütle 0.33 g olarak tespit edilmiştir. Bu elek üzerinde kalan öğütölmüş materyal tüm materyal kütesinin yüzelik olarak %1.27' si kadardır. 6. olarak 0.315 mm' lik elekte kalan kütle 1.46 g olarak tespit edilmiştir. Bu elek üzerinde kalan öğütölmüş materyal tüm materyal kütesinin yüzelik olarak %5.6' sı kadardır. Son olarak 0.315 mm' den daha düşük olarak incelenen elekte kalan kütle 1.43 g olarak tespit edilmiştir. Bu elek üzerinde kalan öğütölmüş materyal tüm materyal kütesinin yüzelik olarak %5.49' u kadardır.

Çizelge 4.1 ve şekil 4.2' den göröldüğü gibi incelenen malzemenin %87.61 lik kısmı 0.50 mm' den daha büyük eleklerde kalmıştır. Bu da incelemenin bundan sonraki kısımlarında daha büyük boyutlu eleklerin kullanılmasının daha faydalı olacağını göstermektedir. Özellikle 1 mm' lik, 1.25 mm' lik ve 1.50 mm' lik elekler kullanılmalıdır.

Çizelge 4.1. Antepfistığı dış kabuğunun boyut analizi

Elek Boyutu (mm)	Elek üzerinde kalan malzeme kütesi (g)	Elek üzerinde kalan malzemenin tüm malzemedeki yüzelik oranı (%)
0.85	14.57	55.96
0.71	3.76	14.44
0.60	2.01	7.72
0.50	2.47	9.49
0.45	0.33	1.27
0.315	1.46	5.61
0.315 den küçük	1.43	5.49
TOPLAM	26.03	100.00



Şekil 4.2. Antepfıstığı dış kabuk boyut analizi değışimi

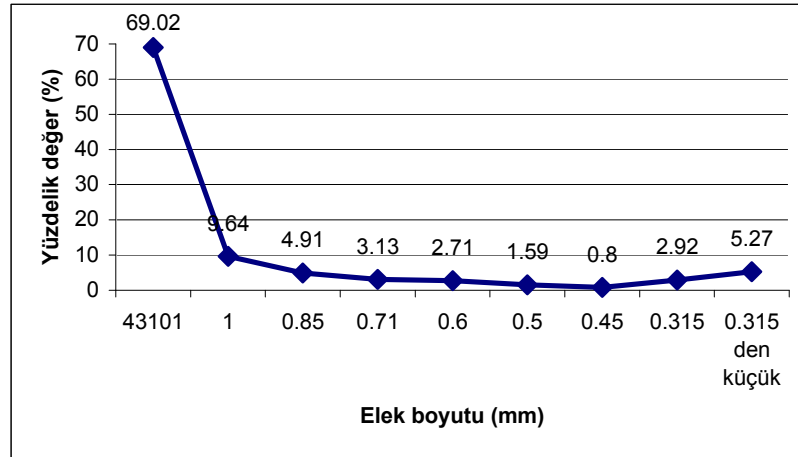
Antepfıstığı iç kabuk analizinde ise alınan toplam kütle 47.22 g olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen kütle toplam 9 adet elek üzerinden geçirilmiştir. Bu elek boyutları 1.18 mm, 1.00 mm, 0.85 mm, 0.710 mm, 0.60 mm, 0.50 mm, 0.45 mm, 0.315 mm ve 0.315 mm den daha düşük eleklerdir. 1. olarak 1.18 mm' lik elekte kalan kütle 32.59 g olarak tespit edilmiştir. Bu elek üzerinde kalan öğütülmüş materyal tüm materyal kütlelerinin yüzdelerik olarak %69.04' ü kadardır. 2. olarak 1.00 mm' lik elekte kalan kütle 4.55 g olarak tespit edilmiştir. Bu elek üzerinde kalan öğütülmüş materyal tüm materyal kütlelerinin yüzdelerik olarak %9.64' ü kadardır. 3. olarak 0.85 mm' lik elekte kalan kütle 2.32 g olarak tespit edilmiştir. Bu elek üzerinde kalan öğütülmüş materyal tüm materyal kütlelerinin yüzdelerik olarak %4.91' i kadardır. 4. olarak 0.71 mm' lik elekte kalan kütle 1.48 g olarak tespit edilmiştir. Bu elek üzerinde kalan öğütülmüş materyal tüm materyal kütlelerinin yüzdelerik olarak %3.13' ü kadardır. 5. olarak 0.60 mm' lik elekte kalan kütle 1.28 g olarak tespit edilmiştir. Bu elek üzerinde kalan öğütülmüş materyal tüm materyal kütlelerinin yüzdelerik olarak %2.71' i kadardır. 6. olarak 0.50 mm' lik elekte kalan kütle 0.75 g olarak tespit edilmiştir. Bu elek üzerinde kalan öğütülmüş materyal tüm materyal kütlelerinin yüzdelerik olarak %1.59' u kadardır. 7. olarak 0.45 mm' lik elekte kalan kütle 0.38 g olarak tespit edilmiştir. Bu elek üzerinde kalan öğütülmüş materyal tüm materyal kütlelerinin yüzdelerik olarak %0.80' i kadardır. 8. olarak 0.315 mm lik elekte kalan kütle 1.38 g olarak tespit edilmiştir. Bu elek üzerinde kalan öğütülmüş materyal tüm materyal kütlelerinin yüzdelerik olarak %2.92' si kadardır. Son olarak 0.315 mm' den daha düşük olarak incelenen elekte kalan kütle 2.49 g olarak tespit

edilmiştir. Bu elek üzerinde kalan öğütülmüş materyal tüm materyal kütesinin yüzdelik olarak %5.28' i kadardır.

Çizelge 4.2 ve şekil 4.3' den görüldüğü gibi incelenen malzemenin %83.57 lik kısmı 0.85 mm' den daha büyük eleklerde kalmıştır. Bu da bizi incelemenin bundan sonraki kısımlarında daha büyük boyutlu eleklerin kullanılmasının daha faydalı olacağını göstermektedir. Özellikle elek çapı olarak 1.25 mm' lik, 1.50' mm lik ve 1.75' mm lik elekler kullanılmalıdır.

Çizelge 4.2. Antepfıstığı iç kabuğunun boyut analizi

Elek Boyutu (mm)	Elek üzerinde kalan malzeme kütlesi (g)	Elek üzerinde kalan malzemenin tüm malzemedeki yüzdelik oranı (%)
1.18	32.59	69.02
1.00	4.55	9.64
0.85	2.32	4.91
0.71	1.48	3.13
0.60	1.28	2.71
0.50	0.75	1.59
0.45	0.38	0.80
0.315	1.38	2.92
0.315 den küçük	2.49	5.27
TOPLAM	47.22	100.00



Şekil 4.3. Antepfıstığı iç kabuk boyut analizi değişimi

4.1.2. Yoğunluk

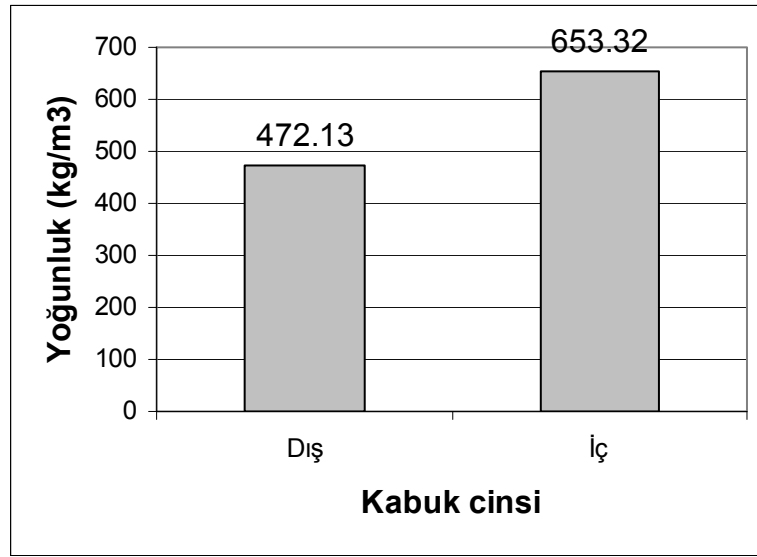
Malzeme yoğunluğunun tespiti için öğütülüp toz haline getirilen antepfıstığı dış kabuğu 3.35 g olarak tartılmış ve bu ağırlık dereceli silindir kaptta 7.5 ml yer kaplamıştır. Yoğunluk 472.13 kg/m^3 olarak ölçülmüştür.

Antepfıstığı iç kabuğu ise 4.25 g olarak tartılmış ve bu ağırlık dereceli silindir kaptaki 6.5 ml yer kaplamıştır. Yoğunluk 653.32 kg/m^3 olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.3.' de bu ölçümlere ait değerler verilmiştir. Ölçümler sıkıştırılmamış materyal ile yapılmıştır. İç kabuk yoğunluğu dış kabuk yoğunluğuna göre daha yüksek çıkmıştır.

