

Zeytinyağı Sektörü Atıklarının Sera Isıtmasında Kullanımı

Asuman CEYLAN¹ Berna KENDİRLİ²

¹Çankaya İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Ankara,

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Dışkapı, Ankara,
Sorumlu yazar: kendirli@ankara.edu.tr

Geliş tarihi:01/10/2018 Yayına kabul tarihi: 18/11/2018

Özet: Seralar bitkilerin yetiştirme periyodunda uygun iklim şartlarını optimum düzeyde sağlayan kontrollü yetiştirme ortamlarıdır. Serada üretimin istenen miktar ve kalitede sağlanabilmesi için ısıtma yapılması gereklidir. Son yıllarda seraların ısıtılmasında fosil enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı önem kazanmıştır. Zeytinyağı üretiminden geriye kalan zeytin çekirdeği ve posasından oluşan katı bir atık olan pirina, genellikle yakıt olarak değerlendirilen bir enerji kaynağıdır. Bu çalışmada zeytinyağı üretiminin yoğun olarak yapıldığı illerde atık olarak elde edilen pirinanın seracılık işletmelerinde ısıtma amaçlı kullanımı incelenmiştir. Bu amaçla en fazla pirina işleyen tesise sahip olan Balıkesir, Aydın ve İzmir illerinde gotik çatılı plastik serada yıllık ısıtma gereksinimleri hesaplanmış; farklı yakıt türleri için yıllık yakıt miktarları ve yakıt maliyetleri belirlenerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda, her üç ilde de en fazla ısı açığının ocak ayında meydana geldiği, Balıkesir ilinde diğer illere göre iki ay daha fazla ısıtma yapılması gerektiği ve farklı yakıtlar için yapılan maliyet analizinde en ekonomik yakıtın pirina olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sera, ısıtma, yakıt maliyeti, Balıkesir, Aydın, İzmir

Use of Olive Oil Sector Waste in Greenhouse Heating

Abstract: Greenhouses are controlled growing environments that provide optimum climatic conditions at the optimum level during the growing period of plants. Heating is required to ensure that greenhouses are producing plants in the desired quantity and quality. In recent years, the use of renewable energy sources has gained importance in heating greenhouses instead of fossil energy sources. Pomace oil, the solid waste of olive pits and dregs used in olive oil production, is an energy source which is generally regarded as fuel. In this study, conducted in the cities where olive oil production is concentrated, the use of pomace oil obtained as waste for heating purposes in greenhouses is investigated. For this purpose, annual heating requirements of the gothic roofed plastic greenhouse in the cities of Balıkesir, Aydın and İzmir, which have the most pomace oil processing function, were calculated; annual fuel quantities and fuel costs for different types of fuel were determined and the results compared. As a result of the research, it was determined that the highest temperature difference in all three of the cities occurred in January. It has been determined that the greenhouses of Balıkesir should be heated for two months more than the others. It has been determined that the most economical fuel is pomace oil in cost analysis for different fuels.

Key words: Greenhouse, Heating, Fuel Cost, Balıkesir, Aydın, İzmir

Giriş

Seralar iklime bağlı çevre koşullarının kontrol altına alındığı, bitkinin yetiştirilmesine uygun hale getirildiği ve üretimin bütün yıl boyunca yapılabildiği tesisler olarak tanımlanabilir. Günümüzde dünya genelinde 1,2 milyon hektar alanda seracılık faaliyeti sürdürülmekte ve en fazla sera alanı ise Akdeniz havzasındaki

ülkelerde bulunmaktadır. Türkiye, sera alanı varlığında dünyada dördüncü, Akdeniz ülkeleri arasında ise İspanya ve İtalya'dan sonra üçüncü, sebze yetiştirilen sera alanı bakımından ise İspanya'dan sonra ikinci sıradadır (Anonymous, 2015).

Son on yılda toplam örtüaltı alanlarımız % 40, plastik sera alanlarımız ise yaklaşık

% 70 artış göstermiştir. Ülkemiz sera alanları Akdeniz bölgesinde yoğunluk kazanmış olup, Antalya, Mersin ve Adana illeri ilk sıralarda yer almaktadır. Balıkesir ilinde örtü altı yetiştiriciliği toplam 59.7 ha alanda yapılmakta, bu alanın 35.5 ha'nı plastik sera, 23.1 ha'nı yüksek tünel ve 1.1 ha'nı alçak tüneller oluşturmaktadır. İzmir ilinde örtü altı yetiştiriciliği toplam 851 ha alanda yapılmaktadır. Bu alanın 20 ha'ı cam sera, 786 ha'ı plastik sera ve 40 ha'ı yüksek tünel ve 5 ha'ı da alçak tünellerden meydana gelmektedir. Aydın ilinde örtü altı yetiştiriciliği toplam 1267 ha alanda yapılmaktadır. Bu alanın 9.5 ha'nı cam sera, 787 ha'nı PE sera, 1016 ha'nı yüksek tünel ve 163 ha'nı ise alçak tüneller oluşturmaktadır (Anonim, 2013).

