Kentsel Katı Atıkların Kullanımına Yönelik Mesleki Becerilerin Geliştirilmesi ve Tarımda Organik Atıklar

2020-1-UK01-KA202-079054

IO1 - Eğitim Kiti

Onay

Avrupa Komisyonu'ndan Hibe Sözleşmesi—2020-1-UK01-KA202-079054, ERASMUS+ Stratejik Ortaklık projesi “Kentsel Katı Atıkların ve Organik Atıkların Tarımda Kullanımı için Profesyonel Becerilerin Geliştirilmesi ve Tarımda Organik Atıklar” kapsamında finansman almıştır.

Feragatname

“Avrupa Komisyonu'nun bu yayının üretimine verdiği destek, yalnızca yazarların görüşlerini yansıtan iç eriklerin onaylandığı anlamına gelmez ve burada yer alan bilgilerin herhangi bir şekilde kullanılmasından Komisyon sorumlu tutulamaz”.

Telif hakkı bildirimi

© 2020 - 2022 DESUWOW Konsorsiyumu

İçerik

Eğitim Metodolojisi **5**
Konuşmak 5
Grup tartışması 5
Vaka Analizi 5
Çevrimiçi Eğitim Programı **6**
Hedef Grup: 6
Eğitim Programının Amaçları: 6
Eğitim Kılavuzunun Amaçları: 7
Eğitim Müfredatının Amaçları: 7
Eğitim Lideri: 7
Öğrenme Yöntemleri: 8
Görsel: Görerek öğrenme 8
Kinestetik: Hareketle öğrenme 9
İşitsel: Dinleyerek öğrenme 9
Eğitimin Yapısı ve İçeriği: 9
Süreç: 12
Kaynaşma: 12
Bölüm 1 - Enerji ve Kaynakları **14**
Tanıtım 14
Konvansiyonel Enerji Kaynakları 15
Konvensiyonel Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkileri 16
Konvensiyonel Enerji Kaynaklarının Avantajları 17
Konvensiyonel Enerji Kaynaklarının Dezavantajları 18
Yenilenebilir Enerji Kaynakları 19
Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkileri 21
AB Enerji Yönetmeliğine Genel Bakış 22
Bölüm 2 - Enerji Kaynakları için Biyokütle **25**
Geçmiş Deneyimler 25
Biyokütleye Giriş 26
Biyokütle Türleri ve Özellikleri 26
Odun ve Tarımsal Yan Ürünler 26
Atık 27
Çöp Gazı ve Biyogaz 27
Alkol Yakıtı 28
Etanol 28
Biyodizel 29
Enerji Kaynağı Olarak Biyokütle Kullanımı 30
Bölüm 3 - Enerji Amaçlı Biyokütle Kullanım Yöntemleri **33**
Biyokütle Kullanımına Giriş 33
Biyokütle Ön Arıtma Yöntemleri 33
Ekstrüzyon Ön Muamele 34

Asit Ön Arıtma 34
Alkali Ön Arıtma 35
Organosolv Ön Arıtma 35
İyonik Sıvı Ön Arıtma 36
Buhar Patlaması Ön Arıtma 36
Amonyak Elyafı Patlama Ön Arıtma (AFEX) 37
Sıvı Sıcak Su (LHW) Ön Arıtma 37
Biyolojik Ön Arıtma 38
Biyokütle Konversiyonu Metotları 39
Doğrudan Yanma 39
Gazlaştırma 39
Piroliz 39
Anaerobik Sindirim 40
Sıvılaşma 40
Dolaylı Sıvılaşma 40
Doğrudan Sıvılaştırma 41
Hidroliz- Fermentasyon Sıvılaştırma 41
Termodinamik Sıvılaşma 41
Piroliz 41
Hidrotermal 41
Bölüm 4 - Biyokütleden Enerji Üretimi 43
Biyoenerji Çeşitleri 43
Biyoenerji 43
Biyoyakıt 43
Biyogaz 44
Biyoenerji Üretim Akışı 45
Biyoenerji Üretimindeki Sorunlar 45
Operasyonel Zorluklar: 46
Ekonomik Zorluklar: 46
Sosyal Sorunlar: 46
Politik Sorunlar: 47
AB Politikası ve Biyoenerji Yönetmeliği 47
Bölüm 5 - Biyokütle Dönüşüm Teknolojileri 51
Biyokütle Dönüşüm Süreci Türleri 51
Isı ve Elektrik Üretimi 51
Biyoyakıt Üretimi 52
Biyodizel 52
Biyodizel Üretim Teknolojileri 53
Doğrudan Kullanım (Seyreltme) veya Karıştırma 53
Piroliz 53
Mikro Emülsifikasyon 53
Transesterifikasyon 54
Biyoetanol 58
Biyoetanol Üretim Süreci 59

Ön arıtma süreci 59
Hidroliz 60
Fermentasyon süreci 61
Biyogaz Üretimi 62
Ön arıtma süreci 63
Anaerobik Sindirim Teknolojileri 64
Bölüm 6 - Enerji Üretimi için Biyokütlenin Sürdürülebilirlik Yönleri 68
Geçmiş Deneyimler 68
Çevresel Yön 68
Ekonomik Yön 70
Sosyal Yön 71

Eğitim Metodolojisi

Eğitim programı boyunca çeşitli eğitim yöntemleri kullanılabilir. Amaç, katılımcıları farklı yöntemlerle tanıştırmak için her fırsatı değerlendirmektir. Çoğu oturum, katılımcıların katkılarına dayanmaktadır. Eğitim liderinin/liderlerinin ana rolü, bu katkıları taktiksel sorgulama ve tartışmaları yönlendirme yoluyla ortaya çıkarmaktır.

Doğal olarak, deneyimli bir eğitim lideri tüm oturumlarda önerilen yaklaşımı kabul etmeyecektir yaratıcı bir katılımcıya birçok olasılık açıktır ve eğitim liderinin tercih ettiği ve en iyi olduğuna inandığı yöntemleri seçmesi önemlidir. Ayrıca, kılavuzda belirtilmeyen birçok konu ve sorun, eğitim programı sırasında muhtemelen dikkat gerektirecektir bu nedenle oturum kılavuzlarını tam olarak takip etmek mümkün olmayacaktır. Kılavuz, kesin bir ders planından ziyade bir fikir ve bilgi kaynağı olarak görülmelidir.

Eğitim programı sırasında uygulanabilecek bazı eğitim yöntemleri vardır:

İletişim- Konuşmak

Bu yöntem, katılıma izin vermek ve katılımcıların konunun bağlamını daha iyi anlamaları için daha derin bilgiler getirmek için kullanılabilir. Katılımcılar, sorularını konuşmacılara yöneltebilir veya oturum sırasında küçük ve kısa bir tartışma geliştirebilirler.

Konuşma oturumu için uygun konu ve bilgiler arası katılımcıların öğrenmeye ve dinlemeye olan

ilgisini sürdürmek önemlidir.

Grup Tartışması

Grup tartışma yöntemleri, konu hakkında daha fazla anlayış elde etmek için katılımcılar arasında bilgi, fikir ve bakış açısı geliştirmeye ve değiş tokuş etmeye yardımcı olabilir. Ayrıca daha küçük grupta katılımcılar daha etkili iletişim kurabilir ve kendilerine olan güvenlerini artırabilir. Her grup tartışmasından sonra, katılımcılar sunum, konuşma veya herhangi bir raporlama biçimiyle Tartışmalarının sonuçlarını “raporlamalıdır”.

Bazı noktalarda, konuyu yararlı bir şekilde tartışamadıkları iç in bir gruptaki her katılımcının katılımı nedeniyle grup tartışması başarısız olabilir. Eğitim lideri bunu izlemek için bir nokta olarak almalı ve her gruba tartışmanın ilerleyişi hakkında düzenli olarak soru sormalıdır.

Vaka Çalışması

Vaka çalışması yöntemi, grup tartışmasına biraz benzer, ancak vaka çalışması, diğer gruplara veya katılımcılara sunabilecekleri bir sonuç elde etmek için nedenlerini analiz etmeleri, çözmeleri ve değerlendirmeleri gereken belirli konuları belirleyecektir. Bu vaka çalışması küçük bir grup veya bireysel olarak oluşturulabilir, katılımcı sayısına bağlıdır.

Vaka çalışması etkinliğini oluşturmadan önce, eğitim lideri yanıtları önceden almalıdır, çünkü grupların sonuçları, bazı belirli konular hakkındaki bilgi ve bilgilerinin sınırlı olması nedeniyle yanlış olabilir.

Günümüzde COVID-19 kısıtlaması nedeniyle bazı eğitim programlarının çevrimiçi olarak uygulanması gerekir, ancak durumun ilerlemesi ile eğitim programı yüz yüze olarak da uygulanabilir.

Çevrimiçi Eğitim Programı

Çevrimiçi eğitim programı, bu COVID-19 durumunda uygulanacak güvenlik açısından önemli ölçüde daha iyi bir şeydir. Bu yöntem için kullanılabilecek bazı kılavuzlar vardır:

- Çevrimiçi eğitim programı bazı çevrimiçi platformlarda uygulanabilir Zoom gibi uygulama
- Bir grup tartışması yapmak için organizatörler, katılımcılar birbirinden küçük gruplara ayırmak için ara odaları oluşturabilir.
- Ara odasındaki grup tartışması sırasında, organizatörler tüm katılımcılara tartışmayı hızlandırmaları için hatırlatıcı olabilecek bir zamanlayıcı koyabilir
- Bazen bağlantı sorunları programı geciktirebilir, organizatörler oturumlar arasında tahmini boş zaman oluşturmalıdır
- Online oturum sırasında bile, katılımcılara biraz ferahlık vereceği ve program sırasında katılımcıları “uyandırabileceği” için kaynaşma ve enerji verici programa dahil edilmesi önemlidir.
- Bir veya iki düzenleyici üye not alıcı olarak sorumluluk almalıdır. Katılımcıların internet bağlantılarında bazı sorunlar olabilir, gün içi oturumlarda alınan notlar katılımcıların tekrar okuyup yeniden değerlendirmeleri açısından oldukça faydalı olacaktır.

Müfredat

Hedef Grup:

Bu kılavuzda açıklanan eğitim programı, gelecekteki çalışmaları için biyokütle kullanımı ve yenilenebilir enerji hakkında temel eğitime ve tanıtıma ihtiyaç duyan kişilere yöneliktir; bu tür alanlarda çalışıyor olabilir.

Katılımcıların eğitimden faydalanabilmeleri için biyokütle ve enerji ve uzman oldukları diğer konular (örn: sürdürülebilirlik, proje yönetimi, tarım, ormancılık, iletişim, kamu politikası, vb).

Eğitim Programının Hedefleri:

Genel olarak DESUWOW'un eğitim programının uygulanmasının neden önemli olduğu konusunda kendi amaçları vardır.

Hedefler:

- Yenilikçi ve modern bir eğitim programı ve programının geliştirilmesi
- Hedeflenen ihtiyaçları ve yeterlilikleri belirleyin ve analiz edin

Bir dizi hedefli pilot denemenin gerçekleştirilmesi ve aktarılan e-öğrenme içeriği

- Biyokütle enerjisi ile ilgili yeni mesleki beceriler geliştirmek
- AB'nin YEK taleplerini teşvik etmek
- AB'de atıkların yeniden kullanımı için farkındalık yaratma ve yenilik transfe

- Kırsal alanlarda yenilikçiliği, girişimciliği ve istihdamı teşvik etmek kırsal alanlarda yaşam kalitesinin iyileştirilmesini desteklemek ve göçü azaltmak
- Çevre bilincini teşvik etmek

Yukarıdaki amaçların dışında, eğitim programının bir diğer amacı da katılımcılara biyokütle ve yenilenebilir enerji, kullanımı ve prensipleri hakkında temel bilgiler vermektir.

Özellikle, kurs katılımcıların yeteneklerini geliştirmelidir:

- Yenilenebilir enerji ile ilgili çevresel sorunlarla mücadele konusunda yaratıcı düşünmek ve biyokütle
- Bilginin geliştirilmesinde etkin bir şekilde organize olmak ve katkıda bulunmak, çevre sorunları ile ilgili istişareler
- Kapasite geliştirme grubu olarak kendi küçük gruplarında bu tür eğitimleri yürütmek
- Eğitim programının sonuçlarını ve etkinliğini değerlendirmek

Eğitim Kılavuzunun Amaçları:

Eğitim kılavuzu, ilgili alanlarda ilgilenen veya profesyonel olarak çalışan katılımcılara biyokütle ve yenilenebilir enerji ile ilgili bilgi sunumu konusunda bazı yaratıcı yaklaşımlar sağlamayı ve farkındalığı artırmayı amaçlamaktadır. Eğitim kılavuzu yalnızca eğitim lideri/liderleri tarafından kullanılmak üzere tasarlanmıştır (eğitimdeki katılımcılarda kılavuz bulunmamalıdır).