Çizelge 4.3. Öğütülmüş antepfıstığı iç ve dış kabuk yoğunluk değerleri (sıkıştırılmamış)

Malzeme	Ağırlık (g)	Ölçülen Değer (ml)	Yoğunluk (kg/m^3)
Dış Kabuk	3.35	7.5	472.13
İç Kabuk	4.25	6.5	653.32



Şekil 4.4. Antepfıstığı iç ve dış kabuk yoğunluk değerleri değişimi

4.1.3. Element analizi

Çalışmada antepfıstığı iç ve dış kabuklarında daha önceden belirlenen 10 adet elementin analizi yapılmış ve bu elementlere ait değerler Çizelge 4.4. ve 4.5. de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 incelendiğinde antepfıstığı dış kabuğu içinde analiz değeri olarak mg/kg cinsinden en zengin elementler Potasyum(K) ve Kalsiyum (Ca) tespit edilmiştir. Analiz değeri olarak mg/kg cinsinden Kobalt (Co) ve Kurşun (Pb) en düşük değer olarak ölçülmüştür. Demir (Fe) ve Sodyum (Na) elementleri ölçülen analiz değerleri ortalama değerden farklı olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Antepfıstığı dış kabuğu element analizi

Element Adı	Simgesi	1.Analiz Değeri (mg/kg)	2.Analiz Değeri (mg/kg)	Ortalama Değer (mg/kg)
Sodyum	Na	156.4893	226.4077	191.4485
Potasyum	K	20 140.99	19 091.65	19 616.32
Kalsiyum	Ca	5 929.062	6 601.041	6 265.052
Magnezyum	Mg	1 184.088	1 300.43	1 242.259
Demir	Fe	198.9958	108.2043	153.6
Bakır	Cu	5.11572	5.16436	5.14004
Çinko	Zn	15.17472	17.16875	16.17174
Kurşun	Pb	0.97716	0.74169	0.859425
Kobalt	Co	0.08622	0.10988	0.09805
Nikel	Ni	0.97716	0.93398	0.95557

Çizelge 4.5 incelendiğinde antepfıstığı iç kabuğu içinde analiz değeri olarak mg/kg cinsinden en zengin elementler Potasyum(K) ve Kalsiyum (Ca) tespit edilmiştir. Analiz değeri olarak mg/kg cinsinden Kobalt (Co) ve Nikel (Ni) en düşük değer olarak ölçülmüştür. Demir (Fe) ve Sodyum (Na) elementleri ölçülen analiz değerleri ortalama değerden farklı olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Antepfıstığı iç kabuğu element analizi

Element Adı	Simgesi	1.Analiz Değeri (mg/kg)	2.Analiz Değeri (mg/kg)	Ortalama Değer (mg/kg)
Sodyum	Na	119.8883	87.64377	103.766
Potasyum	K	3 928.758	4 856.696	4 392.727
Kalsiyum	Ca	1 387.855	1 671.55	1 529.702
Magnezyum	Mg	318.1518	390.3487	354.2503
Demir	Fe	30.86676	65.81812	48.34244
Bakır	Cu	2.1555	3.54363	2.849565
Çinko	Zn	6.52398	10.90559	8.714785
Kurşun	Pb	0.31614	0.57687	0.446505
Kobalt	Co	0.02874	0.02747	0.028105
Nikel	Ni	0.22992	0.30217	0.266045

4.1.4. Nem içeriği

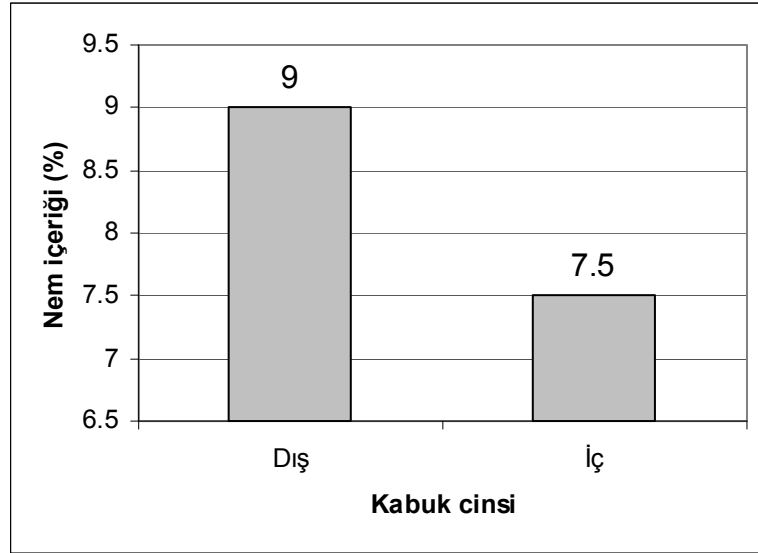
Antepfıstığı iç ve dış kabuğu için nem içerikleri Çizelge 4.6.' da verilmiştir. Buna göre antepfıstığı iç kabuğu kurutmadan önceki ağırlığı 2 g olarak ölçülmüş, kurutmadan sonraki ağırlığı ise 1.85 g olarak ölçülmüştür. Aradaki ağırlık farkı 0.15 g , nem içeriği ise % 7.5 olarak tespit edilmiştir.

Antepfıstığı dış kabuğu kurutmadan önceki ağırlığı 2 g olarak ölçülmüş, kurutmadan sonraki ağırlığı ise 1.82 g olarak ölçülmüştür. Aradaki ağırlık farkı 0.18 g , nem içeriği ise % 9 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. ve şekil 4.5.' den de görüldüğü gibi nem içeriği olarak dış kabuk değeri iç kabuk değerine göre daha yüksek çıkmıştır. Sonuç iç kabuğun daha kuru bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.6. Antepfıstığı iç ve dış kabuğu nem içeriği değerleri

Malzeme adı	Kurutmadan önceki ağırlığı (g)	Kurutmadan sonraki ağırlığı (g)	Ağırlık farkı (g)	Nem içeriği (%)
İç kabuk	2	1.85	0.15	7.5
Dış kabuk	2	1.82	0.18	9



Şekil 4.5. Antepfıstığı iç ve dış kabuk nem içeriği değerleri değişimi

4.1.5. Kül içeriği

Antepfıstığı iç kabuğu malzeme kül içeriği olarak 1.örnekte ilk ağırlık olarak 3.578 g ölçülmüş, yakma sonucu ağırlık 0.065 g' a düşmüş ve aradaki fark 3.513 g olarak tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak kül içeriği %1.81 olarak görülmüştür.

2.örnekte ilk ağırlık olarak 3.496 g ölçülmüş, yakma sonucu ağırlık 0.068 g' a düşmüş ve aradaki fark 3.428 g olarak tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak kül içeriği %1.94 olarak görülmüştür.

Ortalama değer olarak % 1.88 tespit edilmiştir. Yakma sonucunda oluşan değerler çizelge 4.7' de verilmiştir. Sonuç öğütülmüş olarak denemesi yapılan antepfıstığı iç kabuğunun yakma için elverişli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.7. Antepfıstığı iç kabuğu malzeme kül içerikleri

Malzeme	Önceki kütle (g)	Yakma sonucu kütle (g)	Fark kütle (g)	Kül içeriği (%)
1.örnek	3.578	0.065	3.513	1.81
2.örnek	3.496	0.068	3.428	1.94
ORTALAMA				1.88

Antepfıstığı dış kabuğu malzeme kül içeriği olarak 1.örnekte ilk ağırlık olarak 2.550 g ölçülmüş, yakma sonucu ağırlık 0.155 g' a düşmüş ve aradaki fark 2.395 g olarak tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak kül içeriği %6.07 olarak görülmüştür.

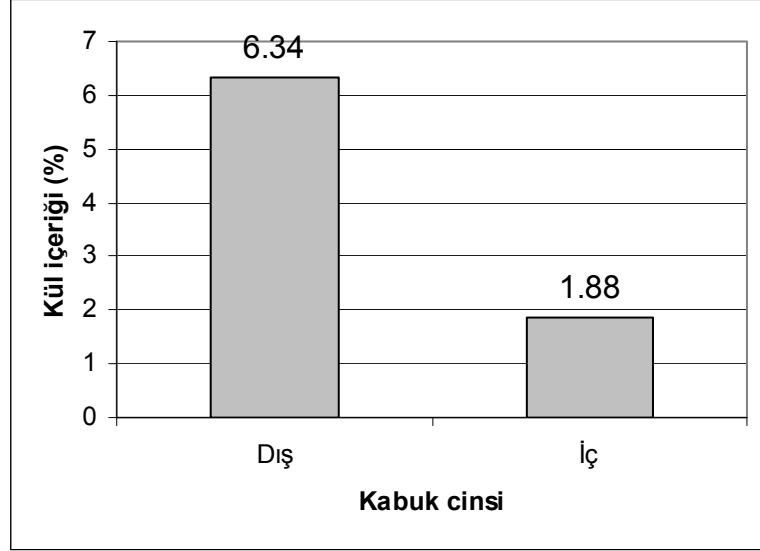
2.örnekte ilk ağırlık olarak 2.633 g ölçülmüş, yakma sonucu ağırlık 0.174 g' a düşmüş ve aradaki fark 2.459 g olarak tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak kül içeriği %6.60 olarak görülmüştür.

Ortalama değer olarak % 6.34 tespit edilmiştir. Yakma sonucunda oluşan değerler çizelge 4.8' de verilmiştir. Öğütülmüş halde denemesi yapılan antepfıstığı dış kabuğunun kül içeriğinin iç kabuğa göre 3 kat daha fazla değere sahip olduğu görülmüştür. Bu sonuç yakma için iç kabuğun dış kabuğa göre daha elverişli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.8. Antepfıstığı dış kabuğu malzeme kül içerikleri

Malzeme	Önceki kütle (g)	Yakma sonucu kütle (g)	Fark kütle (g)	Kül içeriği (%)
1.örnek	2.550	0.155	2.395	6.07
2.örnek	2.633	0.174	2.459	6.60
ORTALAMA				6.34

Şekil 4.6.' dan görüldüğü gibi öğütülmüş halde bulunan antepfıstığı dış kabuk kül içeriği değerinin iç kabuk kül içeriği değerine göre daha düşük çıkmıştır. Ardaki yaklaşık 3 katlık fark iç kabuğun dış kabuğa göre yanmaya karşı daha elverişli olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.6. Antepfıstığı iç ve dış kabuğu malzeme kül içeriği değişimi

4.2. Briket ile İlgili Sonuçlar

4.2.1. Yoğunluk

Antepfıstığı iç ve dış kabuk briketlerinin yoğunluk değerlerine ait çizelgeler aşağıya çıkarılmıştır. Çizelge 4.9' da bulunan iç kabuk briket yoğunluk değeri sayısal analiz olarak birbirine yakın olmamakla birlikte ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