Seralarda yapılan üretimde istenen verimin elde edilebilmesi için ısıtma yapılması zorunludur. Seraların iklimlendirilmesinde en önemli enerji ihtiyacı kış aylarında ısıtma uygulamalarında gerçekleşmektedir. Soğuk mevsimlerde sera iç sıcaklığının bitki isteklerine uygun değerlere çıkarılması amacıyla yapılan ısıtma için gerekli harcamalar tüm üretim harcamalarının yaklaşık % 60'ını oluşturmaktadır (Yağcıoğlu, 2005). Sera ısıtma harcamalarını ve giderek tükenmekte olan fosil enerji kaynaklarının kullanımını en aza indirmek için seralarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına önem verilmelidir. Tarımda etkin olarak yararlanılabilecek başlıca yenilenebilir enerji kaynakları; güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji ve biyokütle (biyogaz) enerjisidir (Kendirli ve Çakmak, 2010).

Yenilenebilir enerji kaynakları içinde biyokütle enerjisi önemli bir potansiyele sahiptir. Organik içeriği yüksek katı atıklar ve tarımsal artıklar, enerji üretimi için yakıt olarak kullanılmaktadır. Zeytinyağı üretiminden geriye kalan zeytin çekirdeği ve posasından oluşan bir katı atık olan pirina da Akdeniz ülkelerinde kullanılan önemli bir biyokütledir (Akın, 2005).

Türkiye'de zeytinyağı üretimi önemli bir yere sahip olduğu için üretim sonucu çok miktarda pirina oluşmaktadır. Türkiye'de yağ alınmış pirinanın neredeyse tamamı yakıt olarak kullanılırken, zeytinyağı üretimi yapılan Akdeniz ülkelerinde ise birçok alanda kullanımı bulunmaktadır. Akdeniz ülkelerinde pirina, gübre, yakıt, büyükbaş hayvanlar için yem olarak, hatta bitümle karıştırıldığında yol yapımında katkı malzemesi olarak kullanılabilir. Ancak sahip olduğu enerji içeriği nedeniyle yakıt amaçlı olarak kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Öcal 2005, Görel ve ark. 2004). Pirina tek başına yakıt olarak kullanılabilir gibi düşük kalorili linyit kömürü gibi diğer yakıtlarla birlikte de yakılabilir. Yakıt olarak kullanılacak pirinanın özellikleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Türkiye'de pirina işleyen 15 tesis bulunmaktadır. Bu tesisler, zeytinin yoğun olarak bulunduğu Balıkesir, İzmir, Aydın, Muğla, Hatay ve Gaziantep illerinde yer almaktadır (Çizelge 2). Bu tesislerin 14'ü pirinayı yakıt olarak, 1 tanesi ise yem maddesi olarak değerlendirmektedir. Hidrolik pres, kuru pres ve santrifüj yöntemine göre zeytinyağı üretilmektedir. Santrifüj yöntemi, üç fazlı sistem ve iki fazlı sistem olarak ikiye ayrılır. Üç fazlı sistemlerde yağ, karasu ve pirina olarak üç ürün, iki fazlı sistemlerde ise yağ ve karasu+pirina olmak üzere iki ürün oluşmaktadır.

Bu çalışmada zeytinyağı üretiminin yoğun olarak yapıldığı illerde atık olarak elde edilen pirinanın seracılık işletmelerinde ısıtma amaçlı kullanımı incelenmiştir. Bu amaçla en fazla pirina işleyen tesise sahip olan Balıkesir, Aydın ve İzmir illerinde gotik çatılı plastik serada yıllık ısıtma gereksinimleri hesaplanarak, farklı yakıt türleri için yıllık yakıt miktarları ve yakıt maliyetleri belirlenmiş, elde edilen sonuçlar pirina maliyetleri ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1. Yakıt olarak kullanılan pirinanın özellikleri (Görel ve ark. 2004)

Table 1. Properties of pomace oil used as fuel (Gorel et al. 2004)