Kılavuz, kursun oturum oturum nasıl yürütülebileceğini açıklar. Her oturum, hedefler, süre ve ihtiyaç duyulan malzeme hakkında bilgi ile başlar. Katılımcılar için broşürler dahildir ve gerektiğinde çoğaltılabilir.

Eğitim Müfredatının Amaçları:

Müfredat, bilgilerini katılımcılara aktaracak liderler yetiştirmek için bir eğitim aracı olarak geliştirilmiştir. Katılımcıların yeteneklerine güvenmelerini ve eğitim programından kazandıkları yaratıcı fikirleri gelecekteki işlerine ve/veya yeniliklere uygulayabilmelerini sağlamak için ç eşitli teorik çerçevelere dayalı katılımcı teknikler kullanır.

Eğitim Lideri:

Eğitimden sorumlu kişi/kişiler çevre, sürdürülebilirlik, gençlik faaliyetleri ve/veya enerji alanlarında eğitimli, kalifiye ve/veya deneyimli olmalıdır. İyi bir eğitim lideri şu özelliklere sahip olmalıdır:

- **Bir kolaylaştırıcı**: Bir eğitim lideri, katılımcılarla işbirliğine dayalı bir ilişki ve öğrenme oluşturabilmeli ve kurabilmelidir. Katılımcılara bir konuda geri bildirim

vermek veya katılımcıları düzeltmek de dahil olmak üzere katılımcılara olumlu ifadeler ve takviyeler oluşturabilirler.

- **Kapsayıcı**: Bir eğitim lideri, ırkları, cinsel tercihleri ve dinleri ne olursa olsun tüm katılımcıların program sırasında kendilerini güvende ve rahat hissetmelerini sağlamak için kapsayıcı bir ortamı sürdürebilmeli ve yaratabilmelidir. O katılımcılara güven ve açıklık geliştirebilir, böylece katılımcılar dürüstçe konuşmakta kendilerini rahat hissederler ve tüm farklı görüşlere saygı duyulur.

- **Tartışmaya tüm katılımcıları dahil etmek:** Bazen katılımcılar düşünce ve görüşlerini forumda göstermekte zorlanırlar, bir eğitim lideri bu duruma duyarlı olmalı ve tüm katılımcıların tartışmaya dahil olmasını sağlamanın bir yolunu bulmalıdır. Katılımcıları bireysel olarak sorgulamak, onların konuşmalarına ve tartışmaya fikirlerini dahil etmelerine yardımcı olabilir ayrıca, alanlar hakkındaki deneyimleri, durum hakkındaki görüşleri vb. gibi bazı spesifik sorular sormak da önemlidir.

- **İyi bir dinleyici:** Bir eğitim lideri daha esnek olmalı ve program sırasında katılımcıların ne istediğini dinlemelidir, katılımcıların ihtiyaç duyması halinde daha fazla tartışma yapılabilir, vb.

- **Dürüst:** Bir eğitim lideri, bilgi, deneyim vb. gibi sınırlılıkları konusunda katılımcılara karşı dürüst olmalıdır. Eğitim lideri sorunun her cevabını biliyormuş gibi yapmak yerine, cevabı bilen başka bir katılımcıya sormak daha iyidir.

- **Zaman yönetiminde iyi:** Bir eğitim lideri, konuyu ne zaman değiştireceği, bir tartışmayı ne zaman sonlandıracağı, ç ok uzun konuşan birini ne zaman keseceği ve ne zaman izin vereceği dahil olmak üzere iyi bir zamanlama anlayışı geliştirebilmelidir sessizlik biraz daha devam eder.

Öğrenme Yöntemleri:

Eğitim lideri, katılımcıların aşağıdakiler gibi farklı şekillerde öğrenebileceklerinin farkında olmalıdır:

- Görsel
- Hareket (Kinestetik)
- İşitsel (İşitme)

Her katılımcının, kendilerinde çalışan baskın duyu alıcıları da dahil olmak üzere farklı öğrenme stilleri vardır- yukarıda açıklanmıştır. Bir eğitim lideri, katılımcılarla daha verimli ve etkili çalışan öğrenme yöntemlerinin hangileri olduğunu sorabilir veya oylayabilir.

Görsel: Görerek öğrenme

İki tür görsel öğrenici vardır, dilsel ve uzamsal olabilir. Görsel-dilsel öğrenenler, okuma ve yazma gibi yazılı bir dil aracılığıyla öğrenmeyi tercih ederler. Ve görsel-uzaysal öğrenenler ile çizelgeler, videolar veya diğer grafik materyalleri gibi daha grafik dil türlerini kullanmayı tercih ederler.

Görsel-dilsel öğrencileri desteklemek için program:

- Yazılı sunum notları sağlamalıdır
- Yazılı ödevler vermelidir.

Görsel-uzaysal öğrenenleri desteklemek için program şunları yapmalıdır:

- Sunum veya açıklama sırasında grafikler, çizimler, çizelgeler vb. kullanın
- Bazı grafikler veya resimlerle yazılı bilgi sağlayın
- Programın ana hatları, gündemleri vb. dahil olmak üzere okuma ve not alma için broşürler sağlayın.

Kinestetik: Hareketle öğrenme

Baskın kinestetik duyu alıcılarına sahip katılımcılar, program sırasında çok az hareket olduğunda odaklarını kolayca kaybedebilirler. Baskın kinestetik olan katılımcılar, eğitim lideri veya diğerleri açıklama ve/veya sunum yaptığında not alabilir.

Kinestetik öğrencileri desteklemek için program şunları yapmalıdır:

- Katılımcıları ayakta tutmak ve hareket ettirmek için buz kırıcılar gibi bazı aktiviteler sağlayın, enerji vericiler, vb
- Öğrenme süreç leri sırasında renkleri kullanmayı sevdikleri iç in odaklanmalarını sağlamak için bazı vurgulayıcılar, renkli işaretleyiciler sağlayın
- Katılımcıların bazı bilgileri veya bilgileri başka bir ortama aktarmalarına izin verin, örneğin bir tablo.

İşitsel: Dinleyerek öğrenme

Katılımcılar daha işitsel olabilir. Bir eğitim lideri, bir programı daha sözel ve konuşma merkezli olarak desteklemeli ve kolaylaştırmalıdır.

İşitsel öğrencileri desteklemek için program şunları yapmalıdır:

- Beklenti, gündem ve kilit noktalar hakkında her oturumda programın veya herhangi bir yeni konunun bir özetini sağlayın
- Beyin fırtınası, grup tartışması vb.
- Katılımcılar ve eğitim lideri arasında bir konuşma geliştirin
- Katılımcılardan sorularını kağıda yazmak yerine “konuşmalarını” isteyebilir

Eğitimin Yapısı ve İçeriği:

Eğitim altı konuya ayrılmıştır. Bu, katılımcıların gerçek ihtiyaçlarına uyacak şekilde ayarlanması gereken bir “model taslak” veya öneri olarak görülmelidir. Konular ve oturumlar gerektiği gibi eklenebilir veya çıkarılabilir ve eğitim programının herhangi bir bölümüne az veya çok zaman ayrılabilir, uygulamalı alıştırmalar için zaman artırılabilir, vb.

Bunlar eğitim içerikleri:

- A4/1 - Giriş Enerji Kaynakları
- A4/2 Enerji kaynakları için biyokütle
- A4/3 Enerji amaçlı biyokütle kullanım yöntemleri
- A4/4 Biyokütleden enerji üretimi
- A4/5 Biyokütle dönüştürme işlemi
- A4/6 Enerji üretimi için biyokütlenin sürdürülebilirlik yönleri

Aşağıda süre, anahtar kelimeler ve hedefler dahil olmak üzere eğitim içeriklerinin detayları yer almaktadır. Eğitim liderlerinin içerikleri daha iyi anlamalarına ve bunu katılımcılara daha iyi sunabilmelerine yardımcı olacaktır.

A4/1 - Giriş - Enerji Kaynakları	
Süre	2 saat (grup tartışması ve Soru-Cevap dahil)
Anahtar Kelimeler	Enerji, yenilenebilir enerji, fosil enerji, elektrik, yeşil enerji
Hedefler	● Tanımı anlar ve genel olarak enerji hakkında açıklama yapabilir. ● Fosil enerji ve yenilenebilir enerji arasındaki farkı anlayın ● Yenilenebilir enerjinin önemini bilir ● Avrupa Birliği'ndeki enerji yönetmeliğini bilir
Tanım	Enerji, insan yaşamının desteklenmesinde çok önemli olan ana bileşenlerden biridir. Enerjiyi fosil kaynaklardan yenilenebilir kaynaklara kaydırmak bir zorunluluktur. Bu, temiz ve yenilenebilir enerji hakkında daha iyi bir anlayış sağlayacaktır. Enerji kaynağının bilinmesi çok önemli olduğu için yenilenebilir mi değil mi? Yüksek sera gazı üretir mi?

A4/2 - Enerji kaynakları için biyokütle	
Süre	2 saat (grup tartışması ve Soru-Cevap dahil)
Anahtar Kelimeler	Biyokütle, tarım, atık, sürdürülebilirlik
Hedefler	● Biyokütlenin tanımını ve açıklamasını anlama ● Biyokütle türlerini bilir ve keşfedebilir ● Biyokütlenin karakterlerini anlayın ● Biyokütlenin enerjiye kullanımının avantajlarını bilir
Tanım	Biyokütle, yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak kullanılabilecek kaynaklardan biridir. Biyokütle, orman ürünlerinden ve hatta atmosfere daha fazla sera gazı yaratabilecek çöplükte depolanan enerji gibi başka bir şey için kullanılabilirse daha sürdürülebilir ve dairesel olacak belediye katı atıklarından olabilir.

A4/3 - Enerji kaynakları için biyokütle	
Süre	2.5 saat (grup tartışması ve Soru-Cevap dahil)
Anahtar Kelimeler	Biyokütle kullanımı, enerji, sürdürülebilir kalkınma
Hedefler	● Biyokütle kullanımını anlayın ve keşfedin ● Biyokütle kullanım yöntemlerini bilir ● Biyokütle kullanımının avantajlarını ve dezavantajlarını keşfedin
Tanım	Biyokütle, biyogaz ve biyoyakıt gibi bazı farklı enerji amaçları için kullanılabilen oldukça çok yönlü bir üründür. Kullanım ayrıca elektrik amaçlı veya araç yakıtı olarak da kullanılabilir.

A4/4 - Enerji amaçlı biyokütle kullanım yöntemleri	
Süre	2 saat (grup tartışması ve Soru-Cevap dahil)
Anahtar Kelimeler	Enerji üretimi, yenilenebilir enerji, sürdürülebilir kalkınma, biyoenerji, biyoyakıtlar
Hedefler	● Biyokütleden üretilebilecek enerji türlerini bilir ● Genel olarak her bir enerji kullanımı için biyokütle üretim şemasını anlayın ● Biyokütleden enerji üretiminin zorluklarını bilin ● Biyokütleden enerji üretimi ile ilgili Avrupa Birliği yönetmeliğini anlamak
Tanım	Biyokütleden enerji üretimi, yenilenebilir enerji ve nötr karbon emisyonu üretmenin sürdürülebilir bir yoludur. Enerji üretimi biyogaz, sıvı yakıt ve elektrik şeklinde olabilir. Biyokütlenin kalitesine ve türlerine ve süreçte kullanılan sistemlerin zorluklarına bağlı olarak uygulanabilecek biyokütleden farklı enerji üretimi türleri vardır.

A4/5 - Biyokütle dönüşüm süreci	
Süre	2.5 saat (grup tartışması ve Soru-Cevap dahil)
Anahtar Kelimeler	Biyokütle üretimi, gazlaştırma, yakma, **biraz daha ekleyin**
Hedefler	● Biyokütle üretim sürecini enerjiye dönüştürmek ● Biyokütle üretim şemasını anlayın ● Üretim sırasında emisyonu ve/veya atığı nasıl azaltacağınızı keşfedin ● Her üretim sürecindeki belirli karakterleri anlayın
Tanım	Yanma, gazlaştırma vb. gibi bazı biyokütle dönüşüm süreçleri vardır. Her sürecin farklı mekanizmaları ve karakterleri olduğu için dönüşüm süreçlerini anlamak önemlidir. Ayrıca, farklı biyokütle kullanımı türleri, farklı yöntemler ve sistemler kullanır.

A4/6 - Enerji Üretimi için Biyokütlenin Sürdürülebilirlik Yönleri	
Süre	2.5 saat (grup tartışması ve Soru-Cevap dahil)
Anahtar Kelimeler	Sürdürülebilirlik, enerji üretimi, çevresel etki, ekonomik etki, sosyal etki
Hedefler	● Enerji üretimi için biyokütle kullanımının sürdürülebilirlik görünümünü anlayın ● Biyokütlenin enerji dönüşümü için avantajlarını ve etkilerini anlayın ● Sürdürülebilirlikle ilgili çözülmesi gereken zorlukları keşfedin
Tanım	Ekonomik, çevresel ve sosyal yönler de dahil olmak üzere sürdürülebilirliğin biyoenerji yönleri açısından önemi hakkında bilgi vermek.