1.örnekteki antepfıstığı iç kabuk briket ağırlığı 62 g olarak ölçülmüş ve ölçülen değer 70 ml yer kaplamıştır. Buna bağlı olarak da yoğunluk 885 kg/m^3 olarak tespit edilmiştir. 2.örnekteki antepfıstığı iç kabuk briket ağırlığı 32 g olarak ölçülmüş ve ölçülen değer 40 ml yer kaplamıştır. Buna bağlı olarak da yoğunluk 800 kg/m^3 olarak tespit edilmiştir. Ortalama değer olarak 842.5 kg/m^3 bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Antepfıstığı iç kabuk briket yoğunluk değerleri

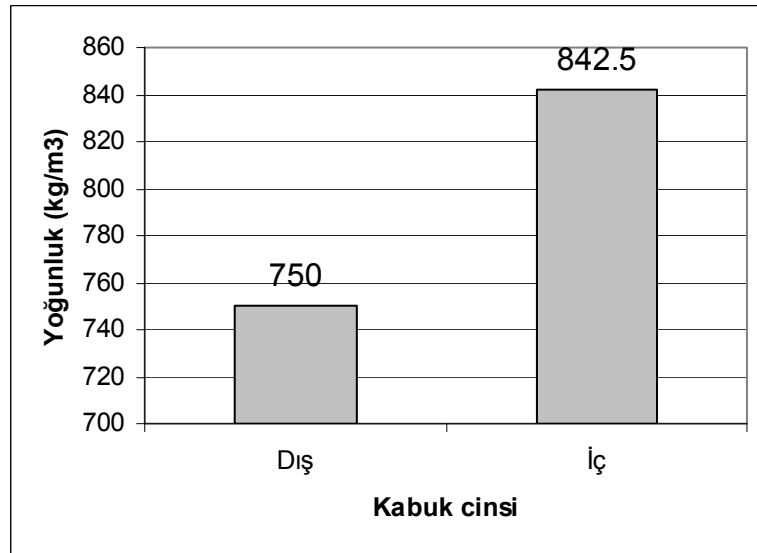
Malzeme	Ağırlık (g)	Ölçülen Değer (ml)	Yoğunluk (kg/m ³)
1.örnek	62	70	885
2.örnek	32	40	800
ORTALAMA			842.5

Çizelge 4.9 da bulunan iç kabuk briket yoğunluk değeri sayısal analiz olarak her iki ölçümde de aynı çıkmıştır. 1.örnekteki antepfıstığı dış kabuk briket ağırlığı 60 g olarak ölçülmüş ve ölçülen değer 80 ml yer kaplamıştır. Buna bağlı olarak da yoğunluk 750 kg/m³ olarak tespit edilmiştir. 2.örnekteki antepfıstığı dış kabuk briket ağırlığı 30 g olarak ölçülmüş ve ölçülen değer 40 ml yer kaplamıştır. Buna bağlı olarak da yoğunluk 750 kg/m³ olarak tespit edilmiştir. Ortalama değer olarak 750 kg/m³ bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Antepfıstığı dış kabuk briket yoğunluk değerleri

Malzeme	Ağırlık (g)	Ölçülen Değer (ml)	Yoğunluk (kg/m ³)
1.örnek	60	80	750
2.örnek	30	40	750
ORTALAMA			750

Şekil 4.7. iç kabuk briket değerinin dış kabuk briket değerine daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu sonuç bize iç kabuğun dış kabuğa daha fazla sıkıştırılabildiğini göstermektedir.



Şekil 4.7. Antepfıstığı iç ve dış kabuk briket yoğunluk değerleri değişimi

4.2.2. Kırılma (shatter) direnci

Kırılma direncinin belirlenmesinde antepfıstığı iç kabuk briketi ağırlığı 895 g olarak tespit edilmiş, 1. düşme sonucunda ağırlık 875 g' a düşmüş ve bu ağırlık alınan örneğin %97.76' sına karşılık gelmiştir. 2. düşme sonucunda ağırlık 839 g' a düşmüş ve bu ağırlık örneğin %93.74' üne karşılık gelmiştir. 3. düşme sonucunda ağırlık 801 g' a düşmüş ve bu ağırlık esas numunenin %89.49' una karşılık gelmiştir. 4. düşme sonucunda ağırlık 785 g' a düşmüş ve bu ağırlık örneğin %87.40' ina karşılık gelmiştir. 5. düşme sonucunda ağırlık 742 g' a düşmüş ve bu ağırlık örneğin %82.90' na karşılık gelmiştir. 6. düşme sonucunda ağırlık 657 g' a düşmüş ve bu ağırlık esas örneğin %73.40' ina karşılık gelmiştir. 7. düşme sonucunda ağırlık 622 g' a düşmüş ve bu ağırlık örneğin %69.49' una karşılık gelmiştir. 8. düşme sonucunda ağırlık 514 g' a düşmüş ve bu ağırlık örneğin %57.43' üne karşılık gelmiştir. 9. düşme sonucunda ağırlık 444 g' a düşmüş ve bu ağırlık esas numunenin %49.60' ina karşılık gelmiştir. 10. düşme sonucunda ağırlık 404 g' a düşmüş ve bu ağırlık örneğin %45.13' üne karşılık gelmiştir.

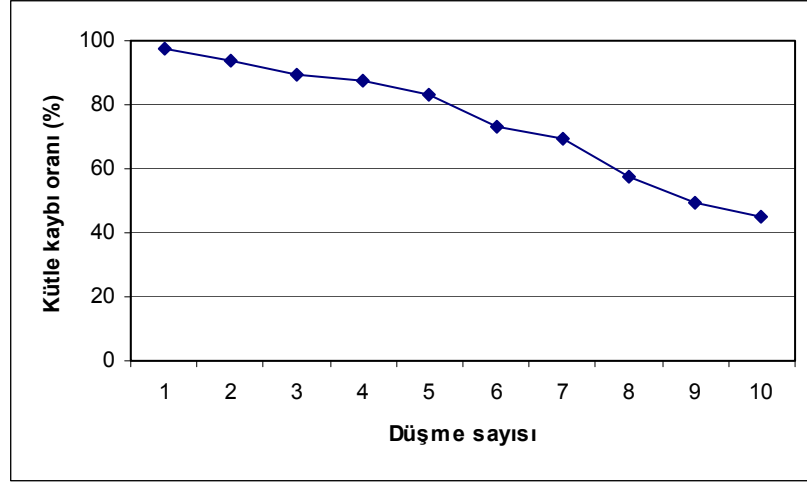
Çizelge 4.11 de antepfıstığı iç kabuk briketlerinin kırılma (shatter) direnci olarak da adlandırılan düşme sayısına bağlı olarak kütle kaybı değişimi verilmiştir. 10. düşme sonrasında kayıp oranı %45,13' de kalmıştır.

Çizelge 4.11. Antepfıstığı iç kabuk briket kırılma direnci (düşme sayısına göre) değerleri

İlk Ağırlık (g)	895	Yüzdeler (%)
1.düşme	875	97.76
2.düşme	839	93.74
3.düşme	801	89.49
4.düşme	785	87.70
5.düşme	742	82.90
6.düşme	657	73.40
7.düşme	622	69.49
8.düşme	514	57.43
9.düşme	444	49.60
10.düşme	404	45.13

Şekil 4.8' de antepfıstığı iç kabuk briketlerinin kırılma direncide olarak da adlandırılan düşme sayısına göre kütle kaybı değişim oranları verilmiştir. Düşme

işlemi beton zemin üzerine dikey pozisyonda yapılmıştır. Sonuç olarak bakıldığında iç kabuk briketinin dayanıklılığının 5. düşmeye kadar oran olarak iyi olduğu ve 5. düşmeden sonra ise kayıp oranının yaklaşık 2 kat daha fazla olduğu görülmüştür.



Şekil 4.8. Antepfıstığı iç kabuk briket kırılma direnci (düşme sayısına göre) değerleri değişimi

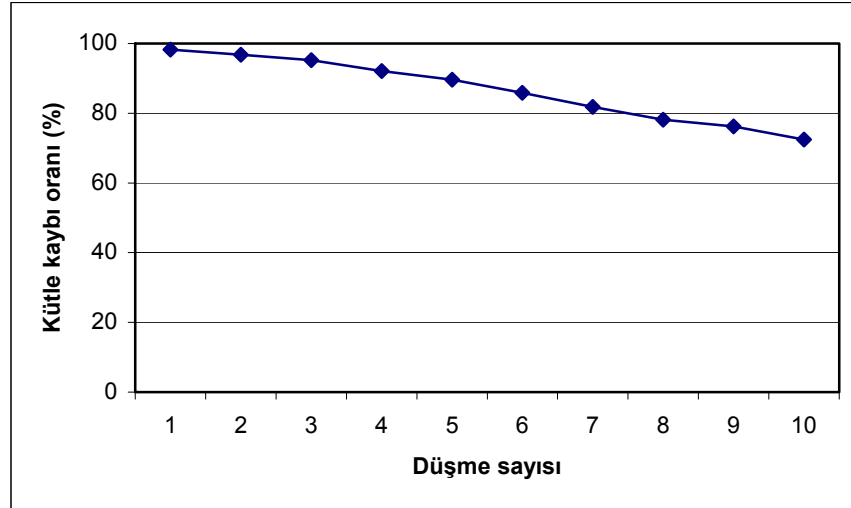
Antepfıstığı dış kabuk briketi ağırlığı 1 049 g olarak tespit edilmiş, 1. düşme sonucunda ağırlık 1 031 g' a düşmüş ve bu ağırlık örneğin %98.28' ine karşılık gelmiştir. 2. düşme sonucunda ağırlık 1 015 g' a düşmüş ve bu ağırlık örneğin %96.75' ine karşılık gelmiştir. 3. düşme sonucunda ağırlık 999 g' a düşmüş ve bu ağırlık esas numunenin %95.23' üne karşılık gelmiştir. 4. düşme sonucunda ağırlık 966 g' a düşmüş ve bu ağırlık örneğin %92.08' ine karşılık gelmiştir. 5. düşme sonucunda ağırlık 940 g' a düşmüş ve bu ağırlık örneğin %89.60' ina karşılık gelmiştir. 6. düşme sonucunda ağırlık 901 g' a düşmüş ve bu ağırlık örneğin %85.89' una karşılık gelmiştir. 7. düşme sonucunda ağırlık 858 g' a düşmüş ve bu ağırlık esas numunenin %81.79' una karşılık gelmiştir. 8. düşme sonucunda ağırlık 820 g' a düşmüş ve bu ağırlık örneğin %78.16' sına karşılık gelmiştir. 9. düşme sonucunda ağırlık 800 g' a düşmüş ve bu ağırlık örneğin %76.26' sına karşılık gelmiştir. 10. düşme sonucunda ağırlık 760 g' a düşmüş ve bu ağırlık örneğin %72.44' üne karşılık gelmiştir.