Parametreler /Parameters	Değer / Value
Nem <i>Moisture (%)</i>	20
Kül <i>Ash (%)</i>	2.97
Yağ <i>Oil (%)</i>	2.5
Uçucu madde <i>Volatile substance (%)</i>	72
Karbon <i>Carbon (%)</i>	45.3
Oksijen <i>Oxygen (%)</i>	27.6
Hidrojen <i>Hydrogen (%)</i>	5.9
Azot <i>Nitrogen (%)</i>	1.85
Toplam kükürt <i>Total sulfur (%)</i>	0.15
Alt ısı değeri <i>Lower heat value (Kcal/kg)</i>	4480
Üst ısı değeri <i>Upper heat value (Kcal/kg)</i>	4847

Çizelge 2. Türkiye'deki pirina işleme tesisleri (Anonim, 2015)

Table 2. Pomace oil processing plants in Turkey (Anonim, 2015)

Firma Adı <i>Company name</i>	Şehir <i>City</i>	Günlük işleme kapasitesi (ton/gün) <i>Daily processing capacity (t/day)</i>	İşlenen ortalama pirina miktarı (ton/sezon) <i>Average pomace oil processed (t/season)</i>	İşlenen 3 fazlı pirina miktarı (ton/sezon) <i>Amount of 3-phase pomace oil processed (t/season)</i>	İşlenen 2 fazlı pirina miktarı (ton/sezon) <i>Amount of 2-phase pomace oil processed (t/season)</i>
Orpir Pirina	Bergama- İzmir	700	62.000	35.000	27.000
Girgin Pirina	Ödemiş - İzmir	600	50.000	30.000	20.000
Ege Tarımsal Enerji	Gömeç-Balıkesir	150	30.000	20.000	10.000
Dalan Yağ Pirina	Köşk - Aydın	240	33.200	32.000	1.200
Uşaklı Pirina	İncirliova-Aydın	300	15.000	15.000	-
Tirsay Pirina	Milas - Muğla	150	15.000	12.000	3.000
Yükseller Pirina	Milas - Muğla	150	6.000	4.000	2.000
Doğuş Pirina	Ayvalık-Balıkesir	550	55.000	35.000	20.000
Solvent Pirina	Havran-Balıkesir	150	18.000	18.000	-
Yeni Kurtuluş Pirina	Edremit-Balıkesir	150	-	-	-
Alkanlar Pirina	Nizip- Gaziantep	200	13.000	13.000	-
Zeymak Pirina	Nizip- Gaziantep	150	10.000	10.000	-
Karagönler Pirina	Altınözü - Hatay	300	25.000	20.000	5.000
Asfuroğlu Pirina	Hatay	150	15.000	15.000	-
Şenol Gıda A.ş.	Atça-Aydın	250	11.000	1.000	10.000
Toplam <i>Total</i>		4.370	358.200	260.000	98.200

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada tarımsal faaliyetlerin ve zeytinyağı işleme tesislerinin yoğun olarak yer aldığı Balıkesir, Aydın ve İzmir illeri iklim koşulları için önerilen gotik çatılı plastik örtülü sera modeli materyal olarak ele alınmıştır. Örnek sera 8 m genişliğinde 3 adet bloktan oluşmakta olup, yaklaşık 1000 m² taban alanına sahiptir. Bu seraya ilişkin teknik özellikler Çizelge 3’de verilmiştir.

Araştırma materyalini oluşturan sera boyutları temel alınarak Balıkesir, İzmir ve Aydın illeri için yıllık ısı gereksinimlerinin belirlenmesinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün (1938-2016) uzun yıllık iklim verilerinden yararlanılmıştır. Araştırma alanında yer alan Balıkesir ilinde üç iklim bir arada görülür. Ege kıyılarında Akdeniz, kuzeyde Marmara ve iç bölgelerde kara iklimi hüküm sürer. İzmir ve Aydın illerinde ise Akdeniz iklimi hakimdir. Araştırma alanına ait uzun yıllık iklim değerleri Çizelge 4’de verilmiştir.

