

A K D E N İ Z
KATI BİYİYAKITLARI
İ L E K Ü Ç Ü K
EV TİPİ ISITMA
CİHAZLARININ UYGUN
P E R F O R M A N S
K O Ş U L L A R I N I N
DEĞERLENDİRİLMESİ
İ Ç İ N
K I L A V U Z





Yazarlar

Irene Mediavilla (1)

Elena Borjabad (1)

Raquel Ramos (1)

Thomas Brunner (2)

Emmanouil Karampinis (3)

Ioanna Kanaveli (3)

Juan Carrasco (1)

- (1) CIEMAT. Avda. Complutense 40. 28040 Madrid (İspanya). juan.carrasco@ciemat.es. Tel. 0034 91 3466682
- (2) BIOS BIOENERGIESYSTEME GmbH. Hedwig-Katschinka-Strasse 4. A-8020 Graz (Avusturya). brunner@bios-bioenergy.at. Tel. 0043 316 48130013
- (3) CERTH. Egjalias 52. 15125 Marousi (Yunanistan). karampinis@certh.gr. Tel. 0030 211 1069518

Bu yayının içeriği yalnızca yayıncıların sorumluluğundadır ve Avrupa Komisyonu veya hizmetleri tarafından ifade edilen görüşleri mutlak olarak temsil etmemektedir.

Belgelerde yer alan bilgilerin doğru olduğu farz edilmekle beraber, yazarlar veya BIOMASUD PLUS konsorsiyumundaki herhangi bir katılımcı bu materyalle ilgili hiçbir garanti vermezler. Buna pazarlanabilirlik veya başka bir amca uygunlukla ilgili zimni garantiler dahildir.

BIOMASUD Plus Konsorsiyumu yada üyeleri, görevlileri, çalışanları veya temsilcileri buradaki herhangi bir yanlışlık ya da ihmalden dolayı ya da başka bir şekilde sorumlu değildir.

Yukarıda belirtilen konuların genelliğine aykırı olmayarak, BIOMASUD Plus Konsorsiyumu yada üyeleri, görevlileri, çalışanları veya temsilcileri buradaki bilgi, tavsiye, yanlışlık veya ihmalden kaynaklanan direk veya dolaylı veya sonuçsal kayıp yada hasarla ilgili sorumlu değildir.





İÇİNDEKİLER

1. Giriş	7
2. Arka Plan	11
2.1. Akdeniz Katı Biyoyakıtları	12
2.2. Avrupa Standartları ve Mevzuatı	13
2.2.1. Katı Biyoyakıt Standartları	13
2.2.2. Yerli sektöre yönelik biyokütle ısıtma sistemleri ve bunların akdeniz biyoyakıtlarıyla ilişkisi hakkındaki avrupa standartları ve mevzuatı	14
2.2.2.1. Biyokütle kazanları için EN 303-5: 2012 standardı	14
2.2.2.2. Biyokütle sobaları için EN standartlar	15
2.2.2.3. Eko-tasarım Direktifi	16
2.3. Ticari biyokütle sobaları ve kazanları	18
2.3.1. Hırvatistan	19
2.3.2. Yunanistan	19
2.3.3. İtalya	20
2.3.4. Portekiz	20
2.3.5. Slovenya	21
2.3.6. İspanya	21
2.3.7. Türkiye	22
2.4. Test için biyoyakıtların ve teknolojilerin seçimi	23
2.4.1. Test için biyoyakıtların seçimi ve karakterizasyonu	23
2.4.2. Yanma teknolojileri	25
3. Biomasad Plus projesinin sonuçları: yanma testleri	27
4. Üreticiler ve tesisatçılar için tavsiyeler	37
4.1. Sobalar	38
4.1.1. Zeytin çekirdekleri	38
4.1.2. Zeytin ağacı budama peletleri ve bağ budama peletleri	39
4.2. Kazanlar	40
4.2.1. Zeytin çekirdekleri	40
4.2.2. Zeytin ağacı budama peletleri ve bağ budama peletleri	41
5. Son kullanıcılar için tavsiyeler	43
5.1. Zeytin çekirdekleri	44
5.2. Bağ budama ve zeytin ağacı budama peletleri	44
6. Kaynaklar	45



1. GİRİŞ



Konut sektöründeki ısınma uygulamaları için, başta İtalya ve İspanya olmak üzere çoğu Akdeniz ülkesinde önemli bir katı biyoyakıt piyasası bulunmaktadır. Akdeniz ülkelerinin çoğunda odun peletleri ve yongalarına ek olarak, en önemlisi zeytin çekirdeği olmak üzere tipik Akdeniz biyokütlesinden elde edilen bir dizi katı biyoyakıt kullanılmaktadır. Fakat, bu biyoyakıtların genellikle bu yakıtlar için tasarlanmamış olan cihazlarda kullanılmaktadır. Ek olarak, belirtilen zeytin çekirdekleri ve fındık kabukları gibi bazı tipik ve önemli Akdeniz biyoyakıtları, bu ürünlerin modern pazarını iyileştirmeye katkıda bulunmayan ISO 17255: 2014 standardında sınıflandırılmamıştır. Ayrıca, Akdeniz ülkelerinde yaygın olarak kullanılan çeşitli katı biyoyakıtların, bu alanlarda konut sektörü için hammadde olarak büyük potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir.

Son yıllarda, İspanya'da zeytin çekirdekleri ve bazı fındık kabukları için özel kalite sınıflandırma standartları detaylandırılmıştır ve farklı üreticiler, özellikle pazarın daha gelişmiş olduğu ülkelerde, bu yakıtların kullanımını teşvik eden Akdeniz biyoyakıtları için test edilmiş veya uygun olan cihazlar (örneğin yüksek kül içerikli yakıtlar için) geliştirmiştir. Ancak, tüm AB ülkeleri için yürürlüğe girecek olan Eko-tasarım Direktifi gibi yeni unsurlar, kısa zamanda, küçük yanma tesisatları için ele alınması gereken yeni zorluklar ortaya koymuştur.

Bu bağlamda, bu rehber, Eko-tasarım Direktifi emisyonları açısından cihazların işletme performansı ve verimliliğine, gereksinimlerine göre tipik Akdeniz biyoyakıtlarını kullanan son teknoloji ürünü küçük ölçekli biyokütle yanma teknolojilerinin uygunluğunu değerlendirme ve Cihazların Direktif e uyması için iyileştirmeleri belirleme amacına sahiptir. İkincil olarak, konut ısıtma cihazlarında kullanılmak üzere bazı yüksek potansiyele sahip Akdeniz biyoyakıtlarının uygunluğunun değerlendirilmesini bu rehberin amacıdır.

Bu rehberde verilen tüm önerilerin, az sayıda son teknoloji soba ve küçük konut kazanları ve bazı seçilmiş Akdeniz biyoyakıtları ile elde edilen yanma testleri sonuçlarına dayandığını belirtmek önemlidir.



Bu rehber, genel amacı konut ısıtma amacıyla Akdeniz katı biyoyakıtlar için sürdürülebilir pazarın teşvik edilmesi için entegre çözümler geliştirmek olan **H2020 Biomass Plus projesi** (<http://biomassplus.eu/>) (“**Konutlar için Akdeniz Ülkelerine Özgü Katı Biyoyakıt Pazarının Geliştirilmesi**”) çerçevesinde geliştirilmiştir.



2. ARKA PLAN



2.1. Akdeniz Katı Biyoyakıtları

Güney Avrupa ülkelerinin ayırt edici özelliklerinden biri, hem orman hem de tarımsal alanlarda, bitki çeşitlilikleridir. Türlerin çeşitliliği, çok çeşitli biyoyakıtlar üretmek için kullanılan veya potansiyel olarak kullanılacak olan çok çeşitli biyokütle oluşturmaktadır. Odun peletleri, odun parçaları(yongaları), zeytin çekirdeği, meyve çekirdekleri ve çeşitli meyve kabukları (badem, ceviz, fındık, fıstık ve çam fıstığı) vurgulanabilir.

BIOMASUD PLUS projesi kapsamında, Güney Avrupa'daki yedi ülke (Hırvatistan, Yunanistan, İtalya, Portekiz, Slovenya, İspanya ve Türkiye) her ülkede pazarlanan katı biyoyakıtlar hakkında bilgi vermiştir [Bados vd.]. Bu bilgi, en çok ticarileşmiş katı biyoyakıtın yakacak odun (25,3 Mt / yıl) ve odun yongaları (8,7Mt /yıl), ardından 4,5 Mt /yıl'lık odun peletleri olduğunu göstermektedir.

Öte yandan, tipik Akdeniz biyoyakıtları, özellikle zeytin çekirdeği, bazı ülkelere (yaklaşık 0,2Mt/yıl) yerel yakıt olarak yaygın bir biçimde ticari olarak kullanılmaktadır, ve zeytin ağaçları ve üzüm bağlarından elde edilen budama atıkları, bu sektörde katı biyoyakıt üretimi için yüksek potansiyele sahip biyokütle olarak rapor edilmektedir. Tablo 1, farklı Akdeniz ülkelerinde bu katı biyoyakıtların üretimini göstermektedir.