Süre:

Eğitim programını bu eğitim kılavuzunda önerildiği şekilde ve sağlanan tüm materyalleri kullanarak yürütmek yaklaşık 20 saat (3-5 gün) alacaktır. Anahatta ve bireysel oturumlarda ayarlamalar düşünüldüğünde, gereken gerçek süre hesaplanabilir

Buz Kırıcılar:

-Tüm komşularım….

Tüm katılımcılara bir daire oluşturmalarını söyleyin. Bir kişi ortadadır ve cümlenin başında “Tüm komşularım” ile kendisi/kendisi hakkında bir şeyler söylemek zorundadır. Örneğin, kişi "Bütün komşularımın… bir kedisi var" diyecektir - dairedeki, kedisi de olan tüm insanlar, dairenin ortasındaki bir kişiyle yer değiştirmek zorundadır. Çemberde yer bulamayan son kişi yeniden başlamalı ve “Bütün komşularımda...” demelidir. Bu, katılımcıların birbirlerini daha iyi tanımalarına yardımcı olan dinamik bir oyundur.

-**İki Gerçek, Bir Yalan**

3 ila 5 kişilik gruplara ayırın. Gruptaki her kişi, diğerlerine kendileri hakkında iki gerçek ve bir yalan söylemelidir. Grubun diğer üyeleri daha sonra hangi ifadenin yalan olduğunu tahmin etmelidir. Bitirdiklerinde,

gruplar en iyi 'yalancıları' seçebilirler, bu da daha sonra grupların geri kalanını kandırmaya çalışabilirler. Bu alıştırma, insanların bir kişiyi sadece dış görünüşünden ve söylediklerinden tanımanın ne kadar zor olduğunu anlamalarına yardımcı olur.

-**Hayvanların Sesleri**

Yaprak kağıtlar hazırlayın ve üzerine hayvan isimleri yazın (tavuk, inek, koyun, keçi,) - üzerinde her zaman aynı hayvanın olduğu en az 2 veya 3 kağıt olmalıdır. Katılımcılara dağıtın. Katılımcılardan hayvanlarının sesini
aynı anda çıkarmasını isteyin. Aynı sesleri çıkaran kişiler grup oluşturmalıdır. Bu, katılımcıların çekingenliğini ortadan kaldıran eğlenceli bir alıştırmadır. Ayrıca daha sonraki grup aktiviteleri için gruplar oluşturmak için de kullanılabilir.

-Zihin okuyucu

Gruptaki herkesten şunları yapmasını isteyin:

-1 ile 10 arasında bir sayı seçin ve gizli tutun.

-Bu sayıyı 9 ile çarpın.

-Bu numaranın 2 hanesi varsa, bunları toplayın.

-Bu sayıdan 5 çıkarın.

-Bu sonucu alfabenin bir harfine eşitleyin (1 = A, 2 = B, 3 = C vb.).

-O harfle başlayan bir ülke düşünün.

-O ülkenin ikinci harfiyle başlayan bir hayvan düşünün.

Ve sonra “Danimarka'da kaç kişi gri bir fil düşünüyordu?” diye sorabilir.

-**Gözleri Bağlı**

Katılımcılar çiftlere ayrılır ve çiftlerden birinin gözleri üzerinde bir göz bağı vardır. Diğeri ise gözü bağlı kişiyi odanın içinde ve odadaki masa, sandalye, kağıt tahtası gibi engellerin etrafından yönlendirmek zorundadır. 5 dakika sonra çift rol değiştirir ve lider gözleri bağlı kişi olur.

Bu alıştırma insanların birbirlerine güvenmelerine yardımcı olur, ancak aynı zamanda katılımcıların savunmasız bir durumda olmanın nasıl bir şey olduğunu anlamalarına da yardımcı olur.

Bölüm 1- Enerji ve Kaynakları

Amaç : Katılımcılara enerji ve kaynakları hakkında bazı bilgiler ve daha iyi anlayış sağlamak. Bu bölüm, enerjinin kendisinin - hem geleneksel hem de yenilenebilir - temel açıklamasına, avantajları ve dezavantajlarına ve ayrıca enerji ile ilgili AB düzenlemelerine genel bakışa odaklanacaktır.

— — — — —

Tanıtım

Enerji ve kaynakları ile ilgili içeriğe başlamadan önce, eğitmenler katılımcılara enerjinin kendisini hatırlatmak için kısa bir beyin fırtınası sağlayabilir.

|| Aktivite:

Enerjiyi ne zaman ve nerede kullandığımıza dair fikirleri listeleyin

Cevap: Enerjiyi her zaman kullanırız, yürüyüş ,koşma, bisiklete binme, konuşma vb. günlük aktivitelerimizi iç erir. Ve enerjiyi günlük aktivitelerimizi desteklemek için de kullanırız. araçlarımız için yakıtlar, ev aletleri ve ışıklar için elektrik vb.

Enerji, başta ekonomi olmak üzere birçok sektör için önemli ve hayati bir unsurdur. Enerji kaynaklarının uzun vadeli mevcudiyeti, ekonomik değiş tokuş lar ve çevresel yönler arasındaki dengeyi sağlamak için önemlidir ve gelecekteki topluluklar, ekonomi ve sürdürülebilirlik için büyük etkileri olan temiz enerji talepleri, gazı azaltma gibi bazı sorunlara yol açabilir. Emisyonlar, sera gazlarının kontrolü ve ayrıca enerji dönüşümü ve geçişlerine ilişkin ekonomi performansları. Sıfır emisyona düşük karbon üreten yeşil enerji sağlamak için gerekli yenilenebilir ve sürdürülebilir kaynaklar. Ancak kapasite geliştirme ve insanları yenilenebilir enerji ve sorumlu tüketim konusunda bilinçlendirmek bir zorunluluktur.

Çeşitli enerji formları vardır:

-Işık (radyan enerji)

- Isı (termal enerji)
- Mekanik

-Kimyasal

- Elektriksel

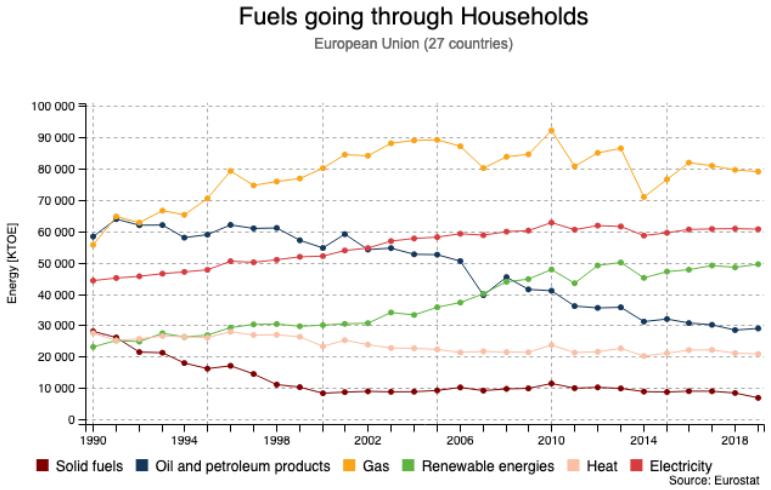
- Nükleer

Enerji kaynaklarına göre başlıca 2 tip vardır:

- Kömür, doğalgaz, petrol, nükleer gibi konvansiyonel kaynaklar veya yenilenemeyen kaynaklara atıfta bulunulan
- Biyokütle/atık, rüzgar, hidro, güneş , jeotermal gibi yenilenebilir kaynaklar

Anahtar Dünya Enerji İstatistikleri 2020'nin IEA raporuna göre , 2018 yılında dünya toplam nihai enerji tüketimi (TFC) petrolden %40,8, kömürden %10, biyoyakıt ve atıklardan %10,2, elektrikten %19,3, doğalgazdan %16,2 ve diğer kaynaklardan %3,5 olarak gerçekleşti. Verilerin gösterdiği gibi, nihai enerji tüketiminin çoğunluğu hala fosil yakıt kaynaklarından geliyo

Avrupa Birliği tarafından 2019-2020 dönemi için Eurostat üzerinden yayınlanan enerji dengesi verilerine göre, hanelerden geçen enerji kaynaklarının çoğunluğunu doğalgaz oluştururken, yenilenebilir enerjiler her yıl artıyor. Aşağıdaki Şekil 1.1'de ekli olarak, petrol ve petrol kaynakları azalmaktadır - henüz sıfıra ulaşmamıştır, ancak her yıl ilerlemektedir. Aşağıdaki şekil, katılımcılara hane tüketimi ile ilgili enerji - yakıtlar hakkında bilgi sağlamak için gösterilecek sunum slaytına dahil edilebilir.



Şekil 1.1. Evden geçen yakıtlar (Eurostat, 2019)

Konvansiyonel Enerji Kaynakları

Konvansiyonel enerji kaynakları, tükenebilecek sınırlı kaynaklara sahip oldukları için genellikle yenilenemez ve sürdürülebilir olmayan kaynaklar olarak adlandırılır. Bu enerji türü çevreye, insan sağlığına, güvenlik risklerine ve uzun vadeli depolama maliyetlerine zarar verecektir.

Bazı konvansiyonel enerji kaynakları vardır:

-Kömür, petrol, doğal gaz gibi madencilik üretim kaynakları. Bu geleneksel enerji kaynağına genellikle fosil yakıtlar denir ve bu kaynağın doğal olarak yeniden üretilmesi uzun yıllar aldığı için aslında yenilenemez enerji olarak sınıflandırılır. Fosil yakıtlar, çökeltiler tarafından gömülen ve milyonlarca yıldır yüksek basınç ve sıcaklıklara maruz kalan canlı organizmaların değiştirilmiş kalıntılarından elde edilen enerji kaynaklarıdır (Gerali, 2020).

-Nükleer kaynak - uranyum ve plütonyum atomlarının bölünmesinden elde edilen bu

enerji kaynağı. Nükleer enerjiyi üretmek için, yenilenemez faaliyete atıfta bulunabilecek madencilik operasyonuna ihtiyaç vardır, ancak nükleer enerji üretimi, sıfır emisyonlu bir enerji türü olduğu için temiz ve sürdürülebilir enerji olarak adlandırılabilir, minimum atık üretir ve aşağıdakilerden oluşur. enerji yoğun.

|| Nükleer hakkında eğlenceli gerçek:

1 uranyum peleti (~1 inç boyunda) = 17.000 fit küp doğal gaz = 120 galon petrol = 1 ton kömür (ABD Enerji Bakanlığı).

Konvansiyonel Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkileri

Konvansiyonel enerji kaynakları yenilenemez olduğundan ve madencilik faaliyetlerinden kaynaklanan, özellikle fosil yakıt üretim endüstrilerinden kaynaklanan bazı çevresel etkiler vardır. Çevresel etkiler hava, su ve toprak olmak üzere üç farklı boyuta ayrılacaktır. Endüstriler arasında kömür ve madencilik endüstrileri ve petrol rafinerileri vardı.

Tablo 1. Fosil Yakıtlar Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkileri

Industry	Air	Water	Soil
Madencilik Faaliyetleri ve Sanayi	Toz kirliliği - Bu kirlilik, madencilik ürünlerinin çıkarılması, taşınması ve depolanması gibi üretim ve madencilik süreçleri sırasında meydana gelebilir. Madencilik işlemi sırasında hava kirliliğine de neden olabilecek patlama ve yangın riski vardır. Sera gazı olarak kabul edilen yakma işleminden atmosfere karbondioksit ve kükürt dioksit salınımı Madenlerden kaynaklanan partikül maddeler (PM), küresel ısınma kirliliğine neden olabilir ve solunum sorunları ve erken ölüm gibi insan sağlığını etkileyebilir.	Yüksek asitli maden suyunun su ekosistemini ve ayrıca suyu doğrudan kullanan toplulukları olumsuz etkileyebilecek yüzey ve yeraltı sularına kontaminasyonu	Kömür madenciliği faaliyetleri sırasında (özellikle yüzey yöntemi) toprak kaldırıldığından, nehir gibi su kütlelerinde toprak bozulması, erozyon ve tortulaşma olacaktır. Madencilik faaliyetleri sırasında doğal yerlerinden uzaklaştırılan bitki örtüsü ve toprağın neden olduğu arazi tahribatı olacaktır. Madencilik faaliyetleri sırasında, kömür atıklarından ve uçuştan kaynaklanan ve toprağı kirletebilecek toksik elementler bulunmaktadır.

