

## Zeytin Budama Artıklarının Peletleme ile Değerlendirilmesi

Abdülkadir KOÇER<sup>1\*</sup>, Ahmet KÜRKLÜ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Antalya

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği, Antalya

\*Sorumlu yazar e-posta: akocer@akdeniz.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 12.05.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 07.11.2018

**Özet:** Türkiye’de zeytin bahçelerinden her yıl önemli miktarlarda budama artığı ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada, zeytin bahçelerinden budama işlemleri sonucu ortaya çıkan biyokütle artıkları, iki farklı nem (%11 ve %15) ve üç farklı parçacık boyutunda (2,4 ve 6 mm) peletlenmiştir. Araştırmada peletleme parametrelerinin belirlenmesi kapsamında pelet yığın yoğunluğu, pelet parça yoğunluğu, mekanik dayanıklılık direnci, basınç direnci, gerilme direnci ve nem alma direnci gibi fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca peletleme makinesinin üretim kapasitesi hesaplanmış ve elektrik tüketimi ölçülmüştür. Çalışma sonucunda, nem içeriğine bağlı olarak üretim kapasitesi 60 ile 83 kg/h arasında değişmiştir. Yığın yoğunluğu ve parça yoğunluğu ise sırasıyla, 521 ile 684 kg/m<sup>3</sup> ve 981 ile 1232 kg/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Pelet nem içeriğinin artmasıyla, pelet yoğunlukları düşmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Pelet, Zeytin budama artıkları, biyokütle

### Evaluation of Olive Pruning Residues via Pelletting

**Abstract:** Every year important amounts of pruning residue occur from olive tree gardens in Turkey. The assessment of the resulting residues will contribute greatly to the country's economy. In the study, olive pruning biomass residues were pelleted in a pelleting machine. Different moisture contents (11% and 15%) and three different particle sizes (2, 4 and 6 mm) were used in the experiment. The physical properties of pellets such as bulk density, particle density, durability resistance were determined. Also, average product capacity of pelleting machine and its energy consumption values were measured. At the end of the study, depending on the moisture content average pellet production capacity of the pelleting machine was as found 60-83 kg/h. The bulk density and particle density of pellets were between 521-684 kg/m<sup>3</sup> and 981-1232 kg/m<sup>3</sup>, respectively. Pellet densities were decreased with increasing moisture content.

**Key words:** Pellet, olive pruning residues, biomass

### GİRİŞ

Türkiye, nüfusu yıldan yıla artan ve hızla gelişmekte olan bir ülkedir. Nüfus artışı ve gelişmişliğe bağlı olarak enerji tüketimi hızla artarken, enerji üretimi yıllardır sabit kalmıştır. Bu nedenle enerji üretimi tüketimi karşılayamamakta ve enerji açığı her geçen yıl artarak devam etmektedir. Birincil enerji tüketimi 2015 yılında 129.7 MTEP olarak gerçekleşerek 2005 yılından 2015 yılına kadar %46 oranında artış göstermiştir. Birincil enerji arzında ithal enerji kaynaklarının oranı 2015 yılında %75.9 olarak gerçekleşmiştir (ETKB 2017).

Meyve bahçelerinde budama işlemleri sonucu her yıl büyük miktarlarda biyokütle materyali ortaya çıkmaktadır. Bu artıkların bir kısmı evlerde yakacak olarak, bir kısmı parçalama makinaları yardımı ile

parçalanarak toprağa karıştırılmakta ve büyük bir kısmı ise herhangi bir şekilde değerlendirilmeden yakılarak yok edilmektedir.

Meyve bahçelerinden çıkan budama artıkları çevresel kirlilik oluşturmada yanında, üretim alanlarında çalışma koşullarını da zorlaştırmaktadır. Ayrıca artıkların herhangi bir şekilde değerlendirilmeyip yok edilmesi ekonomik bir kayıp oluşturmaktadır.