Tablo 1. Biomassud Plus proje ülkelerinde budama atıkları potansiyeli
(Kaynak: Eurostat 2014)

ÜLKE	Bağ budama atıkları (ton kuru madde/yıl)	Zeytin ağacı budama atıkları (ton kuru madde/yıl)
Hırvatistan	41.262	4.420
Yunanistan	520.156	1.178.489
İtalya	2.079.240	981.835
Portekiz	245.664	227.685
Slovenya	28.284	405
İspanya	1.866.498	2.288.895
Türkiye	1.252.500	884.000
Toplam	6.033.604	5.565.729



2.2. Avrupa Standartları ve Mevzuatları

2.2.1. Katı Biyoyakıt Standartları

Akdeniz biyoyakıtları ile ilgili yorumlar dahil olmak üzere, katı biyoyakıt kalite sınıflandırma standartları aşağıda açıklanmıştır.

ISO 17225:2014 “Yakıt özellikleri ve sınıfları”, sınıflandırılmak üzere biyokütle yakıtları tarafından yerine getirilecek özellikleri tanımlar. Bu anlamda, standartlar 7 bölüme ayrılmıştır:

- ISO 17225-1: 2014: Genel şartlar.
- ISO 17225-2: 2014: Sınıflandırılmış odun peletleri. Bu kısımda odun peletleri A1, A2 veya B olarak sınıflandırılmıştır.
- ISO 17225-3: 2014: Sınıflandırılmış ahşap briketler. Odun briketleri için kabul edilen sınıflar şunlardır: A1, A2 ve B.
- ISO 17225-4: 2014: Sınıflandırılmış ağaç yongaları. Odun parçaları için üç sınıf belirtilmiştir: A1, A2, B1 ve B2.
- ISO 17225-5: 2014: Sınıflandırılmış yakacak odun. Yakacak odunun A1, A2 veya B olarak sınıflandırıldığı yerler.
- ISO 17225-6: 2014: Sınıflandırılmış odunsu olmayan peletler. Bu kısımda odunsu olmayan peletler A veya B olarak sınıflandırılmıştır.
- ISO 17225-7: 2014: Sınıflandırılmış odunsu olmayan briketler. Odunsu olmayan briketler için iki sınıf düşünülmüştür: A ve B.

Zeytin çekirdeği ve fındık kabukları gibi bazı önemli Akdeniz biyoyakıtlarının kalitesi bu standart ile sınıflandırılmamıştır. Üzüm bağı budama ve zeytin ağacı budama ile elde edilen biyoyakıtlar, daha büyük potansiyele sahip Akdeniz biyoyakıtlarından bazıları (Tablo 1), bu standarttaki ilgili kalite sınıfları için belirlenen bazı sınırların içinde değildir.

İspanya'da zeytin çekirdekleri ve bazı meyve kabukları için belirli standartlar vardır. Bunlar: UNE 164003: 2014 “Katı biyoyakıtlar. Yakıt özellikleri ve



sınıfları. Sınıflandırılmış zeytin çekirdekleri ”ve UNE 164004: 2014“ Katı biyoyakıtlar. Yakıt özellikleri ve sınıfları. Sınıflandırılmış meyve kabukları ”. Her iki standartta A1, A2 ve B sınıfı tipler belirlenmiştir.

2.2.2. Yerli Sektöre Yönelik Biyokütle Isıtma Sistemleri Ve Bunların Akdeniz Biyoyakıtlarıyla İlişkisi Hakkındaki Avrupa Standartları Ve Mevzuatı

2.2.2.1. Biyokütle Kazanları İçin En 303-5:2012 Standardı

EN 303-5: 2012 standardı, 500 kW'a kadar maksimum nominal termal güce sahip katı yakıtlı (katı biyoyakıtlar dahil) merkezi ısıtma kazanlarının güvenlik, yanma kalitesi, fonksiyonel özellikleri, etiketlenmesi ve bakımı için gereksinimleri ve test yöntemlerini belirler. Şömineler veya sobalar ve yoğunlaşmalı kazanlar gibi yerel ısıtma tesisatları EN 303-5: 2012 kapsamında değildir.

Kazanlarda kullanılacak olan bu standartta tanımlanan katı yakıtlar: kazan üreticisi tarafından kullanımına göre belirlenen fosil yakıtlar, biyojenik yakıtlar ve turba gibi diğer yakıtlardır. Odun kütüğü (A), yontulmuş odun (B1 ve B2), peletler (C1), briketler (C2), talaş (D) ve saman, miscanthus, sazlık, çekirdekler ve tahıllar gibi odunsu olmayan biyokütle olarak sınıflandırılır. Bu sınıflandırmayı ve EN-ISO 17225 standardı tarafından belirtilen özellikleri dikkate alarak, Akdeniz biyoyakıtları A, B1, B2, C1, C2 veya E yakıtları olarak dahil edilebilir.

Öte yandan, EN 303-5 standardı test yakıtını “ısıtma kazanlarının test edilmesi için kullanılan ve kazan üreticisi tarafından belirlenen yakıt tipine özgü ticari kalitede bir yakıt” olarak tanımlar. Standart, E sınıfı yakıtlar kullanan kazanların kurulması ve çalıştırılması için, ulusal yönet-



meliklerin, test yakıtlarının ilgili ülkede mevcut olan ticari yakıtları kapsadığı kuralları verebileceğini belirtir ve bu kriter aynı zamanda ısı değeri, nem içeriği, kül içeriği, yığın yoğunluğu ve elementel içerik bakımından da farklı olabilir.

2.2.2.2 Biyokütle Sobaları İçin En Standartları

EN 13240: 2001 A2: 2004 “Katı yakıtla çalışan oda ısıtıcıları - Gereksinimler ve test yöntemleri” (Eylül 2003, Haziran 2006 ve Ağustos 2007’de düzeltmeleri dahil) tasarım, imalat, inşaat, güvenlik ve performans talimatları (verimlilik ve emisyon) ile ilgili gereksinimleri ve markaj ile birlikte katı yakıtlar ile ateşlenen tipte test konut odası ısıtıcıları için ilgili test yöntemleri ve test yakıtlarını belirtir.

Bu standart, kuruldukları alana ısı sağlayan, mekanik olmayan beslemeli cihazlara uygulanabilir. Buna ek olarak, bir kazanla donatılmış yerlerde, ayrıca sıcak kullanım suyu ve / veya merkezi ısıtma sağlarlar. Bu standart, fan destekli yanma havasına sahip cihazlar için geçerli değildir.

Yakıtlarla ilgili olarak, söz konusu cihazlar, katı mineral yakıtlar, turba briketler, doğal veya imal edilmiş ahşap kütükler yakabilir veya cihaz üreticisinin talimatlarına uygun olarak çok yakıtlı olabilirler. Test yakıtı, üreticinin belirttiği ticari kalitede yakıtlar arasından seçilmeli ve standartta gösterilen bir tabloda belirlenmiş olmalıdır. Bu tabloda, sadece odun kütükleri (kayın ağacı, huş ağacı veya köknar ağacı) biyojenik yakıtlar olarak görünmektedir, böylece tipik Akdeniz biyoyakıtları test yakıtları olarak düşünülemez.

Diğer tipte gömme aletler EN 13229: 2001 “Katı yakıtlarla çalışan açık ateşliler dahil olmak üzere gömme aletler - Gereksinimler ve test yöntemleri” kapsamında olup, test yakıtları EN 13240: 2001 ile aynıdır.

EN 14785:2006 “Ahşap peletlerle ateşlenen konut alanı ısıtma cihazları - Gereksinimler ve test yöntemleri” tasarım, imalat, inşaat, güvenlik ve



performans talimatları (verimlilik ve emisyonlar) ile ilgili gereksinimleri ve markaj ile birlikte odun peletleri ve mekanik olarak 50 kW'a kadar beslenen nominal ısı çıkışı tarafından ateşlenen yerleşim alanı ısıtıcıları tip-test için ilgili test yöntemleri ve test yakıtlarını belirtir. Bu cihazlar desteksiz veya ankastre cihazlar olabilir ve kuruldukları yerlere ısı sağlayabilir ve doğal havalandırma veya fan destekli yanma havasıyla çalıştırılabilir. Buna ek olarak, bir kazanla donatılmış yerlerde, ayrıca sıcak kullanım suyu ve / veya merkezi ısıtma sağlarlar.

Bu cihazlar sadece cihaz üreticisinin talimatlarına uygun olarak odun peletlerini kullanırlar ve sadece yangın kapıları kapalı olarak çalışırlar. Test yakıtı, üreticinin belirttiği ticari kaliteli yakıtlar arasından seçilmelidir ve melas, sebze parafinleri ve glikoz gibi doğal bağlama ajanlarının kullanılabilmesi, katkı maddeleri olmadan, ahşap ve / veya ağaç parçacıklarından yapılmış peletler olmalıdır. Standartta belirtilen test yakıtının özellikleri göz önüne alındığında, önceden pelet haline getirilmiş bazı Akdeniz biyoyakıtlarının, kül içeriği kontrol edildiği sürece test yakıtları olarak kullanılabilmesi gözlemlenebilir.

2.2.2.3. Eko-Tasarım Direktifi

Avrupa Birliği'nin Ekolojik Tasarım Direktifi (Direktif 2009/125/AT), 28 Üye Devlette satılan enerji kullanımı ve enerji ile ilgili ürünler için zorunlu ekolojik gereksinimleri belirleyen bir çerçeve oluşturmaktadır. AB Ekotasarım Direktifi, tüm ulaşım araçları haricinde, evsel, ticari ve endüstriyel sektörlerde satılan tüm enerji ile ilgili ürünleri kapsamaktadır.

Eko tasarım Direktifi sadece çerçeveyi belirler; Belirli bir ürün grubu için özel uygulama önlemleri ("Lot") sonraki süreçte detaylandırılmıştır. Lot 15 (biyokütle kazanları) ve Lot 20 (katı yakıt lokal mekan ısıtıcıları) için Eko tasarım gereksinimleri için özel Yönetmelik, Komisyon tarafından 2015 yılı Nisan ayında kabul edilmiştir.



