



**Ergun Ateş**

Balıkesir University, ergunates@gmail.com, Balıkesir-Turkey

DOI	<a href="http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2018.13.4.2A0162">http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2018.13.4.2A0162</a>
ORCID ID	0000-0001-7611-4854
CORRESPONDING AUTHOR	Ergun Ateş

## BALIKESİR ŞEHİR MERKEZİNDE ATIK AHŞAP TALAŞ MİKTARI VE ENERJİ DEĞERİNİN BELİRLENMESİ

### ÖZ

Ahşap talaş atıkları, ahşap kullanarak üretim yapan işyerleri için bir problemdir. Literatür ve uygulamalar esas alınarak, talaş birikiminin değerlendirilmesi konusunda kullanılabilir uygulamalar verilmiştir. Odun talaşı atığı, sunta ve MDF gibi ürünleri elde etmek için bir ölçüde dolgu malzemesi olarak kullanılabilir. Talaşlar basınçla sıkıştırılarak farklı boyutlarda pelet yakıt malzemeleri üretilebilmektedir. Ahşap talaşları özellikle kış aylarında direkt olarak talaş sobasında yakıt olarak kullanılabilir. Tavuk kümeslerinde zemine yayılan koruyucu bir ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılabilir. Piroliz işlemi ile ahşap talaşı katı, sıvı ve gaz olarak yeni ürünlere ayrışabilir. Pelet uygulaması klasik yakma sistemlerine göre emisyonların azalması ve enerji karşılığı olması açısından dikkat çekicidir. Balıkesir şehir merkezinde mobilya ve marangoz firmalarında üretilen atık odun tozu miktarı belirlenmiştir. Pelet numuneler atık odun talaşından üretilmiştir ve termal değerleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, şehir merkezindeki toplam atığa karşılık gelen enerji değeri 12886 GJ olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ahşap Talaş, Geri Dönüşüm, Pelet, Piroliz, Balıkesir

## DETERMINATION OF THE AMOUNT OF THE WASTE WOOD DUST AND ITS ENERGY VALUE IN THE CITY CENTER OF BALIKESİR

### ABSTRACT

Wood dust waste is a major problem for businesses using wood in their production processes. On the basis of the literature and exemplary practices, practical applications have been provided to help utilize the accumulating wood dust. Wood dust waste can be used as filling material to a certain extent to obtain products such as chipboard and MDF. Pellet fuel materials can also be produced in different sizes by compressing wood dust. Wood dust can be used to fuel sawdust stoves, especially during winter months. It can be used as protective heat insulation material that covers the floor in chicken coops. With the pyrolysis process, wood dust can be converted into new products in solid, liquid and gas form. Pelletizing is especially remarkable in terms of reduction of emissions compared to conventional combustion systems and its energy value. The amount of waste wood dust produced in furniture and carpenter companies in Balıkesir city center was determined. Pellet samples were produced from waste wood powder and their thermal values were determined. As a result, the energy value corresponding to the total waste in the city center was calculated as 12886 GJ.

**Keywords:** Wood dust, Recycling, Pellet, Pyrolysis, Balıkesir

### How to Cite:

Ateş, E., (2018). Balıkesir Şehir Merkezinde Atık Ahşap Talaş Miktarı ve Enerji Değerinin Belirlenmesi, **Technological Applied Sciences (NWSATAS)**, 13(4): 329-345, DOI:10.12739/NWSA.2018.13.4.2A0162.

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Bir ürünü üretmek için belirli bir kaynak tüketimi ve enerji gerekir. Ürünün ömrünü tamamlamasından sonra yeniden kullanılabilirliğinin sağlanması, doğal kaynakların düşük seviyede tüketilmesi, çevreye duyarlı bir üretim gerçekleştirilmesi gibi çabalar sonrası ancak ekonomiye katkıdan bahsedilebilir. Çevreye duyarlı yapılandırılmış işletmelerde kullanılmış hammaddelerin geri dönüşümlerinin yapılabilmesi önemlidir. Özellikle enerji yönü dikkate alındığında, ulusal ve uluslararası alanda birçok çalışma yapılmıştır ve yapılmaya devam edilmektedir. Bir araştırmada, çam, ceviz kabuğu ve soya fasulyesi küllerinin seramik sırlarında hammadde olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Yeterli kül kaynakları sağlanabilirse endüstriyel kullanılabilirliği açıklanmıştır (Alkan, 1998). Odun atıklarının yeniden değerlendirilmesi konusunda yapılmış bir çalışmada; odun atıkları için bir geri dönüşüm merkezi kurma, kaynak sağlama, odun atıklarının elden çıkarılmasının planlanması açısından bir çözüm olabileceği açıklanmıştır (Demirkır ve Çolak, 2006). Mobilya endüstrisi atıklarıyla ilgili bir çalışmada, sarıçam odun talaşı biyokütle kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Odun talaşlarından katalitik piroliz yöntemi ile elde edilen sıvı ürünlerin biyoyakıt veya değerli kimyasal madde olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir (Özçiftçi ve Özbay, 2013).

Bir çalışmada, odun kompozitlerinin tanımı, sınıflandırılması, üretimi ve kullanım alanları tanıtılmıştır. Endüstriyel olarak kullanılan birçok ürün özellikleriyle birlikte verilmiştir (Güller, 2001). Ahşap artıklarının değerlendirilmesi ve inşaat sektöründe olduğu kadar mobilya sektörünün de ihtiyacı olan hazır plaka malzemelerinin hammaddesi olarak değerlendirilmesi incelenmiştir (Başyigit, vd, 2000). Yerfıstığı bitkisinin kabukları kullanılarak yapılan deneyler sonucunda, yerfıstığı agregasının yapı malzemesi olarak kullanılabilmesi görülmüştür. Tarımsal atıklardan üretilen yapı malzemelerinin piyasaya kazandırılması hem tüketici hem ülke ekonomisi hem de tarım üreticileri için kalıcı ve ekonomik çözümler olacağı savunulmuştur (Çelik ve Gürdal, 2005). Tarımsal atıklardan elde edilen yonga veya lifler tek başlarına ya da bazı odun yonga ve lifleri ile belirli oranlarda karıştırılarak çeşitli yoğunluklarda ve farklı kalınlıklarda paneller üretilmiştir (Arslan vd, 2007). Ahşap atık tozunun piroliz ürün verimleri üzerine azot akış hızı ve pelet büyüklüğünün etkisi araştırılmıştır (Taşar ve Duranay, 2012a).

Mobilya fabrikası toz tutucularından alınan atık tozlarla, 400°C'da gerçekleştirilen piroliz işleminde, 10°C/dak ısıtma hızında en yüksek katı ürün verimi %35.99 olarak elde edilmiştir. En yüksek sıvı ürünler ve elde edildikleri sıcaklık ve ısıtma hızları sırasıyla, %53.65, 700°C, 40°C/dak olarak elde edilmiştir (Taşar ve Duranay, 2012b). Atığın değerlendirilmesi kapsamında, kavak odunundan peletler üretilmiş ve piroliz işlemi uygulanmıştır (Yılgin ve Duranay, 2006). Biyokütlenin Türkiye'de enerji üretiminde kullanılmasıyla ilgili bir çalışmada, odun peletleri, hızar ve rende talaşları ile orman odun artıklarının silindir şeklinde preslemeyle oluşturulan temiz, çevre dostu yakacak maddesidir. Odun peletleri yaklaşık 5kW/kg ısı değerleri ile 0.5 litre fuel-oil'e eşdeğer enerji içerdiği belirtilmiştir. Ürün ağır metalleri içermediği için de doğal gübre olarak çiçek yetiştirmede, sera ve ormanda kullanılabilir olduğu açıklanmıştır (Karayılmazlar, vd, 2011). Japonya'da atık ağaç parçacıklarından yaklaşık 550 milyon ton/yıl, üretildiği ve bu atığın yalnızca %22 kadarının geri dönüştürüldüğü belirtilmiştir. Geri dönüştürülemeyen atığın fazlası, arazileri doldurmak için kullanılmış ya da yakılmıştır. Bu atık ürünlerinden etkili olarak faydalanma yollarını

