

Biyoyakıt Kaynağı Olarak Pelet Yapımı

Alper ER

SAÜ Çevre Mühendisliği

Biyolojik kökenli kaynaklar, insanlığın ilk dönemlerinden bugüne kadar enerji üretimi amacıyla kullanılan yenilenebilir kaynakların başında gelmektedir. İşlenmiş ürünlerden pelet ise biyoyakıtların modernize edilmiş formudur. Biyoyakıtlar ham maddenin yerel kaynaklardan sağlanabileceği, ucuz ve yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Biyokütle, dünyada halen dördüncü en büyük enerji kaynağını oluşturması yönüyle önemli bir enerji kaynağı konumundadır. Birçok gelişmiş ülke biyokütle enerjisini geleceğin temel enerji kaynağı olarak görmekte, örneğin Finlandiya enerjisinin % 20'sini, İsveç %16'sını, Avusturya %13'ünü biyokütleden elde etmektedir. Enerji gereksiniminin büyük bölümünü ithalat yoluyla karşılayan ve giderek artacağı öngörülen ülkemizin enerji ihtiyacını karşılamada biyoyakıtlar potansiyeli en yüksek kaynağı oluşturmaktadır.

Pek çok ülkede evsel ve endüstriyel amaçlı ısınma ve elektrik enerjisi üretimi için biyoyakıt kaynaklara talep artışı pelet pazarını büyütüştür ve büyümenin gelecekte de hızlı bir şekilde devam edeceği tahmin edilmektedir. CO₂ emisyonlarını azaltma stratejilerinden dolayı en büyük üretici Avrupa Birliği ve yine en fazla tüketici ve ithalatçı Avrupa Birliği ülkeleridir. Uluslararası ticarete konu olan yaklaşık 3 milyon ton odun peleti yaklaşık tonu 125 €'dan işlem görmektedir.

Ormancılık atık ve artıkları, kereste endüstrisi artıkları, tarımsal ürün hasat artıkları ile özel olarak yetiştirilmiş enerji bitkisi; biyokütleleri konutların ısıtılması ve elektrik enerjisi üretiminde en kolay ve enerji verimli olarak pelet yapıldıktan sonra kullanılabilir. Peletler; 6 ila 8 mm çapında, 10 ila 12 mm uzunluğunda silindirik sıkıştırılarak yoğunluğu ve dolayısıyla enerji verimliliği artırılmış silindirik şekilli maddelerdir. Odunsu madde artıklarının en bol olduğu kuzey Amerika ve Avrupa ülkelerinde üretilmektedir. Kuzey Amerika ülkeleri olan ABD ve Kanada'da yılda 6 milyon tonun üzerinde, Avrupa ülkelerinde yılda 12 milyon ton civarında üretim yapılmaktadır. Piyasaya sürülen peletler; konut, iş yeri ısıtmalarında bireysel soba ve katı yakıt kat kaloriferlerinde, öğrenci yurtlarında ve kimi küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde proses suyu ısıtmalarında da kullanılmaktadır. Hatta

Kanada gibi büyük üretici ülkelerde, Avrupa ve Asya ülkelerine dış ticareti de yapılmaktadır. Özellikle ticaret söz konusu olduğunda standartlar ön plana çıkmakta ve peleti aktif olarak kullanan ülkelerde üretim, taşıma ve paketleme işlemleri için standartları bulunmaktadır. Dış ticarete standartları daha sıkı olan AB pelet standartları dikkate alınmaktadır.

Neden Pelet

Odun ve bitkisel materyaller gözenekli, düzensiz şekil ve kabarık yapılarından dolayı yüksek hacimli olmalarına rağmen yoğunlukları düşüktür ($30-150 \text{ kg/m}^3$). Ögütüldüklerinde yoğunluk $150-200 \text{ kg/m}^3$ 'e kadar yükseltilmekte fakat yine de taşıma, kullanım kolaylığı ve enerji sağlama için yoğunluklarının artırılması gerekli görülmektedir. Biyokütlenin yoğunluğunu artırmak için mekanik proseslerle basınç uygulayarak pelet haline sıkıştırılmaktadır. Biyokütle pelet haline geldiğinde her bir peletin yoğunluğu 1000 ila 1400 kg/m^3 kadar çıkarılmakta, yığının hacim ağırlığı ise yaklaşık 700 kg/m^3 'e kadar çıkmaktadır. Peletlemenin en temel avantajları; yüksek enerji yoğunluğu, düşük taşıma ve depolama maliyeti, yakıt maddesi şekli ve kompozisyonunun standardize edilmesi ve bunun sonucunda evsel ve endüstriyel kullanım kazanlarında otomatik beslemenin sağlanmasıdır. Yüksek kaliteli pelet kuru (rutubet oranı % 10'un altında), sert ve dayanıklı, yakıldıktan sonra kül oranı düşük olmalı %1-2'yi geçmemelidir. Diğer katı yakıtlarla kül oranları karşılaştırıldığında kömürde % 20 iken pelette % 0,5'tir. Bu da ev tipi sobada 25 kg pelet yakıldığında 65 gr kül oluşacağı anlamına gelmektedir. Pelet yapılmadan yakılan ağaçlarda ise % 6 ile 10 arasında değişmektedir. Düşük kül oranı sayesinde yakma sisteminin verimi artacak işletme maliyetleri azalacaktır.