Katı yakıt kazanları için eko tasarım gereksinimleri konusunda Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 2009/125/AT sayılı Direktifini uygulayan 28 Nisan 2015 tarihli ve 2015/1189 sayılı Komisyon Tüzüğü (AB)

Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 2010/75/AB sayılı Direktifine hâle getirmeksizin, Bu Yönetmelik, Kanun Hükmünde Kararname (AB) 2015/1187 Madde 2'de tanımlandığı gibi katı yakıtlı kazan, yardımcı ısıtıcılar, sıcaklık kontrolleri ve güneş cihazları paketlerine entegre olanlar dahil olmak üzere piyasaya sürülmek ve 500 kW veya daha düşük bir nominal ısı çıkışı olan katı yakıtlı kazanları devreye sokmak için eko tasarım gereksinimlerini belirlemektedir. Bu Yönetmelik odunsu olmayan biyokütle kazanları için geçerli değildir ve yerine getirilmesi 1 Ocak 2020 itibarıyla zorunlu olacaktır. Bu yön, Yönetmelik tarafından odunsu olmayan biyokütle olarak kabul edilen bazı tipik Akdeniz biyoyakıtları da dahil olmak üzere bazı biyoyakıtları hariç bırakmaktadır. Bu, diğerlerinin yanı sıra saman, miscanthus, sazlıklar, çekirdekler, tahıllar, zeytin çekirdekleri, prina ve fındık kabuklarını içerir; lakin, Bu Yönetmelik en geç 1 Ocak 2022 tarihinde gözden geçirilecek ve bu revize, diğerlerinin yanı sıra odunsu olmayan biyokütle kazanları da içerecektir.

Yakıtlarla ilgili olarak, bu Yönetmelikte iki kavram kullanılmaktadır:

- “Tercih edilen yakıt: üreticinin talimatlarına göre tercihen kazan için kullanılan tek katı yakıt”.
- “Diğer uygun yakıt: Katı yakıt kazanı içinde üreticinin talimatlarına göre kullanılabilen ve montaj kılavuzları ve son kullanıcılar için kullanım kılavuzunda, teknik tanıtım materyallerinde ve reklamlarda, üreticilerin ücretsiz erişim web sitelerinde belirtilen herhangi bir yakıtı içeren, tercih edilen yakıt dışındaki katı yakıt.

Tercih edilen yakıt ve diğer uygun yakıtlar için tüm gereklilikler (verim ve emisyonlar ile ilgili) karşılanmalıdır. Bu yakıtlar (tercih edilenler veya uygun bir başka): %25 nem içeriği ile ahşap kütük, %15-35 nem içeriği ile yontulmuş ahşap, > %35 nem içeriği yontulmuş ahşap, pelet veya



briketler şeklinde sıkıştırılmış odun, % 50 nem içeriği ile talaş, diğer odunsu biyokütle, bitümlü kömür, linyit kömürü (briketler dahil), kok kömürü, taş kömürü, harmanlanmış fosil yakıt briketleri, diğer fosil yakıtlar, harmanlanmış biyokütle (% 30-70)/ fosil yakıt briketleri, diğer biyokütle ve fosil yakıt karışımı olabilir.

Katı yakıt yerel alan ısıtıcıları için eko-tasarım gerekliliklerine ilişkin Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 2009/125 / EC sayılı Direktifini uygulayan 24 Nisan 2015 tarih ve 2015/1185 sayılı Komisyon Yönetmeliği

Bu Yönetmelik, 50 kW veya daha düşük bir nominal ısı çıkışı olan katı yakıtlı lokal mekan ısıtıcılarının piyasaya sürülmek ve hizmete sokulması için eko tasarım gereksinimlerini belirlemektedir. Bu Yönetmelik yalnızca odunsu olmayan biyokütlenin yakılması için belirtilen katı yakıtlı lokal mekan ısıtıcıları için geçerli olmayacaktır ve bunun yerine getirilmesi 1 Ocak 2020 tarihinde zorunlu olacaktır.

Bu husus, katı yakıtlı kazanlara ilişkin Yönetmelikte olduğu gibi odunsu olmayan biyokütle olarak kabul edilen bazı Akdeniz biyoyakıtlarını dışarıda bırakmaktadır.

Katı yakıtlı kazanlara ilişkin yönetmelikte benzer şekilde tanımlanan ve tercih edilen yakıt ve diğer uygun yakıtlar için tüm gereklilikler (verimlilik ve emisyonlar açısından) karşılanmalıdır.

2.3. Ticari Biyokütle Sobaları ve Kazanları

Bu bölümde verilen bilgiler, konut sektörü için küçük evsel yanma cihazlarına yönelik Biomass Plus projesi kapsamında yürütülen bir evsel ısıtma sistemleri pazar çalışmasının ana sonuçlarını yansıtmaktadır [Violidakis ve diğerleri]. Çalışma, ulusal üreticiler tarafından üretilen ve



Akdeniz biyoyakıtları için uygun olabilecek cihazlara dair Biomass Plus projesinde ortakların sağladığı bilgileri göstermektedir.

2.3.1. HIRVATİSTAN

Hırvat İstatistik Bürosu'nun (Hırvat İstatistik Bürosu) yayınladığı çalışmaya göre, odun; konut ve hizmetlerde ısınma için en çok kullanılan enerji kaynağıdır. Pelet, briket ve yongayı ısıtma için toplam biyokütle yanma cihazlarında %1,1 oranında kullanılmaktadır. Kalan% 98,9 odun kütüklerine denk gelmektedir.

Hırvatistan pazarında birkaç ulusal biyokütle ısıtma sistemi üreticisi bulunmaktadır ve bunlar ahşap biyokütle için yalnızca soba ve kazan üretmektedir, çünkü bu ülkede Akdeniz biyoyakıtlarına odaklanan ısıtma sistemlerine talep bulunmamaktadır.

2.3.2. YUNANİSTAN

Kazanlar, Yunanistan'da en yaygın ısıtma sistemini oluşturmaktadır (% 71,12), ardından sobalar (% 11,61), portatif elektrikli ısıtıcılar (% 5,20), iklimlendirme split üniteleri (% 5,17), şömineler (% 4,31) ve diğerleridir (elektrik termal depolama sistemleri, bölgesel ısıtma pompaları) [Hellenic İstatistik Kurumu, 2013].

Kazan imalatçıları ile yapılan görüşmeler, Yunanistan'daki biyokütle kazanlarının ana pazarının, 30 kW'a kadar kapasiteye sahip tek ailelik konutlar olduğunu göstermektedir. Bu pazarın toplam satışların yaklaşık % 90'ını kapsadığı varsayılmaktadır

Yunanistan'daki biyokütle ısıtma sistemleri imalatçıları arasında bilgi edinmek için aşağıdaki dört ana üretici ile iletişime geçilmiştir: N. Samaras,



Kombi-Thermodynamiki, Thermostahl ve Nitadoros. Bunların hepsi bazı durumlarda Akdeniz yakıtlarının (zeytin çekirdekleri veya badem kabukları gibi) yanısıra, 18 ile 814 kW arasında değişen nominal termal yük yelpazesine sahip kazanlar üretmektedir.

2.3.3. İTALYA

2014 yılında İtalya'da katı biyokütle tarafından üretilen termal enerji 273.000 TJ'di (6,52 Mtep'ye karşılık geliyor) [GSE, 2015] ve termal enerji amaçlı kullanılan katı biyokütlenin % 97'si, 11.000.000'den fazla soba ve 500.000'den fazla kazanın kurulu olduğu konut kullanıcılarına ulaştırılmıştır. Her ne kadar pelet sobaları paylarını arttırsa da, yerli sobaların% 80'i odun kütükleri ile beslenmektedir.

Biyokütle kazanları ve soba üreticilerinin sayısı oldukça fazla, ancak Akdeniz yakıtlarını yakmak için tasarlanan en yüksek performanslı sistemleri içeren sadece üç şirket vardır: CS Thermos, D'Alessandro Termomeccanica ve Pasqualicchio. Odun peletleri, odun yongaları, kabuklar (badem, fındık, diğerleri), zeytin çekirdeği ve zeytin küspesi gibi farklı yakıtları kullanabilen, 9,04 kW ile 92 kW arasında değişen nominal termal yüke sahip soba ve kazan üretmektedirler.

2.3.4. PORTEKİZ

Meskenlerde Enerji Tüketimine İlişkin 2010 Anketine Göre [INE, I.P. ve DGEG], Ekim 2009 ile Eylül 2010 arasındaki dönemde elektrik, meskenlerde tüketilen enerjinin ana kaynağıydı. Toplam enerji tüketiminin % 42,6'sını temsil ediyordu ve yakacak odun % 24,2 ile ikinci sıradaydı. Alan ısıtmasında kullanılan ana enerji kaynakları göz önünde bulundurulduğunda, birincisi biyokütle, ardından da yağ, elektrik ve LPG olmuştur.

Biyokütle yanma sistemlerine yönelik pazar araştırması, kazanları Akdeniz yakıtlarını kullanan üç ulusal üreticiyi gösterdi: Solzaima, Torbel ve Ventil.



Bunların hepsi 18 kW ile 6 MW arasında değişen nominal termal yüke sahip, diğerlerinin yanı sıra odun peletleri, odun yongaları, zeytin çekirdekleri veya fındık kabukları gibi farklı yakıtları da kullanabilen kazanlar üretmektedir.