geliştirmek için, çinilerin ağaç seramik kırıntıları, çakıl veya zeolit karışımı kullanılmıştır (Oh ve Okabe, 2003). İsveç'te geri dönüştürülmüş atık tahtalar (recovered waste wood-RWW), atıkların içindeki enerjiyi açığa çıkaran ve geri dönüşüm yaparak atık payını azaltan sıcak üretimde kullanılır. Bununla birlikte bu atıklar, çevresel problemlere neden olan ağır metaller ile RWW kirliliğinden oluşmuş zehirli maddeler içerir. Çalışmanın amacı, bu süreci sürdürülebilir ve çevreye duyarlı yöntemleri analiz edebilmektir (Krook vd, 2007). Ahşap plastik kompozitlerin üretiminin yeni bir teknoloji olmadığı ve yıllardır birçok ülkede konuyla ilgili araştırmaların devam ettiği açıklanmıştır. Mobilya dışında otomobil panellerinin yapımı gibi farklı uygulamalar da denenmiştir (Pritchard, 2004). Parçacık ahşap ve atık kağıttan oluşmuş kompozitlerden mobilya imalatı için yapılmış bir çalışmada; atık kağıt kompozitleriyle üretilmiş ürünlerin mekanik özelliklerinin düşük olduğu görülmüştür. (Yue, vd, 2012). Kanada, British Columbia'da üretilmiş ahşap peletlerin İsveç'e naklinde peletlerin, ömür üzerine etkisi incelenmiştir. Üretilmiş ahşap peletlerin her bir tonu başına 7.2GJ'lük bir enerji miktarı söz konusudur. Bu miktar Avrupa için, ahşap pelet üretimi toplam enerji içeriğinin %39'unu oluşturmaktadır (Magelli vd, 2009). Kanada, Ontario' da iki kömür yakma istasyonunda, kömür ve %100 atık ahşap pelet yakılmıştır. Kömür ve doğalgaz yakma sistemleri için hava kirliliği emisyon değerleri, Kanada'nın küresel yeşil gaz emisyon kriterleri ile karşılaştırılmıştır. Pelet'in %100 kullanılması durumunda, 1kwh için emisyon değerlerinde (kömür-doğalgaz sistemi' ne göre) doğalgaz için %78, kömür için %91 emisyonların azaldığı belirlenmiştir. Klasik yanma sistemleri yerine yeşil ev gaz sistemi istasyonlarının kullanımının artmasıyla, emisyonların azaltılabildiği, bu sayede maliyetlerin düşürülebildiği ve enerji konusunda katkılarının önemi açıklanmıştır (Zhang vd, 2010). Literatür incelemesinden, ahşap atıkların geri dönüşüm yoluyla değerlendirilmesi için birçok çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Atıkların kompozit malzeme olarak elde edilmesi, kullanım alanına göre değişen herhangi bir elemana dönüştürülmesi şekillerinde kullanılabilir. Pelet hazırlama işlemi, piroliz işlemi gibi uygulamalar yanında, farklı amaçlar için de değerlendirilebildiği görülmektedir.

## **2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)**

Atık ahşap talaşının kullanımıyla ilgili faaliyetler için kullanılabilir malzemeler olması gerekir. Bu, yapılması planlanan işler için bir hammadde problemi olup miktarı ise hedeflenen faaliyet için, özellikle endüstriyel alanda kullanımı da söz konusu ise, oldukça önemlidir. Bu çalışmada, Balıkesir il merkezindeki Altıeylül ve Karesi ilçelerinde, ahşap talaşının atık olduğu, faaliyette olan marangoz ve mobilya işletmeleri belirlenmiştir. Çalışmada bu amaçla, ilgili kuruluş (Balıkesir Umum Marangozlar Esnaf ve Sanatkârlar Odası) ilgilileriyle iş birliği yapılmıştır (BALMAR, 2018). Bu sayede hammadde olan atık ahşap talaşı miktarı belirlenerek, bunun enerji karşılığı değeri hesaplanmıştır. Bu şekilde atık ahşap talaşı için endüstriyel faaliyetlerde kullanılabilirliğinden bahsedilebilir.

## **3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL METHOD)**

### **3.1. Atık Talaş Miktarının Belirlenmesi**

#### **(Determination of the Amount of Waste Sawdust)**

Ahşap atık talaşlarının hangi ağaçtan çıktıklarının belirlenmesi için toplam 27 tip ağaç cinsi seçilmiştir. Bu ağaç cinsleriyle, çok kullanılan az kullanılan doğru bir sıralama yapılmıştır. Öncelikli hedef, çalışılan ağaçlardan çıkan talaşların miktarlarının tespit

edilmesi olduğundan, ilk aşamada ağaç cinslerinin, kullanım önceliği sırası önemsiz olarak cevaplanması istenmiştir (Tablo 1). Sadece ahşap cinsleri değil, devamında ahşap talaş oluşturacak parçalar da dâhil olmak üzere kapasite belirlemeyi sağlayacak ilave birçok soru da bölümler halinde yukarıdakine benzer şekilde hazırlanarak, görüşmelerde karşı tarafa soru olarak yöneltilmiştir. Bunlardan birisi, çalışılan ağaç cinslerinin parça veya talaş olma halinde yaz veya kış dönemlerinde nasıl değerlendirildiğiyle ilgili açıklamaların istenmesidir (Tablo 2).

Tablo 1. Ahşap tipleri  
 (Table 1. Types of wood)

1	Çam	(Pinus Sylvestris L.)
2	Sarıçam	(Pinus Sylvestris Lipsky)
3	Kızılçam	(Pinus Brutia)
4	Adi Gürgen	(Carpinus Betulus Y.)
5	Doğu Gürgeni	(Carpinus OrientalisY.)
6	Meşe	(Quercus Petraea Liebl)
7	Kermes Meşesi	(Quercus Coccifera)
8	Palamut Meşesi	(Quercus İthaburensis)
9	Yabani Badem	(Amygdalus Lycioides)
10	Çınar	(Platanus Orientalis)
11	Sedir	(Cedrus Libani)
12	Ardıç	(Juniperus Sp.)
13	Kayın	(Fagus Orientalis Lipsky)
14	Doğu Kayını	(Fagus Ohentalis Lipsky)
15	Akçaağaç	(Acer Platanoides L.)
16	Akçaağaç	(Acer Undulatum)
17	Karaağaç	(Ulmus Glabra Hud.)
18	Karaağaç	(Ulmus Minor)
19	Kavak-1	(Populus Nigra L.)
20	Kavak-2	(Populus x eureamericana)
21	Ceviz	(Juglans Nigra L.)
22	Dişbudak	(Fraxinus Excelsoir L.)
23	Dut	(Morus Alba L.)
24	MDF	(Medium Density Fiberboard)
25	YL Yonga Levha	(Particleboard)
26	Okume Kontraplak	(Aucoumea Klaineana)
27	Kavak Kontraplak	(Populus x eureamericana)
28	Bunların dışında	(arkaya yazıyla belirtiniz)

Tablo 2. Yaz ve kış atık ahşap kullanımı  
 (Table 2. Summer and winter use of waste wood)

Yaz		Kış	
1	Talaşları Çöpe Atıyoruz	1	Çöpe Atıyoruz
2	Artık Parçaları Çöpe Atıyoruz	2	Geri Dönüşüm İçin İlgili Firmalarca Toplanmakta
3	Geri Dönüşüm İçin İlgili Firmalarca Toplanmakta	3	Isınma Amaçlı Yakacak Olarak Kullanıyoruz
4	Artık Parçaları Kendimiz Değerlendiriyoruz (Nasıl Değerlendiriyorsunuz?)	4	Talaşları İhtiyacı Olanlara Veriyoruz
5	Talaşları İhtiyacı Olanlara Veriyoruz	5	Artık Parçaları Kendimiz Değerlendiriyoruz. (Nasıl Değerlendiriyorsunuz?)

