


Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (1):137-144
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.723940>

Abdülkadir KOÇER^{1*} 

Ahmet KÜRKLÜ² 

¹ Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler
Meslek Yüksekokulu, Antalya

² Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Tarım Makinaları ve Teknolojileri
Mühendisliği, Antalya / Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:

akocer@akdeniz.edu.tr

Anahtar sözcükler: Bağ budama
artıkları, Pelet, Pelet fiziksel
özellikleri

Keywords: Vineyard pruning
residues, Pellet, Pellet physical
properties

Bağ budama artıklarının peletlenmesi ve peletlerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Pelletizing of vineyard pruning residues and determination of pellet physical properties

Alınış: (Received): 20.04.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 03.06.2020

ÖZ

Amaç: Her yıl üzüm bağlarından önemli miktarda bağ budama artıkları ortaya çıkmaktadır. Bu artıklar önemli bir enerji potansiyeline sahiptir. Bu çalışmanın amacı bu artıkları pelet olarak değerlendirmektir.

Materyal ve Yöntem: Öğütülmüş bağ budama artıkları, iki farklı nem içeriğinde (yaklaşık %11 ve %15) ve üç farklı parçacık boyutunda (2, 4, 6 mm) pelet makinesinde çevre şartlarında peletlenmiştir. Peletlerin kalitesini belirleyen hacim yoğunluğu, parça yoğunluğu, mekanik dayanıklılık direnci, basınç direnci ve nem alma durumu gibi fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca, pelet makinesinin üretim kapasitesi ve enerji tüketim değerleri ölçülmüştür.

Araştırma Bulguları: Üretilen peletlerin fiziksel özellikleri materyal nem içeriği ve parçacık boyutuna bağlı olarak hacim ve parça yoğunluğu ortalama 696 kg m^{-3} ve 1262 kg m^{-3} , mekanik dayanıklılık direnci %91 ve gerilme direnci 2.36 N bulunmuştur. Ortalama üretim kapasitesi ise 45 kg h^{-1} olarak ölçülmüştür.

Sonuç: %11 ve %15 nem içeriğinde bağ budama artıklarından kaliteli peletler üretilmiştir. Bu artıklardan elde edilen peletlerin fiziksel özellikleri literatür verileri ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

ABSTRACT

Objectives: Every year important amounts of vineyard pruning residues emerge from orchards. These residues have significant energy potential. The aim of this study is to evaluate these residues as pellet.

Material and Methods: Ground vineyard pruning residues were pelleted in environmental conditions in two different moisture contents (about 11% and 15%) and three different particle sizes (2, 4, 6 mm). The physical properties of pellets such as particle density, bulk density, durability, tensile strength and absorption resistance were defined. Besides, energy consumption values and pellet production capacity were measured.

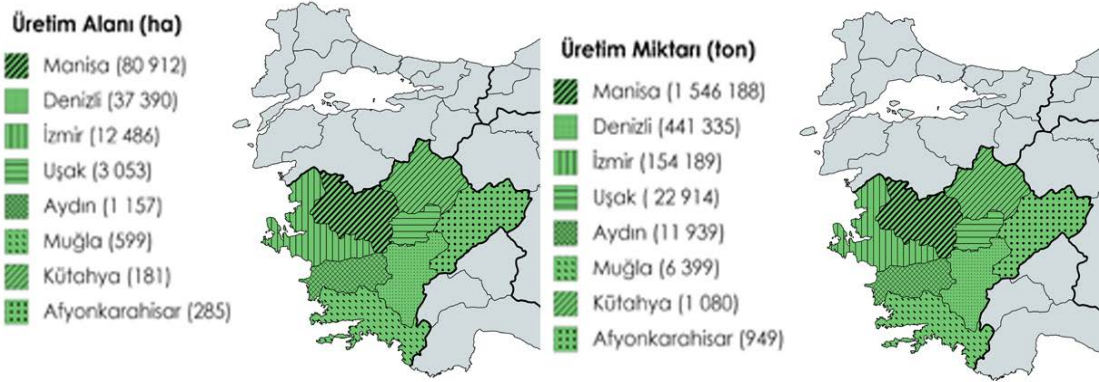
Results: Depending on the material moisture content and particle size, the average bulk density, particle density, durability and tensile strength of pellets were found as 696 kg m^{-3} , 1262 kg m^{-3} , 91% and 2.36 MPa, respectively. The average production capacity was measured as 45 kg h^{-1} .