Araştırma alanı seralarında en çok üretilen ürün domatestir. Bu nedenle örnek serada domates yetiştiriciliği yapılması düşünülerek sera iç ortam sıcaklığı 16 °C olarak alınmıştır. Serada domates üretiminde gece sıcaklıklarının 13-18°C, gündüz sıcaklıklarının ise 19-24°C arasında olması istenir (Sevgican, 2000). Sera iç sıcaklığını istenen düzeyde tutmak için sıcak havalı ısıtma sistemi için hesaplamalar yapılmıştır. Sera ısı gereksinimlerinin hesaplanmasında kazanılan enerji ile seradan çeşitli yollarla kaybolan enerji arasındaki dengeden yararlanılır. Önerilen serada ısı gereksinimlerinin hesaplanmasında güneşten kazanılan enerji (q_{sr}) ile seradan kondüksiyon (q_c), havalandırma (q_v) ve infiltrasyon (q_i) yolu ile kaybolan enerjiler arasındaki farktan yararlanılarak elde edilen ısı dengesi yaklaşımı kullanılmıştır. Bitkiler tarafından fotosentez için kullanılan enerji (q_p) ile serada toprak içersine olan ısı akışının (q_f) belirlenmesi güç olduğundan hesaplamalarda dikkate alınmamıştır (Bailey 1986; Olgun ve ark. 1997; Öneş 1999; Kendirli, 2015).

$$q_{sr} = (q_c + q_i) + q_v + q_f + q_p$$

Çizelge 3. Örnek seranın teknik özellikleri

Araştırma materyalini oluşturan sera boyutları esas alınarak Balıkesir, İzmir ve Aydın illeri için yıllık toplam ısı gereksinimleri hesaplanmıştır. Elde edilen ısı enerjisi miktarı yakıtın ısı değeri (ID) ve ısıtma sisteminin randımanı (η) kullanılmak suretiyle toplam yakıt ihtiyacına çevrilebilir.

$$\Sigma Y = \Sigma Q / (ID \times \eta)$$

ΣY = Toplam yakıt miktarı (kg)

ΣQ = Yıllık toplam ısı enerjisi gereksinimi (J)

ID = Yakıtın ısı değeri (j/kg)

η = Isıtma sisteminin randımanı (%)

Örnek seranın yıllık toplam ısı enerjisi gereksinimi belirlendikten sonra, sera ısıtmasında çoğunlukla kullanılan linyit kömürü, odun, fuel oil gibi fosil yakıtlar ile pirina için gerekli toplam yakıt miktarları hesaplanmıştır. Farklı yakıtlar ve pirinanın 2017 yılı birim maliyetleri dikkate alınarak, farklı iller için serada üretimde yıllık toplam ısıtma giderleri hesaplanmış ve maliyetler karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Seralarda bitki yetiştiriciliğinde en önemli masraf enerji ihtiyacı veya ısıtma giderleridir. Seranın ısı ihtiyacı, seralarda optimum üretim yapılabilmesi için seraya ısıtma sistemi ile verilmesi gereken ısı miktarıdır. Örnek olarak seçilen gotik çatılı tek kat PE örtülü serada iç sıcaklığın 16 °C olması koşulunda her aya ait hesaplanan ortalama ısı gereksinimleri Şekil 1’de verilmiştir. Araştırma alanında yer alan farklı illerdeki sera ısıtma yükleri karşılaştırıldığında yıl boyunca en az ısı açığı İzmir ilinde, en çok ısı açığı ise Balıkesir ilinde gerçekleşmektedir. Yıllık ısı yükünün en fazla olduğu Balıkesir ilinde Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Ekim, Kasım, Aralık aylarında olmak üzere yedi aylık dönemde ısıtma yapmak gereklidir. İzmir ili en düşük toplam ısı yüküne sahip olmakla birlikte, Aydın ili ısı gereksinimi değerleri de oldukça yakındır. Her iki ilde de Ocak, Şubat, Mart, Kasım, Aralık aylarında olmak üzere yılda beş ay ısıtma yapılması yeterlidir.

Table 3. Technical specifications of the sample greenhouse

Sera özellikleri <i>Greenhouse features</i>	Tek kat PE örtü <i>Single layer PE cover</i>
Örtü malzemesi kalınlığı <i>Cover material thickness (mm)</i>	0.2
Sera boyu <i>Greenhouse length / (m)</i>	42
Sera yüksekliği <i>Greenhouse height (m)</i>	4
Sera genişliği <i>Greenhouse width (m)</i>	24
Taban Alanı <i>Floor area (m²)</i>	1008
Sera çatı alanı <i>Greenhouse roof area (m²)</i>	1586
Toplam yüzey alanı <i>Total surface area (m²)</i>	2264

Çizelge 4. Araştırma alanı uzun yıllık iklim verileri (Anonim, 2017a)

Table 4. Long-term climate data of research area (Anonim, 2017a)