Artık parça ve çıkan talaşların, geri dönüştürülüp tekrar kullanılabilmesiyle ilgili bir sorgulama yapılmıştır. Burada konuyla ilgili bilgi sahibi olma ve olmama halleri araştırılmıştır. Bilgi sahibi olma durumunda, bilginin mümkün olduğunca açıklanması istenmiştir. Atık parça ve çıkan talaşların geri dönüşüm firmaları tarafından istenip istenmediği sorgulanmıştır. Burada da evet ve hayır seçenekleri önemsenmiştir. Her iki cevabın gerekçesi de mümkün olduğunca açıklanması istenmiştir. Malzemeleri işlerken kullanılan tezgâhların cinsleri ve bu cinslere bağlı olarak ilgili tezgâhtan bir günde (ağaç cinslerine de bağlı olarak) kullanım yüzdeleri araştırılmıştır (Tablo 3). Çıkan talaşların, her bir tezgâh için ayrı ayrı veya karışık halde toplanması konusunda üç farklı sorunun cevabı araştırılmıştır. Bunlardan ilki, "Tezgâha göre ayrı, malzemelere göre karışık toplanması" halidir. İkincisi, "Tezgâha göre ayrı, malzemelere göre ayrı" olması. Üçüncüsü, "Tezgâh ve malzemelere göre karışık toplanması" halidir. Çıkan talaşlar, değerlendirilebilseydi, işlenen tezgâh ve ağaç cinslerine göre bunları ayrı toplamak mümkün olabilir miydi sorusu araştırılmıştır. Bu kapsamda beş seçenek yöneltilmiştir. Bunlardan ilki "Zor olur, toplanamaz". İkincisi "Zor olmaz, tezgâha göre ayrı/malzemelere göre karışık toplanabilir". Üçüncüsü "Zor olmaz, tezgâha göre ayrı/malzemelere göre ayrı toplanabilir". Dördüncüsü "Zor olmaz, tezgâha ve malzemelere göre karışık toplanabilir". Beşincisi ise "İlave eleman ve teçhizatla toplanabilir". Bu seçeneklerden ilgili olanların gerekçeleriyle açıklanması istenmiştir.

Tablo 3. Ahşap işleme makineleri ve günlük kullanım değerleri  
(Table 3. Wood processing machines and daily use values)

Şerit Testere Talaşı	Dairesel Testere Talaşı	Planya Talaşı	Zımpara Talaşı	Diğer
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...

Not: Bu tablo yapılan anket çalışmasında kullanılmış olup tablodaki veriler deneysel çalışma kısmında sonuç ve değerlendirmeleriyle verilmiştir.

Yukarıda bahsedilen tüm konular, çalışmaya katkısı olan "Balıkesir Umum Marangozlar Odası Atık Anket Formu" başlığı ile bir A4 kâğıdının arka ve ön yüzüne firma sayısı kadar basılarak, karşılıklı görüşmelerde kullanılmıştır. Bu şekilde çıktı olan ahşap talaş atık kapasitesiyle ilgili bir değerlendirme yapmak mümkündür (BALMAR, 2018). Değerlendirmede, mevcut durum bölge, ülke ve dünya ölçeğinde diğer yapılanlarla da karşılaştırılabilir. Bu aşamadan sonra, kapasiteye de bağlı olarak farkındalık yaratabilecek yeni öneriler sunulabilir.

### 3.2. Ahşap Atık Kullanarak Levha Üretimi (Plate Production Using Wood Waste)

Orta Anadolu İhracatçı Birliği tarafından farklı tarihlerde hazırlanmış olan "Levha Sanayi Raporlarında" ve bazı makalelerde ahşap ürünler için, aynı ürün kastedildiği halde farklı sınıflandırmalar görülebilmektedir (Güller 2001; Salman 2001; OAIB 2011). Genel olarak levhaların sınıflandırılması; "ağaçtan veya diğer odunsu maddelerden yonga levha, yönlendirilmiş levha (OSB), benzeri levhalar (etiketli yonga levha waferboard, vb.) ve diğeri ise ağaçtan veya diğer odunsu maddelerden orta yoğunlukta lif levha (MDF), yoğunluk farkına göre lif levhalar ( $>0.8\text{gr/cm}^3$ ,  $0.8-0.5\text{gr/cm}^3$ ,  $<0.5\text{gr/cm}^3$ ) olmak üzere iki şekilde verilmektedir. Çalışmada kapasite tayini ile ortaya çıkan ahşap talaş miktarının, ürünlerin üretilmesi işleminde hangi

safhasında ne kadar miktarının bileşime katılacağı önemlidir. Aşağıda verilen 4 farklı uygulamada, ürün bazında sırasıyla yonga levha, OSB, lif levha, kontrplak üretim akışları verilmiştir (Güller, 2011).

- **Uygulama 1:** Yonga levha üretim aşamaları: Hammadde, yonga, kurutma, sınıflandırma, tutkal ve katkı maddeleri ilavesi, tutkal yonga aşamaları sonrası; 1. Ürün eldesi yolu; okal pres ve nihai yonga ürün, 2. Ürün eldesi yolu ise; serme, ön presleme, fırınlama, klimatize etme, kenar alma, finisaj işlemleri sonucu nihai yonga ürün eldesi şeklindedir.
- **Uygulama 2:** OSB üretim aşamaları: hammadde, tomruk yıkama, kabuk soyma, yongalama, kurutma, eleme, tutkallama, serme, presleme, ebatlama ile nihai ürün OSB eldesi.
- **Uygulama 3:** Lif levha üretim aşamaları: hammadde, kabuk soyma, yongalama, depolama, eleme, yıkama, liflendirme, tutkallama, kurutma, serme, ön ve sıcak presleme, klimatize, zımparalama, boyutlandırma sonucu nihai ürün elde edilir.
- **Uygulama 4:** Kontraplak üretim aşamaları: hammadde, buharlama, kabuk soyma, boyutlandırma, soyma, kurutma, tutkallama, taslak hazırlama, presleme, boyutlandırma sonucu nihai ürün elde edilir.

### 3.3. Pelet Üretimi (Pellet Production)

Pelet, hammaddenin kurutulup, öğütülerek talaş haline getirildikten sonra yüksek basınçla sıkıştırılmasıyla 6-12mm çapında, 10-30 mm uzunluğunda elde edilen silindirik şeklindeki parçacıklar olarak tanımlanmaktadır. Briketlerin ise peletlerden daha büyük boyutlarda olduğu belirtilmiştir. Peletler kimyasal bağlayıcı madde eklenmeden yüksek basınçla oluşturulurlar. Peletler dünyada, kalorifer ısıtma sistemiyle ev, site, otel, sanayi, okul ve devlet daireleri, tarım, hayvancılıkta ve elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Tablo 4.'de enerji düzeyi dikkate alınarak peletleme işlemi için kullanılan bazı tarımsal atıklar verilmiştir (Tüzün, 2012).

Tablo 4. Tarımsal atıkların enerji düzeyleri (Tüzün, 2012)  
(Table 4. Energy levels of agricultural wastes)

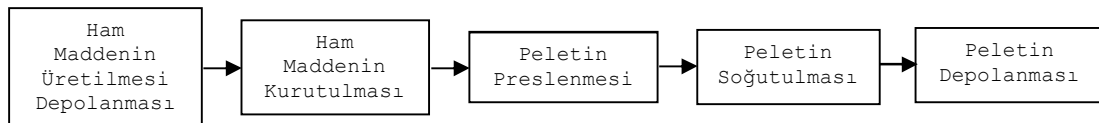
Tarımsal Atıklar	Isıl Değer (kcal/kg)	Tarımsal Atıklar	Isıl Değer (kcal/kg)
Yerfıstığı Kabuğu	4524	Hardal Kabuğu	4300
Küspe	4380	Buğday Samanı	4100
Hint Tohumu Kabuğu	3862	Ayçiçeği Sapları	4300
Pamuk Sapları	4252	Hint Keneviri Atığı	4428
Bambu Tozu	4160	Soya Fasulyesi Kabuğu	4170
Bambu Odunu	4707	Şeker Kamışı	3996
Kahve Kabukları	4045	Ağaç Kabukları	1270
Tütün Atığı	2910	Orman Atıkları	3000
Çay Atığı	4237	Hindistan Cevizi Lifleri	4146
Çeltik Samanı	3469	Çeltik Kabukları	3200
Hardal Sapları	4200	Odun Yongaları	4785