Çizelge 4.11 de antepfıstığı dış kabuk briketlerinin kırılma (shatter) direnci olarak da adlandırılan düşme sayısına bağlı olarak kütle kaybı değişimi verilmiştir. 10.düşme sonrasında kayıp oranı %72.44 de kalmıştır.

Çizelge 4.12. Antepfıstığı dış kabuk briket kırılma direnci (düşme sayısına göre) değerleri

İlk Ağırlık (g)	1049	Yüzdelerik Değeri (%)
1.düşme	1031	98.28
2.düşme	1015	96.75
3.düşme	999	95.23
4.düşme	966	92.08
5.düşme	940	89.60
6.düşme	901	85.89
7.düşme	858	81.79
8.düşme	820	78.16
9.düşme	800	76.26
10.düşme	760	72.44

Şekil 4.9.'dan da görüldüğü gibi dış kabuk briketi düşme sayısına bağı olarak kütle kaybı değerleri oran olarak yüksek çıkmıştır. 10. düşme sonucunda elde edilen %72.44 değeri kütlenin korunduğunu ayrıca dış kabuk briketlerinde olduğu gibi 5.düşmeye kadar kütlenin korunduğunu 5.düşmeden sonra biraz daha fazla kırılan bir durum sergilendiği görülmüştür.



Şekil 4.9. Antepfıstığı dış kabuk briket kırılma direnci (düşme sayısına göre) değerleri değişimi

4.2.3. Su alma direnci

Su alma direnci hesaplamasında ise antepfıstığı iç kabuk briketi örnek ağırlığı 727 g olarak alınmış, 1. dakika sonunda 727 g olan örneğin 927 g' a çıktığı tespit edilmiştir. 1. dakika sonundaki su alma direnci %78.42 olarak hesaplanmıştır. 2. dakika sonunda 727 g olan örneğin 1 014 g' a çıktığı tespit edilmiştir. 2. dakika sonundaki su alma direnci %71.69 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlar çizelge 4.13' de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Antepfıstığı iç kabuk briket su alma direnci değerleri

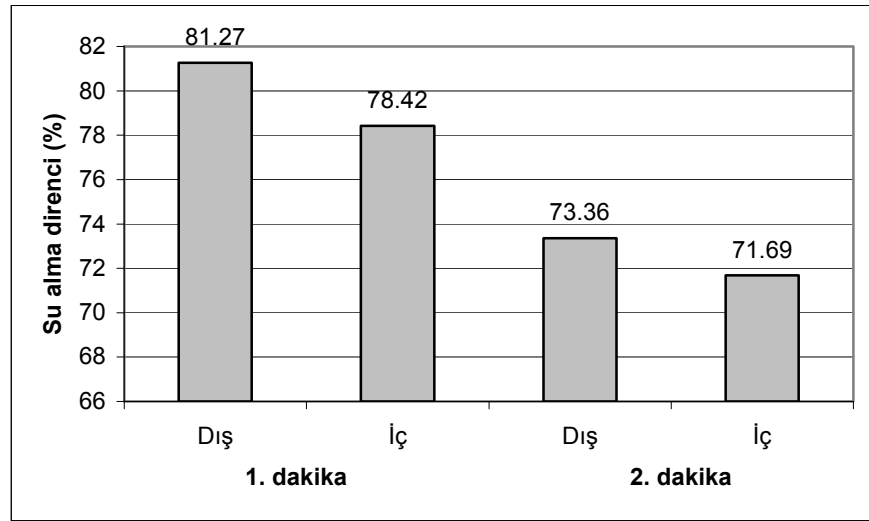
	Briket ağırlığı (g)	Su alma direnci (%)
Başlangıç	727	----
1.dakika	927	78.42
2.dakika	1 014	71.69

Antepfıstığı dış kabuk briketi numune ağırlığı 1 011 g olarak alınmış, 1.dakika sonunda 1 011 g olan numunenin 1 244 g' a çıktığı tespit edilmiştir. 1. dakika sonundaki su alma direnci %81.27 olarak hesaplanmıştır. 2. dakika sonunda 1 011 g olan numunenin 1 378 g' a çıktığı tespit edilmiştir. 2. dakika sonundaki su alma direnci %73.36 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlar çizelge 4.14' de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Antepfıstığı dış kabuk briket su alma direnci değerleri

	Briket ağırlığı (g)	Su alma direnci (%)
Başlangıç	1 011	----
1.dakika	1 244	81.27
2.dakika	1 378	73.36

Şekil 4.10.' da verilen değerlere göre antepfıstığı dış kabuk briketleri su alma direnci bakımından iç kabuk briketlerine göre daha dayanıklıdır ve daha az miktarda su almaktadır. Su alma miktarının az olması briketin dağılmasını engellemekte ve dayanıklı olmasını sağlamaktadır.



Şekil 4.10. Antepfıstığı iç ve dış kabuk briket su alma direnci değerleri değişimi

4.2.4. Nem içeriği

Antepfıstığı iç kabuğu briket nem içeriği olarak 1. örnekte ilk ağırlık olarak 5.038 g ölçülmüş, kurutma sonucu ağırlık 4.581 g' a düşmüş ve aradaki fark 0.457 g olarak tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak nem içeriği %9.07 olarak bulunmuştur. 2. örnekte ilk ağırlık olarak 4.854 g ölçülmüş, kurutma sonucu ağırlık 4.422 g' a düşmüş ve aradaki fark 0.432 g olarak tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak kül içeriği %8.89 olarak bulunmuştur. Ortalama değer olarak antepfıstığı iç kabuğu briket nem içeriği %8.98 olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.15' de nem içeriği deneme değerleri çizelge halinde gösterilmiş olup iki ölçümde de ortalama değere yakın oldukları gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.15. Antepfıstığı iç kabuk briket nem içeriği

Malzeme	Önceki ağırlık (g)	Kurutma sonucu ağırlık (g)	Fark ağırlığı (g)	Nem içeriği (%)
1.örnek	5.038	4.581	0.457	9.07
2.örnek	4.854	4.422	0.432	8.89
ORTALAMA				8.98

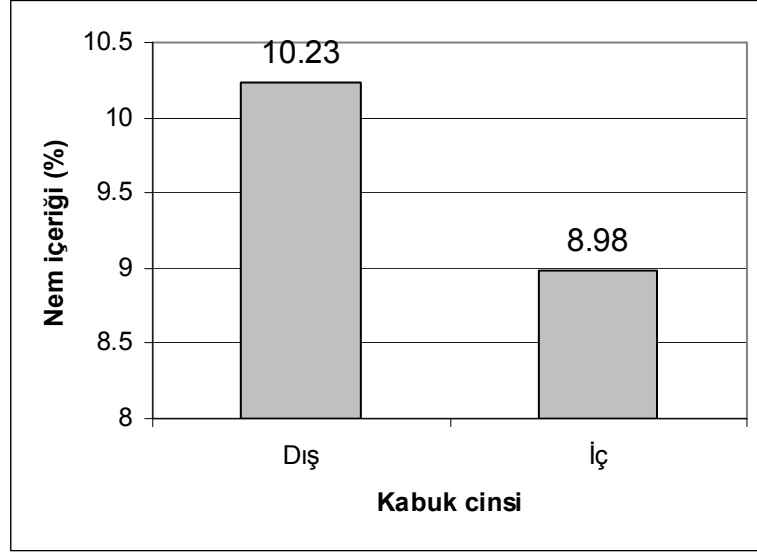
Antepfıstığı dış kabuğu briket nem içeriği olarak 1.örnekte ilk ağırlık olarak 4.625 g ölçülmüş, kurutma sonucu ağırlık 4.156 g' a düşmüş ve aradaki fark 0.469 g olarak tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak nem içeriği %10.14 olarak bulunmuştur. 2.örnekte ilk ağırlık olarak 4.950 g ölçülmüş, kurutma sonucu ağırlık 4.439 g' a düşmüş ve aradaki fark 0.511 g olarak tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak kül içeriği

%10.32 olarak bulunmuştur. Ortalama değer olarak antepfıstığı dış kabuğu briket nem içeriği %10.23 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.16.' da antepfıstığı dış kabuk briket nem içeriği değerleri verilmiş olup ölçümlerin ortalama değere yakın olarak bulunduğu görülmüştür.