Conclusion: Quality pellets were produced from vineyard pruning residues in the range of 11% and 15% moisture content. The physical properties of the pellets from these residues are in compliance with the literature data.

GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi ve kullanımı; temiz çevre, sürdürülebilir enerji ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir olması bakımından oldukça önemlidir (Özdoğan ve Geren, 2019).

Türkiye’de bulunan üzüm bağlarının yaklaşık %34’ü Ege Bölgesi’nde bulunmaktadır. Bu bağlardan üretilen üzüm miktarı ise ülke çapında üretilen miktarın yaklaşık %54’üne karşılık gelmektedir. En çok üretim yapılan illerimiz sırasıyla Manisa, Denizli ve İzmir’dir (TUIK, 2019). Şekil 1’de Ege Bölgesi için harita üzerinde üzüm üretim alanları ve miktarları verilmiştir. Üretim alanlarını dikkate aldığımızda her yıl tonlarca budama artığı ortaya çıkmaktadır. Bu artıkların bir kısmı evlerde yakacak olarak, bir kısmı parçalama makineleri yardımı ile parçalanarak toprağa karıştırılmakta ve büyük bir kısmı ise herhangi bir şekilde değerlendirilmeden yakılarak yok edilmektedir. Ortaya çıkan budama artıkları çevresel kirlilik oluşturmanın yanında, üretim alanlarında çalışma koşullarını da zorlaştırmaktadır. Ayrıca artıkların herhangi bir şekilde değerlendirilmeyip yok edilmesi ekonomik bir kayıp oluşturmaktadır.



Şekil 1. Ege Bölgesi üzüm üretim alanları ve miktarları.

Figure 1. Vineyard production areas and quantities in Aegean Region.

Bu artıklar düşük yoğunluğa ve yüksek nem içeriğine sahip materyallerdir. Bu nedenle bu artıkların doğrudan yakılması çok etkin olmamaktadır. Yanması sonucu çok fazla kirlenici emisyon ve partikül atmosfere salınmaktadır. Ayrıca depolama ve taşıma işlemlerinde problemler ortaya çıkmakta, taşıma ve depolama maliyetleri artmaktadır.

Peletleme düşük yoğunluğa sahip artıkların değerlendirilmesinde kullanılan yöntemlerdendir. Pelet, silindirik yapıya sahip 6-12 mm çapında ve 10-30 mm uzunluğunda olup basınç altında yoğunluğunun artırılma işlemi olarak ifade edilir (Öztürk, 2012).

Soleimani ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada; buğday samanı ve alaçam talaşı kullanılarak pelet üretimi yapılmıştır. Materyaller 1.7 mm elek çapında bıçaklı değirmende elenmiş olup %10 nem içeriğine sahiptirler. Pilot ölçekli bir peletleme makinasında pelet üretimi yapılmıştır. Pelet parça yoğunluğunun 1200 kg m⁻³ ve pelet dayanıklılık direncinin % 90.1 olduğu belirtilmiştir.

Niedziółka ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada; saman, kolza ve mısır sapları ve bunların karışımları peletlenmiş ve peletlerin öç..yığın yoğunluğu ile mekanik dayanımları belirlenmiştir. Kullanılan materyallerin nem içerikleri %16.5-18.5 aralığında değişmiştir. Çalışma sonunda pelet yığın yoğunluğunun ve mekanik dayanımının kullanılan materyale bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir. En düşük pelet yığın yoğunluğu saman peletinde, en yüksek yoğunluk ise mısır sapı peletlerinde elde edilmiştir. En düşük pelet mekanik dayanımı kolza sapı peletlerinde, en yüksek ise saman ve mısır sapı karışımlarından elde edilen peletlerde bulunmuştur.

Bu çalışmada bağ 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

Bağ budama artıklarının peletleme çalışmaları Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü bünyesinde gerçekleştirilmiştir. Bağ budama artıkları toplandıklarında nem içerikleri %40-50 civarındadır. Bu artıklar traktör kuyruk milinden hareketli dal parçalama makinesi ile ön parçalama yapılmıştır. Bunun amacı kurutma süresini kısaltmak ve öğütme işlemlerini kolaylaştırmaktır. Budama artıkları açık havada sert bir zeminde kurutulmuştur.