	Kömür madenciliği faaliyetlerinde atmosferde uzun süre kalan ve küresel ısınmaya neden olabilen karbondioksit, metan, azot oksit ve diğer ısı tutucu gaz türleri gibi bazı sera gazları bulunmaktadır.		
Petrol işleme/rafineri	Kükürt dioksit (SO2), azot oksitler (NOx), hidrojen sülfür (H2S), hidrokarbonlar (OH), karbon monoksit (CO), karbondioksit (CO2), partikül madde, diğer toksik organik bileşikler ve kötü koku emisyonları petrol işleme ve rafineri faaliyetlerinden kaynaklanan hava kirliliğine neden olabileceği gibi insan sağlığına da olumsuz etkiler yaratacaktır. Üretimden atmosfere bazı zararlı gazlar çıkarabilecek patlama ve yangın riskleri vardır.	Soğutma için büyük miktarlarda su kullanımı - tatlı su kaynakları kullanılıyorsa, belirli alanlarda su kıtlığına neden olabilir Hidrokarbonlar, kostikler, yağ, krom ve gaz kauçuklarından çıkan atıkların hem yüzey hem de yeraltı su kaynaklarına emisyonları	Katran, tank dipleri ve kullanılmış katalizörler gibi rafineri sistemindeki atık arıtmadan kaynaklanan, toprağı kirleten ve zarar veren tehlikeli atık çamurları

Konvansiyonel Enerji Kaynaklarının Avantajları

Günümüze kadar konvansiyonel enerji kaynakları, iyi gelişmiş teknoloji ve sistemlerle ilgili bazı avantajlar olduğu için dünya çapında birçok tüketici tarafından hala kullanılmaktadır. Aşağıda geleneksel enerji kaynaklarının bazı avantajları bulunmaktadır:

1. Teknolojik olarak verimli ve uygun maliyetli

Konvansiyonel enerji kaynakları, çok uzun süredir kullanılan kaynaklar olarak teknolojik açıdan verimlidir ve halen piyasadaki enerji kaynağının çoğunluğunu oluşturmaktadır. Sonuç olarak, hala küresel olarak hem konut hem de ticari amaçlar için kullanılmaktadırlar. Kömür, doğal gaz ve petrol gibi geleneksel enerji kaynakları, bol miktarda bulunan ve yenilenebilir olan rüzgar veya güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla hala enerji kaynaklarının çoğunluğunu oluşturmaktadır. Hepimiz geleneksel enerji kaynaklarının ne kadar bol olduğunu ve uzun süredir var olduğunu biliyoruz, bu nedenle çok uygun maliyetli olmaları şaşırtıcı değil. Ayrıca konvansiyonel enerji kaynakları, iyi geliştirilmiş sistem ve teknolojiler nedeniyle daha fazla enerji sağlar. Bu onları küresel ölçekte hala birincil enerji kaynağı yapıyor.

2.Kaynakların kullanılabilirliği

Yenilenebilir enerji kaynağı teknolojisinden farklı olarak, geleneksel enerji üretim teknolojisinin bilgileri topluluklara iyi bir şekilde dağıtılır ve bilgilendirilir - günlük yaşamda bize daha aşinadır. Hem doğal ormanlardan hem de tarlalardan elde edilen yakacak odunları düşünün. Kırsal alanlardaki insanlar bunları yemek pişirmek gibi günlük olarak çeşitli amaçlar için kullanırlar. Erişim kolaylığı nedeniyle, iyi bilinen bir enerji kaynağıdır. Ulusların çoğu, güç ihtiyaçlarını karşılamak için ona güveniyor.

3.Aşinalık

Yeni yenilenebilir enerji kaynağı teknolojisinden farklı olarak, geleneksel enerji üretim teknolojisinin bilgileri topluluklara iyi bir şekilde dağıtılır ve bilgilendirilir - günlük yaşamda bize daha aşinadır. Hem doğal ormanlardan hem de tarlalardan elde edilen yakacak odunları düşünün. Kırsal alanlardaki insanlar bunları yemek pişirmek gibi günlük olarak çeşitli amaçlar için kullanırlar. Erişim kolaylığı nedeniyle, iyi bilinen bir enerji kaynağıdır. Ulusların çoğu, güç ihtiyaçlarını karşılamak için ona güveniyor.

4.Kullanışlı

Konvansiyonel enerji kaynaklarının ne kadar bol olduğunu ve uzun süredir var olduğunu biliyoruz, bu nedenle bunların çok uygun maliyetli olmaları şaşırtıcı değil. Yüzyıllar boyunca birçok geleneksel enerji rezervi keşfedildi ve bu da onları tüketim için hazır hale getirdi. Konvansiyonel enerji kaynaklarının tedarikç ileri, tüketicilerin enerji taleplerini karşılamalarını sağlayan bol miktarda stoğa sahiptir.

Geleneksel Enerji Kaynaklarının Dezavantajları

Geleneksel enerjiyi kullanmanın sağladığı faydalardan daha büyük sonuçları vardır. Hem çevre hem de insan sağlığı için geleneksel enerjiyi kullanmanın sonuçları ve olumsuz etkileriyle uğraşmak zorundayız. İşte geleneksel enerji kaynaklarının bazı dezavantajları:

1.Sınırlı konvansiyonel enerji kaynaklarına güvenin (bel bağlamak = rely on) (Bağımlılık Yapar)

Konvansiyonel enerji kaynaklarına hâlâ oldukça bağımlı olduğumuz ve bunun sonucunda yenilenebilir enerji kaynaklarına geç işimiz giderek zorlaşıyor. Ancak konvansiyonel enerji kaynaklarının oluşması yüzyıllar alıyor ve nüfus ve ihtiyaçlar (ev ve sanayi) arttıkça tüketim oranımız da arttı. Yenilenebilir enerjiye yönelik gerekli adımlar atılmazsa, konvansiyonel enerji kaynakları tükenecek ve daha yavaş oluşum hızları önemli hale gelecektir (özellikle evsel ve endüstriyel faaliyetler) işleri daha da kötüleştirecektir.

2. Sağlık sorunları

Konvansiyonel enerji kaynakları kullanıldığında insan sağlığına zararlı gazlar ve partikül madde (PM) yayarlar. Bu gazlara eskiden sera gazı emisyonları deniyordu. Solunum sorunları, geleneksel enerji kaynaklarının kullanımından kaynaklanan en yaygın sorun türüdür. Geleneksel enerji kaynaklarının yanması havayı, suyu ve toprağı kirletir. Madencilik sektöründe çalışanlar, iş kazası riskine maruz kaldıkları için daha büyük tehlikelerle karşı karşıyadır.

3. Tehlikeli yan ürünler

Konvansiyonel enerji üretiminden kaynaklanan, çevre ve insan sağlığı gibi sorunlara neden olan bir takım yan ürünler vardır. Örneğin, kömür yandığında yan ürün olarak uçucu kül

üretilir. Kömür santrallerinde çalışanlar ile kömür külü bertaraf alanlarının yakınında yaşayan sakinleri tehlikeye atmakta ve hava kirliliğine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, yakacak odun kontrolsüz bir şekilde ve verimli sistemler olmadan yakıldığında, karbondioksit, su ve diğer zararlı kimyasalları içeren duman üretilir. Karbon monoksit, nitrojen oksitler ve geleneksel enerji kaynaklarının diğer yan ürünleri insan sağlığına zararlıdır. Geleneksel enerji kaynaklarının yanması sonucu açığa çıkan oksitler, yağmuru asidik aside dönüştürerek hem vahşi hayata hem de insanlara zarar verir. Diğer olumsuz etkiler arasında sera gazı emisyonları, kirlilik, atık üretimi ve ozon tabakasının incelmesi sayılabilir.

2.Yenilenebilir olmayan kaynaklar

İnsanları geleneksel enerjiden yenilenebilir enerji kaynaklarına geçmeye teşvik eden kampanyalarla karşılaşmış olabiliriz. Benzer girişimlerin amacı, geleneksel enerji kaynaklarının tükenmesi konusunda halkı bilinç lendirmektir. Bu enerji kaynakları giderek azalıyor ve gelecek nesiller sonuçlarına katlanacak. Sonuç olarak, oluş masının milyarlarca yıl sürdüğünü akılda tutarak, onu akıllıca kullanmak çok önemlidir.

|| Aktivite:

Ülkelere göre madencilik ve petrol sektörleri, çevreye ve topluma etkileri ve fosil yakıtlardan yenilenebilir enerjiye geçişin neden önemli olduğu hakkında daha fazla bilgi edinmek için 4-5 kişilik bir grup oluşturun. diğerleri - bu bir sunum, drama veya diğer yaratıcı açıklama biçimleri olabilir.

Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji, sürdürülebilir kaynaklardan gelen ve doğal olarak yenilenebilme özelliğine sahip bir enerjidir. Yenilenebilir enerji kaynakları güneş ışığı, rüzgar, su, gelgit, atık, biyokütle ve diğer her türlü yenilenebilir kaynakları içerebilir. Yenilenebilir enerji, kullanılan ulaşım için öncelikle ısı, elektrik ve yakıt türleri gibi çeşitli ürünlere dönüştürülür.

Yenilenebilir enerji potansiyellerden biridir ve gelecek için önemli bir enerji kaynağı olacaktır. Yenilenebilir enerji, aslında çevresel olarak sürdürülebilir olan düşük karbonlu enerji üretir. Hızlı gelişme ile hidroelektrik, rüzgar türbinleri, fotovoltaik, biyokütle ve atık yakma gibi yenilenebilir enerjinin dönüştürülmesi için kullanılan bazı teknolojiler vardır. Farklı şekillerde kullanımları ile başlıca yenilenebilir enerji kaynakları aşağıda belirtilmiştir:

Tablo 2. Yenilenebilir enerji kaynakları ve dönüşüm seçenekleri

Enerji Kaynağı	Enerji Dönüşümü ve Kullanım Seçeneği
Hidrogüçler	Güç üretimi
Biyokütle	Isı ve güç üretimi, piroliz, gazlaştırma, sindirim
Jeotermal	Kentsel ısıtma, enerji üretimi, hidrotermal, sıcak kaya
Güneş	Güneş enerjisi ev sistemi, güneş kurutucuları, güneş ocakları
Doğrudan Güneş	Fotovoltaik, termik enerji üretimi, su ısıtıcısı
Rüzgar	Güç üretimi, rüzgar jeneratörü, yel değirmeni
Dalga	Çok sayıda tasarım

Gel-git	Baraj, gelgit akışı

2021 Enerji Birliği Raporu'na göre yenilenebilir enerji, 2020'de AB'nin enerji kaynağı olarak fosil yakıtları geride bıraktı. Yenilenebilir enerji AB'nin elektrik kaynağının %38'ini, fosil yakıtların %37'sini ve nükleer enerjinin % 25'ini sağlamıştır. Bununla birlikte, Avrupa Birliği üye ülkelerinden bazıları, toplam elektrikten en az %22 oranında yenilenebilir enerji kullanma beklentisini başarısızlığa uğratma olanağına sahiptir.

Çevre sorunları, iklim değişikliği ve enerji güvenliği, küresel olarak yenilenebilir enerji talebini etkileyen faktörlerdir. Fosil yakıtların yanması ve bunun çevreye ve iklim değişikliğine etkileri konusundaki farkındalık her geçen yıl artıyor. Yenilenebilir enerji sektörleri geliştirmenin bazı faydaları vardır:

- İş yaratma ve gelir için yerel fırsatlar yaratın
- Rüzgar, güneş , su, biyokütle ve jeotermal gibi doğal yerel kaynakları kullanın
- Fosil yakıtların ihtiyaç yüzdesini ve ithalatını azaltmak
- Enerji yerel olarak kullanıldığı için bölgeler için istikrarlı bir enerji maliyeti yaratacaktır.

|| Aktivite:

Daha önce açıklanan enerji kaynaklarını hatırlatmak için, eğitmenler katılımcılara diğer enerji türleri ve örnekleri hakkında bir soru sorabilir.

Soru: Başka enerji formları var mı?