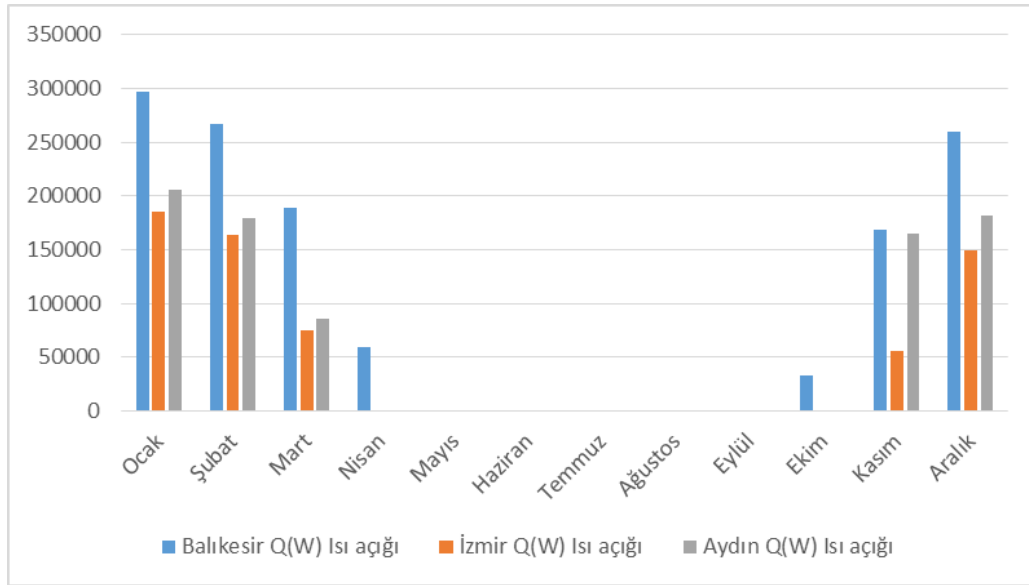
BALIKESİR	Ort. En Düşük Sıcaklık <i>Mean min. temperature (°C)</i>	Ort. Rüzgar Hızı <i>Mean wind speed (m/s)</i>	Ort. Güneş Radyasyonu <i>Mean solar radiation (W/m²)</i>
Ocak	1.3	2.9	67,06
Şubat	1.9	3.2	89,59
Mart	3.3	3.4	147,50
Nisan	6.9	2.7	197,89
Mayıs	11.0	2.3	242,93
Haziran	15.0	3.0	367,28
Temmuz	17.7	4.1	250,43
Ağustos	17.9	4.1	230,43
Eylül	14.1	3.5	184,20
Ekim	10.2	2.6	132,49
Kasım	6.1	2.2	80,43
Aralık	3.1	2.6	57,91
İZMİR	Ort. En Düşük Sıcaklık <i>Mean min. temperature (°C)</i>	Ort. Rüzgar Hızı <i>Mean wind speed (m/s)</i>	Ort. Güneş Radyasyonu <i>Mean solar radiation (W/m²)</i>
Ocak	5.7	2.98	75,40
Şubat	6.1	3.29	89,99
Mart	7.6	3.0	157,92
Nisan	11.1	2.94	207,88
Mayıs	15.3	2.88	243,11
Haziran	19.7	3.10	270,84
Temmuz	22.4	3.28	261,24
Ağustos	22.2	3.16	240,02
Eylül	18.6	2.80	192,92
Ekim	14.5	2.68	147,50
Kasım	10.6	2.77	91,68
Aralık	7.5	3.00	67,50
AYDIN	Ort. En Düşük Sıcaklık <i>Mean min. temperature (°C)</i>	Ort. Rüzgar Hızı <i>Mean wind speed (m/s)</i>	Ort. Güneş Radyasyonu <i>Mean solar radiation (W/m²)</i>
Ocak	4.3	1.55	82,91
Şubat	5.0	1.56	95,84
Mart	6.6	1.58	167,07
Nisan	10.0	1.69	215,83
Mayıs	14.2	1.79	251,25
Haziran	18.1	1.83	275,43
Temmuz	20.4	1.80	264,58
Ağustos	20.2	1.79	246,65
Eylül	16.6	1.60	202,51
Ekim	12.7	1.30	155,02
Kasım	8.8	1.32	99,15
Aralık	5.6	1.56	74,58

Seralarda ısıtma amacı ile özellikle fosil kaynaklı yakıtlar kullanılmaktadır. Ancak fosil yakıtların kullanılması günümüzde önemli bir sorun haline gelen CO₂ salınımı ve çevre kirliliği açısından büyük bir hassasiyet oluşturmaktadır. Bu nedenle seraların ısıtılmasında yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim giderek artmaktadır. Bu çalışmada seraların ısıtılmasında biyokütle olarak bir yenilenebilir enerji kaynağı olan pirinanın yakıt olarak değerlendirilmesi incelenmiştir.