Kurutma işlemi sonrası bağ budama artıkları traktör kuyruk milinden hareketli çekiçli değirmen ile 2, 4 ve 6 mm olmak üzere 3 farklı elek çapında öğütülmüştür. Peletleme işlemlerinde yaklaşık %11 ve 15 olmak üzere iki farklı nem içeriği belirlenmiştir. Peletleme öncesi budama artıklarının nem içerikleri belirlenerek istenilen nem şartlarına getirilmiştir. Nem içeriğini arttırmak için su ile nemlendirme işlemi yapılmıştır. Nem dengesinin sağlanması için nemlendirilmiş budama artıkları hava almayan kapalı poşetlerde 1 hafta bekletilmiştir.

Bağ budama artıklarının parçacık boyut dağılımlarını belirlemek için Şekil 2'de gösterilen elek analiz seti kullanılmıştır. Elek analiz seti, 7 elek ve elek sarsma cihazından oluşmaktadır. Elekler 200 mm çapında, 50 mm derinliğinde ve 0.125-3.0 mm elek açıklığına sahiptirler.



Şekil 2. Elek analiz setinin görünümü.

Figure 2. General view of sieve shaker.

Bağ budama artıkları, elektrik enerjisi ile çalışan ve motor gücü 7.5 kW olan peletleme makinesiyle peletlenmiştir. Makinenin üretim kapasitesi materyal çeşidine bağlı olarak 70-100 kg/h' dir. Kalıp çıkış delik çapı 6 mm ve pelet boyunu 10-40 mm arasında ayarlayabilen bir bıçağa sahiptir. Peletleme denemelerinde kullanılan budama artıklarının bazı fiziksel özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bağ budama artıklarının bazı fiziksel özellikleri

Table 1. Some physical properties of vineyard pruning residues

	2 mm	4 mm	6 mm
Nem içeriği (%)	7.42	7.56	8.57
Yığın yoğunluğu (kg/m ³)	326	313	292
Geometrik ortalama çap (mm)	0.982	1.168	1.541

Peletleme makinesinin üretim kapasitesi, pelet ağırlığının peletleme için geçen süreye bölünmesi ile kg.h^{-1} olarak belirlenmiştir. Üretilen peletlerin yığın yoğunluğu, parça yoğunluğu, dayanıklılık direnci, gerilme direnci ve nem alma direnci gibi fiziksel özellikleri belirlenmiştir.

Peletlerin yığın yoğunluğu EN 15103 (Standard, 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 kütlesinin kabın hacmine oranlanması ile kg m^{-3} olarak hesaplanmıştır.

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

Peletlerin mekanik dayanıklılık dirençlerinin belirlenmesinde motor gücü 0.37 kW ve redüktör devri $50.\text{min}^{-1}$ olan dayanıklılık test cihazı kullanılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Pelet mekanik dayanıklılık test cihazı.

Figure 3. Pellet durability test device.

Peletlerin sertliği çoğunlukla basınç direnci (sıkıştırma direnci) testi yoluyla belirlenmektedir. Bu testte, pelet örnekleri içerisinden rastgele seçilen 30 adet pelet kullanılmıştır. Peletlerin basınç direnci bulunduğundan sonra basınç direncinin pelet uzunluğuna oranlanmasıyla özgül basınç direnci hesaplanmıştır.

Peletlerin nem alma dirençleri pelet ağırlığındaki değişim yoluyla belirlenmiştir (Liu ve ark., 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 ve TARTIŞMA

Öğütülmüş bağ budama atıklarının parçacık boyutu dağılımlarını belirlemek için yapılan elek analizi sonucunda ortaya çıkan parçacık boyutu dağılımları Çizelge 2'de verilmiştir. Parçacık boyutu dağılımında 0-1 mm boyutlarındaki materyal yüzdesi 2 mm için %96.10, 4 mm için %74.01 ve 6 mm için %45.53'dir.