Tarımsal artıklar düşük yoğunluğa ve yüksek nem içeriğine sahip materyallerdir. Bu nedenle enerji eldesi için bu artıkların doğrudan yakılması çok etkin olmamakta (çok fazla kirlitici emisyon ve partikül atmosfere salınmakta), depolama ve taşıma işlemlerinde problemler ortaya çıkmakta, taşıma ve depolama maliyetleri artmaktadır.

Pelet, hayvan yemine benzeyen, küçük, silindirik bir forma sahiptir. Biyokütle peletleri genellikle 6-12 mm çapında ve 10-30 mm uzunluğundadır. Biyokütle materyalinin basınç altında daha küçük boyutlara (yaklaşık 30 mm) getirilmesine peletleme denilmektedir (Öztürk 2012).

Peletlerin son kullanıcıya gelinceye kadar dayanıklı kalması oldukça önemlidir. Yüksek dayanıklılığa sahip peletler özellikle nakliyede, taşınmada ve depolama avantajlar sağlamaktadır (Lehtikangas 2001). Pelet dayanıklılığı değerlerinin %80 ve yukarı olması yüksek kaliteli, %70-80 arasında olması orta kaliteli ve %70'in altında olması durumunda ise düşük kaliteli olarak değerlendirilmektedir (Tabil and Sokhansanj 1996, Tabil and Sokhansanj 1997).

Garsia-Maraver et al. (2010) tarafından yapılan çalışmada; zeytin ağacı dalları ve yaprakları ayrı ayrı ticari ölçekli pelet makinesi kullanılarak peletlenmiş ve pelet fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda, zeytin ağacı dallarından elde edilen peletlerin yığın yoğunluğu 582 kg/m<sup>3</sup>, parça yoğunluğu 1259 kg/m<sup>3</sup> elde edilirken, yapraklardan elde edilen peletlerin ise sırası ile 481 kg/m<sup>3</sup>, 1083 kg/m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir.

Zamorano et al. (2011) tarafından yapılan çalışmada; zeytin ağacı, zeytin ağacı yaprakları, badem ağacı, kavak ve meşe ağacı budama atıkları peletlenmiştir. Çalışmada 6-8 mm aralığında öğütülmüş materyaller kullanılmış ve 8 mm çapında peletler üretilmiştir. Zeytin ağacı yapraklarından yapılan peletlerin düşük kaliteli oldukları, diğer peletlerin ise birbirine yakın kalitede oldukları belirlenmiştir. Yüksek nem içeriği, düşük pelet yoğunluğu ve pelet uzunluklarının kısa olması peletlerin basınç dirençlerini düşürmüştür.

Bu çalışmada zeytin budama artıklarının kurutulup öğütüldükten sonra düz kalıp dairesel sıralı delikli bir peletleme makinesinde peletlenmesi ve pelet kalitesi ile ilgili yığın ve parça yoğunluğu, mekanik dayanıklılık direnci, basınç direnci ve nem alma durumu gibi fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca peletleme makinesinin pelet üretim kapasitesi ve elektrik tüketimi belirlenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Zeytin budama artıklarının peletleme çalışmaları Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü atölyesinde yürütülmüştür.

Zeytin budama artıkları toplandıklarında nem içerikleri %30-40 civarındadır. Bu yüzden hem kuruma süresini kısaltmak hem de çekiçli değirmende öğütme işlemlerini kolaylaştırmak için traktör kuyruk milinden hareket alan dal parçalama makinesi ile materyallere ön parçalama işlemi uygulanmıştır. Parçalanan

materyaller sert bir zemin üzerinde açık havada kurutulmuştur.

Kurutulmuş materyallerin peletleme işlemi için uygun parçacık boyutlarına getirilmesinde traktör kuyruk milinden hareket alan çekiçli değirmen kullanılmıştır. Materyaller 2,4 ve 6 mm olmak üzere 3 farklı elek çapında öğütülmüştür.