Projelenecek mevcut serada ısı gereksinimleri belirlendikten sonra bu ısının linyit, odun peleti, odun, fuel oil ve pirina gibi farklı yakıtların kullanılması durumunda ortaya çıkacak ısıtma giderleri

hesaplanarak maliyetler karşılaştırılmıştır. Sera ısıtmasında kullanılacak bazı katı yakıtların ve pirinanın ortalama net ısı değerleri, yanma verimi ve 2017 yılı birim fiyatları Çizelge 5’de verilmiştir.

Yıllık yakıt miktarının bulunmasında seraların ısı gereksinimi değerlerine göre Balıkesir ilinde Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında; İzmir ve Aydın illerinde Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında ısıtmanın yapılacağı belirlenmiştir. Bu aylarda sera ısıtma sisteminin ortalama günde 14 saat çalıştırılacağı ve yıllık çalışma süresinin Balıkesir ilinde 170 gün; İzmir ve Aydın illerinde ise 120 gün olacağı kabul edilmiştir.

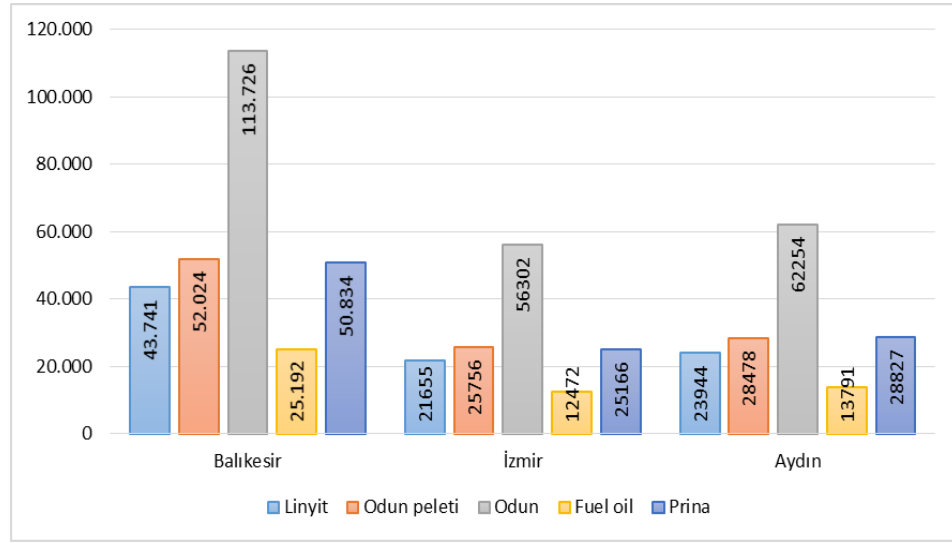


Şekil 1. Araştırma alanında farklı iller için hesaplanan ısıtma yükleri
Figure 1. Calculated heating loads for different cities in research area

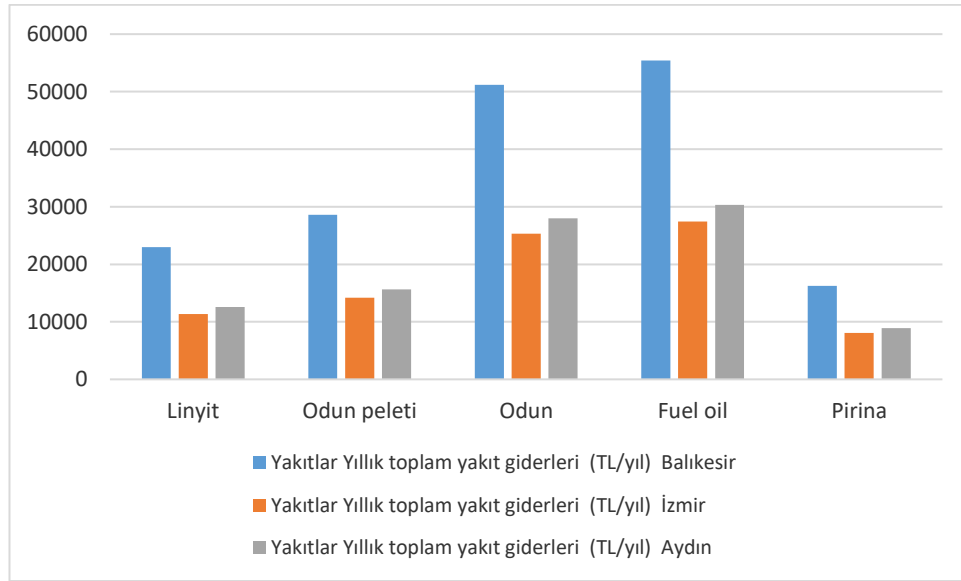
Çizelge 5. Sera ısıtmasında kullanılan yakıtların ısı değerleri ve birim fiyatları (Anonim, 2017b; 2017c)