Çizelge 4.16. Antepfıstığı dış kabuk briket nem içeriği

Malzeme	Önceki ağırlık (g)	Kurutma sonucu ağırlık (g)	Fark ağırlığı (g)	Nem içeriği (%)
1.örnek	4.625	4.156	0.469	10.14
2.örnek	4.950	4.439	0.511	10.32
ORTALAMA				10.23

Şekil 4.11.' de antepfıstığı dış kabuk nem içeriği değerinin iç kabuk nem içeriğine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Briket dayanıklılığı açısından elde edilen sonuç bize dış kabuk briketlerinin daha dayanıklı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.11. Antepfıstığı iç ve dış kabuk briket nem içeriği değişimi

4.2.5. Eşdeğer nem içeriği (hava nemi direnci)

Antepfıstığı iç kabuğu briket eşdeğer nem içeriği olarak 1.örnekte ilk ağırlık olarak 986 g ölçülmüş, bekleme sonucu ağırlık 948 g' a düşmüş ve aradaki fark 38 g olarak tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak nem içeriği %3.85 olarak bulunmuştur. 2.örnekte ilk ağırlık olarak 1 022 g ölçülmüş, bekleme sonucu ağırlık 980 g' a düşmüş ve aradaki fark 42 g olarak tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak kül içeriği

%4.11 olarak bulunmuştur. Ortalama değer olarak antepfıstığı iç kabuğu briket eşdeğer nem içeriği %3.98 olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.17. antepfıstığı iç kabuk briket eşdeğer nem içeriğini göstermektedir. Elde edilen sonuçlar ortalama değerden uzaktır.

Çizelge 4.17. Antepfıstığı iç kabuk briket eşdeğer nem içeriği

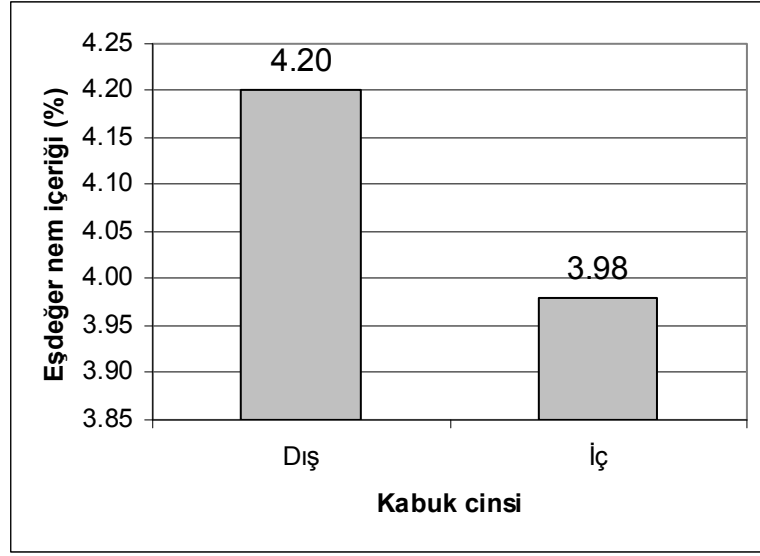
Malzeme	Önceki ağırlık (g)	Bekleme sonucu ağırlık (g)	Fark ağırlığı (g)	Eşdeğer nem içeriği (%)
1.örnek	986	948	38	3.85
2.örnek	1 022	980	42	4.11
ORTALAMA				3.98

Antepfıstığı dış kabuğu briket eşdeğer nem içeriği olarak 1. örnekte ilk ağırlık olarak 992 g ölçülmüş, bekleme sonucu ağırlık 950 g' a düşmüş ve aradaki fark 42 g olarak tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak nem içeriği %4.23 olarak bulunmuştur. 2.örnekte ilk ağırlık olarak 1 056 g ölçülmüş, bekleme sonucu ağırlık 1 012 g' a düşmüş ve aradaki fark 44 g olarak tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak kül içeriği %4.16 olarak bulunmuştur. Ortalama değer olarak antepfıstığı dış kabuğu briket eşdeğer nem içeriği %4.20 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.18.' de elde edilen sonuçlara göre düzenlenen çizelge verilmiştir. Bulunan sonuçların ortalama değere yakın olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.18. Antepfıstığı dış kabuk briket eşdeğer nem içeriği

Malzeme	Önceki ağırlık (g)	Bekleme sonucu ağırlık (g)	Fark ağırlığı (g)	Eşdeğer nem içeriği (%)
1.örnek	992	950	42	4.23
2.örnek	1 056	1 012	44	4.16
ORTALAMA				4.20

Şekil 4.12' de antepfıstığı iç ve dış kabuk briketlerinin eşdeğer em içerikleri verilmiş olup dış kabuk nem içeriğinin iç kabuk nem içeriğine göre daha yüksek bir değere sahip olduğu görülmüştür. Bu sonuç dayanıklılık bakımından dış kabuk briketlerinin iç kabuk briketlerine göre daha dayanıklı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.12. Antepfıstığı iç ve dış kabuk briket eşdeğer nem içeriği değerleri değişimi

4.2.6. Kül içeriği

Kül içeriğinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda antepfıstığı iç kabuk briket kül içeriği için 2 örnekle deneme yapılmıştır.

1. örnek için malzeme ağırlığı 3.284 g alınmış, yakma sonucu ağırlık 0.066 g' a düşmüştür. Aradaki fark ağırlık 3.218 g olarak, kül içeriği de yüzde olarak % 2.00 olarak bulunmuştur. 2. örnek için malzeme ağırlığı 3.358 g alınmış, yakma sonucu ağırlık 0.066 g' a düşmüştür. Aradaki fark ağırlık 3.292 g olarak, kül içeriği de yüzde olarak %1.96 olarak bulunmuştur. Ortalama değer olarak da %1.98 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.19.' da verilen kül değerlerinin ortalama değere yakın oldukları gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.19. Antepfıstığı iç kabuk briket kül içeriği

Malzeme	Önceki ağırlık (g)	Yakma sonucu ağırlık (g)	Fark ağırlığı (g)	Kül içeriği (%)
1.örnek	3.284	0.066	3.218	2.00
2.örnek	3.358	0.066	3.292	1.96
ORTALAMA				1.98

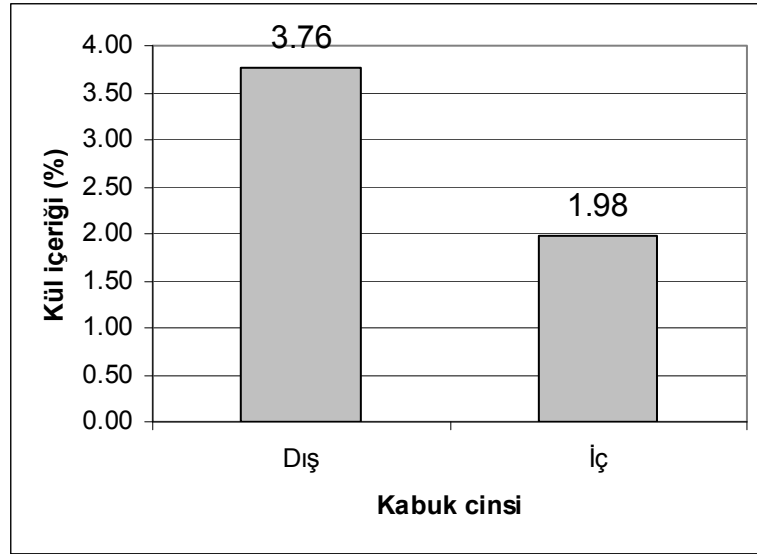
Antep fıstığı dış kabuk briket kül içeriği için ise 1. örnek için malzeme ağırlığı 3.094 g alınmış, yakma sonucu ağırlık 0.116 g' a düşmüştür. Aradaki fark ağırlık 2.978 g olarak, kül içeriği de yüzde olarak % 3.75 olarak bulunmuştur. 2. örnek için

malzeme ağırlığı 3.313 g alınmış, yakma sonucu ağırlık 0.125 g' a düşmüştür. Aradaki fark ağırlık 3.188 g olarak, kül içeriği de yüzde olarak % 3.77 olarak bulunmuştur. Ortalama değer olarak da %3.76 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.20.' de verilen kül değerlerinin ortalama değere yakın oldukları gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.20. Antepfıstığı dış kabuk briket kül içeriği

Malzeme	Önceki ağırlık (g)	Yakma sonucu ağırlık (g)	Fark ağırlığı (g)	Kül içeriği (%)
1.örnek	3.094	0.116	2.978	3.75
2.örnek	3.313	0.125	3.188	3.77
ORTALAMA				3.76

Şekil 4.13.' de antepfıstığı iç ve dış kabuk briket kül içeriği değişimleri verilmiştir. Dış kabuk kül içeriği değerleri iç kabuk kül içeriği değerlerine göre daha yüksek çıkmıştır. Daha önce malzeme kül içeriklerinde olduğu gibi iç kabuk kül içeriklerinin dış kabuk kül içeriklerine göre daha düşük değerde çıkması yakma sonucunda iç kabuk briketlerinde daha az kül ortaya çıkacağını göstermektedir.



Şekil 4.13. Antepfıstığı iç ve dış kabuk briket kül içeriği değişimi

Çizelge 4.21.' de öğütülerek küçük parçacıklar haline getirilen antepfıstığı kabuklarının incelenen değerleri çizelge halinde verilmiştir. Yoğunluk değeri olarak iç kabuk malzemesi, nem içeriği ve kül içeriği yüzdesi olarak da dış kabuk malzemesi yüksek olarak görülmektedir. Sonuç iç kabuğun dış kabuğa göre daha az yer kapladığını ve yakılınca dış kabuğa göre daha az kül ortaya çıkardığını

göstermektedir. Nem içeriği olarak da dış kabuk malzemesinin daha nemli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.21. Antepfıstığı iç ve dış kabuk malzeme fiziksel özellikleri

Kabuk Cinsi	Yoğunluk (kg/m ³)	Nem İçeriği (%)	Kül İçeriği (%)
Dış	472.13	9	6.33
İç	653.32	7.5	1.88

Çizelge 4.22.' de öğütülerek küçük parçacıklar haline getirilen antepfıstığı kabuklarının briket haline getirildikten sonraki fiziksel özellikleri çizelge halinde verilmiştir. Yoğunluk olarak iç kabuk briketinin dış kabuk briketine göre daha yüksek değere sahip olduğu, çizelge belirtilen diğer fiziksel özelliklerde ise dış kabuk briketinin iç kabuk briketine göre daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.22. Antepfıstığı iç ve dış kabuk briket fiziksel özellikleri

Briket Cinsi (Kabuk)	Yoğunluk (kg/m ³)	Kırılma Direnci (%)	Su Alma Direnci (%)		Nem İçeriği (%)	Eşdeğer Nem İçeriği (%)	Kül İçeriği (%)
			1.dak.	2.dak.			
Dış	750	72.44	81.27	78.42	10.23	4.20	3.76
İç	842.5	45.13	73.36	71.69	8.98	3.98	1.98

4.3. Briketlerin Isıl Değeri

Çizelge 4.23.' de Türkiye'deki toplam bahçe bitkileri üretimi ve atık miktarları verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi antepfıstığı toplam atık olarak zeytin, fındık ve portakaldan sonra dördüncü sırada yer almaktadır.