Tarımsal ürün ve orman artıkları gibi biyoyakıt malzemelerinin peletleme gibi yoğunlaştırma işleminden sonra enerji değerleri yaygın olarak kullanılan yakıtlara yakındır. İki ya da daha fazla tarımsal atık, yanma özellikleri ve enerji değerleri belirlenerek uygun oranlarda karıştırılıp pelet haline getirildiğinde kaliteli bir yakıt oluşturulabilir. Ayrıca yapılan araştırmalarda bitkisel kökenli materyallerden yapılan biyoyakıtların Isınmadan Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde belirtilen emisyon değerlerini sağladığı belirtilmekte, hava kirliliği parametrelerinde iyileşme sağlanmaktadır.

Tablodan da görüldüğü gibi biyoyakıt kaynağı organik maddelerin ısı değerleri, kilokalori olarak linyit gibi birincil enerji kaynaklarına yakın veya aynı değerdedir. Değerlendirilmediği veya iyi yönetilmediği durumda problem ve hatta çevre kirliliği oluşturan bu artık maddeler,

işlendiğinde çok değerli enerji kaynağı haline getirilmektedir. Kurutulup presleyerek peletleme bu atıkların enerji ve ekonomik değerini yükseltmektedir.

Malzeme	Isıl Değer (Kilokalori)	Malzeme	Isıl Değer (Kilokalori)
Mazot	10.200	Çay Tozu	4.758
Fuel Oil	9.700	Ayçiçeği Sapı	4.040
Taş Kömür	6.000	Kolza Sapı	4.087
Linyit Kömür	4.200	Mısır Sapı	4.275
Odun (ıslak)	2.500	Çeltik Sapı	3.629
Fındık zürufu	3.800	Çeltik Kavuzu	3.725
Fındık kabuğu	4.226	Kümes atıkları	3800

Biyokütlenin preslenerek pelet şeklinin verilmesi ile enerji yoğunluğu artırılmaktadır, yani birim hacimde depolanan enerji miktarı artmaktadır (tipik gösterim BTU/kg). Örneğin ham odunun enerji yoğunluğu yaklaşık 16800-21200 BTU/kg arasında değişirken kurutulmuş pelet haline geldiğinde enerji yoğunluğu 19900 -23850 BTU/kg aralığına yükselmektedir.

Başka bir ifade ile odun peletleri yaklaşık 5 kWh/kg ısı değerleri ile 1/2 litre fuel-oil'e eş değer enerji içerir. Peletlerin evlerde yakacak olarak kullanımı, doğal gaz ve fuel-oil gibi benzer kullanım konforu sağlamaktadır. Yapılan bir çalışmada ev ısıtma maliyetinin doğal gaza eşit olduğu hesaplanmış, diğer bütün fosil yakıtlardan daha düşük maliyetli bulunmuştur. Fuel-oil ve doğal gazın tutuşma, patlama, çevreyi ve toprağı kirletme, atmosfere yoğun oranda CO₂, SO₂ ve NO_x'ler salmasına kıyasla odun peletlerinde bu olumsuzluklar çok azdır. Biyopeletler yenilenebilir enerji olarak CO₂ emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunabilir.

Pelet Yapılabilecek Kaynaklar

Lignin ve selüloz içeren ve ligno-selülozik maddeler olarak bilinen; odun ve her türlü artığı, meyve budama atıkları, meyve, tohum veya etkili maddesi alınmış her türlü tarımsal ürün artığı, sap, saman, kavuz, kabuk, posa, bitkisel lifler, çalılar, yabancı otlar gibi yakıldığında enerji verecek bütün bitkisel materyaller pelet yapımında kullanılabilir. Sayılan materyallerin olduğu haliyle yakılmasının verimli olmamasının en büyük nedeni hacim ağırlıklarının düşük, rutubet oranlarının yüksek ve heterojen olması enerji verimlerinin yüksek ve standart olmamasıdır. Yüksek hacimli, rutubetli, standardize edilemeyen materyaller kurutulup

öğütüldükten sonra yüksek basınç altında sıkıştırılarak pelet haline getirildiğinde bu sefer aranan ve hatta uluslararası ticareti yapılabilen birinci sınıf yakıt haline gelirler.