2.3.5. SLOVENYA

Slovenya'da, biyokütle önemli bir enerji kaynağıdır ve meskenler, 2015 yılında toplam 1,24 milyon ton ile en büyük odun yakıtı tüketicisidir (Slovenya Cumhuriyeti'nin enerji dengesi, 2015). 2016 yılında Slovenya Cumhuriyeti İstatistik Ofisi (SORS) tarafından yapılan mekan ısıtması için son kullanım olarak nihai enerji tüketiminin yapısına göre, odun yakıtları, meskenlerde alan ısıtma, su ısıtma ve pişirme için nihai enerji tketiminin% 50,2'sini temsil etmektedir.

Slovenya'daki biyokütle yakma tesisleri pazarı çok dinamik ve Eco Fund koşullarını yerine getiren yedi üretici belirlendi. Ancak, hiçbirini, yanma cihazlarına alternatif yakıt olarak Akdeniz yakıtlarını göstermedi.

2.3.6. İSPANYA

İspanya'da ısıtma sistemleri için biyokütle ile ilgili bilgilerin 2009'dan beri AVEBIOM (İspanyol Biyokütle Birliği) tarafından toplandığı Ulusal Biyokütle Kazanları Gözlemevi (ONCB) veritabanına göre; tahmini kurulu biyokütle ile çalışan cihaz sayısı 2015 yılı sonunda 160.000 olup, bu rakam 7,275 MW kurulu güce tekabül etmektedir.

Yaklaşık yüz adet İspanyol küçük ve orta ölçekli biyokütle yanma cihazı üreticisi tespit edilmiştir. Bu üreticilerin bazılarında (500 kW'a kadar) ilgili ürünleri hakkında ayrıntılı bilgi talep edilmiştir: Biocurve, Bronpi, Carsan, Domusa, Industrias Hergom, Intecbio, LASAN Tecnología del Calor, Natural Fire ve Tubocás. Meyve çekirdekleri (zeytin, kayısı, şeftali),



meyve kabukları (badem, fındık, ceviz) veya odun kütükleri gibi düşük ve yüksek kaliteli peletler olan farklı yakıtları kullanabilen 10,1 ile 250 kW arasında bir dizi nominal termal yüke sahip kazanlar üretirler. Bu firmalardan biri (LASIAN Tecnología del Calor) düşük ve yüksek kaliteli pelet haldeki kırılmış kabuklar ve zeytin çekirdeklerini yakabilen sobalar (10,4-12 kW) üretmektedir.

2.3.7. TÜRKİYE

1985'ten günümüze kadar konut sektöründeki doğal gaz kullanımı; petrol ürünleri ve kömür fiyatlarının pahalılaşması sebebiyle kayda değer ölçüde artmıştır. Diğer yandan, Türkiye İstatistik Kurumu'na göre, konut sektöründeki yenilenebilir enerji payı 2005'ten bu yana %0'dan hemen hemen % 5'e çıkmıştır. Türkiye'de biyokütle ısıtma sistemlerinin kullanılması için devlet desteğinin başlatılması, katı biyoyakıt kullanımını teşvik edebilir.

Türkiye'de 8 adet biyokütle yanma sistemi üreticisi vardır, ancak bunlardan sadece üç tanesi Akdeniz yakıtlarını yakabilen kazanlar üretmektedir: Kozlusan Isıtma Sistemleri, Özerteknik (İfyıl) ve Yakar Soba (Karmasan). Bu kazanlar, 23 ve 1161 kW arasında bir nominal termal yüke sahiptir ve kömür, odun peletleri, zeytin kabuğu, zeytin çekirdeği, zeytin posası (prina), fındık kabukları ile kayısı ve şeftali çekirdekleri gibi farklı yakıtları kullanabilir.



2.4. Test İçin Biyoyakıtlar Ve Teknolojilerin Seçimi

2.4.1. Test İçin Biyoyakıtların Seçimi Ve Karakterizasyonu

Akdeniz bölgesindeki yaygın üretimi ve konut sektöründe yakıt olarak gerçek ve potansiyel pazarı dikkate alındığında, Biomass Plus projesindeki ortaklardan alınan bilgilere göre [Bados ve diğerleri], farklı küçük cihazlarda test edilmek üzere üç biyoyakıt seçilmiştir: Zeytin çekirdekleri, bağ budama peletleri ve zeytin ağacı budama peletleri. Şekil 1'de, seçilen yakıtların ve budama atığı hammaddelerinin resimleri gösterilmektedir.

Günümüzde İspanya, Portekiz ve İtalya gibi ülkelerde zeytin çekirdekleri, iç piyasada yakıt olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Biomass Plus proje ortakları tarafından bağ ve zeytin ağacı budamalarından elde edilen peletler ve yongaların da bu pazarda büyük bir potansiyele sahip olabilecekleri düşünülmektedir. Bu nedenle bu biyoyakıtlar genellikle bazı parametreler için ISO kalite standartları sınırlarına uymamalarına rağmen testler için seçilmiştir.



Şekil 1. Akdeniz biyoyakıtları. Soldan sağa ve yukarıdan aşağıya doğru: zeytin çekirdekleri; zeytin ağacı budama peletleri; bağ budama atıkları; bağ budama atıklarının peletleri.



Tablo 2, gerçekleştirilen yanma testlerinde kullanılan biyoyakıtların karakterizasyon sonuçlarını göstermektedir. Şu kodlar kullanılmıştır: ZÇ - zeytin çekirdekleri, ZAB - zeytin ağacı budama peletleri, BBP - bağ budama peletleri.

Zeytin çekirdekleri, UNE 164003:2014 standardının A2 sınıfı için belirlenen limitleri karşılamaktadır. Her iki budama peleti de genellikle bu biyoyakıtlar için tipik ortalama değerler içindedir. Ancak, zeytin ağacı ve bağ budama atıkları, ISO 17225-2: 2014'te belirlenen sınırlara (A1 sınıfı için %0,7; A2 için %1,2 ve B için %2,0) göre önemli ölçüde yüksek kül içeriğine sahiptir. Dahası, ISO 17225-2: 2014'te belirlenen sınır değerlerine kıyasla daha yüksek azot ve çoğu zaman kükürt ile bakır içeriğine sahiptir.

Tablo 2. Yakma testlerinde kullanılan Akdeniz biyoyakıtlarının karakterizasyonu.

	ZÇ	ZAB	BBP
Nem (ağ. % n.b.)*	9,8	8,4	10,4
Kül (ağ. % d.b.)	0,8	4,6	4,3
Yığın yoğunluk (kg/m ³)*	800	590	630
Mekanik dayanıklılık (ağ. %)*	a.e.	97,6	98,5
İncelik < 1 (ağ. %)*	0,15	0,8	1,1
İncelik < 2 (ağ. %)*	14,9	a.e.	a.e.
NKD (MJ/kg) (k.b.)	19,0	18,3	17,8
Azot (ağ. %, k.b.)	0,21	0,69	0,62
Kükürt (ağ. %, k.b.)	0,02	0,07	0,05
Klor (ağ. %, k.b.)	0,02	0,02	0,01
Yağ içeriği (ağ. %, k.b.)	0,24	a.e.	a.e.
Kabuk içeriği (ağ. %, k.b.)	2,0	a.e.	a.e.
Arsenik, As (mg/kg, k.b.)	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Kadmiyum, Cd (mg/kg, k.b.)	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Krom, Cr (mg/kg, k.b.)	< 1,0	1,0	1,4
Bakır, Cu (mg/kg, k.b.)	2,3	45	7,8
Kurşun, Pb (mg/kg, k.b.)	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cıva, Hg (mg/kg, k.b.)	0,001	0,012	0,001
Nikel, Ni (mg/kg, k.b.)	1,0	< 1,0	1,0
Çinko, Zn (mg/kg, k.b.)	< 5,0	11,7	17

*: orjinal; İncelik<1: incelik içeriği 1 mm altında; İncelik < 2: incelik içeriği 2 mm altında; NKD: Net Kalorifik Değer; ağ. %: ağırlıkça %; n.b.: nemli bazda (orjinal); k.b.: kuru bazda; a.e.: analiz edilemedi.



er. Genel olarak zeytin ağacı budaması söz konusu olduğunda, Biomass Plus projesi kapsamında yürütülen analitik çalışmalar, peletlemeden önce biyokütlenin toplanması ve hazırlanması sırasında yapraklı kısımları atmak suretiyle kül, azot, kükürt ve bakır içeriği azaltılmış ürünler elde etme ihtimalini ortaya çıkarmıştır [Barro ve diğerleri]. Bu tür peletler, kalorifik değerinin alt sınırında küçük bir sapma haricinde, ISO 17255-2: 2014'te B sınıfı peletler olarak sınıflandırılabilir.

2.4.2. Yakma Teknolojileri

Akdeniz biyoyakıtları için uygun evsel ısıtma cihazları üzerinde yukarıda bahsedilen pazar araştırması dikkate alındığında, üreticinin tecrübesine göre, zeytin çekirdeklerinin, zeytin ağacı budama peletlerinin ve bağ budama peletlerinin yakılması için uygun olabilecek üç soba ve üç kazan

Tablo 3. Biomass Plus projesi kapsamında yakma testlerinde kullanılan sobaların özellikleri

	Soba I	Soba II	Soba III
Nominal yük (kW)	10,4	21,2 Su döngüsü için 18,4 ve odaya 2,8	10
Üretici tarafından beyan edilen verimlilik (%) ⁽¹⁾	89%	88%	90%
Su (soğutma) ceketi	Hayır	Evet	Hayır
Yakıt besleme	Yukarıdan	Yukarıdan	Yukarıdan
Izgara teknolojisi	Hareketli izgara	Sabit izgara	Hareketli izgara
Kül boşaltma	Otomatik	El ile	Otomatik
Eşanjör yüzeylerinin temizlenmesi	El ile	El ile	El ile
Yanma havası akışları	Birincil hava pencere tahliye havası	Birincil hava pencere tahliye havası	Birincil hava İkincil hava Pencere tahliye havası
Kontrol sistemi	Otomatik yanma kontrolü	Otomatik yanma kontrolü	Otomatik yanma kontrolü

⁽¹⁾Odun peletleri ile EN ISO 17255-2 sınıf A1



seçilmiştir. Cihazlar Avusturya, Yunanistan, İtalya ve İspanya'da üretilmiştir.