Peletleme işleminden önce materyal nem içerikleri belirlenerek, gerektiğinde materyallerin nem içeriğini arttırmak için su ile nemlendirme işlemi yapılmış ve nemlendirme işlemi sonucu materyal içerisinde nem dengesinin sağlanması için materyaller hava almayacak şekilde 7 gün boyunca kapalı plastik ambalaj poşeti içerisinde bekletilmiştir. Peletleme işlemlerinde %11 ve 15 olmak üzere iki farklı nem içeriği belirlenmiştir.

Materyallerin parçacık boyut dağılımlarının belirlenmesinde 200 mm çapında, 50 mm derinliğinde 0.125-3.0 mm elek açıklığına sahip 7 elek ve elek sarsma cihazından oluşan elek analiz seti kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Elek Analiz Seti

Materyaller, elektrik enerjisi ile çalışan, üç fazlı, peletleme ünitesi motor gücü 7.5 kW, kapasitesi materyal çeşidine bağlı olarak 70-100 kg/h, düz kalıp dairesel sıralı delikli, kalıp çıkış delik çapı 6 mm, pelet boyu 10-40 mm arasında ayarlanabilen peletleme makinesi kullanılarak peletlenmiştir (Şekil 2). Peletleme denemelerinde kullanılan materyallerin bazı fiziksel özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 2. Peletleme Makinesi

Peletleme makinesinin kapasitesi, makine rejime girdikten (peletler çıkmaya başladıktan sonra) belirli bir süre için peletleme makinesinden çıkan peletler bir kaptan toplanmış ve daha sonra elde edilen peletler tartılmıştır. Üretim kapasitesi, pelet ağırlığının peletleme için geçen süreye bölünmesi ile kg/h olarak belirlenmiştir.

Pelet kalitesinin belirlenmesi kapsamında pelet yığın yoğunluğu, pelet parça yoğunluğu, mekanik dayanıklılık direnci, basınç direnci, gerilme direnci ve nem alma direnci gibi fiziksel özellikleri belirlenmiştir.

**Çizelge 1. Materyallerin Bazı Fiziksel Özellikleri**

	2 mm	4 mm	6 mm
Nem içeriği (%)	6.75	7.69	7.94
Yığın yoğunluğu (kg/m <sup>3</sup> )	370	377	372
Geometrik ortalama çap (mm)	1.178	1.432	1.529

Peletlerin yığın yoğunluğu EN 15103 (2009) standardına göre belirlenmiştir. Bu yöntemde pelet örnekleri 5 l hacme sahip silindirik kap içerisine yaklaşık 200-300 mm yükseklikten tam olarak doldurulup kap 3 kez yaklaşık olarak 150 mm yükseklikten serbest olarak ahşap zemin üzerine bırakılmıştır. Daha sonra, düz ve uzun bir ahşap malzeme ile kabın üst kısmındaki fazla pelet örnekleri kap dışına taşınmıştır. Pelet yığın yoğunluğu pelet kütesinin kabın hacmine oranlanması ile kg/m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır (Şekil 3).



**Şekil 3. Pelet Yığın Yoğunluğu Belirleme Kabı**

Peletlerin parça yoğunlukları EN 16127 (2012) standardına göre belirlenmiştir. Bu yöntemde 80-100 g kütleyle sahip pelet örnekleri (yaklaşık 100 adet) alınarak her bir peletin çapı, uzunluğu ve kütlesi ölçülerek kaydedilmiştir. Pelet parça yoğunluğu kg/m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır.

Peletlerin mekanik dayanıklılık dirençlerinin belirlenmesinde EN 15210-1 (2009) standardına göre üretilmiş bir mekanik dayanıklılık test cihazı kullanılmıştır (Şekil 4). Bu cihazın motor gücü 0.37 kW, motor redüktör devri 50/min, peletlerin yerleştirileceği kafes ölçüleri 300x300x125 mm ve kafes iç merkezine çapraz olarak yerleştirilen 50 mm eninde, 230 mm uzunluğunda bir levha (baffle) bulunmaktadır.