Çizelge 4.23. Türkiye’deki toplam bahçe bitkileri üretimi ve atıkları (Başçetinçelik ve ark., 2005)

Ürünler	Atıklar	Üretim (ton)	Toplam Atık (ton)		Kullanılabilir Atık (ton)	Kullanılabilirlik (%)	Birim Isıl Değeri (MJ/kg)	Toplam Isıl Değeri (GJ)
			Teorik	Gerçek				
Kaysı	Çekirdek	467 903		154 573				
	Budama		1 328 846	86 964	69 571	80	19.3	1 342 719
Vişne	Çekirdek	4 446		39 916			21.75	
	Budama	680	137 359	21 400	17 120	80	19	325 279
Zeytin	Pirina	1 496 630	673 484	829 816	746 834	90	20.69	15 451 997
	Budama			441 254	220 627	50	18.1	3 993 345
Antep fıstığı	Kabuk	42 926		14 007	4 202	30	19.26	80 932
	Budama			209 611	167 688	80	19	3 186 080
Ceviz	Kabuk	115 698	173 546	75 792	60 633	80	20.18	1 223 584
	Budama			50 480	25 240	50	19	479 563
Badem	Kabuk	46 701	44 366	25 784	23 205	90	19.38	449 716
	Budama		13 076	28 500	22 800	80	18.4	419 521
Fındık	Kabuk	652 803	698 499	566 437	453 150	80	19.3	8 745 790
	Budama			2 177 986	1 742 389	80	19	33 105 388
Limon	Kabuk	475 159						
	Budama		236 852	88 465	70 772	80	17.6	1 245 582
Portakal	Kabuk	1 180 851		237 686				
	Budama		3 424 439		190 148	80	17.6	3 346 612
Mandalina	Kabuk	592 884						
	Budama		918 970	103 430	82 744	80	17.6	1 456 294
Greyfurt	Kabuk	126 285						
	Budama			14 309	11 447	80	17.6	201 466

Çizelge 4.24’de antepfıstığı iç ve dış kabuklarına ait enerji değerleri verilmiştir. Antepfıstığı iç ve dış kabuk briket enerji değerleri birbirine yakın olmakla birlikte iç kabuk briket enerji değeri dış kabuk briket değerine göre 112 kcal/kg daha fazla çıkmıştır. Daha önceden tespit edilen kül içeriği değerlerinde de iç kabuk briketinin kül içeriğinin değeri olarak dış kabuk briket kül içeriği değerine göre düşük çıkması, yakma açısından iç kabuk briketini daha avantajlı duruma getirmektedir.

Çizelge 4.24. Antepfıstığı kabuklarının ısı değer analiz sonuçları

Malzeme Cinsi	Isıl Değeri (kcal/kg)
Öğütülmüş iç kabuk parçacıkları	4494
Öğütülmüş dış kabuk parçacıkları	4454
İç kabuk briket	4673
Dış kabuk briket	4561

Çizelge 4.25.’de antepfıstığı kabuklarının ısı değerlerinin diğer yakıtlarla karşılaştırılması verilmiştir. Diğer yakıt kaynaklarına göre baktığımızda antepfıstığı

iç kabuk ve dış kabuk briketlerinin ısı değer olarak odundan, yağlı ve yağsız pirinadan daha iyi olduğu görülmektedir. Soma kömürüne ise ısı değer olarak oldukça yaklaşmıştır.

Çizelge 4.25. Antepfıstığı kabuklarının ısı değerinin diğer yakıtlarla karşılaştırılması

Karşılaştırma Kriterleri	Isıl Değeri
Doğalgaz	8250 kcal/m ³
LPG	11000 kcal/kg
Motorin	10200 kcal/kg
6 No'lu Fuel Oil	9200 kcal/kg
Elektrik	860 kcal/kWh
Soma Kömürü	4700 kcal/kg
İthal Kömür	6500 kcal/kg
Odun	3000 kcal/kg
Yağlı Pirina	4290 kcal/kg
Yağsız Pirina	4130 kcal/kg
Antepfıstığı İç kabuk briket	4673 kcal/kg
Antepfıstığı Dış kabuk briket	4561 kcal/kg

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Antepfıstığı ülkemiz için önemli bir gelir kaynağıdır. Ürün işlemeden sonra elde edilen tarımsal atık bakımından ise bahçe bitkileri açısından önemli bir yere sahiptir. Tarımsal atık olarak zeytin ve fındıktan sonra gelmektedir. Alternatif enerji kaynaklarının tüm dünyada önem kazanmasından dolayı ülkemiz içinde tarımsal atıklar önemli bir enerji kaynağı haline gelmektedir.

Enerji üretimi için önemli bir yere sahip olan tarımsal atıkların işlenmesinden dolayı oluşan antepfıstığı kabuklarının briketlenmesinden elde edilen sonuçlar aşağıya çıkarılmıştır.

Antepfıstığı dış kabuğunda briketleme için ufalandıktan sonra 850 mikronluk eleğin üzerinde malzemenin %55.96'lık kısmı kalmış, aynı sonuç iç kabukta %83.6'lık bir oranı göstermektedir. Malzeme boyutunun daha da küçültülmesi ileride karşılaşılabilecek olan briketleme açısından daha uygun olacaktır.

Antepfıstığı iç ve dış kabuk malzeme yoğunluğu değerlendirildiğinde, dış kabuk yoğunluğu 472.13 kg/m^3 , iç kabuk yoğunluğu ise 653.32 kg/m^3 olarak tespit edilmiştir.

Kabukların element analizleri tespit edildiğinde, incelenen bütün elementler için dış kabuk değerlerinin iç kabuk değerlerine göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu da dış kabuğun iç kabuğa göre daha kimyasal açıdan daha kullanışlı olduğunu göstermektedir.

Malzeme nem içeriği olarak sonuçlara bakıldığında iç kabuk nem içeriği %7.5 ve dış kabuk nem içeriği ise %9 olarak tespit edilmiştir. Analiz edilen nem içeriği

değerleri genelde %7 - %10 arasında olduğu, bu değerinde normal şartlardaki ürünlerde bulunabilecek nem değeri olduğu anlaşılmıştır.

Malzeme kül içeriği açısından sonuçlar incelendiğinde iç kabuk kül içeriği %1.88 ve dış kabuk kül içeriği %6.33 tespit edilmiştir.

Malzeme bakımından incelendiğinde dış kabuk malzemenin iç kabuk malzemeye göre daha avantajlı ve kullanışlı olduğu görülmüştür.

Briketleme için hazırlanan malzemeler zeytin pirinası ile karıştırılıp, briketleme makinasında briketlendikten sonra briket kalitesi ile ilgili özellikler aşağıya çıkarılmıştır.

Briket kalitesinin önemli göstergelerinden biri olan briket yoğunluğu antepfıstığı iç kabuk ve dış kabuk briketleri için yüksek değerde bulunmuştur. İç kabuk briketi yoğunluğu 842.50 kg/m^3 , dış kabuk briket yoğunluğu ise 750 kg/m^3 olarak tespit edilmiştir. Briket yoğunlukları, malzeme yoğunlukları ile karşılaştırıldığında daha yüksek yoğunluğa sıkıştırılabildikleri görülmüş ve bu durumda briketleme işleminin başarılı olduğunu göstermiştir.

Briketler kırılma (shatter) direnci açısından değerlendirildiğinde ise elde edilen sonuçlar briketlerin kırılmaya karşı dirençlerinin normal düzeyde olduğunu göstermiştir. Denemeler sonucunda briketlerde kırılmalar meydana gelmiş olup fakat 20 mm' lik elek üzerinde kalan parçalar kayıp olarak değerlendirilmemiştir. Kırılma direnci açısından en yüksek dayanımı dış kabuk briketleri göstermiştir.

Briketlerin su almaya karşı gösterdikleri direnç açısından incelendiklerinde dış kabuk briketlerinin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Su alma direnci testinde hem 1. dakika hem de 2. dakika sonucunda her iki briket içinde, su alma sonucu şişmelerin genellikle briket uç köşelerinde meydana geldiği görülmüştür. Kabul edilebilir bir briket kalitesi için her dakika sonunda briket ağırlığında %50' den daha az bir artışın olması gerektiği düşünülürse, elde edilen briketlerin sağlam olduğu görülmüştür. Dış kabuk briketi, iç kabuk briketine göre daha sağlamdır.

Nem içeriği açısından kabuk briketleri incelendiğinde dış kabuk briket nem içeriğinin, iç kabuk briket nem içeriğine göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Hava nemi dirençleri açısından briketleri incelediğimizde 21. gün sonunda bile briketlerin ağırlıkça çok fazla değişmediği ve ilk elde edilişlerindeki gibi oldukça sağlam olarak kalabildikleri belirlenmiştir. Hava nemi direnci açısından dış kabuk briketinin iç kabuk briketine göre daha uygun olduğu gözlemlenmiştir. Briketler kapalı ortamda uzun bir süre ilk elde edildiklerindeki gibi sağlam kalmışlardır.

Kül içeriklerine bağlı olarak iç ve dış kabuk briketleri incelendiğinde dış kabuk briketi kül içeriği değerinin iç kabuk briketi kül içeriği değerine göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Genel olarak briketlerin fiziksel özelliklerine bakıldığında, mevcut koşullarda bu tür atıkların yüksek kalitede briketlenebileceği ve iyi bir ambalajlama ile depolama ve taşımada çok fazla kayıpların meydana gelmeyeceği ve kapalı çevre şartlarında depolanması ile de uzun bir süre briket özelliklerini koruyabilecekleri söylenebilir.