Cevap: Evet, 7 çeşit enerji vardır:

- Mekanik enerji (kinetik-enerji), örneğin: rüzgar değirmeni, hidroelektrik santrali, bisiklet, vb; karşılığı depolanmış enerjidir (potansiyel enerji), örnek: kanaldaki su, su çarkı, hidroelektrik güç

- Radyant enerji veya güneş ışığı veya güneş
- Ses enerjisi
- Kimyasal enerji
- Isı enerjisi
- Elektrik enerjisi
- Nükleer enerji

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkileri

Yenilenebilir enerji projeleri, karbondioksit gazının azaltılması, iklim değişikliği konusunda toplulukların uyanması gibi çevresel etkilerin iyileştirilmesine de katkıda bulunmuştur. Çalışma, belirli bir bölgede yaşayan insanlar, turizm, enerji arzı maliyeti ve eğitim etkileri üzerinde çok küçük etkiler gözlemlenmiştir. Önemli etkileri yaşam standardı, sosyal bağlar oluşturma ve toplumsal kalkınma iyileşme gözlendi. Ayrıca, yenilenebilir enerji projelerinin kurulmasının karmaşık olduğunu ve yerel çevreye ve koşullara duyarlı olduğunu gözlemlediler. Tahmin, yürütme ve planlama, diğer projelere kıyasla daha fazla dikkat ve bilgi gerektirir. Çevrenin iki ana yönü, normalde evlerden, endüstrilerden ve kirli yağmurdan boşaltılan suyun yarattığı hava ve su kirliliği ve zehirli kimyasallar ve cıva, kurşun vb. gibi ağır metaller içeren kullanılmış yağların ve sıvıların deşarjıdır. Su kirliliği ile birlikte **Tablo 3'te** gösterildiği gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının doğru kullanımı ile doğal kaynaklar korunabilir, sera etkisi ve hava kirliliği azaltılabilir.

Tablo 3. Çevresel etkilerin özeti (Kumar, 2019)

Etki kategorisi	Geleneksel kaynaklarla ilişki	Yorum
Zararlı kimyasallara maruz kalma		
Hg, Cd ve diğer toksik elementlerin emisyonu	Azaltılmış emisyonlar	Emisyon birkaç yüz kat azaldı.
Partikül emisyonu	Azaltılmış emisyonlar	Çok daha az emisyon
Zararlı gazlara maruz kalma		
CO_2 emisyonu	Azaltılmış emisyonlar	Büyük avantaj
Asit yağmuru, SO, NOx	Azaltılmış emisyonlar	25 kattan fazla azaltıldı
Diğer sera gazları	Azaltılmış sera gazları	Büyük avantaj - küresel ısınma
Diğer		
Fosil yakıtlardan fışkırma	Petrol sızıntılarının tamamen veya kısmen ortadan kaldırılması	Ağır akaryakıt ve diğer petrol ürünü dökülmeleri.
Su kalitesi	Daha kaliteli su	Azaltılmış su kirliliği.
Toprak erozyonu	Daha küçük toprak kaybı	Çoğu durumda, dünyanın derinliklerine nüfuz etme yoktur.

|| Gerçek:

2021 Enerji Birliği Raporu'na göre yenilenebilir enerji, 2020'de AB'nin enerji kaynağı olarak fosil yakıtları geride bıraktı. Yenilenebilir enerji AB'nin elektrik kaynağının % 38'ini, fosil yakıtların% 37'sini ve nükleer enerjinin% 25'ini sağlamıştır. Bununla birlikte, Avrupa Birliği üye ülkelerinden bazıları, toplam elektrikten en az% 22 oranında yenilenebilir enerji kullanma beklentisini başarısızlığa uğratma olanağına sahiptir.

|| Aktivite:

Katılımcılar tarafından aşağıdaki soruyu yanıtlamak için kullanılabilecek bir çevrimiçi anket oluşturun:

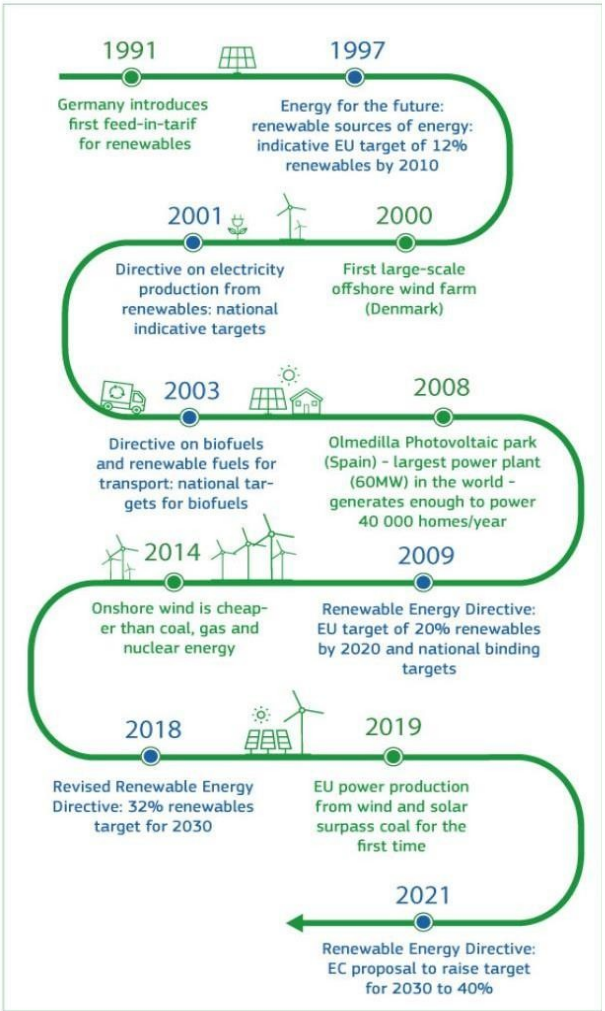
"2020'de AB'nin güç kaynağı olarak kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının yüzde kaçını düşünüyorsunuz?"

Cevap: 2020'de %38 yenilenebilir enerji, %37 fosil yakıtlar ve %25 nükleer enerji (Enerji Birliğinin Durumu Raporu 2021)

AB Enerji Yönetmeliğine Genel Bakış

Yenilenebilir enerji kullanımı, AB enerji politikasında yüksek bir önceliktir. Yenilenebilir enerji, güvenliğin iyileştirilmesine ve enerji arzının çeşitlendirilmesine, çevrenin korunmasına ve sosyal ve ekonomik uyumun sağlanmasına önemli bir katkı sağlayabilir.

Avrupa Birliği'ndeki yenilenebilir enerjinin zaman çizelgesi (AB, 2021):



1997'de AB, yenilenebilir enerjilerin gayri safi yurtiçi enerji tüketimindeki payını 2010 yılına kadar %6'dan %12'ye iki katına çıkarma stratejisini ve hedefini kabul etti. 2001'de üye ülkeler yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi için ulusal (bağlayıcı olmayan) hedefler üzerinde anlaştılar. AB'de yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektriğin toplam oranını 1997'de %13,9'dan (büyük hidro hariç %3.2) 2010'a kadar %22.1'e (büyük hidro hariç %12,5) genişletmek.

Temmuz 2021'de Avrupa Komisyonu, Avrupa Yeşil Anlaşması'nı sunma paketinin bir parçası olarak Yenilenebilir Enerji Direktifinin gözden geçirilmesini önerdi. Avrupa Yeşil Anlaşması (EGD), 2050 yılında Avrupa ekonomisine, büyümesine ve istihdamına katkıda bulunan iklim açısından tarafsız olma hedefine sahiptir. Aralık 2020'de Avrupa Konseyi, sera gazı emisyonlarını% 55'e düşürme hedefine ihtiyaç duyuyor. Bu nedenle Komisyon, Avrupa'nın ormanlarını, topraklarını, sulak alanlarını ve turbalıklarını restore etmeyi önermektedir. Bu CO_2 emilimini artıracak ve çevremizi iklim değişikliğine karşı daha dirençli hale getirecektir.

Bu Avrupa Komisyonu Yeşil Anlaşma planı, döngüselliği ve sürdürülebilirlik yönetimini desteklemektedir ve şunları yapacaktır:

1. Yaşam koşullarının iyileştirilmesi
2. Bir yaşam kalitesini koruyun
3. Kaliteli işler yaratın
4. Sürdürülebilir enerji kaynakları sağlamak

|| Aktivite:

Katılımcılara yenilenebilir enerjinin nasıl etkili bir şekilde tanıtılacağı ve yenilenebilir enerji - özellikle elektrik konusunda topluma farkındalık sağlanabileceği hakkında içerik hakkında daha fazla açıklama yapmadan önce 10-15 dakika civarında bir tartışma geliştirin.

Referanslar

CAN Europe, 2021. The Revision of the Renewable Energy Directive: An Opportunity to Boost Ambition and Accelerate Deployment of Renewable Energy. https://caneurope.org/content/uploads/2021/05/CAN_briefing_REDrevision_210507.pdf

Ciucci, Matteo., 2021. Renewable Energy. https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/70/renewable-energy

Cruciani, Michel., 2017. The Landscape of Renewable Energies in 2030. https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/the_landscape_of_renewable_energies_in_europe_in_2030.pdf

European Commission, 2021. Renewable Energy Directive. https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en#2021-revision-of-the-directive-

European Union, 2018. Regulation (EU) 2018/842. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0842&from=EN

EUROSTAT, 2022. Renewable Energy Statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics

IPCC, 2018. Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation.

ECOTEC, 2002. Renewable Energy Sector in the EU: its Employment and Export Potential. https://ec.europa.eu/environment/enveco/eco_industry/pdf/ecotec_renewable_energy.pdf

Ellaban,Omar., Abu-Rub, Haitham., & Blaabjerg, Frede., 2014. Renewable Energy Resources: Current Status, Future Prospects and Their Enabling Technology. https://oglethorpe.edu/wp-content/uploads/2020/01/renewable-sustainable-reviews.pdf

European Commission, 2016. Internal Market in Electricity. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:en0016

European Commission, 2021. 'Fit for 55': Delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to Climate Neutrality. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0550&from=EN

European Commission, 2021. Delivering European Green Deal. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en

European Commission, 2021. European Green Deal: Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_3541

European Commission, 2021. Renewable Energy Directive - Target and Rules. https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/directive-targets-and-rules_en

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SRREN_Full_Report-1.pdf

IRENA, 2018. Renewable Energy Prospects for the European Union. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Feb/IRENA_REmap-EU_2018_summary.pdf?la=en&hash=818E3BDBFC16B90E1D0317C5AA5B07C8ED27F9EF

Nitsch, Joachim., Krewitt, Wolfram., & Langniss, Ole., 2003. Renewable Energy in Europe. https://www.dlr.de/tt/en/Portaldata/41/Resources/dokumente/institut/system/publications/Europe.pdf

Office of Energy Efficiency & Renewable Energy USA, 2014. Renewable Energy Activities: Choices for Tomorrow. https://www.energy.gov/eere/education/downloads/renewable-energy-activities-choices-tomorrow

RES Legal, 2018. Legal Sources on Renewable Energy. http://www.res-legal.eu/

Sahana, 2021. Advantages and Disadvantages of Conventional Sources of Energy. https://www.techquintal.com/advantages-and-disadvantages-of-conventional-sources-of-energy/

Bölüm 2 - Enerji Kaynakları için Biyokütle

Amaçlar: Bu bölüm biyokütle ve onun yenilenebilir enerji kaynaklarından birine dönüşme ile ilgili bazı açıklamalar sağlayacaktır. Bu bölüm, katılımcılara daha iyi bir anlayış geliştirmek için biyokütlenin özellikleri ve türleri hakkında bazı bilgiler verecektir.

Arka plan

Avrupa Komisyonu'nun 55'e Uygun paketi, 2030 yılına kadar emisyonların %55'ini azaltarak Avrupa Birliği'nin artan iklim hedefini gerçekleştirmeye yönelik bir dizi yasama önerisidir. Bu paket, yenilenebilir kaynakların yaygınlaştırılmasını desteklemek için daha yüksek bir hedef ve yeni kurallar içermektedir. yenilenebilir enerji kaynakları dahil. Ayrıca, Avrupa Birliği (AB), AB çapında yenilenebilir enerji için nihai enerji tüketiminin %32'sinden %40'ına kadar bir hedef de dahil olmak üzere 2030 için iddialı iklim ve enerji hedefleri belirlemiştir.

2020 Yılında Avrupa Birliği yenilenebilir enerji payı %21,3'tür (Avrupa Çevre Ajansı, 2021). Avrupa Çevre Ajansı'na göre bu sayı, AB'nin 2020 yılı için yenilenebilir enerji payının% 20'sine ulaşma hedefine ulaştığı anlamına geliyor. 2030 yılında yenilenebilir enerji için nihai enerji tüketiminin yeni hedefi %40 olduğu için yenilenebilir enerji üretiminde sürekli gelişme ve ilerleme bir zorunluluktur. AB'nin Enerji Bilgi Formuna göre, AB'deki toplam sera gazı emisyonlarının% 75'i enerji sektörlerinden geliyor, bu nedenle yenilenebilir enerji üretiminin artmasıyla Sera gazı emisyonlarının kendisi azalacak.

Biyokütle, enerji sektöründe AB Yeşil Anlaşması ve İklim Hedefini destekleyebilecek yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Scarlat etal. (2019), enerji için biyokütle (biyoenerji), AB'de neredeyse %60'lık bir payla yenilenebilir enerjinin ana kaynağı olmaya devam etmektedir ve ısıtma ve soğutma sektörü, tüm biyoenerjinin yaklaşık %75'ini kullanan en büyük son kullanıcıdır. Biyoenerji üretimi birincil arzı, ormancılık ve ağaçlık arazi gibi doğrudan odun arzından sağlanmaktadır. Ancak 2021 yılında Avrupa Komisyonu, sürdürülebilir biyoenerji üretiminin düzenlenmesini de içeren yenilenebilir enerji direktifi için bir revizyon oluşturdu.