**Şekil 4. Pelet Mekanik Dayanıklılık Test Cihazı**

Yoğunlaştırılmış ürünlerin sertliği çoğunlukla basınç direnci (sıkıştırma direnci) testi yoluyla belirlenmektedir. Bu testte, pelet örnekleri içerisinden rastgele seçilen 30 adet pelet kullanılmıştır. Uygulanan sıkıştırma yükleri bilgisayara aktarılmıştır. Peletlerin basınç direnci N, peletlerin özgül basınç direnci ise basınç direncinin pelet uzunluğuna oranlanması yoluyla N/mm olarak hesaplanmıştır.

Peletlerin nem alma dirençleri pelet ağırlığındaki değişim yoluyla belirlenmiştir Liu et al. (2013). Bu testte rastgele seçilen 5 pelet kurutma fırınında 105 ± 2 °C sıcaklıkta sabit ağırlığa gelinceye kadar (24 h) bekletilmiş, kurutma sonrası peletler tartılarak ilk ağırlıkları kaydedilmiştir. Peletler daha sonra 27 °C sıcaklık ve %90 nem içeriğine sahip iklimlendirme kabininde 24 h süreyle bekletilmiştir. Test sonunda peletler iklimlendirme kabininden alındıktan sonra tekrar tartılmış ve peletlerin son ağırlıkları kaydedilmiştir. Peletlerin nem alma dirençleri yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.

#### **ARAŞTIRMA BULGULARI**

Öğütülmüş zeytin budama artıklarının elek analizi sonucu parçacık boyutu dağılımında 0-1 mm boyutlarındaki materyal yüzdesi; 2 mm için % 83.28, 4 mm için % 63.94 ve 6 mm için % 27.18'dir.

2 farklı nem içeriği ve 3 farklı parçacık boyutunda toplam 6 çeşit peletleme işlemi yapılmıştır (Şekil 5). Peletleme işlemi bittikten sonra kalıp sıcaklığı ölçülmüş ve materyal parçacık boyutuna ve nem içeriğine bağlı olarak kalıp sıcaklığının yaklaşık 107-128 °C değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir.



Şekil 5. Üretilen Zeytin Peletleri

Peletleme denemelerinde zeytin budama atıklarının, bütün parçacık boyutu ve nem içeriklerinde kolay peletlendiği gözlemlenmiştir.

Zeytin budama artıklarından elde edilen peletler için üretim kapasitesi incelendiğinde nem içeriği arttıkça üretim kapasitesi artmıştır. En yüksek kapasite 83 kg/h ile %15 materyal nem içeriğine ve 4 mm parçacık boyutuna sahip peletlerde, en düşük üretim kapasitesi ise 60 kg/h ile %11 materyal nem içeriğine ve 2 mm parçacık boyutuna sahip peletlerde elde edilmiştir.

Enerji tüketim değerlerine bakıldığında ise materyal parçacık boyutuna ve nem içeriğine bağlı olarak peletleme makinesinin enerji tüketim değeri 7.49 ile 7.92 kWh arasında değişmiştir. Özgül enerji tüketim değerleri ise üretim kapasitesine bağlı olarak 95.48 ile 131.18 kWh/t arasında değişmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Üretim Kapasiteleri ve Özgül Enerji Tüketimleri

Parçacık boyutu (mm)	Materyal nemi (%)	Üretim kapasitesi (kg/h)	Özgül enerji tüketimi (kWh/t)
2	11	60	131.18
2	15	76	98.52
4	11	63	124.08
4	15	83	95.48
6	11	67	117.61
6	15	75	100.61

Peletlerin peletleme makinesinden çıkış nemleri (1. gün) ve 7. gün sonu nem içerikleri Çizelge 3'de

verilmiştir. Çizelge incelendiğinde tüm materyallerin peletleme işlemi sırasında sürtünmelere bağlı olarak oluşan sıcaklık yükselmesi nem kayıplarına neden olmuştur. Peletleme işlemi sonunda hızlı bir şekilde nem içeriği düşmüştür.