Bu çalışmada karşılaştırılan antepfıstığı iç kabuk ve dış kabuk briketlerinden dış kabuk briketinin, iç kabuk briketine göre daha avantajlı ve daha uygun olduğu görülmüştür.

Isıl değer açısından incelendiğinde %50 oranında zeytin pirinası ile karıştırılan briketlerin ısı değerleri birbirine yakın ve alternatif enerji kaynakları oluşumu açısından biyokütle olarak önemli bir yere sahip olduğu görülmüştür.

Son olarak yapılan çalışma ile tarımsal atıkların bazı malzemeler ile karıştırılarak briketleme makinaları ile briketlenebileceği görülmüştür. Atıkların briketlenmesi ile temiz, kaliteli ve yenilenebilir bir yakıt elde edilmiştir. Briketlerin evsel ve diğer ısıtma işlemleri için geleneksel sobalarda yakılması mümkündür.

5.2. Öneriler

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde biyokütle yakacaklar özellikle bitkisel kökenli olanlar ülkemiz için özel öneme sahiptir. Bir tarım ülkesi özelliğini koruyan Türkiye, gerek yakacak nitelikleri yeterli bitkisel yan ürünler, gerekse yakacak amacıyla yetiştirilen özel bitkiler yönünden önemli bir potansiyele sahiptir. Ülkemizde her yıl çok büyük miktarlarda tarımsal atık çıkmasına rağmen bu atıklar herhangi bir şekilde değerlendirilmeyip ya yakılarak ya da çöp alanlarına atılarak bertaraf edilmektedir. Bu potansiyelin kullanıma aktarılmasında en önemli engel, kaba ve kullanışsız durumdaki materyalin sıkıştırılarak uygun yakacak birimlerine dönüştürülmesindeki teknoloji eksikliğidir. Konuyla ilgili yapılan araştırmalara dayanılarak, yakacak olarak kullanılma amacıyla bitkisel materyalin en uygun sıkıştırma şeklinin briketleme olduğu anlaşılmaktadır. Ülkemizde yapılan çalışmalar ise laboratuvar düzeyinin ötesine geçemeyip uygulamaya aktarılamamıştır.

Mevcut olan bilgi birikimi en kısa sürede uygulamaya aktarılmalı ve ülkemiz koşulları için en uygun biyokütle briketleme sistemleri gerçekleştirilmelidir.

Briketleme işlemi sırasında materyalin yanma karakteristiklerine uygun, ısı değerini arttırıcı katkılar da ilave edilerek briketlerin yakacak özellikleri geliştirilmelidir.

Yakacak olarak kullanılacak bitkisel materyalin briketlenmesinde dünya deneyimlerinden yararlanılmalı ve briketleme teknolojileri ülkemiz koşullarına adapte edilerek uygulamaya konulmalıdır.

Ülkemizde briketleme, yakma ve yakıt sistemlerinin gelişimine yeni bir yön verecektir. Gelişmekte olan ülkemizde yeni yakıt üretimi yöntemleri uygulandığında hem yeni makineler üretilip sanayi canlanacak hem de kaliteli yakıt ithalatı azalacaktır.

Briketler yakıldığında sera etkisi sıfır olduğundan, kömür ve biyokütle karışımlarının briketlenmesi ile elde edilen yakıtlarla emisyon değerleri azaltılabilir.

Bu çalışmada antepfıstığı kabukları %50 oranında zeytin pırasası ile karıştırılmıştır. Bundan sonraki çalışmalarda en düşükten başlayarak farklı oranlarda karıştırılmalı ve incelemeler bu oranlara göre yapılmalıdır. Yine alternatif bir kaynak bulma açısından ikiden daha fazla ürün karıştırılarak briketlenebilir.

Ayrıca karıştırılarak yapılan briketleme işlemi pamuk sapı, mısır sapı, buğday anızı, mercimek anızı, kolza anızı, soya anızı, ayçiçeği pırasası, melas ve fındık pırasası gibi malzemeler denenerek de çalışmalara yapılabilir.

Belirli oranlarda karıştırılıp briketlenecek enerji içeriği yüksek ve yanma sonucu oluşan zararlı gazları düşük bir briketleme yöntemi tespit edilip önerilebilir. Briketleme materyalleri ufalanıp, öğütülmeden de briketlenme imkanları araştırılabilir.

Bu tür atıkların değerlendirilip ülke ekonomisine kazandırılması ivediyle gerekmektedir. Bu tür sistemlerin geliştirilmesi hem mevcut tarımsal atıkların değerlendirilmesine olanak sağlayacak hem de yeni iş alanlarının açılmasını sağlayarak insanlara iş istihdamı sağlayacaktır.

Tarım sektörü için yeni bir iş sahası olacak ve böylece ülkemiz ekonomisine bir katma değer sağlanmış olacaktır. Hasat zamanı, harman iki ay gibi kısa bir sürede tamamlanmakta ve iş imkanı olmayanlar işsiz kalmaktadır. Tarımsal atıklar değerlendirildiğinde yeni iş imkanları ortaya çıkacağından ekonomi canlanacaktır.

KAYNAKLAR

- ACAROĞLU, M., ÖĞÜT, H., ve ÖRNEK, M.N., 2002. Biyokütlenin Briketlenmesi ve Biyokütle Briketlerinin Fiziksel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. IV.Ulusal Temiz Enerji Kongresi Bildiri Kitabı, s. 819-831, 16-18 Ekim, İstanbul.
- AK, B.E., KAŞKA, N., ve AÇAR, İ., 1999. Dünya’da ve GAP Bölgesi’nde Antepfıstığı Üretimi, Yetiştirme ve İşleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması. GAP I.Tarım Kongresi. Şanlıurfa.
- AKGÜL, M., 2003. Biyokütlenin Yakıt Potansiyeli Olarak Değerlendirilmesi. II. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, s. 277-287, 3-4 Ekim, Kayseri.
- AKIN, S., 2005. Biyokütle Olarak Pirinanın Enerji Üretiminde Kullanılması. III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Mersin.
- ALTINAY, V., ve AKYURT, M., 1972. Antepfıstığının Yorularak Çıtlatılması. Mühendis ve Makina Dergisi. 16 (185): 294-298, Ankara.
- ALTUNTAŞ, E., ve MUTLU, A., 2007. Antepfıstığı (Pistacia vera L.) Kabuklu ve İç Meyvesinin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi. GOÜ.Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(1): 19-25.
- ANONİM, 2003. Tarımsal Yapı ve Üretim. T.C. Başbakanlık D.İ.E. Ankara.
- ANONİM, 2004. California Pistachio Industry Annual Report ve FAO istatistikleri.
- ANONİM, 2007. Türkiye’nin Enerji Raporu. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. <http://www.enerji.gov.tr>, Erişim: Mart 2007
- ANONİM, 2009. Türkiye’de antepfıstığı ağaç sayısı ve üretimi, www.tuik.gov.tr.
- ATAY, Ü., 2007. Antepfıstığında Kullanılan Sınıflandırma Sistemlerinin İncelenmesi ve Alternatif Bir Sınıflandırma Sisteminin Tasarımı. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 54 s.
- AYFER, M., 1959. Antepfıstığının Biyolojisi Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 148, Ankara.
- AYFER, M., 1990. Antepfıstığının Dünü Bugünü ve Geleceği. Türkiye 1. Antepfıstığı Sempozyumu, s. 14-23, Gaziantep.
- BAŞÇETİNÇELİK, A., ÖZTÜRK, H.H., KARACA, C., KAÇIRA, M., EKİNCİ, K., BABAN, A., KAYA, D., BARNES, I., KOMİTTİ, N., ve NIEMINEN, M., 2005. Türkiye’de Tarımsal Atıkların Değerlendirilmesi-Eğitim Notları. Exploitation of Agricultural Residues in Turkey, LİFE03 TCY/TR/000061.
- BEKTAŞ, İ., 2006. Antep Fıstığı Kabuklarının Sıvılaştırılması ve Elde Edilen Ürünlerin Analizi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 66 s., İstanbul.
- BENK, A., DELİBAŞ, A., ÖZKAN, M. ve ÇOBAN, A., 2003. Bitki Atıklarının Katı Yakıt Olarak Değerlendirilmesi. II. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, s. 259-266, 3-4 Ekim, Kayseri.
- BİLGİLİ, M.E., BAŞÇETİNÇELİK, A., ve KARACA, C., 2008. Çukurova Yöresinde Bazı Tarımsal Atık (Biyokütle) Potansiyelinin Belirlenerek Geleneksel Enerji Kaynaklarıyla Karşılaştırılması. Y.No:TAGEM-BB-TOPRAKSU-20008/66, Tarsus.