Odun peletleri ağaç, kereste, orman artıkları gibi odun ürünlerinin işlenmesiyle ortaya çıkan testere talaşı, planya talaşı, yonga, kabuk gibi materyallerin kurutulup sıkıştırılmasıyla üretilmektedir. Ligno-selülozik materyallerin (odun, saman, kağıt, vb. bitkisel liflerin) enerji kaynağı olarak kullanılmasında ortaya çıkan ana problem, hacim/ağırlık oranının büyük olması; işleme, depolama ve taşımanın zor ve pahalı olmasına neden olduğu vurgulanmaktadır. Karşılaşılan problemin bu materyallerin kurutulması ve daha sonra çok



yüksek basınç altında sıkıştırılarak yakacak peletleri ve briketlerinin üretimi ile çözülebileceği belirtilmiştir. Yüksek basınç ve kurutma işlemleri sonucu ürünlerin daha yüksek yoğunluk ve yüksek bir ısıl değere sahip olabileceği öngörülmektedir. Peletlerin taşıma, depolama ve kullanımı kolaydır. Peletler ağırlık olarak petrol enerjisinin yarısına ve üçte bir hacmine eşdeğer olduğundan uzak mesafelere taşımada fiyat farkını dengelemektedir. 1kg odun peleti yaklaşık yarım litre fuel-oil'in enerji değerine eşdeğer bir kapasiteye sahiptir. Üretilen odun peletleri ve briketleri ile evler ısıtılmakta, biyokütle santrallerinde yakılarak çevredeki mekânların merkezi sistemle ısıtılması sağlanmakta ve termik santrallerde kömürle birlikte yakılarak ısı ve elektrik enerjisi üretilmektedir. Bu amaçla 2009 yılında dünya genelinde 430 pelet üretim tesisinde 15 milyon ton odun peleti üretilmiştir (Karayılmaz vd, 2011). Peletlemenin avantajları; kuru ve homojen partikül büyüklüğüne sahiptir, yüksek kalori, minimum nem ve minimum kül içermektedir, enerji yoğunluğu/hacim oranını artırılmaktadır, atıkların ileri termokimyasal dönüşümler için kullanılması sağlanmaktadır, direkt yakmaya uygun formda yenilenebilir ve temiz bir alternatif yakıttır, depolama alanı azaltılmaktadır, işleme biçiminin ve taşımanın kolaylaştırılması, masrafların azalmasını sağlamaktadır, fermantasyon nedeniyle oluşan madde kaybı ortadan kalkmaktadır, fosil yakıtlara bağımlılık azalmaktadır (Severoğlu, 2010). Odun peletleri genel olarak ahşap talaşlarının silindir şeklinde preslenmesi yoluyla oluşturulduğu görülmektedir. Bunlar standartlaştırılmıştır ve peletler için Alman standardı DIN 51731 (2014)'e göre, beş farklı grup tanımlanmış, sırasıyla en küçük, en büyük çap ve uzunluk olmak üzere 0.4-10cm ve 5-30cm şeklindedir.

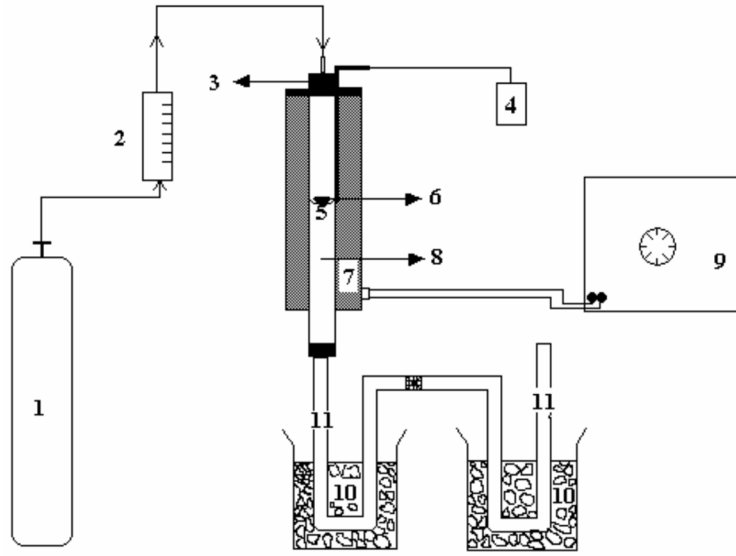
Avusturya standardı ÖNO RM M7135 (2014)'e göre, odun briketleri ise sırasıyla çap ve uzunluk olmak üzere 20-120mm ve 400mm şeklindedir. İsveç standardı SS 187120 peletler için ve yine İsveç standardı SS 187121 briketler için tanımlanmıştır. Pelet için olan standartta çaplar üç grup olarak sınıflandırılmış olup 4-6mm olması gerektiği belirlenmiştir. Peletlerin kalitesi, onların mekanik, kimyasal ve fiziksel özellikleriyle doğrudan ilişkilidir. Peletlerin yanma sistemlerinde yakılması sonucu emisyonları da bu ilişkide etkilidir. Bazı Avrupa ülkeleri peletlerin çevre dostu yakılması ve emniyetli bir şekilde bunların izlenmesinin esasları ve kontrol parametreleri standartlarını oluşturmuşlar ve hala da geliştirmeye devam etmektedirler. Çalışmada, Avusturya, İsveç Almanya, İtalya ve Fransa'daki standart kuruluşlarının peletler için geliştirdikleri standartların karşılaştırılması yapılmış ve bu veriler Avrupa Standart Komitesi (CEN/TC 335) (Annex, 2014) tarafından yoğunlaştırılmış biyokütle yakıtlar olarak kabul edilmiştir. Avrupa'daki pelet üreticileri ve peleti yakıt olarak kullananlar için ülkelerin birbirlerinden farklılıklarını belirterek, ortak bir bilgi kaynağı oluşturmak hedeflenmiştir (DIN 18894-2005-02-(D) 2005 (Garcia-Maraver vd, 2011). Genel pelet üretim teknolojisi aşamaları Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Pelet üretim aşamaları (OAIB, 2011; Tüzün, 2012)  
(Figure 1. Pellet production steps)

### 3.4. Piroliz İşlemi (Pyrolysis Process)

Piroliz, organik matriksin katı, sıvı, gaz ürün elde etmek amacıyla oksijensiz ortamda direkt ısıl bozundurulması olarak tanımlanır (Taşar ve Duranay, 2012a). Piroliz işleminde ürün dağılımlarının, sıcaklık, ısıtma hızı, uçucu maddelerin alıkonma süresi, hammaddenin yapısı gibi parametrelere bağlı olarak değiştiği bilinmektedir. Piroliz işlemi için kullanılan biyokütlenin, pelet haline getirilerek kullanılması ile yanma karakteristiklerinin iyileştiği bilinmektedir. Herhangi bir hammadde olduğu haliyle de piroliz işlemine tabi tutulabilir. Şematik çizimleri verilen piroliz deney düzenekleri birçok çalışmada kullanılmıştır (Taşar ve Duranay, 2012a, 2012b, 2012c), (Yılğın ve Duranay, 2006). Bir piroliz sistemi ve elemanları Şekil 2'de gösterilmiştir (Yılğın ve Duranay, 2006).



Şekil 2. Piroliz sistemi (Yılğın ve Duranay, 2006)

- |                                |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1: Azot Tüpü                   | 7 : Isıtma Fırını         |
| 2: Rotometre                   | 8 : Kuvars Boru           |
| 3: Kuvars Boru ve Fırın Kapağı | 9 : Voltaj Transformatörü |
| 4: Termocift                   | 10: Buz Banyosu           |
| 5: Sepet                       | 11: Sıvı Ürün Toplama     |
| 6: Pelet                       |                           |

(Figure 2. Pyrolysis system (Yılğın ve Duranay, 2006))

- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1: Nitrogen Tube              | 7 : Heating Oven              |
| 2: Rotometer                  | 8 : Quartz Tube               |
| 3: Quartz Tube and Oven Cover | 9 : Voltage Transformer       |
| 4: Thermocouples              | 10: Ice Blanket               |
| 5: Basket                     | 11: Liquid Product Collection |
| 6: Pellet                     |                               |

Piroliz deneylerinde kullanılan sıcaklıklar genellikle 400, 500, 600, 700°C olmuştur. Kontrol edilebilen sıcaklıklar için 2-80°C/dakika değerleri ısıtma hızı olarak tercih edilmiştir. Piroliz işlem süresi, malzeme cinsinin değişimine bağlı olarak 5-30 dakika arası uygulandığı görülmüştür. Piroliz işlemine deney tabi tutulan peletin miktarı ve tane boyutları da etkilidir. Azot akış hızının 0-100ml/dakika değerleri çalışmalarda kullanılmıştır. 500°C'de, izotermal şartlarda, NaOH, KOH, Zeolit, MgO gibi katalizörlerle veya katalizörsüz olarak çalışılmıştır ve katalizör tipi ve kullanım oranları farklı olarak