2030 için AB Biyoçeşitlilik Stratejisi doğrultusunda sürdürülebilir biyoenerji ile güçlendirilmiş kriterler:

- Birincil ormanlardan, turbalıklardan ve enerji üretimi iç in biyokütle tedariğinin yasaklanması
- 2026'dan itibaren sadece elektrik tesisatlarında orman biyokütlesi için destek yok
- Testere veya kaplama kütükleri, kütükleri ve kökleri kullanmak için ulusal mali teşvikleri yasaklayın enerji üretimi için
- Tüm biyokütle bazlı ısı ve güç tesisatlarının minimum sera gazı tasarruf eşiklerine uymasını zorunlu kılmak
- AB sürdürülebilirlik kriterlerini daha küç ük ısı ve güç kurulumlarına uygulayın (eşit veya 5MW'ın üzerinde)

|| Etkinlik:

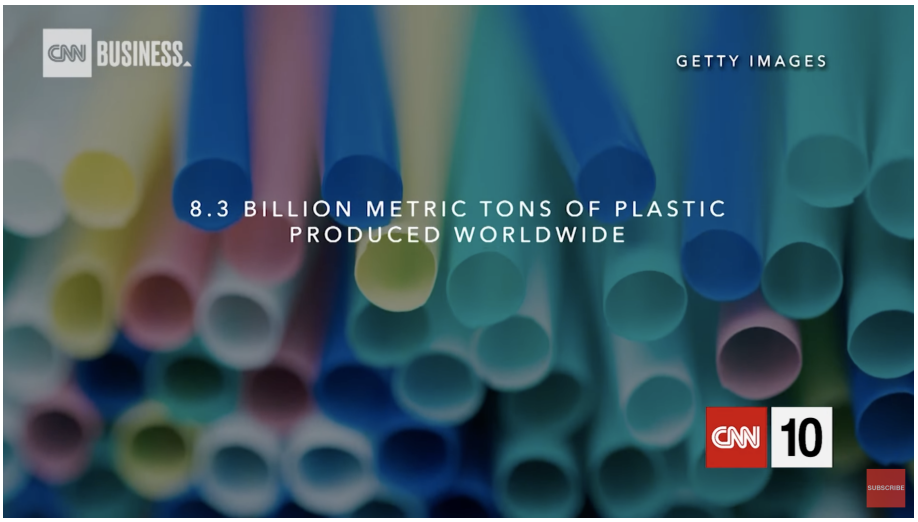
Daha sürdürülebilir biyoenerji üretimini güçlendirmek için AB Biyoçeşitlilik Enerjisi hakkında kısa bir tartışma (10 dakika) oluşturun. Enerji üretimi kapsamında biyoçeşitliliğin korunması önemli midir? Biyoçeşitlilik düşüncesi biyoenerji üretimi için bir "yük" olacak mı?

Cevap: Biyoçeşitliliği korumak için önemli olan AB Biyoçeşitlilik Stratejisine başvurunuz ve ayrıca birincil orman, ağaçlık alan ve turbalıklardan doğrudan odun temini dışında biyoenerji üretimini destekleyebilecek bazı alternatif kaynaklar da bir sonraki bölümde açıklanacaktır.

Biyokütleye Giriş

Biyokütle organiktir, yani bitkiler ve hayvanlar gibi canlı organizmalardan gelen malzemeden yapılmıştır. Biyokütle, ağaç işleme endüstrisi artıkları, enerji bitkileri, tarım ve tarımsal gıda atık suları, belediye katı atıklarının organik fraksiyonları, evsel atıklar ve atıksu arıtma tesislerinden gelen kanalizasyon çamurlarını içeren çeşitli kaynaklardan gelir.

Biyokütle, **tarımdan** elde edilen biyokütle (mahsul artıkları, posa, hayvan atıkları, enerji bitkileri vb.), **ormancılık** (kütük artıkları, odun işleme yan ürünleri, kağıt hamuru ve kağıt endüstrisinden gelen siyah likör, yakacak odun gibi çok çeşitli hammaddeleri vb.) ve **diğer biyolojik atık türleri** (gıda atıkları, gıda endüstrisi atıkları, belediye katı atıklarının organik fraksiyonu vb.) içerir.



Enerji (biyoenerji) kullanımı için biyokütle, sera gazı tasarruflarını optimize etmek ve ekosistem hizmetlerini sürdürmek için sürdürülebilir ve verimli bir şekilde üretilmeli, işlenmeli ve kullanılmalıdır. Özellikle enerji amaçlı biyokütle kullanımı, ormansızlaşmaya veya habitatların bozulmasına veya biyoçeşitlilik kaybına neden olmadan gerçekleştirilmelidir. Bir biyoenerji değer zincirinin ve süreçlerinin çevresel performansı, büyük ölçüde hammaddelerin yetiştirilmesinden ve hasat edilmesinden biyoenerji taşıyıcılarının işlenmesine, dönüştürülmesine ve dağıtımına ve nihai enerji kullanımına kadar yolun farklı adımlarına bağlıdır. Sonuç olarak, sürdürülebilirlik duruma göre değerlendirilmelidir.

Biyokütle Türleri ve Özellikleri

Hammadde, hem doğrudan kullanım için hem de enerji kaynağı malzemeleri için kullanılacak diğer ürün formlarına işlenmek üzere kullanılabilen yenilenebilir kaynaklardan elde edilen biyokütledir. Biyokütle kaynakları için özel olarak ekilen enerji bitkileri, tarımsal faaliyet artıkları, ormancılık artıkları, algler, ağaç işleme artıkları, belediye atıkları ve atık su arıtma tesislerinden (organik çamur) gelebilecek yaş atıklar gibi biyokütle hammaddeleri.

1. Odun ve Tarımsal Yan Ürünler

2016 yılında ormancılık sektöründe enerji amaçlı yerli biyokütle arzı %60'ın üzerinde gerçekleşti ve %32,5'ini ormanlardan ve diğer ağaçlık alanlardan doğrudan odun biyokütlesi ve %28,2'sini dolaylı odun temini oluşturdu. Tarımsal ürünler ve tarımsal yan ürünler, yerel biyokütle arzının %27'sini, atık (belediye, endüstriyel vb.) ise %12'sini oluşturmu tur (Avrupa Komisyonu'nun Biyoekonomi Bilgi Merkezi, 2019). Tarımsal biyokütle, mısır, saman, bitkiler, hayvan atıkları, sakatat ve çok yıllık otlar gibi biyolojik organizmalardan elde edilen maddedir. Diğer biyokütle türlerinde olduğu gibi, tarımsal biyokütle de enerjiye dönüştürülebilir. Bu, atık ve kirlilik azaltıldığında biyokütlenin en uygun şekilde kullanılmasını sağlar. Ayrıca, tarımsal kalıntıların ve yan ürünlerin kullanılması kırsal ekonomileri canlandırabilir ve enerji bağımsızlığını güvence altına alabilir.

Başlıca ahşap ve tarımsal yan ürünler biyokütle kaynakları aşağıdakileri içerir:

- Orman hasadı operasyonlarından kaynaklanan yakacak odun ve odun biyokütlesi artıkları / atıkları (genç ahşap seyreltme veya kereste için eski ahşaplarda kesim olarak ortaya çıkabilir).
- Ahşap ve mobilya endüstrilerinden (kerestecilik, kontrplak, ahşap panel, yapı bileşeni, mobilya, döşeme vb.) ahşap işleme artıkları.
- Tarımsal ürünler ve tarımsal işleme kalıntıları.
- Kentsel ahşap atıkları (inşaat veya yıkım projelerinden sonra toplanan ahşap malzemeler, reddedilen ahşap paletler ve keresteden yapılan diğer inşaat ve yıkım atıkları).

Bununla birlikte, **2030 için AB Biyoçeşitlilik Stratejisine** göre, enerji üretimi için biyokütlenin doğrudan birincil ormanlardan temin edilmesi - örneğin doğrudan odun temini, ayrıca turbalık ve sulak alanlardan elde edilen biyokütle de **yasaktır**.

2. Atık

Biyokütlenin kullanılabilirliğini azaltabilecek enerji amaçlı kullanımına ilişkin bir sürdürülebilirlik endişesi vardır. Bu bağlamda, biyolojik veya organik malzemelerin atık veya artık akışlarının kullanılması biyoenerji üretimine önemli bir katkı sağlayabilir, ayrıca depolama ile ilgili etkileri en aza indirecektir. 1885 yılında Amerika Birleşik Devletleri, enerji geri kazanımı amacıyla kullanılan ilk atık yakma fırınını kurmuştur. 2016 yılında, kentsel katı atık (MSW) için atıktan enerjiye (WtE) tesislerinin sayısı, Avrupa'da 512, Japonya'da 822, Amerika Birleşik Devletleri'nde 88 ve Çin'de 166 olmak üzere dünya çapında 1618 tesise ulaşmıştır (Scarlat et al. .al., 2019). Ayrıca Scarlat et. al. (2019), 2016 yılında, Avrupa'da toplam 93 milyon ton yakma kapasitesi sağlayan 251 kombine ısı ve elektrik santrali, 161'i yalnızca elektrik ve 94'ü yalnızca ısı olmak üzere toplam 512 tesis vardır.

Yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak atıktan enerjiye (WtE) dönüşüm süreçlerinin, kentsel katı atıkların (MSW) küresel düzeyde sürdürülebilir yönetiminde giderek daha önemli bir rol oynaması bekleniyor. Sürecin sonucunun, iyileştirilmiş katı atık yönetimi (geri dönüşüm,

düzenli depolamadan atık saptırma ve atıktan enerji geri kazanımı) yoluyla küresel GHG emisyonlarında yaklaşık %10-15 oranında azalma olacağı tahmin edilmektedir.

|| Gerçek:

Bir ton çöp, yaklaşık 250 kg kömür kadar ısı enerjisi içerir. Çöpün tamamı biyokütle değildir; belkide enerji içeriğinin yarısı petrol ve doğalgazdan yapılan plastiklerden gelmektedir.

3. Çöp Gazı ve Biyogaz

Atık su arıtma tesislerinden ve çöp gazı geri kazanımından kaynaklanan ıslak atık biyokütlenin arıtılması için biyogaz üretim tesisleri birçok ülkede genişlemektedir. Biyogaz, anaerobik çürütme tesislerinde, atık su arıtımından ve depolama alanlarından geri kazanımdan üretilir. Avrupa'da biyogaz, başlıca biyogaz enerji çıktısının yaklaşık %74'ü ile tarımsal atık, gübre ve enerji bitkileri kullanılarak anaerobik ç ürütücülerde anaerobik fermantasyondan üretilir.

Biyogazın araç yakıtı olarak veya doğalgaz şebekesine enjeksiyon için daha yüksek kaliteli biyometana yükseltilmesi de artmaktadır. Biyogaz üretimi, esas olarak birkaç Avrupa Birliği Üye Devletinde uygulanan uygun destek programları sayesinde Avrupa'da son yıllarda önemli bir büyüme kaydetti.

Biyogaz kaynaklarına bakmak (çöp gazı, kanalizasyon çamuru, anaerobik çürütme veya termokimyasal işlemler). En yüksek biyogaz miktarı Almanya, İtalya, Çek Cumhuriyeti ve Fransa'da anaerobik çürümede gelir ve bunu İngiltere, İtalya, Fransa ve İspanya'da çöp gazı geri kazanımından gelen biyogaz takip eder. Anaerobik çürütücülerden gelen biyogaz Almanya, İtalya, Danimarka, Çek Cumhuriyeti ve Avusturya'da baskındır. Çöp biyogazı Portekiz, Estonya, İrlanda veya Yunanistan ve Birleşik Krallık'ta da pazara hakimken, atık su arıtımından elde edilen biyogaz İsveç , Polonya ve Litvanya gibi birkaç ülkede hakimdir.

|| Daha İyi Anlamak İçin Hikaye Anlatın: Biyogaz (Metan) Nasıl Üretildi?

Bakteriler ve mantarlar seç ici yiyiciler değildir. Ölü Bitki ve hayvanları yiyerek çürümelerine neden olurlar. Çürüyen bir kütük üzerindeki bir mantar, kendini beslemek için selülozu şekere dönüştürüyor. Bu süreç bir çöplükte yavaşlasa da, atık bozunurken yine de metan gazı adı verilen bir madde üretilir. Yönetmelikler, güvenlik ve çevresel nedenlerle çöplüklerde metan gazı toplamasını gerektirir. Metan gazı renksiz ve kokusuzdur ancak **zararlı değildir.** Gaz yakındaki evlere sızar ve tutuşursa yangına veya patlamaya neden olabilir. Depolama sahaları metan gazını toplayabilir, saflaştırılır ve yakıt olarak kullanabilir. Metan, tarımsal ve insan atıklarından enerji kullanılarak da üretilebilir. Biyogaz çürütücüler, çelik veya tuğla ile kaplı hava geçirmez kaplar veya çukurlardır. Kaplara konulan atıklar, metan bakımından zengin bir gaz üretmek için oksijensiz fermente edilir. Bu gaz, elektrik üretmek veya yemek pişirmek ve aydınlatmak için kullanılabilir.