Seçilen yanma cihazlarının temel özellikleri, Tablo 3 ve 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Biomass Plus projesi kapsamında yakma testlerinde kullanılan kazanların özellikleri.

	Kazan I	Kazan II	Kazan III
Nominal yük (kW)	25	28	40
EN 303-5'e göre sınıf	Sınıf 5	Sınıf 3	Sınıf 5
Üretici tarafından beyan edilen verimlilik (%)	95%	80%	95%
Yakıt besleme	Kapasitenin altında besleme	Kapasitenin altında besleme	Yatay besleme
Yakıcı	Hareketli ızgara	Sabit ızgara	Hareketli ızgara
Kül boşaltma	Otomatik	El ile	Otomatik
Eşanjör yüzeylerinin temizlenmesi	El ile	El ile	El ile
Yanma havası akışları	Birincil Hava İkincil Hava	Birincil Hava İkincil Hava	Birincil Hava İkincil Hava
Kontrol sistemi	Otomatik yanma ve yük kontrolü	El ile	Otomatik yanma ve yük kontrolü

(1)Odun peletleri ile EN ISO 17225-2 sınıf A1

**3 . B I O M A S U D
P L U S P R O J E S İ N İ N
S O N U Ç L A R I :
Y A K M A T E S T L E R İ**



Seçilen biyoyakıtlarla Tablo 3 ve Tablo 4'te özellikleri verilen sobaların ve kazanların performanslarını incelemek amacıyla, hepsi Biomasud Plus proje ortakları olan üç laboratuvarında test çalışmaları gerçekleştirilmiştir: Avusturya'da BIOS BIOENERGIESYSTEME GmbH (BIOS), Yunanistan'da CERTH (Araştırma ve Teknoloji Merkezi - Hellas) ve İspanya'da CIEMAT (Enerji, Çevre ve Teknoloji Merkezi). Her laboratuvar, kontrol altında tutulan test koşullarında ve aynı yöntemleri kullanarak bir soba ve bir kazan (bkz. Tablo 3 ve 4) test etmiştir. Testler sırasında iki yük kullanılmıştır: nominal yük ve kısmi yük (nominal yükün % 30'u).

Farklı yakıtlarla mümkün olan en düşük emisyonu elde etmek amacıyla kazanların ve sobaların kontrol parametreleri (kontrol sisteminin ayarları) modifiye edildi, ancak hiçbir yeniden kurulum veya proses kontrol donanım değişikliği yapılmadı.

Biomasud Plus projesinde yürütülen yanma testlerinin tekno-ekonomik analizlerine göre (Brunner ve diğerleri), bağ budama peletleri ve zeytin ağacı budama peletleri test edilen bütün cihazlarda benzer şekilde yanma davranışı gösterdiler. A1 odun peletlerine kıyasla daha yüksek kül içeriğine sahip (Tablo 2'ye bakınız) olmaları nedeniyle hem sobaların hem de kazanların ızgaralarında, hızlı kül birikimi gözlemlenmiştir; bu durum, kısa süreli kül boşaltma aralıklarının olacağı otomatik bir kül giderme sistemi veya sürekli bir kül boşaltma sistemi (hareketli ızgaralar gibi) gerektirmektedir. Bununla birlikte, biriken külden cüruf oluşumu gözlenmemiştir. Öte yandan, bu yakıtların kullanımı, özellikle ısı eşanjörlerinde otomatik temizleme sistemi olmadığı durumlarda, daha yüksek partikül madde emisyonuna ve eşanjör yüzeylerinde birikinti oluşmasına neden olmuştur. Dahası, yüksek partikül emisyonları, sobaların ikisinde görüş penceresinde tortulara neden olmuş ve alevin görülmesini zorlaştırmıştır. Bu durumun bazı fotoğrafları Şekil 2'de gösterilmiştir.

Zeytin çekirdekleri için, partikül şekli ve partikül boyut dağılımına ilişkin A1 sınıfı odun peletlerine kıyasla büyük farklılıklar (bkz. Şekil 1 ve Tablo 2),



Şekil 2. Budama peletleri yanma testleri sırasında kül ile ilgili sorunlar gözlemlendi. Soldan sağa ve yukarıdan aşağıya doğru: otomatik kül boşaltma olmaması durumunda soba ızgarasında kül birikimi; soba ısı eşanjörü yüzeylerinde kül birikmesi; soba görüş penceresinde kül birikmesi; bir kazanın ızgarası üzerinde kül birikmesi (otomatik kül giderme olmayan sabit ızgara).

seçilen yanma cihazlarının yakıt besleme sistemlerinde herhangi bir soruna neden olmamıştır. Zeytin çekirdeklerinin yanması sırasında gözlenen temel sorun kül kutusunda biriken yanmamış maddenin çok yüksek oranda olmasıydı. Bunun nedeninin; arayı iyi yapılmamış otomatik temizleme sistemleri sebebiyle, zeytin çekirdekleri tamamen yanmadan çekirdeklerin kül kutusuna boşaltılmasından kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir. Şekil 3'te bir kazanda zeytin çekirdekleri ile yürütülen yanma testinden sonra kül kutusunda bulunan kül görülmektedir. Siyah parçacıklar yanmamış zeytin çekirdekleridir.

Şekil 3. Kazan l'de zeytin çekirdeği yanma testinden sonra kül kutusunun görüntüsü.





Şekil 4'ten Şekil 9'a kadar, soba ve kazanlarda seçilmiş biyoyakıtlarla yapılan yanma testleri sırasında ortaya çıkan emisyonlar gösterilmiştir. Bu emisyonlar, Eko Tasarım Direktifi'nde belirtilen talimatlar dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu nedenle; kazanlarda yapılan testlerde, mevsimsel alan ısıtma emisyonları (E_s) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

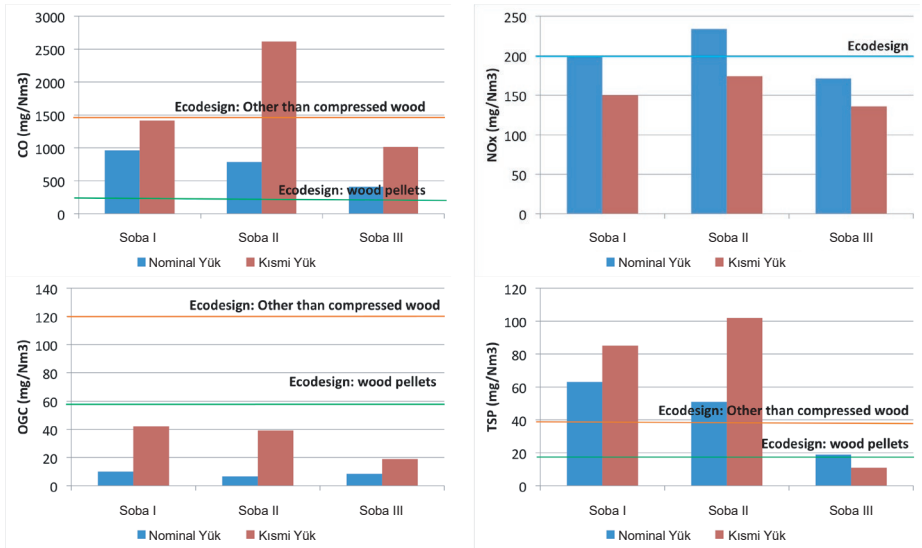
$$E_s = 0,85 \times E_{s,p} + 0,15 \times E_{s,n}$$

Formülde;

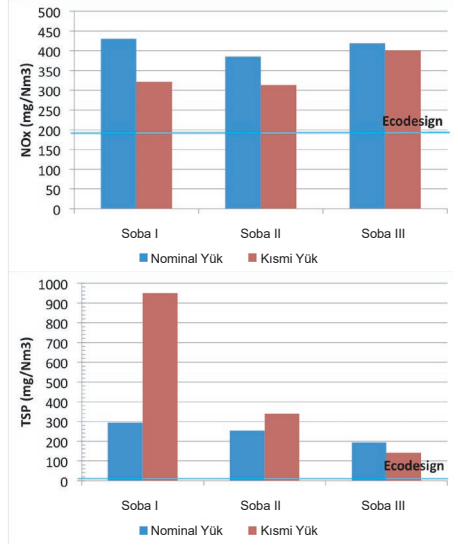
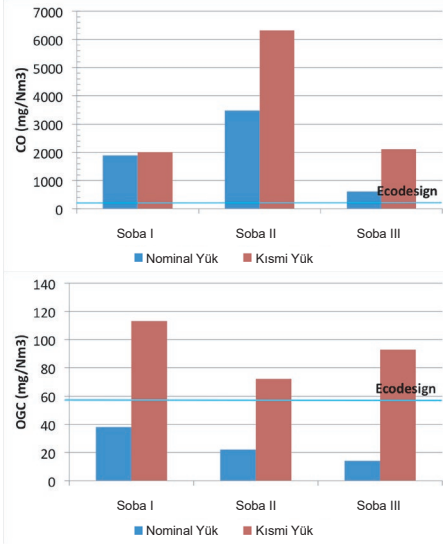
$E_{s,p}$ nominal ısı çıkışının % 30'unda ayrı ayrı ölçülen partikül madde, organik gaz bileşikleri, karbon monoksit ve azot oksit emisyonları,

$E_{s,n}$ nominal ısı çıkışında ayrı ayrı ölçülen partikül madde, organik gaz bileşikleri, karbon monoksit ve azot oksit emisyonlarıdır.