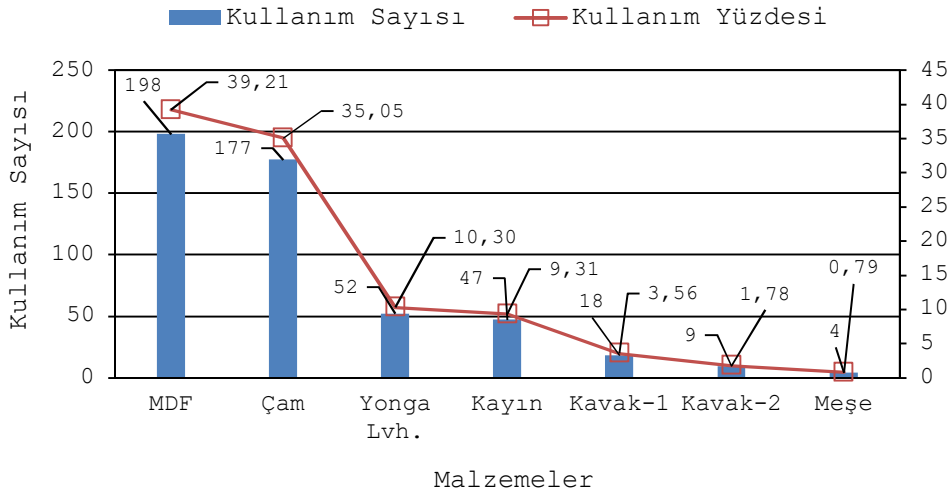
denenmiştir. Peletleme basıncının etkisi de önemlidir ve 1, 5, 10 ( $\times 10^3$ ) kgf/cm<sup>2</sup> gibi değerlerin kullanıldığı görülmüştür. Yukarıda bahsedilen değişkenler, piroliz işleminin verimliliği üzerine etkilidir ve ürün tiplerine göre değiştirilen deney şartları farklı sonuçlar vermektedir. Bu nedenle pelet elde edildikten sonra optimal deney şartlarının tespiti gereklidir. Peletleme basıncının piroliz katı ürün verimi üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. En yüksek sıvı ürün verimi, %57.16'dır ve 10<sup>3</sup>kgf/cm<sup>2</sup>'lik basınçta üretilen peletlerle elde edilmiştir. En yüksek gaz ürün verimi, %24.28 olarak 10<sup>4</sup> kgf/cm<sup>2</sup> basınçla üretilen peletlerle elde edilmiştir (Taşar ve Duranay, 2012b, 2012c).

### 3.5. Analiz (Analysis)

Atık ahşap talaşı veya tozlarıyla yapılan çalışmalarda yapılan analizler; elementel analiz, proximate analizi, kimyasal analiz, FTIR spektrumu, taramalı elektron mikroskobu (SEM) şeklindedir. Bu çalışmada hazırlanan numunelerin kalorimetri kabı ile birim ağırlıktaki kalori değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler hesaplanan toplam atık miktarı ile işlem yapıldığında, potansiyel enerji karşılığını vermektedir.

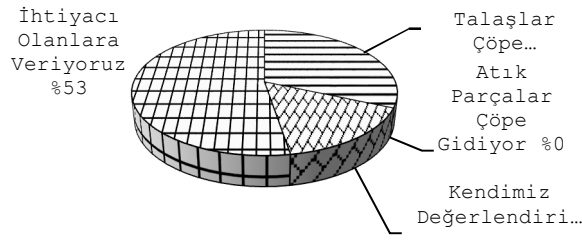
## 4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

Anket çalışması sonuçları için; 'Balıkesir Umum Marangozlar Esnaf ve Sanatkârlar Odası (BALMAR, 2018)' kayıtlarına göre, çalışma yapıldığı anda faal firma sayısının 486 olduğu belirlenmiştir. Oda'da kayıtlı olan firmalar sadece ahşap ile çalışanlar olmayıp; pelet yapanlar, odun ve kömür satıcıları, keresteciler, mobilyalar için döşemecilik kumaş ve sünger işlerinde olanlar, mobilya aksesuarı satışı olanlar, mobilya satıcıları ve mermeritçiler olarak sıralanabilir. Bu çalışma kapsamında iş çeşitliliğine dikkat edilmiş ve (büyük kapasitelerde talaş üreten keresteciler de hariç bırakılarak) sadece ahşap talaş üreten işlere sahip olanlar dikkate alınmıştır. Bu şekilde, Balıkesir il merkezindeki Altıeylül ve Karesi ilçelerinde çalışan toplam 223 firma, değerlendirme kapsamına dahil edilmiştir. Bilgilerine başvuru yapılan firmalarda benzer faaliyetlerde ve yapılarda olanlarda, belirli bir görüşme sayısından sonra görüşmeler rutin hale gelmiştir. Bu durumun sebebi olarak genelde görüşmelerin yapıldığı il merkezinde 2 ilçeye hizmet veren iş yerlerinde ürünlerin çoktan aza doğru kullanım sırasının benzer şekilde MDF, Çam, Yonga Levha vb. olmasından kaynaklandığı söylenebilir. İş yerlerinin benzer faaliyetleri dışında, aldıkları işlerin çok veya az olması, firmaların pazarlama yeteneklerine bağlıdır ve üretilen talaş miktarlarında değişkenliklerin sebebi de budur. Görüşmelerde kaydedilen cevaplar değerlendirilmiş, grafik veya pasta diyagramı gösterimleriyle açıklanmışlardır. Toplam miktarlar aylık ve nihai yıllık olarak hesaplanarak verilmiştir. Çalışılan malzemeler hangileridir sorusunun cevaplarının değerlendirilmesi ile elde edilen bilgiler Şekil 3'de verilmiştir. Şekilde ahşap ürünlere yer verilmiştir ve 1. dikey eksen kullanım sayısını ifade etmektedir. Buna göre kullanılan malzemelerin kullanım sayısı büyükten küçüğe sırasıyla MDF 198, çam 177, yonga levha 52, kayın 47, kavak-1 18, Kavak-2 9, meşe 4 olarak belirlenmiştir. Şekilde 2. dikey eksen ise kullanım yüzdelerini göstermektedir. Grafikten de görüleceği üzere yapılan incelemeye göre en çok kullanılan ahşap ürünler yüzdeleri sırası ile MDF %39.21, Çam %35.05, Yonga levha %10.30, Kayın %9.31, Kavak-1 %3.56, Kavak-2 %1.78 ve Meşe %0.79 olarak gerçekleşmiştir.

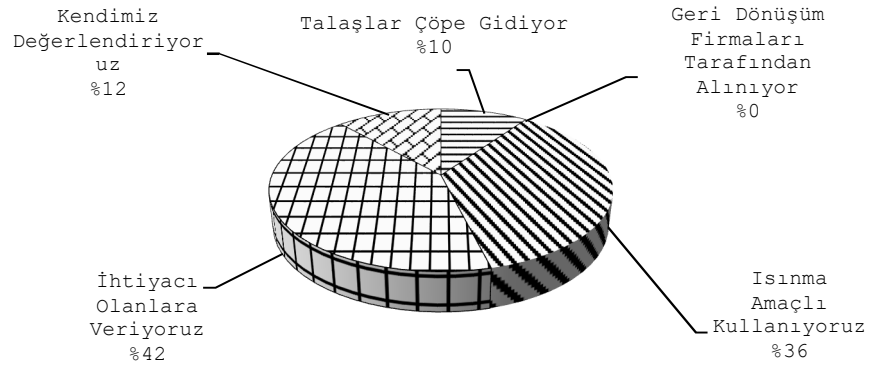


Şekil 3. Kullanılan ahşap sayıları ve yüzdeleri  
 (Figure 3. Used wood numbers and percentages)