4. Alkol Yakıtı

a. Etanol

Etanol, bitkilerde bulunan şeker ve nişastaların fermente edilip damıtılmasıyla elde edilen bir alkol yakıtıdır (etil alkol). Selüloz, nişasta veya şeker içeren herhangi bir organik madde etanol haline getirilebilir. Son yıllarda, hem fosil yakıt bağımlılığını hem de çevresel etkileri azaltma potansiyeli nedeniyle,motor yakıtı olarak yenilenebilir biyokütleden elde edilen etanole olan ilgi küresel olarak artıyor. Yeni teknolojiler, ağaçlardan, otlardan ve mahsul artıklarından elde edilen odunsu liflerdeki selülozdan etanol üretiyor.

Ana üretim ve tüketim pazarları ABD ve Brezilya, ardından AB – 2008'de Brezilya'nın karayolu taşımacılığı yakıt talebinin neredeyse ¼'ü(%21) biyoyakıtlarla karşılanırken, bu pay ABD'de sadece %4 ve yaklaşık %3 idi. AB'de. 2019'da ABD'de satılan benzinin neredeyse tamamı yüzde 10 civarında etanol içerir ve E10 olarak bilinir.

Mahsul bazlı biyoetanol, enerji dengeleri, yaşam döngüsü CO_2 emisyonları ve gıda üretimi ile rekabet ile ilgili endişeler nedeniyle biraz tartışmalı olduğunu kanıtladı. Bu endişeleri gidermek için, biyo-etanol çok çeşitli kalıntı ve atık akışlarından - ya şeker veya nişasta açısından zengin atık akışlarını yakalayarak veya mahsullerin atık fraksiyonlarını (sözde lignoselülozik biyokütle) kullanarak elde edilebilir. Ligno-selülozik biyokütlenin kullanılması hala nispeten erken bir gelişme aşamasındadır, ancak atık bazlı etanol bugün ticari ölçekte bir dizi endüstriyel ve belediye atık ve kalıntısından rafine edilebilir.

Hirschnitz-Garbers ve Gosens'e (2015) göre, buğday (bitki) bazlı etanol ve normal benzin ile karşılaştırırsak, 65.000 milyon litre (Ml) maksimum hammadde arzının 'yüksek' talep senaryosunda, atık bazlı biyo- etanol 1.405 Petajoule (PJ) enerji tasarrufu sağlayacaktır, bu da mevcut tüm AB ulaşım enerji kullanımının %9,3'üne eşdeğerdir. 17 Sera gazı emisyonu tasarrufu, benzinle karşılaştırıldığında 110 milyon ton (Mt) CO_2-eq ve buğday bazlı etanol ile karşılaştırıldığında 75,5 MT CO_2-eq'e eşit olacaktır. Atık bazlı yakıt üretiminin ek faydaları, hammadde toplama ve yakıt dönüşümünün yüksek oranda yerelleştirme eğiliminde olması ve bu nedenle yerel istihdam fırsatları sağlamasıdır

|| Lignoselülozik Malzeme Nedir?

Lignoselülozik malzeme (ahşap), kırılgan ve lifli dokulardan oluşan ağaç ve odunsu bitkilerin gövde ve köklerinden elde edilen doğal bir kaynaktır. Odun, tarım veya orman atıkları dahil olmak üzere lignoselülozik malzemeler (Nakarmi, 2022; Dotan, 2014).

b. Biyodizel

Biyodizel (FAME; Yağ Asidi Metil Ester) ve yenilenebilir dizel (HVO; Hidroişlenmiş Bitkisel Yağ), fosil kaynaklı dizel yakıta yenilenebilir alternatiflerdir. Biyodizel, alkolün bitkisel yağlar, hayvansal yağlar veya geri dönüştürülmüş restoran yağı gibi greslerle kimyasal olarak reaksiyona girmesiyle elde edilen bir yakıttır. Genellikle aynı hammaddelerden yapılsa da, FAME ve HVO yapmak için kullanılan işlemler farklı son kullanımlarla farklıdır.

Avrupa Biyodizel Kuruluna (2022) göre , biyodizel kullanımı fosil dizele göre %65 ila %90 daha az CO2 yayar ve her kilogram biyodizel kullanımı CO2 emisyonlarını yaklaşık 3 kg azaltır. Biyodizel kullanan motorlar ayrıca önemli ölçüde daha az kirletici yayar ve egzoz borusu partikül maddesi, karbon monoksit ve hidrokarbon emisyonlarının tümü azalır. Ayrıca, biyodizel neredeyse hiç kükürt içermez, bu nedenle, günümüzün düşük kükürtlü yakıtları ve motor aşınmasıyla ilişkili metal emisyonlarını azaltan doğal kendi kendini yağlama özellikleri ile karşılaştırıldığında bile, ülkenin dizel yakıt tedarikindeki kükürt seviyelerini azaltabilir.

Mevcut Yenilenebilir Enerji Direktifi, aksi takdirde üretimden kaldırılacak arazilerde biyodizel mahsullerinin yetiştirilmesine izin vererek çiftçilere ek gelir sağlıyor ve mevcut kaynakların verimli kullanımını teşvik ediyor. Ayrıca, mahsulde üretilen her bir kilo biyodizel iki kilo bitkisel protein üretirken, biyodizel kullanımı AB'nin gıda ve yem tedarik bağımsızlığını desteklemektedir. AB'nin tarımda kullanılan bitkisel proteinlerin üçte ikisine yakınını ithal etmesiyle, biyodizel mahsul yan ürünleri, güvenli bir iç arz temeli sağlar ve bu ithalat bağımlılığını dengelemeye yardımcı olur.

AB'de biyodizel önemli bir yenilenebilir enerji kaynağını temsil etmektedir. Endüstri 1992 yılına dayanıyor, AB kurumlarından gelen olumlu sinyallere cevap verirken, endüstriyel ölçekte Avrupa biyodizel üretimi ilk kez başladı. İklim değişikliği hedeflerinin hedefi büyüdükçe, Avrupa biyodizel endüstrisi de büyüdü. Bugün AB, taşımacılıkta biyodizel ve yenilenebilir dizel üretimi ve kullanımında dünya lideridir. AB genelinde yılda yaklaşık 13 milyon ton biyodizel üreten 200'e yakın tesis faaliyet gösteriyor. Bunların çoğu, 2018'de kümülatif olarak AB biyodizel pazarının üçte ikisini oluşturan Fransa, Almanya, İspanya, İsveç ve İtalya'da tüketiliyor; diğer pazarlar daha küçük ancak büyüyor.

|| Gerçek:

Avrupa'nın yeşil dizel üretimi, AB'nin yıllık 17 milyon tondan fazla dizel açığını azaltmaya yardımcı oluyor, yalnızca 2018'de fosil dizele 10 milyar Euro'dan fazla harcama yapmaktan kaçınıyor. Biyodizel, Avrupa biyoyakıt endüstrisi ile bağlantılı 248.000'den fazla işin çoğunu destekliyor.

|| Etkinlik:

Odun ve tarım ürünlerinden biyodizele kadar Biyokütle türlerini tartışmak için katılımcıları 5 gruba ayırın. Öğrensinler: (2 saat)

- Her grubun konusunun tanımı ve / veya temel açıklaması
- Temel üretim süreci
- Her grubun konusuyla ilgili AB statüsü
- Her grubun konusundan materyal kullanmanın avantajları
- Bundan sonra, katılımcıların sonuçları diğer katılımcıların önünde sunmasına izin verin ve tartışmanın her grup için 10-15 dakika içinde gerçekleşmesine izin verin.

Enerji Kaynağı Olarak Biyokütle Kullanımı

AB-28'de biyokütleden üretilen enerji, esas olarak enerji ve ısıtma endüstrileri sektöründeki hızlı genişlemenin etkisiyle bu on yılda 466 PJ (%13) arttı. 2019'da biyokütle, AB genelinde tüm elektrik üretiminin yaklaşık %3'ünü ve türetilmiş ısı üretiminin %19'unu oluşturuyor, tüm yenilenebilir elektriğin nispeten ılımlı bir yüzdesi olarak kalıyor, ancak yenilenebilir kaynaklı türetilmiş ısıya çok hayati bir katkı sağlıyor.

Biyoenerji, 2030 ve sonrasında yenilenebilir enerjiler açısından AB hedeflerine ulaşmada önemli bir rol oynayabilir. Biyoenerjinin kullanımını artırma fırsatları, örneğin tarımsal artıkların, yan ürünlerin ve atıkların kullanıldığı alanlarda görülmektedir. Biyoenerji, güç sistemlerini dengelemek ve böylece rüzgar ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının daha yüksek paylarına izin vermek için esnek bir enerji taşıyıcısı olarak da önemli bir rol oynayabilir. Biyoçeşitliliği güvence altına almak veya ekosistem hizmetlerini sürdürmek gibi çevresel yönleri sağlarken, biyoenerji, diğer şeylerin yanı sıra, sera gazı tasarrufuna, sürdürülebilirliğe ve kırsal kalkınmaya katkıda bulunabilir.

AB'nin enerji karışımındaki fosil yakıtların aşamalı olarak kaldırılması ve yenilenebilir enerji kaynakları için belirlenen hedeflerde AB'nin yenilenebilir enerji talebi önemli ölçüde artacaktır. Enerji sektörü, AB'nin dahili ahşap işleme kalıntılarının ve yan ürünlerinin açık ara en büyük kullanıcısıdır ve ısıtma ve soğutma sektörü, tüketilen tüm biyoenerjinin yaklaşık %75'ini kullanarak genel olarak biyoenerjinin en büyük nihai kullanımıdır. Biyoelektrik ve ulaşım yakıtları sırasıyla %13 ve %12'dir (JRC, 2018). 2050 yılına kadar, biyokütleden elde edilen enerji tüketiminin, yaklaşık iki katına (Material Economics, 2021) ve üç katına (Faij ve diğerleri, 2018) kadar değişen tahminlerle sürekli bir oranda artması bekleniyor. Malzeme kullanımı dahil edildiğinde, daha fazla karbon yoğun diğer malzemelerin yerini aldıkları için

tek başına malzeme tüketiminde %50'lik bir artış beklendiği için tüketim rakamı daha da yükselir.

Katı biyokütle, toplam elektrik üretiminin %10'undan fazlasına katkıda bulunduğu Finlandiya ve Danimarka gibi İskandinav ülkelerinde elektrik üretimi için çok önemlidir. Ancak, Danimarka'da elektrik için en yaygın olarak kullanılan yenilenebilir kaynak rüzgardır. İspanya gibi Akdeniz bölgelerinde, enerji için biyokütle talebi genellikle elektrik üretimi için çok daha düşüktür, ancak ısı için önemini korumaktadır. Finlandiya'da birincil katı biyokütle, 2000-2018 yılları arasında %39'luk bir üretim artışı ile yenilenebilir enerji kaynaklarının (hidroelektrikten sonra) en büyük payına sahiptir.

İyi yönetilirse biyoenerji yolları, gıda güvenliğini sağlarken ve ekosistemleri ve sağladıkları hizmetleri ormansızlaşma, habitatların bozulması ve biyoçeşitlilik kaybından korurken önemli miktarda sera gazı tasarrufu sağlayabilir. Biyoenerji üretimi ayrıca sosyal, çevresel ve ekonomik faydalar sağlamak ve kırsal kalkınmaya katkıda bulunmak için önemli fırsatlar getirebilir. Biyokütlenin olası alternatif kullanımları (örneğin gıda, yem, ahşap ürünler, vb. için) de genel bir biyoekonomi perspektifinden hammadde arzının sürdürülebilirliğini sağlamak için dikkate alınmalıdır.

|| Aktivite:

Biyokütle kullanımının avantajlarının listesini yapan bir aktivite oluşturun.