Peletlerin enerji değeri, yapıldıkları ham maddenin enerji değerinden de daha yüksek olmaktadır. Örneğin ağaç peletleri odundan daha yüksek enerji verir, çünkü odunun rutubeti yüksektir ve yeni kesilmiş odun ancak 2 yılın üzerinde normal kuruluğa gelir. Tarımsal atıklar ise ham halleriyle zaten yakılamaz ancak pelet biçimine dönüştürülürse odun peleti kadar enerji değerine ulaştırılır.

Sakarya'nın Pelet Ham madde Potansiyeli

Biyokütle enerji kaynağı olarak Türkiye'de 5 milyon ton civarında tarımsal ürün artığının olduğu tahmin edilmektedir. Ülke genelinde olduğu gibi bitkisel hasat artıkları bölgemizde de hasattan sonra ya tarlada çürümeye bırakılmakta veya daha kötüsü yakılmaktadır. Sakarya'nın arazi varlığının bir yarısı ormanla kaplı, diğer yarısı tarıma elverişli alanlardan oluşmaktadır. Tarım sektöründe oluşan ve enerji potansiyeli bulunan atıklardan hiçbir şekilde faydalanılmamakta hatta bunun aksine zararlı olan yöntemlerle üretim alanlarında biriktirilmekte ya da yakılmaktadır.

Sakarya'da tarım, orman ve orman ürünleri sanayi ana üretim sektörlerindedir. Özellikle orman ürünleri sanayisinde, pelet biyoyakıt üretilebilecek ciddi miktarda atık ortaya çıkmaktadır. Diğer yandan ekili alanlarda birim alandan alınan tarımsal ürün kadar hasat artığı oluşmaktadır. İlimizde başta 350 bin ton mısır, 100 bin ton ayçiçeği, 100 bin ton fındık olmak üzere süpürge otu, meyvecilik, kavaklık gibi alanlar yaygındır ve buralardan enerji elde edilebilecek atıklar oluşmaktadır. Basit bir hesapla Sakarya'da kolay ulaşılabilir 500 bin ton pelet ham maddesinin olduğu tahmin edilebilir.

Dünyada gelişen tarımsal aktivitelerden birisi de enerji bitkileri tarımıdır. Biyokütle peleti yapılabilecek, enerji değeri yüksek, dekardan 2,5-3 tona kadar kuru madde verimi verebilen enerji bitkileri ülkemiz ve bölgemizde de denenmekte hatta yetiştirilmektedir. Ayrıca üretimde değerlendirilemeyen veya verimsiz arazilerde yetişen enerji bitkileri kullanılarak faydalanılamayan arazilerden kazanç elde edilebilir.

Diğer yandan yine bölgemizde pelet yapılarak değerlendirilebilecek yılda 400 bin ton civarında ortaya çıkan broyler altlığı bulunmaktadır. % 25 rutubetle çıkan broyler altlığının

enerji değeri de tahıl saplarına yakındır. Yalnız broyler altlığının kül oranı yüksek, azot ve kükürt içeriğinden dolayı yakma tesislerinde korozyona neden olma gibi dezavantajları bulunmaktadır. Bununla birlikte sadece kümes atıklarından yapılan peletler hava emisyon değerlerini sağlayabilmektedir. Kümes atıkları kalorifik değerleri yüksek, yanma özellikleri iyi ve pelet kalitesi yüksek ham madde kaynakları ile belli oranlarda harmanlanarak kaliteli pelet yakıtları elde edilebilir ve yine bu yakıtlar kümeslerin ısıtılmasında kullanılabilir.

Pelet Üretim Prosesi (Süreci)

Peletleme prosesinde 3 temel operasyon birimi bulunmaktadır: kurutma, öğütme ve yoğunlaştırma (pelet). Peletlenecek biyokütle ürününün yaklaşık %10 kuruluğa kadar önceden kurutulması gerekir. Eğer kurutma tesis dışında yapılıyor ise mutlak gerekli bir proses değildir. Hatta kurutma prosesinin olmaması pelet üretim maliyetini ciddi oranda düşürür. Rotary drum kurutucu, yüksek sıcaklıklı buhar kurutucu, flash kurutucu, belt kurutuculardan herhangi biri bu amaçla kullanılır. Enerji kaynağı olarak doğal gaz, fuel-oil gibi bilindik yakıtlar kullanıldığı gibi maliyet avantajından dolayı biyokütle enerji kaynaklı yakıtlar da kullanılabilir.