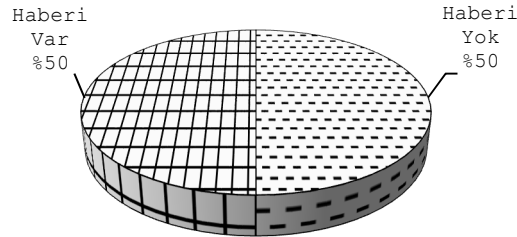
Çalışılan malzemelerin talaşlarının yaz ve kış dönemlerine göre kullanım durumu Şekil 4 ve Şekil 5’de verilmiştir. Yaz mevsiminde kullanılan talaşların %53’lük kısmının ihtiyacı olanlara verildiği ve %31’lik kısmının çöpe atıldığı belirlenmişken, yazın çöpe giden %31’lik talaşların kışın %10’a düşmesi çıkan talaşların ısınma amaçlı kullanıldığını göstermektedir. Atık talaşlar (özellikle ahşap) geri dönüşüm firmaları tarafından her zaman alınmaktadır ancak ulaşımın fabrikaya kadar naklini de talaş üreticisinden istemektedir. Bazı firmaların talaşların geri dönüşümünden, yeni endüstriyel ürünler elde edildiğinden haberleri olmadığından veya olsa da rahatsızlık veren birikimden kurtulmak için talaşları çöpe atmaktadırlar. Yapılan görüşmelerde “Yaz” ve “Kış” aylarında ihtiyacı olanlara verilen talaşların genellikle hayvancılık için (özellikle tavukçuluk) hayvanların altlarına konmak üzere toplandığı görülmüştür. Artık talaşların geri dönüştürülüp kullanılabilceğinden haberiniz var mıydı? Sorusunun cevapları Şekil 6’da pasta diyagramı ile verilmiştir. Alınan cevapların eşit olmasına rağmen haberi olan firmaların geri dönüşüme katkıları olmadığı Şekil 5’de görülmektedir. Artık parçaların ve çıkan talaşların geri dönüşüm firmaları tarafından sizden temin edilmesini ister misiniz? Sorusunun cevapları Şekil 7’de pasta diyagramı ile verilmiştir. Şekilde görülen ve hayır cevabını veren %15’lik kısım genellikle talaşlarını kendi dönüştürebilen veya yakıt olarak kullanabilen firmalardır kalan %85’lik kısmın açıkça geri dönüşüme olumlu baktığı görülmektedir. Katılımcı firmaların kullandığı tezgâh tipleri sorusunun cevapları Şekil 8’de pasta diyagramı ile verilmiştir. Diyagramdan görüleceği üzere sektörde en çok kullanılan tezgâh çeşitleri sırası ile Planya, Dairesel Testere ve Şerit Testere olarak gözlenmiştir. Tezgah tipleri dağılımı benzerdir ve sektörde kullanılan tezgâhların çoğunlukla aynı tip olduğu söylenebilir. Diğer alet veya tezgah olarak belirtilenler ise az sayıda firma tarafından kullanılmaktadır.



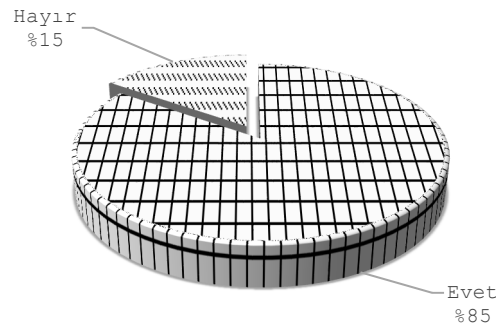
Şekil 4. Yaz aylarında kullanılan talaşın yüzdesi  
(Figure 4. Percentage of sawdust used during summer months)



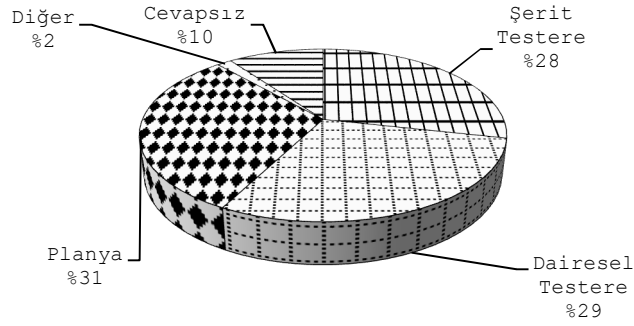
Şekil 5. Kış aylarında kullanılan talaşın yüzdesi  
(Figure 5. Percentage of sawdust used during winter months)



Şekil 6. Talaşın geri dönüşüm ile kullanılabilirliği  
(Figure 6. Usability of sawdust by recycling)

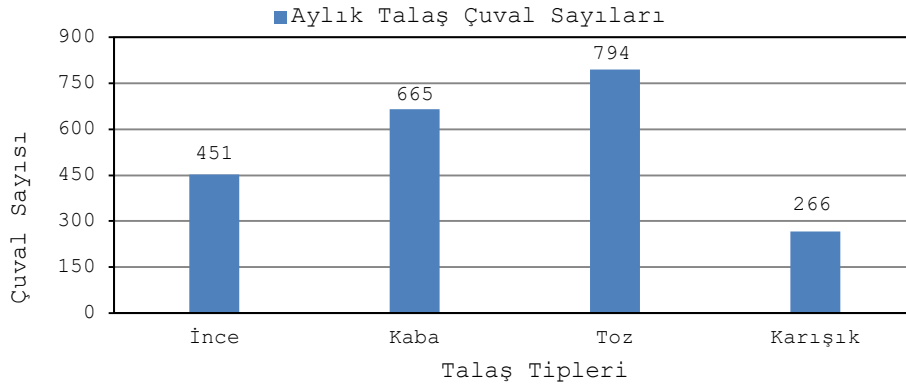


Şekil 7. Talaş toplama katılım yüzdesi  
(Figure 7. Sawdust collection participation percentage)



Şekil 8. Ağaç işleme makinesi kullanım oranları  
(Figure 8. Wood processing machine usage rates)

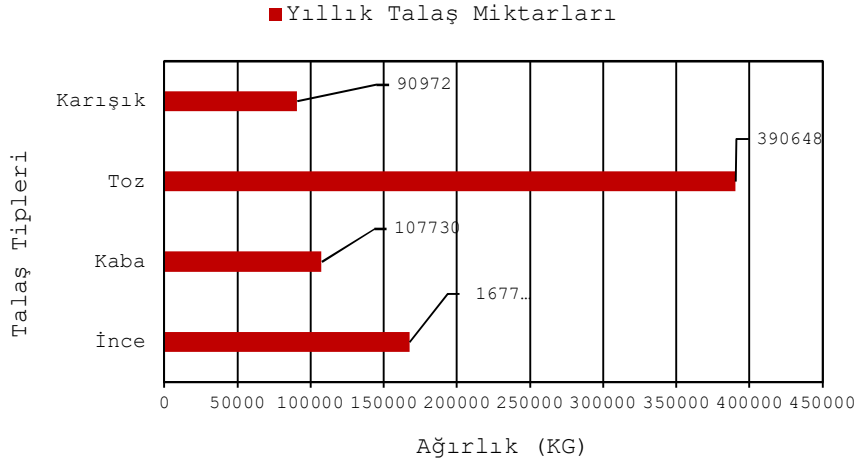
Firmalarda, talaş tiplerine göre toplanan aylık talaş çuval sayıları Şekil 9'da ve yıllık kg olarak talaş miktarları ise Şekil 10'da verilmiştir. Yapılan incelemede firmaların talaş tiplerine göre aylık çıkardıkları talaş miktarı çuval sayıları olarak gösterilmektedir, grafiğe bakıldığında en fazla çıkarılan talaş toz talaş olup ayda 794 çuval olduğu belirlenmiştir. En az çıkan talaş ise 266 çuval ile karışık toplamada gerçekleşmiştir. Ankette bulunan değerler kullanılarak yapılan ağırlık hesabı sonucunda, 1 (un) çuvalının atık ahşap ile baskısız dolduğunda, yapılan denemeler sonucu ortalama ağırlığı, ayrı talaş tipleri için farklı değerler olarak bulunmuştur (Tablo 5). Dolayısı ile ilgili tip ve ağırlık temel alınmış ve yıllık yaklaşık çıkan toplam talaş miktarları kg olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda en fazla çıkan yaklaşık 390648kg ile toz talaşı olduğu görülmüştür. Diğerleri ise azalan sırada olmak üzere; ince talaş 167772kg, kaba 107730kg ve karışık ise 90972kg olarak elde edilmiştir. Tüm malzemeler dahil genel toplam ise yıllık 757122kg olmuştur.