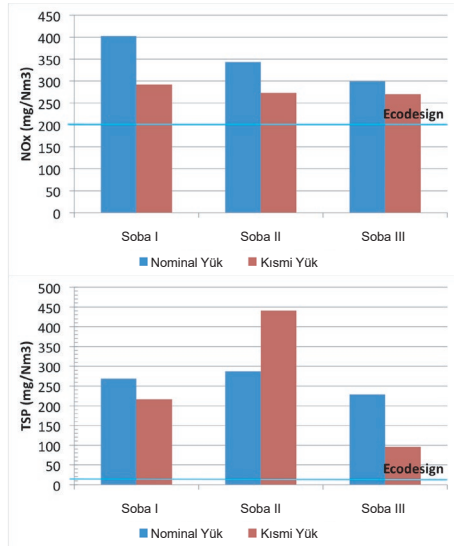
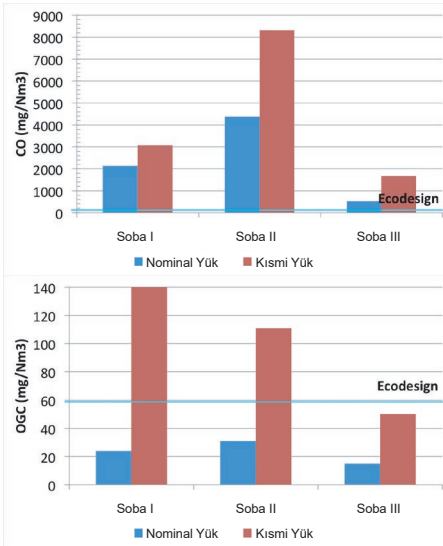
Eko-tasarım Direktifinde belirtildiği üzere, CO, NO_x (azot oksitler NO₂ olarak ifade edildi), OGC (organik gaz bileşikleri) ve TSP (toplam katı partiküller) emisyonları, 273 K ve 1013 mbar'da hesaplanan mg/m³ kuru baca gazı cinsinden ve % 13 O₂ (soba) veya %10 O₂ (kazan) cinsinden ifade edilmiştir.



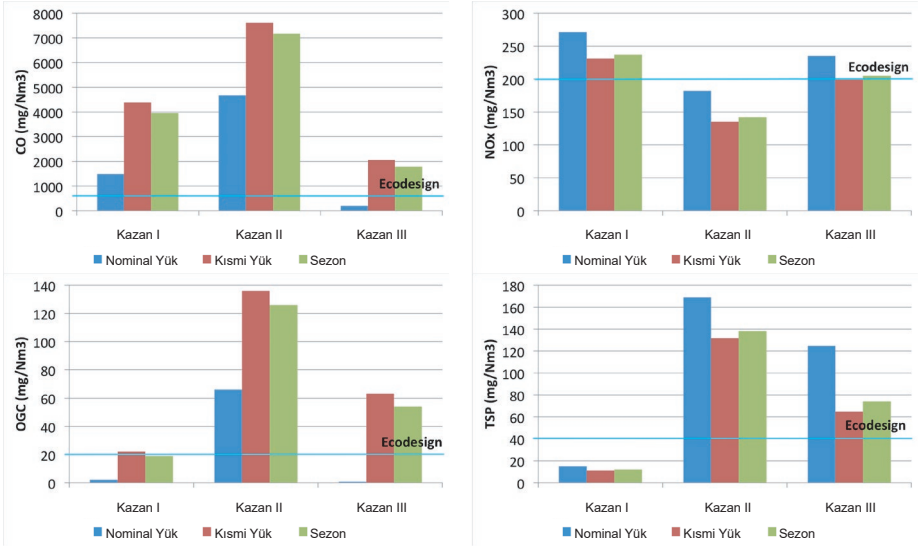
Şekil 4. Zeytin çekirdeği ile sobalarda yakma testi sırasında belirlenen emisyonlar, kuru bazda ve % 13 O₂ cinsinden ifade edilmiştir.



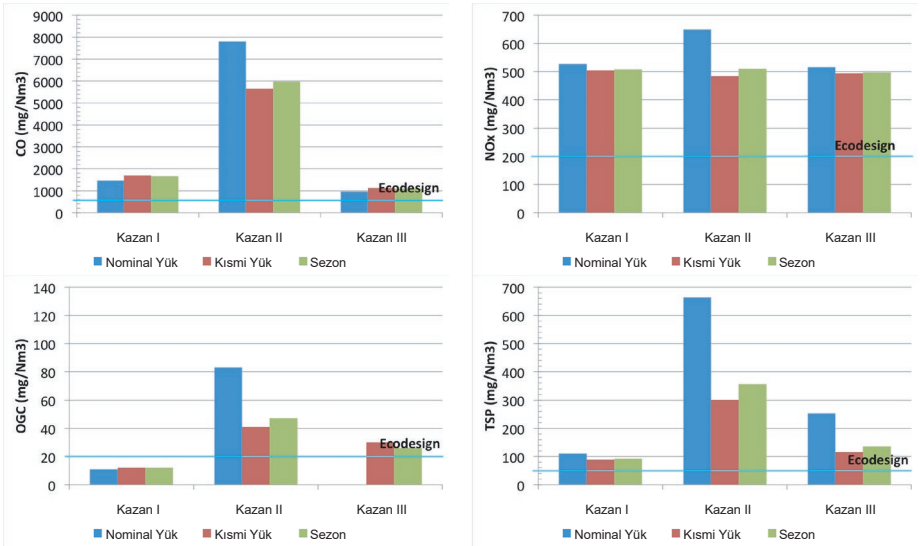
Şekil 5. Zeytin ağacı budama peletleri ile yakma testlerinde belirlenen emisyonlar, kuru bazda ve %13 O₂ olarak ifade edilmiştir.



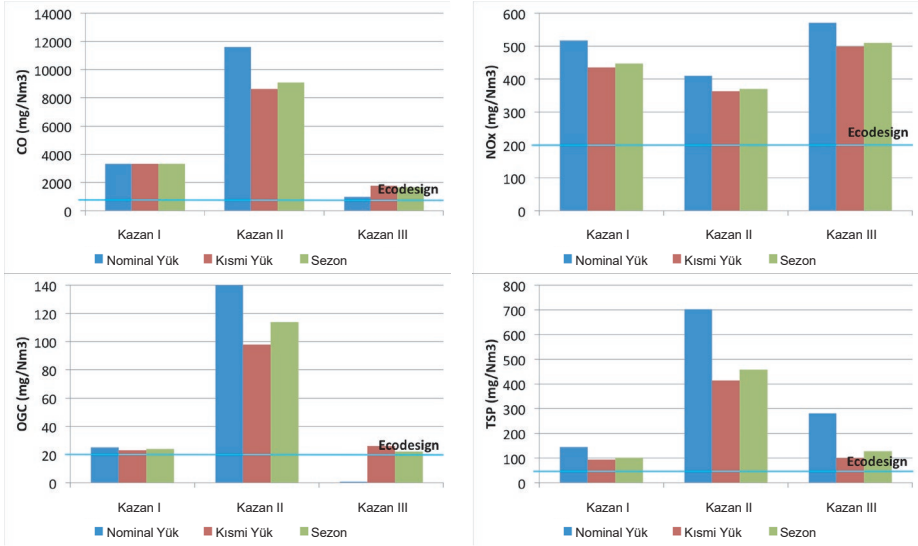
Şekil 6. Bağ budama peletleri ile sobalardaki yakma testlerinde belirlenen emisyonlar, kuru bazda ve % 13 O₂ olarak ifade edilmiştir.



Şekil 7. Zeytin çekirdekleri ile kazanlardaki yakma testlerinde belirlenen emisyonlar, kuru bazda ve %13 O₂ olarak ifade edilmiştir.



Şekil 8. Zeytin ağacı budama peletleri ile kazanlardaki yakma testlerinde belirlenen emisyonlar, kuru bazda ve %13 O₂ olarak ifade edilmiştir.



Şekil 9. Kazanlardaki bağ budama peletleri ile yapılan yakma testlerinde belirlenen emisyonlar, kuru bazda ve % 10 O₂ olarak ifade edilmiştir.

Eko-tasarım Direktifi tarafından belirtildiği üzere, CO, NO_x (azot oksitler NO₂ olarak ifade edilmiştir), (organik gaz bileşikleri) ve TSP (toplam katı partiküller) emisyonları, 273 K ve 1013 mbar ölçülen mg/m³ kuru baca gazı olarak, ve %13 O₂ (soba) veya %10 O₂ (kazan) ifade edilmiştir.