Kurutmadan sonra, öğütücüde kuru biyokütle peletlemeye müsait partikül boyutu olan 3-6 mm parçacık boyutuna kadar küçültülür. Parçalar büyük ve sert yapıda ise öğütücünün önüne kırıcı da koyulabilmektedir. Öğütülen biyokütle ardından pres ünitesinde basınçla pelet şeklini alır. Bireysel pelet yoğunluğu 1000 - 1200 kg/m³ arasında değişir. Bu pelet yığının hacim ağırlığı ise pelet boyutuna bağlı olarak 550 - 700 kg/m³ arasında değişir. Pelet yoğunluğu ve sağlamlığı ham maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerine, sıcaklığa ve presde uygulanan basınca bağlıdır. Bazı operasyonlarda, öğütülmüş materyal preslemeden önce 100°C'nin üzerinde yüksek sıcaklıklı buhar ile muamele edilir. Yüksek sıcaklıktaki buhar ham maddenin sıcaklık ve rutubetini artırarak biyokütle içindeki doğal yapışkan bağlayıcıların ortaya çıkmasını sağlar. Aynı zamanda rutubet de bağlayıcılık özelliğini artırır. Bazı durumlarda pelet yoğunluğunu artırmak, yüzeyine düzgün şekil vermek ve yine bağlayıcılığı artırmak için bağlayıcı kimyasallar eklenebilir. Örneğin hayvan yemlerinde kalsiyum lignosulfonat, kolloidler, bentonit, nişasta, protein ve kalsiyum hidroksit kullanılır. Bu maddelerin karışıma ağırlıkça %2.6 oranında karıştırılması pelet sağlamlığını artırmaktadır. Odunsu biyokütle bünyesinde fazla miktarda reçine ve lignin içerir. Lignin oranı yüksek madde yüksek sıcaklık ve basınçta preslendiğinde lignin yumuşayarak yapıştırıcı haline gelir. Bu nedenle odundan yapılan peletler daha yoğun ve dayanıklıdır. Bitkilerin lignin oranı düşük olduğu için bitki

peletleri daha az yoğun ve dayanımları düşük olur. Odunsu maddeler harmanlanarak belli oranda samansı bitkisel materyal ile karıştırıldığında pelet daha dayanıklı hale getirilebilir. Zaten pelet tesislerinde presleme 70°C – 90°C sıcaklıklarda yapılır. Şekil verici pelet ünitesinde de sürtünmeden dolayı sıcaklık yükselir ve dayanıklı peletler elde edilir.

Peletlemede iki tip presleme şekli vardır ve günümüzde ağırlıklı olarak düz ve çember kalıplı presler kullanılmaktadır. Düz kalıp preste; sıralı delikli disk üzerinde bir, iki ya da daha fazla sıkıştırma silindiri (daha çok 2 silindir) yaklaşık olarak 2-3 m/s hızla dönmektedir. Diskler vasıtasıyla materyal kalıp deliklerinde sıkıştırılmakta ve kalıbın şeklini alarak peletlenmiş olarak çıkmaktadır. Çember kalıplı preslerde ise dönen delikli çemberin iç çevresine bastıran sıkıştırma silindirleri (normalde 2 veya 3 adet) sürekli olarak dönmektedir. Materyal kalıp deliklerinde sürekli olarak sıkışarak peletlenmiş olarak kalıptan çıkmaktadır.

Şekil verilen peletler prestin çıktıklarında sıcaklıkları 150 °C kadardır ve rutubetten dolayı yumuşak olur. Peletler soğutucu depoya alınarak basınçlı hava ile soğutulur ve bu esnada %8 rutubete kadar kuruma sağlanır ve ortam sıcaklığına getirilir. Soğumuş ve sertleşmiş peletler soğutucudan alınarak konveyör sistemle depo alanına alınır. Depolama alanına giderken peletler elek sisteminden geçirilerek içindeki tozsu parçalar ayrılabilir.

Üretim prosesinin sonunda isteğe bağlı olarak paketleme ünitesi bulunur. Pelet biyoyakıtlar genel olarak dökme şeklinde pazarlanır fakat perakende pazara verilecek ise paketlenerek 18-25 kg çuvallarda satılır.

SONUÇ

Çevremizde oldukça bol miktarda bulunan, çeşitliliğe sahip olan, halen düzenli kullanım ve değerlendirme imkanı olmadığı için problem oluşturan biyoyakıt kaynakları; modern yakıt pelet haline getirilerek hem ülke ekonomisine kazandırılabilir hem de çevre kirliliğine çözüm getirilebilir. Pek çok ülke kendi ekosistemlerine elverişli olan tarımsal ürünlerden alternatif enerji elde etmektedir. Enerjide büyük oranda dışa bağımlı olan ülkemizin enerji arzındaki süreklilik, iç kaynaklardan güven altına alınabilir. Enerji bitkileri yetiştiriciliği, üreticiler için ek bir ürün haline gelerek tarıma elverişsiz araziler değerlendirilebilir. Pelet, mevcut enerji dönüşüm sistemlerine uygun bir yapıda olduğundan yeni sisteme geçişler sıkıntı oluşturmayacak ve pelet üretim tesislerinde yeni iş alanları oluşacaktır.