- BİLİM, H.İ.C., 2005. Antepfıstığına Sıcaklığın Çıtlama Üzerine Etkilerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 72 s.
- BLACKBORN, BİLİ and JACKSON., 1999. Evaluation of Biomass-to-Ethanol Fel Potential in California, California Energy Commission, California.
- CRA, 1987. The Densification of the Biomass. Centre de Rescherces Agronomiques de l'Etat Gembloux.
- ÇELİK, Ç., ve GÜRDAL, E., 2005. Yerfıstığı Kabuğunun Agrega Olarak Kullanım Olanakları. İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi, 4(1): 37-46
- DAĞDEVİREN, İ., ve ERDOĞAN, İ., 1996. Antepfıstığı Yetiştiriciliği. GAP Bölgesinde Sulu Koşullarda Bitkilerin Yetiştirilme Teknikleri. T.C. Başbakanlık Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Ankara
- DEMİRBAŞ, A., 1999. Evaluation of Biomass Materials as Energy Sources: Upgrading of Tea Waste by Briquetting Process. Energy Sources, 21: 215-220.
- DEMİRBAŞ, A., 1999. Physical Properties of Briquettes from Waste Paper and Wheat Straw Mixtures. Energy Conversion and Management, 40: 437-445.
- DEMİRBAŞ, A., 1999. Properties of Charcoal Derived from Hazelnut Shell and the Production of Briquettes Using Pyrolytic Oil. Energy, 24: 141-150.
- DEMİRBAŞ, A., 2001. Biomass Resource Facilities and Biomass Conversion Processing For Fuels and Chemicals. Energy Conversion and Management, 42, s. 1357-1378.
- GÜZEL, E., ÜLGER, P., ve KAYIŞOĞLU, B., 1996. Ürün işleme ve Değerlendirme Tekniği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Genel Yayın No:145, Adana
- KANBER, R., EYLEN, M., KÖKSAL, H., ve YÜKSEL, G., 1990. Güneydoğu Anadolu Koşullarında Antepfıstığı (Pistacia Vera L.) Verim ve Su Tüketiminin İrdelenmesi. Türkiye 1.Antepfıstığı Sempozyumu, s. 145-148, Gaziantep
- KAPLAN, A., 1997. Antepfıstığı Yetiştiriciliğinde ve Hasat Sonrasında Uygulanan Tarımsal Mekanizasyon İşlemlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 90 s.
- KAPLAN, A., ve SAĞLAM, R., 1998. Antepfıstığı Yetiştiriciliğinde ve Hasat Sonrasında Uygulanan Tarımsal Mekanizasyon İşlemlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. 18. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, 17-18 Eylül, Tekirdağ.
- KEPOĞLU, G., ÖZÇELİK, E., ve AKYURT, M., 1976. Antepfıstığı Kabuğunun Çeşitli Yükler Altında İncelenmesi, Gıda, 1(45):147-154
- KURU, C., TEKİN, H. ve KARACA, R., 1990. Yerli ve Yabancı Antepfıstığı Çeşitlerinin Kalite Özellikleri. Türkiye 1. Antepfıstığı Sempozyumu, s. 25-30, 11-12 Eylül, Gaziantep.
- KÜRKLÜ, A., ve BİLGİN, S., 2005. Biyokütle Briketleme Makinaları ve Uygulamaları: Literatür Taraması. III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, s. 252-256, 19-21 Ekim, Mersin.

- KÜRKLÜ, A., ve BİLGİN, S., 2007. Pamuk ve Susam Saplarının Briketlenmesi Üzerine Bir Çalışma. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 3 (3): 151-159
- LİNDLEY, J.A., and VOSSOUGHİ, 1989. Physical properties of Biomass Briquets. ASAE, March-April.
- ÖZBEK, S., 1978. Özel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 128, Adana
- ÖZDEN, K., 2002. Antepfıstığının (Pistachia Vera L.) Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 119 s.
- ÖZKAY, F., TAŞ, İ., ve GÖKALP, Z., 2006. Tarımsal Atıkların Alternatif Kullanım Olanakları. VI. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu. 25-27 Mayıs, Isparta
- PEARSON, T.C., SLAUGHTER, D.C., and STUDER, H.E., 1994. Physical Properties of Pistachio Nuts. Transactions of the ASAE. 37 (3): 913-918.
- PEARSON, T.C., SLAUGHTER, D.C., and STUDER, H.E., 1996. Machine Vision Detection of Early Split Pistachio Nuts. Transactions of the ASAE. 39 (3): 1203-1207.
- POLAT, R. ve SAĞLAM, R., 2001. Antepfıstığı Meyvesinin Fiziko-Mekaniksel Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. 20. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, s. 523- 528, Şanlıurfa.
- POLAT, R., 1999. Antepfıstığının Mekanik Hasat Olanakları ve Mekanizasyona Yönelik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Tekirdağ, 111 s.
- POLAT, R. ve ÜLGER, P., 2000. Antepfıstığının Mekanik Hasat Olanaklarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi, 1-2 Haziran, Erzurum.
- ŞAHİN, M., 2006. Antep Fıstığı Kabuklarından Polimer Kompozit Malzeme Üretimi ve Özelliklerinin Geliştirilmesi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 67 s.
- TEKİN, H., ARPACI, S., ATLI, H.S., AÇAR, İ., KARADAĞ, S., YÜKÇEKEN, ve YAMAN, A., 2001. Antepfıstığı Yetiştiriciliği Yayın No: 13; s. 65-66 Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü, Gaziantep
- TUİK, 2007. Tarım ve Orman Alanları. Türkiye İstatistik Kurumu. http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=131 Erişim: Mart 2007.
- TUNALIOĞLU, R. ve TAŞKAYA B., 2005. Fındık & Antepfıstığı Durum ve Tahmin 2005/2006, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, F-AF-D&T /138 / Ekim 2005, Ankara.
- TUTUŞ, A., GÜLER, C. ve AKGÜL, M., 2000. Yıllık Bitkilerin Orman Ürünleri Endüstrisinde Değerlendirilmesi. I.Ulusal Orman Fakülteleri Öğrenci Kongresi, İstanbul Orman Fakültesi, 4-5 Mayıs, İstanbul
- UÇAR, T., ve YUMAK, H., 2001. Biyokütle Yakacakların Briketlenmesinde Kullanılan Teknolojiler. I. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, s. 221-228, 12-13 Ekim, Kayseri.
- YAMAN, M., 2005. Tarımsal Atıkların Briketlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 30 s.

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Urfa'da doğdu. İlköğrenimini 1985 yılında Cengiz Topel İlkokulunda, ortaöğrenimini ise 1992 yılında ise Şanlıurfa Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 1992 yılında Erciyes Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünü kazandı. 1996 yılında üniversiteden mezun olduktan sonra aynı yıl içerisinde Şanlıurfa ili Siverek ilçesi Duydum Köyü İlköğretim Okulu'na öğretmen olarak atandı. 1998-1999 yılları arasında Jandarma Genel Komutanlığı'nda Yedek Subay olarak vatani görevini tamamladı. 2008 yılına kadar Şanlıurfa ilinde bulunan çeşitli ilköğretim okullarında öğretmen ve müdür yardımcısı olarak görev yaptı. 2008 yılında açılan sınavı kazanarak Uşak İl Milli Eğitim Müdürlüğü'ne Makina Mühendisi olarak atandı. Halen Uşak İl Milli Eğitim Müdürlüğü Bütçe-Yatırım Bürosunda Makina Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

Yabancı dili İngilizce olup, evli ve 2 çocuk babasıdır.

ÖZET

Bu çalışmada antepfıstığı iç ve dış kabuğunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş ve tarımsal atık olarak farklı kullanım olanaklarından birisi olan, tarımsal üretimden sonra ortaya çıkan iç ve dış antepfıstığı kabuklarının kurutulup parçalandıktan sonra briketleme makinesinde briketlenmesi, briket kalitesi ile ilgili olarak fiziksel özellikleri tespit edilmiştir.

Çalışmanın birinci kısmında antepfıstığı iç ve dış kabuklarının fiziksel özelliklerinden atık olarak kullanılmak üzere boyut analizi yapılmış, yoğunluğu, nem içeriği tespit edilmiştir. Kimyasal özellik olarak da element analizi yapılmış, iç ve dış kabuktaki K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Pb, Co ve Ni elementleri incelenmiştir. Materyal yoğunluk değeri olarak antepfıstığı iç kabuğu, nem içeriği ve kül içeriği açısından da antepfıstığı dış kabuğu değerleri yüksek çıkmıştır.

Çalışmanın ikinci kısmında parçacık haline getirilen antepfıstığı iç ve dış kabukları, %50 oranında zeytin pirinası ile karıştırılıp briketleme makinasında sıkıştırılarak briket haline getirilmiştir. Briketleme işlemi sonunda 94 mm çapında ve 20-30 cm uzunluğunda briketler elde edilmiştir. Daha sonra briket haline getirilen numunelerin fiziksel özellikleri incelenmiştir.

Elde edilen briketlerin kalitesi ile ilgili olarak yoğunluk, kırılma direnci, su alma direnci, nem içeriği, eşdeğer nem içeriği ve kül içeriği değerleri belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonunda yoğunluk ve kül içeriği açısından iç kabuk briketlerinin daha yüksek değere sahip oldukları görülmüştür. Kırılma direnci, su alma direnci, nem içeriği ve eşdeğer nem içeriği açısından da dış kabuk briketlerinin daha yüksek değere sahip oldukları görülmüştür.

Genel olarak bakıldığında her iki briket çeşidi de tarımsal atıkların değerlendirilmesi açısından uygun olmakla birlikte, antepfıstığı dış kabuk briketlerinin iç kabuk briketlerine göre daha dayanıklı ve uygun olduğu görülmüştür.

SUMMARY

In this study, some physical and chemical properties of the internal and external pistachio shell were determined. Internal and external pistachio shells were dried and broken into pieces used for briquetting machine. Then, physical properties and quality of the briquettes were determined.

In the first part of the study size, density and moisture content of the internal and external pistachio shells were determined. In terms of chemical properties the presence of K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Pb, Co and Ni elements were examined in internal and external pistachio shells. Internal pistachio shell has higher material density, moisture and ash content than the external shell.

In the second part of the study, internal and external pistachio shells were smashed into particles and mixed with olive bagasse in one to one ratio and converted into briquette in the briquetting machine. Briquettes with the dimensions of 94 mm diameter and 20-30 mm length were obtained. After briquetting, physical properties of the briquette samples were examined.

Density, shatter index, water resistance, moisture content, equivalent humidity content and ash content were determined to investigate briquette quality. After the experiments, internal pistachio shell briquette has higher density and ash content than external pistachio shell. External pistachio shell briquette has higher shatter index, water resistance, moisture content and equivalent humidity content than internal pistachio shell briquettes.

In general, both briquette types were found to be suitable for recycling of agricultural waste. Moreover, briquettes made from external shell of pistachio are more reliable than internal pistachio shell briquettes.