Eko-tasarım Direktifi tarafından belirlenen ve kullanılan, ısıtma ekipmanları için uygulanabilir emisyon limitleri dikkate alındığında, aşağıdaki hususlara dikkat çekmektedir:

- Zeytin çekirdekleri yakıt olarak kullanıldığında, test edilen fırınlar Eko-tasarım Direktifindeki other than compressed wood (sıkıştırılmış odun atıkları dışındaki yakıtlar) için geçerli emisyon sınırlarını karşılamaya yakın bulunmuştur. Kullanılan budama peletlerinde CO, NO_x ve TSP emisyonları, odun peletleri için düşünülen sınırlardan oldukça yüksek çıkmıştır.
- Test edilen kazanlarla ilgili olarak, kazan (II)'nin yüksek emisyonlarının, temel olarak yeni yakıtlara adapte edilecek kadar esnek olmayan basit



teknolojisinden kaynaklandığı belirtilmelidir. Bu nedenle, kazan II, bu yakıtların kullanımında “sürekli veya sık otomatik kül gidermeli” ve “esnek otomatik süreç kontrol sistemlerine sahip” ızgaralar gibi bazı teknoloji özelliklerine ihtiyaç duyulduğunu gösteren iyi bir örnektir.

- Kazan I ile ilgili olarak, CO ve NO_x emisyonlarını azaltmak için çalışma koşullarına ilişkin bazı iyileştirmelerin yapılması halinde, zeytin çekirdéklerini yakma işleminin Eco-Design Direktifi tarafından belirlenen mevsimsel emisyon sınırlarını karşılamaya yakın olduğu görülebilir. Ayrıca her iki budama pelletinin yanması için CO, OGC ve TSP emisyon limitleri, tesis ayarlarında bazı küçük değişiklikler ile korunabilir. Ancak, birincil önlemler, ilgili emisyon sınırının altındaki yüksek NO_x emisyonlarını azaltmak için yeterli olmayacaktır.
- Kazan III ile ilgili olarak, seçilen tüm yakıtlar yandığında, CO, OGC ve TSP mevsimsel emisyonları Eco-tasarım Direktifi tarafından belirlenen limitlerin biraz üzerinde gerçekleşmektedir. Süreç kontrolüne ilişkin bazı iyileştirmeler uygulandığında, ilgili emisyon sınırlarının korunması beklenir. Bununla birlikte, budama peletlerinin yanması sırasında çok yüksek NO_x emisyonları gerçekleşmektedir ve bu emisyonları ilgili sınır değerin altına indirmek için birincil önlemlerin kullanılması yeterli olmayacaktır.

Cihazlar için termal verimler aşağıdaki ifadeler dikkate alınarak hesaplanmıştır:

- Kazanlar için:

Termal verimlilik = kazan yükü / NCV x 100’le ilişkili yakıt gücü girdisi (NCV ile ilişkili yakıt gücü girdisi, yakıtla gelen ısı akışı olduğunda (net kalorifik değeri göz önüne alındığında) ve kazan yükü su devresine aktarılan ısı akışı olduğunda)

- Sobalar için:

Termal verimlilik = (NCV’yle ilişkili yakıt gücü girdisi- Baca gazı ısı



kayıpları) / NCV x 100'le ilişkili yakıt güç girdisi

(NCV ile ilişkili yakıt gücü girdisi, yakıtla gelen ısı akışı olduğunda (net kalorifik değeri göz önüne alındığında) ve kazan yükü su devresine aktarılan ısı akışı olduğunda) ve baca gazı sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki fark nedeniyle baca gazı ısı kayıpları baca gazı akışının hissedilir ısısı olduğunda)

Tablo 5 ve 6'da, seçilen sobalar ve kazanlar için hesaplanan termal verimlilik sırasıyla gösterilmiştir.

Tablo 5. Test edilen sobaların termal verimliliği

	Soba I	Soba II	Soba III	Soba I	Soba II	Soba III
	Nominal yükte termal verim (%)			Kısmi yükte termal verim (%)		
Odun peletleri	89,0(*)	88,0(**)	90,0(**)	85,0(*)	76,9(**)	94,0(**)
Zeytin çekirdekleri	78,1	84,4	87,3	81,3	74,4	91,9
Zeytin ağacı budama peletleri	68,7	83,5	85,8	70,4	73,0	90,8
Bağ budama peletleri	69,7	84,2	88,3	78,5	76,2	93,1

(*)Üretici tarafından EN ISO 17225-2 A1 sınıfı odun peletleri ile beyan edilmiştir.

(**)A1 odun peletleri kullanılarak elde edilmiştir.

Tablo 6. Test edilen kazanların termal verimliliği

	Soba I	Soba II	Soba III	Soba I	Soba II	Soba III
	Nominal yükte termal verim (%)			Kısmi yükte termal verim (%)		
Odun peletleri	95,0(*)	83,5(**)	92,6(**)	90,9(*)	65,0(**)	90,3(**)
Zeytin çekirdekleri	93,6	76,6	93,1	87,5	70,3	90,2
Zeytin ağacı budama peletleri	94,3	64,6	92,8	87,1	64,7	89,9
Bağ budama peletleri	94,2	69,6	93,1	85,6	62,0	88,7

(*)Üretici tarafından EN ISO 17225-2 A1 sınıfı odun peletleri ile beyan edilmiştir.

(**)A1 odun peletleri kullanılarak elde edilmiştir.



Görüldüğü gibi, test edilen Akdeniz biyoyakıtları için soba II ve soba III'ün termal verimleri, A1 odun peletleriyle elde edilen değerlerden biraz daha düşüktür. Fakat, soba I ile yapılan testler sırasında elde edilen termal verim, üretici tarafından bildirilenlerden çok daha düşüktür. Bu durum, soba I testi sırasında ölçülen baca gazındaki yüksek oksijen içeriğine bağlıdır. (zeytin çekirdekleri ile hacimce % 13,5, zeytin ağacı budama peletleri ile hacimce % 16,5 ve üzüm budama peletleri ile hacimce % 16,3 oranında kuru baca gazı). Verimliliği etkileyen diğer tüm parametreler (baca gazı sıcaklığı, yakıt nemi içeriği) odun peleti yakma ile karşılaştırılabilir olduğundan, odun peletinin yanması sırasında uygulanan ile aynı aşırı oksijen oranlarının uygulanması daha yüksek verimliliğe yol açacaktır.

Kazan I ve III ile yapılan testlerde, A1 peletleriyle elde edilen değerlere kıyasla biraz daha düşük, sırasıyla karşılaştırılabilir veya daha yüksek ısıl verim gözlenmiştir. Kazan II'de, farklılıklar daha yüksektir (nominal yük); bu, esas olarak, baca gazındaki yüksek oksijen içeriğinden kaynaklanmaktadır (Zeytin çekirdekleri için kuru bazda hacimce % 12,4, zeytin ağacı budama peletleri için kuru bazda hacimce %15,7 ve bağ budama peletleri için kuru bazda hacimce % 15,0). Yine, bu kazanın basit teknolojisi, artık işlemi bu yakıtların özelliklerine uygun şekilde adapte edebilecek hale gelmiştir.

Yakma testleri boyunca bağ budaması ve zeytin ağacı budama peletlerinin davranışları göz önüne alındığında, bu yakıtların iç piyasada soba ve küçük kazanlar için uygun olmadığı belirtilmelidir. Ancak, düşük kül ve düşük azot içeren zeytin ağacı budama peletleri için bir istisna oluşturulabilir. (bkz. Bölüm 2.4.1) Böylece büyük olasılıkla NO_x ile ilgili emisyon sınırı korunabilecektir.

4. ÜRETİCİLER VE TESİSATÇILAR İÇİN TAVSİYELER



4.1. Sobalar

4.1.1. Zeytin ekirdekleri

Yakıt temini ve yakıt besleme

Zeytin çekirdeklerinin kullanımı yakıt işleme ve yakıt besleme problemlerine neden olmaz.

Fakat, zeytin çekirdeklerinin (örneğin) peletlere kıyasla küçük olan yakıt partikülü boyutu göz önüne alındığında, yakıtın ızgara açıklıklarından doğrudan kül kutusunun içine kaymasını önlemek için özel olarak tasarlanmış bir ızgara gereklidir.

Yanma ve yanma kontrolü (Emisyon problemleri dahil)

Test edilen cihazlar, Eko-tasarım Direktifinde (1 Ocak 2022'den itibaren sobalar için zorunlu) “odun peletleri” için belirlenen emisyon sınırlarını karşılamak için yeterince hazır durumda bulunmamaktadır. Buna rağmen, “sıkıştırılmış odun haricindekiler” için emisyon sınırları yerine karşılanabilmektedir. (Bkz.Şekil 4 - Soba III'e). Bu sebeple, genel olarak, eğer üreticiler zeytin çekirdeklerini “diğer uygun yakıt” olarak tanımlamak istiyorlarsa (Eco-tasarım Direktifi'nde belirtildiği gibi), CO'i ve/veya partikül madde emisyonlarını azaltmak için hava akışları, hava kademlendirme ayarları ve ızgara hareketi gibi yanma koşulları için bazı uyarlamalar yapılması gerekmektedir.

Kül giderme

Yüksek karbon dönüşümü ve düşük karbon içerikli ızgara külü elde etmek için, ızgaranın yanma süresi (sürekli kül gidermeli hareketli ızgara durumunda) veya ızgara temizleme aralıkları (kesintili ızgara temizliği durumunda), zeytin çekirdeklerinin sabit karbonunun yanma zamanına ayarlanmalıdır.



4.1.2. Zeytin Ağacı Budama Peletleri Ve Bağ Budama Peletleri

Yakıt temini ve yakıt besleme

Budama peletlerinin kullanımı yakıt kullanımı ve yakıt besleme problemlerine neden olmaz.