Çizelge 3. Peletlerin 1. ve 7. Gün Sonunda Yaş Bazdaki Nem İçerikleri

Parçacık boyutu (mm)	Materyal nemi (%)	1. gün (%)	7. gün (%)
2	11	5.38	6.20 ↑
2	15	10.13	9.50 ↓
4	11	5.88	6.68 ↑
4	15	10.93	8.72 ↓
6	11	5.16	5.14 ↓
6	15	9.75	8.78 ↓

Literatürde materyal nem içeriğinin pelet parça yoğunluğu ve pelet yığın yoğunluğuna önemli derecede etkilediği belirtilmiştir (Colley 2006; Mani et al. 2006; Liu et al. 2014). Larsson ve Rudolffsson (2012) farklı nem içeriklerine sahip biyokütle materyallerinden ürettikleri peletlerde en yüksek pelet yığın yoğunluğuna en düşük materyal nem içeriğinde ulaşılmıştır.

Zeytin budama artıklarından elde edilen peletler için yığın ve parça yoğunluğu incelendiğinde nem içeriği arttıkça yığın ve parça yoğunluğu azalmış, en yüksek yığın ve parça yoğunluğu sırasıyla 683.60 kg/m<sup>3</sup> ve 1232.30 kg/m<sup>3</sup>, en düşük yığın ve parça yoğunluğu ise sırasıyla 520.73 kg/m<sup>3</sup> ve 980.70 kg/m<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir. Peletlerin yığın ve parça yoğunlukları, materyal nem içeriğine bağlı olarak materyal yoğunluğunun sırasıyla 2.1 ve 3.9 katı olduğu tespit edilmiştir. Üretilen peletlerin yığın ve parça yoğunlukları Çizelge 4'de verilmiştir.

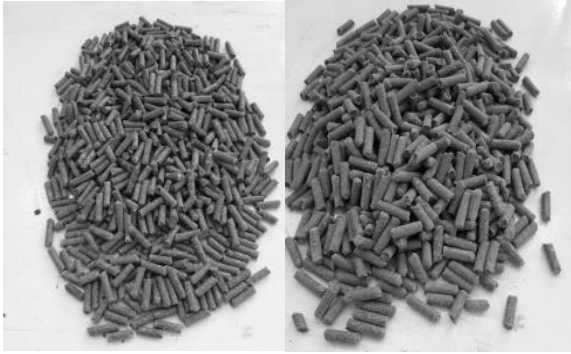
Çizelge 4. Peletlerin Yığın ve Parça Yoğunlukları

Parçacık boyutu (mm)	Materyal nemi (%)	Yığın yoğunluğu (kg/m <sup>3</sup> )	Parça yoğunluğu (kg/m <sup>3</sup> )
2	11	683.60	1232.30
2	15	568.44	1059.60
4	11	627.11	1222.88
4	15	520.73	980.70
6	11	683.03	1159.62
6	15	538.08	998.54

Mekanik dayanıklılık direnci, peletlerin özellikle mekanik veya pnömatis sistemlerle taşınma özelliklerinin tanımlanması açısından önemlidir. İmalat sanayisinde

mekanik dayanıklılık direnci yüksek olan peletler, yüksek kaliteli peletler olarak ifade edilmektedir (Kaliyan and Morey 2009). Zeytin peletlerinin mekanik dayanıklılık direnci testi öncesi ve sonrası görünümü Şekil 6'da verilmiştir. Test sonuçları ise Çizelge 5'de verilmiştir.

Tabil and Sokhansanj (1996) ve Tabil and Sokhansanj (1997) pelet mekanik dayanıklılık direncinin %80 ve üzeri olması durumunda pelet kalitesinin iyi olduğunu belirtmiştir. Avrupa Pelet Konseyi ise ENplus-A1 sınıfı pelet standartlarında mekanik dayanıklılık direncinin  $\geq 98$ , ENplus-A2 ve ENplus-B sınıfı pelet standartlarında ise  $\geq 97.5$  olması gerektiği belirtilmiştir (EN 14961-2 2015). Mekanik dayanıklılık direnci açısından zeytin budama artıklarından üretilen peletlerin ilgili standartlara uygun olduğu tespit edilmiştir.