Çizelge 2. Bağ budama atıklarının parçacık boyutu dağılımları

Table 2. Particle size distribution of vineyard pruning residues

Elek çapı (mm)	Yüzde (%)
>3	1.84
2.36 – 3	3.32
1.7 – 2.36	8.73
1.0 – 1.7	14.23
0.5 – 1.0	22.37
0.25 – 0.50	26.56
0.125 – 0.250	10.65
0 – 0.125	12.29

İki farklı nem içeriği ve üç farklı parçacık boyutunda toplam 6 farklı pelet üretilmiştir (Şekil 4). Peletleme işlemi bittikten sonra kalıp sıcaklığı ölçülmüş ve materyal parçacık boyutuna ve nem içeriğine bağlı olarak kalıp sıcaklığının yaklaşık 115-165 °C değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir.



Şekil 4. Bağ budama artıklarından üretilen pelet örnekleri.

Figure 4. Sample of pellets from vineyard residues.

Peletleme denemelerinde bağ budama artıklarının peletleme esnasında besleme ünitesinde materyal sıkışmalarına neden olmuştur. Bu durum üretim kapasitesini ve üretilen pelet miktarını olumsuz etkilemiştir. Bu durum 4 mm parçacık boyutuna sahip budama artıklarında daha çok görülmüştür. Buna bağlı olarak nem içeriği düşük olan budama artıklarında ise üretim kapasitesi düşmüştür.

Bağ budama artıklarından elde edilen peletler için üretim kapasitesi incelendiğinde nem içeriği arttıkça üretim kapasitesi artmıştır. Ancak %15 materyal nem içeriğine ve 6 mm parçacık boyutuna sahip peletlerde ise durumun aksine üretim kapasitesi düşmüştür. En yüksek kapasite 59 kg h^{-1} ile %11 materyal nem içeriğine ve 6 mm parçacık boyutuna sahip peletlerde, en düşük üretim kapasitesi ise 35 kg h^{-1} ile %15 materyal nem içeriğine ve 4 mm parçacık boyutuna sahip peletlerde elde edilmiştir. Literatürde, mısır sapı için 66 kg.h^{-1} (Yılmaz 2018), çay fabrika atıkları için 46 kg h^{-1} (Bilgin et al. 2016) ve fındık zuru için 67 kg.h^{-1} (Bilgin et al. 2015) olarak belirtilmiştir. Üretim kapasitesi açısından elde edilen verilerin literatür değerleri ile uyumluluğu gözlemlenmiştir.

Enerji tüketim değerlerine bakıldığında ise materyal parçacık boyutuna ve nem içeriğine bağlı olarak peletleme makinesinin enerji tüketim değeri 8.14 ile 8.58 kWh arasında değişmiştir. Özgül enerji tüketim değerleri ise üretim kapasitesine bağlı olarak 144.72 ile 233.08 kWh t^{-1} arasında değişmiştir. Üretim kapasiteleri, özgül enerji tüketimleri ve peletleme makinesinden çıkış nemleri 1. gün ve 7. gün sonu nem içerikleri Çizelge 3'de verilmiştir. Nem alma durumları açısından 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.

Bağ budama artıklarından elde edilen peletler 7 gün boyunca 22-24 °C ve %55-60 bağıl nemde bekletildikten sonra peletlerin parça yoğunluğu, yığın yoğunluğu, dayanıklılık direnci, gerilme direnci ve nem alma direnci gibi fiziksel testleri yapılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 3. Peletlerin üretim kapasiteleri, özgül enerji tüketimleri, 1. ve 7. gün sonunda nem içerikleri

Table 3. Production capacities of pellets, specific energy consumption, moisture contents at the end of 1st and 7th day

Parçacık boyutu (mm)	Materyal nemi (%)	Üretim kapasitesi (kg/h)	Özgül enerji tüketimi (kWh/t)	1. gün nem içeriği (%)	7. gün nem içeriği (%)
2	11	40.42	211.67	2.74	3.86 ↑
2	15	42.78	192.04	7.44	7.15 ↓
4	11	34.94	233.09	2.95	3.69 ↑
4	15	45.52	179.45	8.13	7.68 ↓
6	11	59.26	144.72	6.33	5.80 ↓
6	15	49.18	165.55	9.59	8.74 ↓