Table 5. The thermal values of the fuels used in greenhouse heating and unit prices (Anonim, 2017b; 2017c)

Yakıt Fuel	Isıl değeri Thermal value (Kcal/kg)	Isıl değeri Thermal value (J/kg)	Verimlilik Productivity (%)	Yakıt fiyatı Fuel price (TL/kg)	Isı maliyeti Heat cost (TL/Kcal)
Linyit Lignite	7000	29307	65	0,525	0,11
Odun peleti Wood pellet	4250	17794	90	0,55	0,14
Odun Wood	2500	10467	70	0,45	0,25
Fuel oil	9875	41345	80	2,20	0,27
Pirina Pomace oil	4500	18841	87	0,32	0,07



Şekil 2. Sera ısıtması için gerekli olan yıllık yakıt miktarları
Figure 2. Annual fuel requirements for greenhouse heating



Şekil 3. Sera ısıtması için gerekli olan yıllık yakıt giderleri
Figure 3. Annual fuel costs required for greenhouse heating

Araştırma alanında bulunan üç ilde yaklaşık bir dekarlık bir serada farklı yakıtlar için yıllık toplam yakıt miktarları hesaplanmıştır. Hesaplamalar Balıkesir ilinde yılın 7 ayı, İzmir ve Aydın illerinde yılın 5 ayı için yapılmıştır. Elde edilen bu toplam değerler yakıtların birim fiyatları ile çarpılarak serada oluşan toplam ısıtma maliyetleri belirlenmiştir. Farklı yakıt türleri için hesaplanan yıllık toplam yakıt miktarları incelendiğinde, en yüksek tüketimin odunda

en düşük tüketimin ise fuel oilde gerçekleştiği görülmektedir. Pirina, odun peleti ve linyit tüketimleri ise birbirine oldukça yakındır (Şekil 2).

Farklı yakıt türleri için hesaplanan yıllık toplam yakıt giderleri incelendiğinde ise, en yüksek maliyetin fuel oilde, en düşük maliyetin ise pirinada gerçekleştiği görülmektedir. Fuel oil en düşük tüketime sahip olmasına rağmen, pahalı olmasından dolayı en yüksek maliyetli yakıt olmuştur

(Şekil 3). Zeytinyağı üretim tesislerinin atık maddesi olan pirina ise, odun peleti ve linyit ile aynı tüketime sahip olmasına rağmen en düşük maliyetli yakıt olarak belirlenmiştir. Bu nedenle yapılan maliyet analizi sonucunda sera ısıtma sistemlerinde kullanılabilir en ekonomik yakıtın pirina olduğu söylenebilir.

Sonuç ve Öneriler

Ülkemiz seracılığının en önemli özellikleri iklimin elverişli olduğu mikroklima alanlarda yoğunlaşması, büyük bir pazara yakın olması, küçük aile işletmelerinde ve plastik örtülü seralarda yaygın olarak yapılmasıdır. Serada üretimin iç bölgelerimizde yaygınlaşmamasının esas nedeni iklim faktörlerinin elverişli olmamasıdır. Serada bütün iklim faktörlerini kontrol altına alarak üretim yapmak mümkündür. Ancak bu diğer bölgelere göre üretim maliyetlerini büyük ölçüde arttıracaktır. Seralarda yıl boyunca üretimin istenilen düzeyde gerçekleştirilebilmesi için ısıtma yapılması zorunludur. Isıtma yıllık işletme masraflarında önemli bir paya sahiptir.

Seralarda ısıtma amacı ile fosil yakıtların kullanımı hem maliyetleri arttırmakta hem de çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bu nedenle son yıllarda sera ısıtmasında jeotermal enerji, güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına önem verilmektedir. Özellikle doğal ve ucuz bir kaynak olması nedeni ile jeotermal enerji kullanımı seracılığın yaygınlaşmasına büyük katkı sağlamaktadır. Hayvansal ve bitkisel üretim sonucunda ortaya çıkan atıkların yakıt olarak değerlendirilmesi de son yıllarda önem kazanmıştır. Zeytinyağı üretiminde katı atık olarak ortaya çıkan pirina da farklı amaçlarla değerlendirilebilmekle birlikte çoğunlukla yakıt olarak kullanılmaktadır.