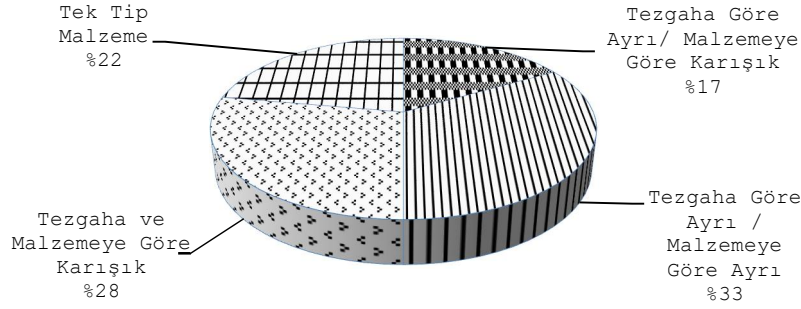
Şekil 9. Aylık odun talaşı çuval sayısı  
(Figure 9. Monthly wood sawdust sack count)

Tablo 5. Talaş dolu çuval ağırlığı  
(Table 5. Sawdust sack weight)

Tezgah/Talaş Tipi	Çuval Ağırlığı (Kg)
Planya Talaşı/Çam (Kaba)	10-12
Planya Talaşı/Kayın (Kaba)	12-15
Şerit Testere Talaşı/Çam (İnce)	30-32
MDF Talaşı/(Toz)	40-42
Karışık Talaş/Farklı Boyutlarda	27-30

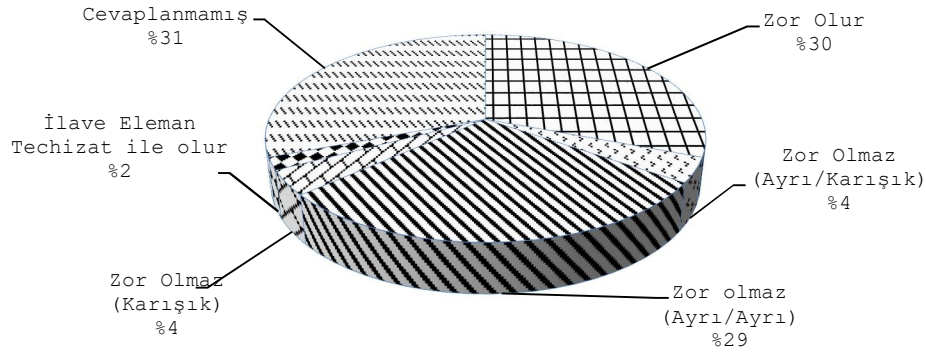


Şekil 10. Yıllık talaş ağırlığı (Kg)  
(Figure 10. Annual sawdust weight)



Şekil 11. Talaş toplanma çeşitleri  
(Figure 11. Types of sawdust collection)

Çıkan talaşların toplanma tiplerine göre ayrı ayrımı yoksa karışık halde mi toplandığı Şekil 11'de pasta diyagramı ile incelenmiştir. Her bir firmanın kendine göre toplama şekli olduğu görülüp toplama şekillerinin homojen bir biçimde dağıldığı gözlenmiştir, yine de en yapılabilir yöntemin "Tezgâha göre ayrı/Malzemeye göre ayrı" toplama yöntemi (%33) olduğu belirlenmiştir. Çıkan talaşların toplanabilmesi, toplanabiliyor ise toplama yöntemi Şekil 12'da verilmiştir. Toplama şekillerinden "Zor olur (Toplanamaz)" ile "Zor olmaz (Tezgah Ayrı/Malzeme Ayrı)" toplanabilir oranlarının çoğunlukta ve diğerlerinin de hemen hemen yakın oranlarda olduğu belirlenmiştir. Bu durumun çıkan talaşın genelde karışmış olduğundan kaynaklandığı söylenebilir.



Şekil 12. Talaşların toplanması olasılığı  
(Figure 12. Probability of collecting sawdust)

### 5. NUMUNE PELET ÜRETİMİ VE ISIL DEĞERİ (SAMPLE PELET PRODUCTION AND THERMAL VALUE)

Çalışmada, AISI-1020 çelik malzemeden boyutları "iç çap, dış çap, yükseklik" olmak üzere "10x40x43" mm olan etli boru malzeme ve "çap, uzunluk" olmak üzere "9.80x72" mm olan bir piston imal edilmiştir. Lama malzemeden ise "çap, kalınlık" olmak üzere "135x5" mm olan disk şeklinde bir alt plaka ve "en, uzunluk, yükseklik" olmak üzere "40x160x5" mm olan bir üst plaka imal edilmiştir. Parçalarda gerekli bağlantı yerleri ve üretim sonrası ürünü çıkaracak delikleri de işlenerek parçalar birleştirilerek, basit bir pelet kalıbı yapılmıştır.

Malzeme olarak MDF tozu ve bağlayıcı olarak nişasta kullanılmıştır. Her birim ağırlık MDF toz malzemeye karşılık 1/10 oranında nişasta ilavesi yapılan ürünler, harmanlanarak, devamında kalıp boşluğuna yerleştirilip, 4 ton yük altında preslenmiştir. Yük uygulaması, pelet yüksekliği kalıpta 12mm ölçüsüne gelene kadar, tekrarlı talaş ilavesi şeklinde işleme devam edilmiştir. Hedeflenen ölçüye gelen pelet ağırlığının 9.5gr olduğu belirlenmiştir. Üretilen üç pelet numunenin kalori tayini sonucu bulunan ortalama ısıl değeri 4127kcal/kg olmuştur. Yukarıda verilen deneysel çalışmadan elde edilen sonuç, literatürde bu konu ile ilgili yapılmış kapsamlı çalışmalarla uyumludur. Böyle bir çalışmada elde edilen ısıl değerler çam talaşı için 4882-4521kcal/kg ve MDF toz için ise 4165-3857kcal/kg olarak elde edilmiştir (Tüplek, 2011). Buradaki değerlerden alt kalori değerleri kullanılarak, anket çalışması sonucu hesaplanan il merkezi ölçeğinde yıllık atık talaş miktarının, enerji karşılığı hesaplanmıştır.

Tablo 5 ve Şekil 10'da verilmiş olan talaş tipleri tanımları, aslında tezgahları da nitelendirmektedir. Planya tezgahın da MDF malzeme işlenmezken, ahşap türü malzemeler işlenmekte ve bunların talaşları daire testere veya şerit testere tezgahına göre oldukça kaba kalmaktadır. Kaba için 4521kcal/kg ısıl değeri alınmıştır. En ince talaşı veren MDF malzeme yani (daire testere çıktısı) toz için 3857kcal/kg. ısıl değeri alınmıştır. İnce tanımlı talaş tipi, yani şerit testere çıktısı ise genelde ahşap türü malzeme işlenirken çıkan talaş tipidir ve ancak dairesel testere yok ise MDF malzeme işlemede de kullanılır. Bu nedenle karışık ve ince talaş tipleri için toz ve kaba talaş tipleri ısıl değer ortalaması olan 4189kcal/kg. ısıl değeri alınmıştır. Buna göre Şekil 10'da verilen atık talaş yıllık kg miktarları, yukarıda verilen ısıl değer karşılıkları ile işlem yapılmıştır. Buradan yıllık her bir talaş tipi ve toplam olmak üzere enerji karşılığı hesaplanmıştır. Sonuçta il merkezinde (keresteciler dışında kalan) iki ilçeye hizmet veren mobilya ve marangoz

atölyelerinin atık talaş olarak çıkan ürünün toplam enerji karşılığı "12886 GJ" olarak hesaplanmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. Yıllık talaş tipleri enerji değerleri (GJ)  
(Table 6. Annual sawdust types energy values)

Talaş Tipi	Enerji Değeri (GJ)
Karışık	1595.513
Toz	6308.374
Kaba	2039.170
İnce	2942.470
Toplam	12886.000

Balıkesir Rüzgar Enerji Santralının (RES) 52 türbin ile 2016 yılı üretimi 484000MWh olmuştur. Santralin il tüketimine olan oranı %13.45'dir (İnternet, 2018). Balıkesir il merkezdeki iki ilçenin 2017 yılında tükettiği elektrik enerjileri; Altıeylül için 454005.44MWh, Karesi için 286619.97MWh ve toplamı 740625.41MWh olarak gerçekleşmiştir (UEDAŞ, 2018). İl merkezindeki iki ilçede talaş üreten firmaların ürettikleri talaşın elektrik enerjisi karşılığı değeri ise 3580MWh olduğu hesaplanmıştır. RES'in il elektrik enerjisi tüketimine olan oranına benzer, atık talaşların il merkezindeki bu iki ilçe elektrik tüketimine oranı ise %0.48338 olarak hesaplanmıştır. RES fosil yakıtlarla karşılaştırıldığında temiz ve doğa dostu alternatif bir enerji kaynağıdır. RES ile kıyaslanamayacak değerlerde olsa da mevcut bölgede üretilen atık talaş değerlendirilebilirse, mevcut bölgedeki tüketime yaklaşık binde 5'lik bir değer ile azımsanmayacak bir katkı yapabileceği görülmektedir. Ülke ölçeğinde düşünülürse, kayda değer bir enerji katkısı olacağı açıktır ve bu mutlaka değerlendirilmelidir.