Çizelge 4. Peletlerin bazı fiziksel özellikleri

Table 4. Some physical properties of pellets

Parçacık boyutu (mm)	Materyal nemi (%)	Yığın yoğunluğu (kg m^{-3})	Parça yoğunluğu (kg m^{-3})	Dayanıklılık direnci (%)	Gerilme direnci (MPa)	Nem alma direnci (%)
2	11	686.28	1275.62	78.257	2.61	14.153
2	15	699.70	1269.62	96.620	2.33	11.109
4	11	694.89	1272.61	81.549	2.38	14.982
4	15	715.59	1267.67	97.151	2.41	11.384
6	11	707.00	1250.72	95.341	2.27	12.432
6	15	675.39	1236.62	98.884	2.18	10.716

Pelet yığın ve parça yoğunluğu taşıma ve depolamada büyük önem arz etmektedir. Üretilen peletlerin yığın ve parça yoğunluğu incelendiğinde nem içeriği arttıkça yığın ve parça yoğunluğu azalmış, en yüksek yığın ve parça yoğunluğu sırasıyla 715.59 kg m^{-3} ve $1275.62 \text{ kg m}^{-3}$, en düşük yığın ve parça yoğunluğu ise sırasıyla 675.39 kg m^{-3} ve $1236.62 \text{ kg m}^{-3}$ olarak tespit edilmiştir. Peletlerin yığın ve parça yoğunlukları, materyal nem içeriğine bağlı olarak materyal yoğunluğunun sırasıyla 3.2 ve 5.8 katı olduğu tespit edilmiştir. Farklı materyaller için araştırmacılar tarafından yapılan peletleme çalışmalarında pelet parça yoğunlukları $800\text{-}1250 \text{ kg m}^{-3}$ ve pelet yığın yoğunlukları $350\text{-}700 \text{ kg m}^{-3}$ aralığında elde edilmiştir (Kaliyan ve Vance Morey 2009; Picchi, Silvestri, ve Cristoforetti 2013; Ruiz Celma, Cuadros, ve López-Rodríguez 2012; Yılmaz 2018). Bağ budama artıklarından elde edilen peletlerin, pelet parça ve yığın yoğunluğu bağlamında literatür ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Peletlerin dayanıklılık direnci, peletlerin özellikle mekanik veya pnömatik sistemlerle taşınma özelliklerinin tanımlanması açısından önemlidir. Yüksek kaliteleri peletler için dayanıklılık direnci yüksektir ifadesi kullanılabilir (Kaliyan ve Vance Morey, 2009). Literatürde dayanıklılık direncinin %80 üzerinde olması durumunda pelet kalitesinin iyi olduğu belirtilmiştir (Mani, Tabil, ve Sokhansanj, 2006). Üretilen bağ peletleri için 2 mm ve %11 nem içeriğine sahip olan peletlerin dayanıklılık direnci düşük çıkmakla birlikte diğerleri oldukça yüksek çıkmıştır. Ortalama dayanıklılık direnci %91 civarındadır.

Üretilen peletlerin basınç direncinin belirlenmesi kalite açısından diğer önemli bir parametredir. Literatürde sertlik değeri en yüksek olan pelet, yüksek kaliteli pelet olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Ruiz Celma, Cuadros, ve López-Rodríguez 2012). Ayrıca farklı biyokütle örneklerinden elde edilen peletlerin gerilme dirençlerinin 0.96-7.50 MPa arasında olduğu rapor edilmiştir (Liu ve ark., 2014). Bağ budama artıklarından elde edilen peletlerin gerilme direnci değerleri literatür verileri ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Pelet nem içeriği saklama ve depolama koşullarının belirlenmesinde oldukça önemlidir. Nem alma durumları göz önünde bulundurularak düşük neme sahip peletlerin yüksek nem koşullarına maruz bırakılmaması sağlanmalıdır.

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.