Yanma ve yanma kontrolü (Emisyon problemleri dahil)

Budama peletlerinin yanması, Eko-tasarım Direktifinde (1 Ocak 2022'den itibaren sobalar için zorunlu) “odun peletleri” belirlenen emisyon sınırlarını karşılama bakımından uyumlu değildir. -Özellikle NOx nedeniyle mevcut küçük ısıtma uygulamaları için uygun olmamaktadır.

Gözlemlenen sorunları çözmek için ev tipi ısıtma cihazlarında çeşitli teknoloji geliştirme çalışmaları hayata geçirilebilir:

- Düşük CO ve OGC emisyonlarını garantilemek için yeterli düzeyde süreç kontrol ayarları.
- Uygun hava kademelendirmesi ile NOx emisyonlarını azaltmak için düşük NOx brülörü kullanılması.
- Elektrostatik çökticiler gibi uygun bir TSP azaltma sisteminin kullanımı.
- Yüksek termal verimlilik sağlamak için yanma hava akış kontrol ayarlarının uygun şekilde ayarlanması.

Buna ek olarak, düşük kül ve azot içeriği olan zeytin ağacı budama peletlerinin kullanımı (bkz. bölüm 2.4.1), bu yakıtta özel yanma testleri yapılmamasına rağmen Eko-tasarım Direktifi limitlerinin yerine getirilmesini sağlayabilir.



Kül giderme

Budama peletlerinin kullanımı yüksek kül içeriklerine rağmen kül sinterleme ile ilgili önemli sorunlar yaratmaz. Bununla birlikte, ızgara ve ısı değiştirici yüzeylerinin otomatik olarak temizlenmesi gerekir.

Temizlik ve Bakım Açıları

Görüş panelinde aerosol tortusunu önlemek için uygun bir pencere temizleme havası tasarlanmasına ihtiyaç vardır.

4.2. Kazanlar

4.2.1. Zeytin Çekirdekleri

Yakıt temini ve yakıt besleme

Zeytin çekirdeklerinin kullanımı yakıt işleme ve yakıt besleme açısından sorun teşkil etmemektedir. Fakat, zeytin çekirdeklerinin örneğın peletlere kıyasla küçük yakıt partikül boyutu göz önüne alındığında, yakıtın ızgara açıklıklarından doğrudan kül kutusunun içine kaymasını önlemek için özel olarak tasarlanmış bir ızgara gereklidir.

Yanma ve yanma kontrolü (emisyon problemleri dahil)

Test edilen cihazlar, Eko-tasarım Direktifinde (1 Ocak 2022'den itibaren sobalar için zorunlu) belirlenen mevsimsel emisyon sınırlarını karşılamak için yeterince hazır durumda bulunmamaktadır. Eğer üreticiler zeytin çekirdeklerini “diğeri uygun yakıt” olarak tanımlamak istiyorlarsa (Eco-tasarım Direktifi'nde belirtildiği gibi), CO'i ve/veya partikül madde emisyonlarını azaltmak için hava akışları, hava kademelendirme ayarları



ve ızgara hareketi gibi yanma koşulları için bazı uyarlamalar yapılması gerekmektedir.

Kül giderme

Yüksek karbon dönüşümü ve düşük karbon içerikli ızgara külü elde etmek için, ızgaranın yanma süresi (sürekli kül gidermeli hareketli ızgara durumunda) veya ızgara temizleme aralıkları (kesintili ızgara temizliği durumunda), zeytin çekirdeklerinin sabit karbonunun yanma zamanına ayarlanmalıdır.

4.2.2. Zeytin Ağacı Budama Peletleri Ve Bağ Budama Peletleri

Yakıt temini ve yakıt besleme

Budama peletlerinin kullanımı yakıt işleme ve yakıt besleme problemlerine yol açmaz.

Yanma ve yanma kontrolü (emisyon problemleri dahil)

Budama peletlerinin yanması, Eko-tasarım Direktifinde (1 Ocak 2022'den itibaren sobalar için zorunlu) belirlenen mevsimsel emisyon sınırlarını karşılama bakımından uyumlu değildir. -Özellikle NO_x nedeniyle mevcut küçük ısıtma uygulamaları için uygun olmamaktadır.-

Gözlemlenen sorunları çözmek için ev tipi ısıtma cihazlarında çeşitli teknoloji geliştirme çalışmaları hayata geçirilebilir:

- Düşük CO ve OGC emisyonlarını garantilemek için yeterli süreç kontrol ayarları.
- Uygun hava kademelendirmesi ile NO_x emisyonlarını azaltmak için düşük NO_x brülörü kullanılması.



- Elektrostatik çökelticiler gibi uygun bir TSP azaltma sisteminin kullanımı.
- Yüksek termal verimlilik sağlamak için yanma hava akış kontrol ayarlarının uygun şekilde ayarlanması.

Buna ek olarak, düşük kül ve azot içeriği olan zeytin ağacı budama peletlerinin kullanımı (bkz. bölüm 2.4.1), bu yakıtta özel yanma testleri yapılmamasına rağmen Eko-tasarım Direktifi limitlerinin yerine getirilmesini sağlayabilir.

Kül giderme

Budama peletlerinin kullanımı yüksek kül içeriklerine rağmen kül sinterleme ile ilgili önemli sorunlar yaratmaz. Bununla birlikte, ızgara ve ısı değiştirici yüzeylerinin otomatik olarak temizlenmesi gerekir.

5. SON KULLANICILAR İÇİN TAVSİYELER



Yakıt davranışıyla ilgili problemleri önlemek için, ilgili standartlara veya Biomasud etiketi kalite gereksinimlerine uygun olan kalite sertifikalı biyoyakıtların temin edilmesi önemlidir.

5.1. Zeytin Çekirdekleri

Son kullanıcılar, (üretici ve/veya tesisatçıdan) aldıkları cihazların “diğer yakıt olarak zeytin çekirdeklerini” kullanabildikleri garantisini almalıdır.

Son kullanıcılar kül kutusundan kül çıkarılması sırasında dikkatli olmalıdır çünkü küldeki yanmamış madde nedeniyle sıcaklık yüksek olabilir.

5.2. Bağ Budama Ve Zeytin Ağacı Budama Peletleri

Bu peletlerin yüksek kaliteli odun peletlerine kıyasla daha yüksek kül içeriği dikkate alındığında, yapılan işlem sırasında kül kutusunun daha sık boşaltılması gerekecektir. Soba görüş penceresindeki partikül birikimi, yüksek kaliteli odun peletleri kullanıldığında daha yüksek olacağından, son kullanıcının temizlik işlemi için daha çok çaba göstermesine ihtiyaç duyulacaktır.

6. KAYNAKLAR



Bados R., Esteban L.S., Carrasco J. (CIEMAT). “Deliverable 3.1. Selection of new solid biofuels”. BIOMASUD PLUS projesi (Hibe Sözleşmesi N° 691763). <http://biomasudplus.eu> adresinde mevcut.

Barro R., Fernández M., Cortés R., Bados R. (CIEMAT), Brunner T., Kan- zian W., Hajos N., Obernberger I. (BIOS), Karampinis E., Grammelis P., Nikolopoulos N. (CERTH), Almeida T., Mendes C., Cancela E., Alves N. (CBE), Carrasco J. (CIEMAT). “Deliverable 3.3: Quality classification of the solid biofuels to be considered in the biofuels extended BIOMASUD label”. BIOMASUD PLUS projesi (Hibe Sözleşmesi N° 691763). <http://biomasudplus.eu> adresinde mevcut.

Brunner T., Horn A., Weiss G., Obernberger I. (BIOS). “Deliverable 5.4: Techno-economic analysis of the selected biomass fuels combustion”. BIO- MASUD PLUS projesi (Hibe Sözleşmesi N° 691763). <http://biomasudplus.eu> adresinde mevcut.

Hırvat İstatistik Bürosu. 2015 Yıllığı.

GSE. www.gse.it

Hellenic İstatistik Kurumu, “Development of detailed statistics on Energy consumption in households2011/2012”, Hibe Sözleşmesi Eurostat no 30304.2010.002-2010.373, Piraeus, Nisan 2013.

[http://www.statistics.gr/documents/20181/985214/Quality+Re- port+on+the+development+of+detailed+statistics+on+Energy+consumption +in+Households+\(+2012+\)/](http://www.statistics.gr/documents/20181/985214/Quality+Re- port+on+the+development+of+detailed+statistics+on+Energy+consumption +in+Households+(+2012+)/) adresinde mevcut.

INE, I.P. (Instituto Nacional de Estatística, I.P.) and DGEG (Direccao-Ger- al de Energia e Geologia). Inquérito ao consumo de energia no sector doméstico 2010. Lisboa, 2011.



Violidakis I., Karampinis E., Nikolopoulos N., Margaritis N., Malgarinos I. (CERTH), Borjabad E., Ramos R. (CIEMAT), Rodero P., Mira A. (AVEBIOM), Baù L., Francescato V. (AIEL), Simsek E., Ates M. (TUBITAK), Almeida T., Figo S. (CBE), Kocjan D., Rogelja T., Klun J., Triplat M., Krajnc N. (SFI), Rukavina H. (ZEZ), Supancic K., Brunner T. (BIOS). “Deliverable 5.2: Report of the state of the art of combustion devices for the selected biofuels”. BIOMASUD PLUS projesi (Hibe Sözleşmesi N° 691763). <http://biomasudplus.eu> adresinde mevcuttur.



*This project has received funding from
the European Union's Horizon 2020
research and innovation program
under grant agreement No. 691763*