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Yapılan anketler sonucu görülmüştür ki, firmaların çıkarılan talaşların geri dönüştürülebileceği hakkında ya fikri yoktur ya da düşünceler de bu durum göz ardı edilmektedir. Talaşların malzeme ve oluşum şekillerine bağlı olarak kategorize edilebilmeleri için çok büyük bir teknoloji gerekmemektedir. Bilinen organizasyonlarla bu başarılabilir. Talaş satış maliyetlerinin düşük olması nedeniyle firmaların ilgisizliği ve geri dönüşüm firmalarının azlığından kaynaklanan geri dönüşüm eksikliği yüzünden her yıl binlerce ton talaş çevre kirliliğini arttırmakta ve bu talaşlardan elde edebileceğimiz geri dönüşüm ile enerji karşılığı veya oluşturulabilecek materyal potansiyelini azaltmaktadır. Talaşlar piroliz, pelet vb. yöntemlerle hem çevreye hem de insan hayatına zarar vermeden, yüksek oranda geri kazandırılabilir. Doğal yakıt olan pelet kullanımının yaygınlaşması ile fosil yakıtlardan çevreye yayılan zararlı emisyonlar da belirgin bir azalma olacağı da bilinmektedir. Birçok Avrupa ülkesinde fosil yakıtlar yerine pelet'in yakıt olarak kullanılıyor olmasının sebepleri de düşünülmelidir. Öncelikle meslek odaları katılımlı veya devlet desteği de olarak, atık talaş değerlendirme konusunda gerekli tesisleşme halledilmelidir. Devamında talaşı atık olarak üreten işyerlerinin bilinçlendirilmesi ve geri dönüşümün önemini kavranması konusunda gerekli çalışmalar yapılmalıdır.

## TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Anketlerin yapılmasında kendileri de katılarak yüz yüze görüşmelerde bulunan, doküman, gerekli bilgiler, vb. paylaşımlarıyla desteklerini esirgemeyen, "(BALMAR, 2018) Balıkesir Umum Marangozlar Esnaf ve Sanatkarlar Odası" Başkanı Kamil Güler'e, Oda Genel Sekreteri



Mehmet Topal'a ve Balıkesir ili 2017 elektrik enerjisi tüketim verilerini paylaşan, "(UEDAŞ, 2018) Uludağ Elektrik Dağıtım A.Ş. Balıkesir İşletme Müdürlüğüne", teşekkür ederim.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Alkan, D., (1998). Çam Ağacı, Ceviz Kabuğu ve Soya Fasulyesi Küllerinin 1200°C'de Sır Hammaddesi Olarak Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- [2] Arslan, M.B., Karakuş B. ve Güntekin, E., (2007). Tarımsal Atıklardan Lif ve Yonga Levha Üretimi, Z.K.Ü. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 9(12).
- [3] Başıyığıt, C., Çankıran, O. ve Taş, H.H. (2000). Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Ah,şap Artıklarının Bu Amaçla Kullanılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(1):26-31.
- [4] BALMAR, (2018). Balıkesir Umum Marangozlar Esnaf ve Sanatkarlar Odası, 10100, Balıkesir, Türkiye.
- [5] CEN/TS 14961, Annex, A., (2014). Examples of Specifications for High Quality Classes of Solid Biofuels Recommended for Household Usage, CEN European Committee for Standardization.
- [6] Çelik, Ç. ve Gürdal, E., (2005). Yerfıstığı Kabuğunun Agregası Olarak Kullanım Olanakları, İTÜ Dergisi Seri A, Mimarlık Planlama ve Tasarım, 4(1):37-46.
- [7] Demirkır, C. ve Çolak, S., (2006). Odun Kökenli Atıkların Levha Endüstrisinde Yeniden Kullanım İmkanları, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 7(1):41-50.
- [8] DIN 18894, (2005), 2005-02, (D). Fireplaces Fired by Solid Fuel-Woodpellet-fired Independent Heaters-Requirements, Testing and Marking. Deutsches Institut Fur Normung E.V., Germany.
- [9] DIN 51731, (2014). Quality standards and National pellets standards for Germany. DIN-German Institute for Standardization, Germany.
- [10] Garcia Maraver A., Popov, V., and Zamorano, M., (2011). A Review of European Standards for Pellet Quality, Renewable Energy, 36:3537-3540. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.05.013>.
- [11] Güller, B., (2001). Odun Kompozitleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(2):135-160.
- [12] İnternet, (2018). Enerji Atlası, Balıkesir Rüzgar Enerji Santrali, <http://www.enerjiatlası.com/ruzgar/balikesir-ruzgar-santrali.html>.
- [13] Karayılmazlar, S., Saraçoğlu, N., Çabuk, Y. ve Kurt, R., (2011). Biyokütlenin Türkiye'de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13(19):63-75.
- [14] Krook, J., Martensson, A., and Eklund, M., (2007). Evaluating Waste Management Strategies-A case of Metal-contaminated Waste Wood. Resources, Conservation and Recycling, Volume:52, Issue:1, November 2007, pp:103-11.
- [15] <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2007.03.002>.
- [16] Magelli, F., Boucher, K., Bi, H.T., Merlin, S., and Bonoli, A. (2009). An Environmental Impact Assessment of Exported Wood Pellets From Canada to Europe. Biomass And Bioenergy 33:434-441. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2008.08.016>.
- [17] OAİB, (2011). Levha Sanayi Raporu. Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri, Ankara, Türkiye.
- [18] Oh, S.W. and Okabe, T., (2003). Manufacture of Woodceramics Chip Tiles from Waste Wood. Forest Products Journal, 53(7-8):50-53. ISSN:0015-7473.

- [19] ÖNO RM M7135, (2014). Quality Standards and National Pellets Standards for Austria. Austrian Standards, Austria.
- [20] Özçiftçi, A. ve Özbay, G., (2013). Mobilya Endüstrisi Atıklarından Katalitik Piroliz Yöntemi İle Biyoyakıt Üretimi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der, 28(3), 473-479.
- [21] Pritchard, G., (2004). Two Technologies Merge Wood Plastic Composites, Reinforced Plastics, Volume:48, Issue:6, June 2004, pp:26-29. [https://doi.org/10.1016/S0034-3617\(04\)00339-X](https://doi.org/10.1016/S0034-3617(04)00339-X).
- [22] Salman, S., (2001). Levha Sanayii Raporu, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, Ar-Ge Şubesi.
- [23] Severoğlu, A., (2010). Katı Biyoyakıt Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- [24] SS 187120, (2014). Quality standards and National Pellets Standards for Sweden, SIS, Swedish Standards Institute, Sweden.
- [25] SS 187121, (2014). Quality standards and National briquettes standards for Sweden, SIS, Swedish Standards Institute, Sweden.
- [26] Taşar, Ş. ve Duranay, N., (2012a). Mobilya Fabrikası Atık Tozundan Üretilen Biyocharların Yapısına İşlem Parametrelerinin Etkisi, Onuncu Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, Bildiriler, 3-6 Eylül, Koç Üniversitesi, İstanbul.
- [27] Taşar, Ş. ve Duranay, N., (2012b). Mobilya Fabrikası Atık Tozunun Piroliz Ürün Verimleri Üzerine Azot Akış Hızı ve Pelet Büyüklüğünün Etkisi. Onuncu Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, Bildiriler, 3-6 Eylül, Koç Üniversitesi, İstanbul.
- [28] Taşar, Ş. ve Duranay, N., (2012c). Mobilya Fabrikası Atık Tozunun Yavaş ve Hızlı Pirolizi. Onuncu Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, Bildiriler, 3-6 Eylül, Koç Üniversitesi, İstanbul.
- [29] Tüplek, A., (2011). Odun Talaşı ve Tozundan Pelet Biyoyakıt Üretilmesi ve Yanma Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [30] Tüzün, M.K., (2012). Katı Yakıtlı Kazanlara Uyumlu Pelet Brülörü Tasarımı ve İmalatı, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [31] Yılgın, M. ve Duranay, N., (2006). Odun Peletinin Pirolizi. Yedinci Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, Bildiriler, 5-8 Eylül, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- [32] Yue, K., Liu, W.Q., Lu, X.N., Lu, W.D., and Yang, H.F., (2012). Study on Composites for Furniture with Waste Paper and Wood Particle, In, *Advanced Manufacturing Technolog*, 472-475, 1228-1232. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.472-475.1228>.
- [33] Zhang, Y., Mckechnie, J., Cormier, D., Lyng, R., Mabee, W., Ogino, A., and Maclean, H.L., (2010). Life Cycle Emissions and Cost of Producing Electricity from Coal, Natural Gas and Wood Pellets in Ontario, Canada, *Environ. Sci. Technol*, 44, 538-544. DOI: 10.1021/es902555a.
- [34] UEDAŞ, (2018). Uludağ Elektrik Dağıtım A. Ş., Balıkesir İşletme Müdürlüğü, Balıkesir.