SONUÇ

Bağ budama artıklarından %11 ve %15 nem aralığında kaliteli peletler üretilmiştir. Peletlenme esnasında, peletleme ünitesinde nem artışı ve kalıp deliklerinde tıkanmalar meydana gelmiştir. Peletleme işleminin rahat olması için kalıp yağlı materyal kullanılarak ısıtılmıştır. Bunun yerine pelet kalıp ısıtma sistemleri tasarlanabilir. Bağ gibi lifli materyallerde kalıp ısıtması verim açısından oldukça önemlidir. Üretilen peletlerin yığın ve parça yoğunlukları ve mekanik dayanıklılık dirençleri oldukça yüksek olup literatürde verilen değerler 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. Peletlerin materyal çeşidine göre fiziksel özelliklerinde farklılıklar gösterdiği dikkate alındığında; farklı materyaller için peletleme denemeleri yapılarak artıkların en verimli şekilde değerlendirilmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Bilgin, Sefai, Abdulkadir Kocer, Hasan Yılmaz, and Mustafa Acar. 2016. "Pelleting of the Tea Factory Wastes and Determination of Pellet Physical Properties." *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University, JAFAG* 33(Ek):70–80.
- Bilgin, Sefai, Hasan Yılmaz, Abdülkadir Koçer, Mustafa Acar, and Mahmut Dok. 2015. "Pelleting of Hazelnut Husk and Determination of Pellet Physical Properties." *Journal of Agricultural Machinery Science* 11(3):265–73.
- Kaliyan, Nalladurai and R. Vance Morey. 2009. "Factors Affecting Strength and Durability of Densified Biomass Products." *Biomass and Bioenergy* 33(3):337–59.
- Liu, Zhijia, Benhua Fei, Zehui Jiang, Zhiyong Cai, and Xing'E Liu. 2014. "Important Properties of Bamboo Pellets to Be Used as Commercial Solid Fuel in China." *Wood Science and Technology* 48(5):903–17.
- liu, Zhijia, Zehui Jiang, Zhiyong Cai, Benhua Fei, YanYu, and Xing'e Liu. 2013. "Effects of Carbonization Conditions on Properties of Bamboo Pellets." *Renewable Energy* 51:1–6.

- Mani, Sudhagar, Lope G. Tabil, and Shahab Sokhansanj. 2006. "Effects of Compressive Force, Particle Size and Moisture Content on Mechanical Properties of Biomass Pellets from Grasses." *Biomass and Bioenergy* 30(7):648–54.
- Niedziółka, Ignacy, Mieczysław Szpryngiel, Magdalena Kachel-Jakubowska, Artur Kraszkiewicz, Kazimierz Zawiślak, Paweł Sobczak, and Rafał Nadulski. 2015. "Assessment of the Energetic and Mechanical Properties of Pellets Produced from Agricultural Biomass." *Renewable Energy* 76:312–17.
- Özdoğan, Tuğçe and Hakan Geren. 2019. "Enerji Bitkisi Olarak Kullanılan Filotu (*Miscanthus x Giganteus*)'nda Farklı Azot Seviyelerinin Biyokütle Verimi ve Bazı Verim Özelliklerine Etkisi Üzerine Bir Ön Araştırma." *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 56(2):141–50.
- Öztürk, Hasan Hüseyin. 2012. "Enerji Bitkileri ve Biyoyakıt Üretimi, Hasad Yayıncılık Ltd." *Hasad Yayıncılık Ltd* 272.
- Picchi, Gianni, Silvia Silvestri, and Andrea Cristoforetti. 2013. "Vineyard Residues as a Fuel for Domestic Boilers in Trento Province (Italy): Comparison to Wood Chips and Means of Polluting Emissions Control." *Fuel* 113:43–49.
- Ruiz Celma, A., F. Cuadros, and F. López-Rodríguez. 2012. "Characterization of Pellets from Industrial Tomato Residues." *Food and Bioproducts Processing* 90(4):700–706.
- Soleimani, Majid, Xavier L. Tabil, Ramanpreet Grewal, and Lope G. Tabil. 2017. "Carbohydrates as Binders in Biomass Densification for Biochemical and Thermochemical Processes." *Fuel* 193:134–41.
- Standard, E. C. 2009. *CEN/TS 15103, Solid Biofuels, Determination of Bulk Density*.
- Standard, E. C. 2012. *CEN/TS 16127, Solid Biofuels, Determination of Length and Diameter of Pellets*.
- TUIK. 2019. *Türk İstatistik Enstitüsü*.
- Yılmaz, Hasan. 2018. "Pelleting of Corn Stalk and Determination of Pellet Properties." *Mediterranean Agricultural Sciences* 31(3):269–74.