Ülkemizde zeytin yetiştiriciliği bakımından önemli bir potansiyele sahip olan Balıkesir, İzmir ve Aydın illeri aynı zamanda zeytin ve zeytinyağı artıklarından faydalanma açısından da önemli bir potansiyele sahiptir. Zeytinyağı üretiminde bu üç ilimiz Türkiye genelinin yaklaşık % 58'ine sahiptir. Bu nedenle bu illerimizde

pirina potansiyelinin değerlendirilmesi de oldukça önemlidir. İklim verileri incelendiğinde Balıkesir, İzmir ve Aydın illeri sera tarımına uygundur. Özellikle sera ısı ihtiyacını önemli ölçüde azaltacak güneş ışınım değerleri açısından her üç ilimiz de önemli bir potansiyele sahiptir. Tek kat plastik örtülü serada yıllık ısıtma gereksinimleri hesaplandığında Balıkesir ilinde diğer illere göre iki ay daha fazla ısıtma yapılması gerektiği belirlenmiştir. Her üç ilimizde de en fazla ısı açığı Ocak ayında meydana gelmiştir.

Hesaplanan yıllık toplam ısıtma gereksinimlerinden yola çıkarak farklı yakıtlar için maliyet analizi yapıldığında en ekonomik yakıtın pirina olduğu belirlenmiştir. Pirinayı sırasıyla linyit, odun peleti, odun ve fuel oil izlemektedir. Kullanılan yakıt miktarları ve yıllık harcamalara bakıldığında en fazla masraf fuel oil kullanımında elde edilmiştir. Araştırma sonucunda Balıkesir, İzmir ve Aydın illeri için yapılan aylık ısı ihtiyacı ve yıllık yakıt miktarı hesaplarından bir zeytinyağı atığı olan ve aynı zamanda bu üç ilimiz sınırları içerisinde işleme tesisi bulunan pirinanın sera ısıtma sistemlerinde kullanılabilir en düşük maliyetli yakıt olduğu bulunmuştur. Sera ısıtmasında yakıt olarak pirinanın kullanılması ülkemizde seracılığın geliştirilmesi yanında, atıkların değerlendirilmesi, çevre kirliliğinin önlenmesi ve ülke ekonomisine de katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Akın, S. 2005. Biyokütle olarak pirinanın enerji üretiminde kullanılması. Balıkesir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Balıkesir.
- Anonim, 2013. Türkiye İstatistik Kurumu, 2013. Web Sitesi: <http://www.tuik.gov.tr>, Erişim Tarihi: 09.10.2017
- Anonim, 2015. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi Projesi, Nihai Rapor.
- Anonim, 2017a. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Web Sitesi:

- <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>. Erişim Tarihi: 10.10.2017
- Anonim, 2017b. Güncel Yakıt Fiyatlarının Karşılaştırma Tablosu. Web Sitesi: http://www.gogreen.com.tr/tr/87/Yakit_Maliyet_Tablosu Erişim Tarihi: 12.10.2017
- Anonim, 2017c. Web Sitesi: <http://dogusprina.com>. Erişim Tarihi: 21.11.2017
- Anonymous, 2015. Faostat Gateway. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Bailey, BJ. 1986. Application of reject energy for heating greenhouses in the United Kingdom. Paper presented at FAO/CNRE Workshop industrial Thermal Effluents for Greenhouse Heating , Dublin, Ireland.
- Görel, Ö., Doymaz, İ. ve Akgün, N.A 2004. Zeytinyağı Fabrikası Atıklarının Enerji Amaçlı Kullanımı. Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Kendirli, B. 2015. Sera ısıtma gereksiniminin tahmininde farklı yaklaşımların ncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(2), 125-134.
- Kendirli, B. ve Çakmak, B. 2010. Yenilenebilir enerji kaynaklarının sera ısıtmasında kullanımı. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 2(1), 95.
- Olgun, M., B. Kendirli, M. Y. Çelik, 1997. Yalova İlinde Farklı Özelliklerdeki Seralar İçin Isıtma Gereksinimlerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 3 (3) s:1-7, Ankara.
- Öcal, A. 2005. Zeytinyağı atık suyu ve pirinanın bitki yetiştirilmesinde kullanım olanaklarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Öneş, A. 1999. Sera Planlama ve Projelendirme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1090 Ankara.
- Sevgican, A., Tüzel, Y., Gül, A. ve Eltez, R.Z. 2000. Türkiye’de Örtüaltı Yetiştiriciliği. Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, Cilt II (679-707), Ankara.
- Yağcıoğlu, A. 2005. Sera Mekanizasyonu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:562, İzmir.