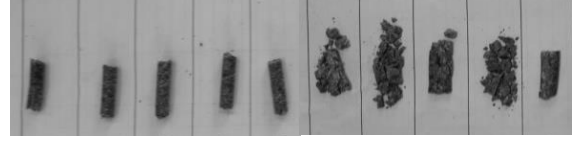
**Şekil 6. Peletlerin Mekanik Dayanıklılık Direnci Testi Öncesi ve Sonrası Görünümleri**

**Çizelge 5. Peletlerin Dayanıklılık Direnci**

Parçacık boyutu (mm)	Materyal nemi (%)	Dayanıklılık direnci (%)
2	11	98.94
2	15	96.73
4	11	98.30
4	15	93.15
6	11	98.81
6	15	93.69

Üretilen peletlerin basınç direncinin belirlenmesi kalite açısından önemli bir parametredir. Sertlik değeri en yüksek olan pelet, yüksek kaliteli pelet olarak değerlendirilir (Celma et al. 2012).

Zeytin peletlerinin basınç direnci testi öncesi ve sonrası görünümü Şekil 7'de verilmiştir. Test sonuçları ise Çizelge 6'da verilmiştir.



**Şekil 7. Peletlerin Basınç Test Öncesi ve Sonrası Görünümleri**

Bergström et al. (2008), farklı biyokütle peletleri için belirlenen özgül basınç direnci değerlerinin 40.1-61.2 N/mm arasında olduğunu bildirmiştir. Gilbert et al. (2009) tarafından farklı biyokütle materyallerinden elde edilen peletlerin gerilme direnci değerleri 0.13-0.48 MPa arasında olduğu, Liu et al. (2014) tarafından farklı biyokütle ve karşım örneklerinden elde edilen peletlerin ise 0.96-7.50 MPa arasında olduğu belirtilmiştir. Zeytin budama artıklarından elde edilen peletlerin özgül basınç direnci ve gerilme direnci değerleri literatür verileri ile uyumlu olduğu görülmüştür.

**Çizelge 6. Peletlerin Basınç, Özgül Basınç ve Gerilme Direnci**

Parçacık boyutu (mm)	Materyal nemi (%)	Basınç direnci (N)	Özgül basınç direnci (N/mm)	Gerilme direnci (MPa)
2	11	503.76	23.96	2.52
2	15	646.50	34.23	3.51
4	11	637.01	33.07	3.45
4	15	597.55	32.05	3.28
6	11	548.72	26.35	2.77
6	15	631.27	34.89	3.57

Saklama ve depolama koşullarının belirlenmesinde pelet nem içeriği oldukça önemlidir. Nem alma durumlarına bakılarak özellikle düşük neme sahip peletlerin yüksek nem koşullarına maruz bırakılmaması gerekmektedir. Üretilen peletlerin nem alma direnci Çizelge 7'de verilmiştir.

**Çizelge 7. Peletlerin Nem Alma Direnci**

Parçacık boyutu (mm)	Materyal nemi (%)	Nem alma direnci (%)
2	11	13.54
2	15	15.88
4	11	14.77
4	15	14.87
6	11	12.18
6	15	14.45

Peletlerin nem alma durumları genel olarak incelendiğinde saklama ve depolama koşullarındaki

sıcaklık ve nem değerleri ile pelet nem içeriğine bağlı olarak nem kaybetme veya nem alma durumu ortaya çıkmaktadır. Uzun süreli saklama ve depolama durumunda peletlerin su ile teması önlenerek yüksek nemli ortamlardan uzak tutulmalıdır. Nemin ve suyun oluşturacağı olumsuz etkilerin önüne geçmek için peletler uygun saklama ve depolama koşullarında tutulmalıdır. Ayrıca hava ve su geçirmez şekilde paketlenmelidir.

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Zeytin budama artıklarından %11 ve %15 materyal nem içeriğinde kaliteli peletler üretilmiştir.

### LİTERATÜR LİSTESİ

- Bergström, D., S. Israelson, M. Öhman, S. Dahlqvist, R. Gref, C. Boman, I. Wåsterlund, 2008. Effects of Raw Material Particle Size Distribution on The Characteristics of Scots Pine Sawdust Fuel Pellets. *Fuel Processing Technology*, 89: 1324-1329.
- Celma, A.R., F. Cuadros, F.L. Rodriguez, 2012. Characterization of Pellets From Industrial Tomato Residues. *Food and Bioproducts Processing*, 90: 700-706.
- Colley, Z.J. 2006. Compaction of Switchgrass for Value Added Utilization, (M. Sc), The Graduate Faculty of Auburn University.
- EN 14961-2. 2015. European Pellet Council. ENplus Handbook, Part 3: Pellet Quality Requirements (Version 3.0, August 2015)
- EN 15103. 2009. Solid biofuels. Determination of Bulk Density
- EN 15210-1. 2009. Solid Biofuels. Determination of Mechanical Durability of Pellets and Briquettes – Part 1: Pellets
- EN 16127. 2012. Solid biofuels. Determination of Length and Diameter of Pellets
- ETKB. 2017. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. <http://www.eie.gov.tr>, Erişim: 30.01.2018.
- Garcia-Maraver, A., A.F. Ramos-Ridao, D.P. Ruiz, M. Zamorano, 2010. Quality of Pellets From Olive Grove Residual Biomass. International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPO'10), Granada-Spain.

Üretilen peletlerin yığın ve parça yoğunlukları ve mekanik dayanıklılık dirençleri oldukça yüksek olup Avrupa pelet konseyi tarafından hazırlanan standartlar ile uyumludur.

Peletler depolama süresince çevre şartlarından çok az etkilenmiştir. Depolama ortamının nem içeriğinin artması peletlerin nem alma hızını artırmıştır. Materyal nem içeriğinin artması pelet yoğunluklarını olumsuz etkilemiştir. Diğer taraftan materyal nem içeriğinin artışı üretim kapasitesini artırmıştır. Parçacık boyutu ve nem içeriğine bağlı olarak üretim kapasitesi 60 ile 83 kg/h arasında değişmiştir.

- Gilbert, P., C. Ryu, V. Sharifi, J. Swithenbank, 2009. Effect of Process Parameters on Pelletisation of Herbaceous Crops. *Fuel*, 88: 1491-1497.
- Kaliyan, N., R.V. Morey, 2009. Factor Affecting Strength and Durability of Densified Biomass Products. *Biomass and Bioenergy*, 33: 337-359.
- Larsson, S.H., M. Rudolfsson, 2012. Temperature Control in Energy Grass Pellet Production – Effects on Process Stability and Pellet Quality. *Applied Energy*, 97: 24-29.
- Lehtikangas, P. 2001. Quality Properties of Pelletised Sawdust, Logging Residues and Bark, *Biomass and Bioenergy*, 20, 351-60.
- Liu, X., Z. Liu, B. Fei, Z. Cai, Z. Jiang, X. Liu, 2013. Comparative Properties Bamboo, Rice Straw Pellets. *Bio Resource*, 8(1): 638-647.
- Liu, X., B. Fei, Z. Jiang, Z. Cai, Z. Liu, 2014. Important Properties of Bamboo Pellets to be Used as Commercial Solid Fuel in China. *Wood Sci Technol*, 48: 903-917.
- Öztürk, H.H. 2012. Enerji Bitkileri ve Biyoyakıt Üretimi, Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul, ss. 272.
- Tabil, L.G., S. Sokhansanj, 1996. Pcess Conditions Affecting the Physical Quality of Alfalfa Pellets, *Applied Engineering in Agriculture*, 12, 345-50.
- Tabil, L.G., S. Sokhansanj, 1997. Bulk Properties of Alfalfa Grind in Relation oo Its Compaction Characteristics, *Applied Engineering in Agriculture*, 13, 499-05.
- Zamorano, M., V. Popov, M.L. Rodriguez, A. Garcia-Maraver 2011. A Comparative Study of Quality Properties of Pelletized Agricultural and Forestry Lopping Residues, *Renewable Energy*, 36, 3133-314.