— — — — —

Referanslar

Andersen, S. P., B. Allen and G. C. Domingo, 2021. Biomass in the EU Green Deal: Towards consensus on the use of biomass for EU bioenergy Policy report, Institute for European Environmental Policy (IEEP). https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/a14e272d-c8a7-48ab-89bc-31141693c4f6/Biomass%20in%20the%20EU%20Green%20Deal.pdf?v=63804370211

Banja, M., Sikkema, R., Jegard, M., Motola, V. & Dallemand, J.. 2019. Biomass for Energy in the EU-The Support Framework. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC113715

Bentsen, Niclas S., & Felby, Claus., 2012. Biomass for Energy in the European Union - A Review of Resource Assessments. https://www.researchgate.net/publication/224870026_Biomass_for_energy_in_the_European_Union_-_A_review_of_resource_assessments

Bioenergy Europe, 2021. Bioenergy. https://bioenergyeurope.org/about-bioenergy.html

Dotan, Ana., 2014. Biobased Thermosets. https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-3107-7.00015-4

European Commission, 2021. European Green Deal: Commission Proposes Transformation of EU Economy and Society to Meet Climate Ambitions. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_3541

European Commission, 2021. Facts and Figures of Bioenergy in the EU. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news/environmental-sustainability-energy-generation-forest-biomass-2021-01-26_en

European Commission, Camia, A., Giuntoli, J., Jonsson, R., et al., 2021. The use of woody biomass for energy production in the EU. https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7120db75-6118-11eb-8146-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-228484245

European Parliament, 2015. Biomass for Electricity and Heating: Opportunities and Challenges. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568329/EPRS_BRI(2015)568329_EN.pdf

Hamelinck, Carlo., et. al., 2021. The Role of Biodiesel in EU Climate Action. https://ebb-eu.org/wp-content/uploads/2021/11/211116_sGU-for-EBB_Roadmap.pdf

ETIP Bioenergy, 2020. Bioenergy in Europe. https://etipbioenergy.eu/images/ETIP_B_Factsheet_Bioenergy%20in%20Europe_rev_feb2020.pdf

European Biodiesel Board, 2021. Biodiesel. https://ebb-eu.org/about-biodiesel/

European Commission, 2017. Sustainable and Optimal Use of Biomass for Energy in the EU Beyond 2020. https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/biosustain_report_final.pdf

European Commission, 2019. Brief on biomass for energy in the European Union. https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7931acc2-1ec5-11e9-8d04-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-228478685

European Commission, 2020. EU Climate Target Plan 2030: Building a Modern, Sustainable and Resilient Europe. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_20_1609

European Commission, 2020. The European Climate Law: Factsheet. https://ec.europa.eu/clima/system/files/2020-09/factsheet_ctp_en.pdf

European Commission, 2021. 2030 Climate Target Plan. https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/2030-climate-target-plan_en

European Commission, 2021. Agricultural Biomass. https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/sustainability/economic-sustainability/bioeconomy/agricultural-biomass_en

European Commission, 2021. Biodiversity Strategy 2030. https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_en

European Commission, 2021. Biofuels. https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/biofuels_en

European Commission, 2021. Biomass. https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/biomass_en#documents

European Commission, 2021. Energy Factsheet. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_21_3672

European Commission, 2021. ENSPRESO - an open data, EU-28 wide, transparent and coherent database of wind, solar and biomass energy potentials. https://data.jrc.ec.europa.eu/collection/id-00138

Hirschnitz-Garbers, Martin., & Gossens, Jorrit., 2015. Producing Bio-ethanol from Residues and Wastes. https://ec.europa.eu/environment/integration/green_semester/pdf/Recreate_PB_2015_SEI.PDF

Kiss, Imre.,Alexa, Vasile., & Sarosi, Joszef., 2016. Biomass from Wood Processing Industries as an Economically Viable and Environmentally Friendly Solution. https://www.researchgate.net/publication/325338570_Biomass_from_Wood_Processing_Industries_as_an_Economically_Viable_and_Environmentally_Friendly_Solution

Nakarmi, Amita., et. al., 2022. Applications of Conventional and Advanced Technologies for Phosphorus Remediation from Contaminated Water. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823137-1.00007-5

Scarlat, Nicolae., Dallemand, Jean-Francois., & Fahl, Fernando., 2018. Biogas: Developments and Perspectives in Europe. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096014811830301X

Scarlat, Nicolae., Dallemand, Jean-Francois., & Fahl, Fernando., 2018. Status and Opportunities for Energy Recovery from Municipal Solid Waste in Europe. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12649-018-0297-7.pdf

State of Green, 2021. Agricultural Biomass. https://stateofgreen.com/en/sectors/clean-energy-sources-sector/bioenergy/agricultural-biomass/

Tzelepi V, Zeneli M, Kourkoumpas D-S, Karampinis E, Gypakis A, Nikolopoulos N, Grammelis P., 2020. Biomass Availability in Europe as an Alternative Fuel for Full Conversion of Lignite Power Plants: A Critical Review. Energies. https://doi.org/10.3390/en13133390

Wind Europe, 2021. It's official: The EU Commission wants 30 GW a Year of New Wind up to 2030. https://windeurope.org/newsroom/press-releases/its-official-the-eu-commission-wants-30-gw-of-new-wind-a-year-up-to-2030/

Zoghlami, Aya., & Paes, Gabriel., 2019. Lignocellulosic Biomass: Understanding Recalcitrance and Predicting Hydrolysis. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fchem.2019.00874/full

3 - Enerji Amaçlı Biyokütle Kullanım Yöntemleri

Amaçlar: Bu bölüm, temel açıklamalar ve yöntemlerin bazı avantaj ve dezavantajlarını sağlayarak enerji amaçlı biyokütle kullanım yöntemlerini açıklamaktadır.

—————

Biyokütle Kullanımına Giriş

Biyokütle enerjisi, dünyadaki en potansiyel yenilenebilir enerji kaynağıdır. Biyokütle, büyük bir güneş kimyası sanayi tesisi gibidir, bitkilerde tüm dünyada karada ve suda yayılır ve güneş enerjisini sürekli olarak bitkilerin iç kısımlarında organik madde şeklinde depolanan kimyasal enerjiye aktarır. Böylece bir tür bol miktarda yenilenebilir enerji - biyokütle enerjisi oluşur.

Biyokütle enerji kaynağı, daha geniş kaynak kapasitesi, daha düşük fiyat, daha az kükürt bileşimi, daha az kül içeriği ve yenilenebilirlik özelliği gibi birçok avantaja sahiptir. Öte yandan, daha yüksek su içeriği, daha düşük birim termal çıktı, büyük hacimli, merkezi olmayan kaynaklar ve toplama, depolama ve nakliye için uygun olmaması gibi bazı olumsuz yönleri de vardır. Ancak bu olumsuzlukların üstesinden gelinebilir. Yerel koşulları dikkate alarak, mevcut bilim ve teknolojiyi kullanarak, makul bir teknik program seçerek, ileri teknikleri benimseyerek, yeni enerji dönüşüm yöntemleri geliştirerek ve biyolojik sistemin enerji kullanım verimliliğine ve ekonomisine dikkat ederek uygun önlemler alındığı sürece, o zaman biyokütle kaynakları verimli bir şekilde kullanılabilir.

Birkaç yüzyıl önce, biyokütle en önemli enerji kaynağıydı. Gelişmiş bilim ve teknoloji ile günümüzde biyokütlenin sağladığı enerji, hem hidrolik enerjiden hem de nükleer enerjiden hala daha fazladır. Eurostat'a (2018) göre, Letonya (%29), Finlandiya (%24), İsveç (%20), Litvanya (%17) ve Danimarka (%15), brüt iç enerji tüketiminde ahşap ve ahşap ürünlerinde en büyük paya sahipti.

Aktarma yoluyla, biyokütle, yararlı termal enerjiye, elektriğe ve güç için yakıtlara dönüştürülebilir. Ana dönüştürme yöntemleri şunlardır:

1. Doğrudan yakma
2. Gazlaştırma
3. Biyokütlenin sıvılaştırılması.

Biyokütle Ön Arıtma Yöntemleri

Biyoetanol ve biyodizel gibi biyoenerji ürünleri, oldukça büyük yenilenebilir biyo kaynaklar olan bitkilerden elde edilen lignoselülozik biyokütleden üretilebilir. Lignoselülozik biyokütle terimi, bitki hücre duvarını oluşturan lignin, selüloz ve hemiselüloz olarak tanımlanır.

Ön arıtma işleminin birincil amacı, lignin, hemiselüloz ve selülozdan oluşan karmaşık biyokütle yapısının yapısını bozmak ve böylece her bir biyopolimerin yakıt, güç ve kimyasal malzemelerin üretilmesinde etkin bir şekilde kullanılabilmesidir. Fiziksel, kimyasal,

fiziko-kimyasal ve biyolojik dahil olmak üzere çeşitli biyokütle ön arıtma yöntemleri mevcuttur, bunlardan bazıları aşağıda listelenmiştir:

1. Ekstrüzyon, bilyeli öğütme, ıslak diskli öğütme, mikrodalga ön terbiyesinden oluşan fiziksel yöntemler
2. Asit ön işlemi, alkali ön işlemi, organosolv ön işlemi, ozonoliz ön işleminden oluşan kimyasal yöntemler
3. Buhar patlaması, amonyak lifi patlaması, sıvı sıcak su, karbondioksit patlaması, yaş oksidasyondan oluşan fizikokimyasal yöntemler
4. Beyaz çürüklük mantarları, kahverengi çürüklük mantarları, yumuşak çürüklük mantarlarından oluşan biyolojik yöntemler

Ekstrüzyon Ön Muamele

Ekstrüzyon işleme, lignoselülozik biyokütlenin yapı sökümü için gelecek vaat eden fiziksel ön arıtma yöntemlerinden biridir. Ekstrüzyon, istenen kesitteki bir kalıptan zorlayarak sabit, enine kesit profilli nesneler oluşturma işlemi olarak tanımlanır. Malzeme, kalıptan çıktığında bir genişleme yaşayacaktır.

Biyokütlenin ekstrüzyon ön işlemesinin bazı avantajları ve sınırlamaları vardır,
Avantajlar:

- Proses izleme ve kontrol kolaylığı.
- Şeker bozunması nedeniyle engelleyici bileşik oluşumu yoktur.
- Proses değişikliği için uyarlanabilirlik.
- Sürekli ve yüksek verim.
- Ekstrüzyon kimyasal olmadan gerçekleştirilirse, ön işlem görmüş biyokütlenin yıkanmasına gerek yoktur.
- Daha iyi sonuçlar için diğer ön arıtma yöntemleriyle birleştirilebilir.

Sınırlamalar:

- Ekonomik analiz için veri eksikliği.
- Yoğun enerji süreci
- Sürekli işleme sırasında malzemenin yanmasına neden olan zayıf akış

Asit Ön Arıtma

Asit ön işlemi, en kapsamlı olarak çalışılan ve yaygın olarak kullanılan lignoselülozik biyokütle ön işlemidir. Asit ön arıtma işleminin temel amacı, lignoselülozik biyokütlenin hemiselüloz fraksiyonunu hidrolize etmektir. Bu ön arıtma yönteminin etkinliği genellikle biyokütledeki hemiselüloz ve ekstraktif fraksiyonların oranındaki artışla arttırılır.

Biyokütlenin asit ön işleminin aşağıdaki gibi bazı avantajları ve sınırlamaları vardır:
Avantajları:

- Biyokütlenin hemiselüloz fraksiyonunu çözündürmek ve böylece selüloz fraksiyonunu selülaz enzimleri için erişilebilir kılmak için yüksek reaksiyon hızı.
- Ayrı hemiselüloz hidrolizatları (ön işlemden sonra) ve selüloz hidrolizatları (enzimatik hidrolizden sonra) üretmek için biyokütle işleme için bir yapısöküm yöntemi tasarlanabilir.
- Ksilanaz enzimleri için maliyet tasarrufu: Hemiselüloz, hammadde tipine ve işleme koşullarına bağlı olarak ön işlem sırasında büyük ölçüde hidrolize edilir; bu nedenle, yüksek maliyetli ksilanaz enzimleri genellikle hidroliz için gerekli değildir.

Sınırlamalar:

- Şeker bozunmasından üretilen furfural ve hidroksimetilfurfural (HMF) gibi inhibitörler, salınan şekerleri fermente edilebilir hale getirmek için ek bir detoksifikasyon adımı gerektirir.
- Asidin aşındırıcı doğası nedeniyle pahalı paslanmaz çelik kaplara ihtiyaç duyar.
- Ön işlemden sonra alkalinin asidi nötralize etmesi için ek maliyet.
- Aşırı kimyasal kullanımından kaynaklanan çevresel kaygı.

Alkali Ön Arıtma

Alkali ön işlemi, kapsamlı olarak çalışılan ve yaygın olarak kullanılan bir başka lignoselülozik biyokütle ön arıtım yöntemidir. Bu işlem, bir asit ön arıtma işlemi gibidir, ancak genellikle daha düşük bir sıcaklıkta gerçekleştirilir. Asit ön muamelesi biyokütlenin hemiselüloz fraksiyonunu çözdürürken, alkali ön muamele prosesinin amacı, lignoselülozik biyokütlenin lignin fraksiyonunu çözündürmektir. Asit ön arıtma işleminde olduğu gibi, alkali ön arıtma işlemi de biyokütle ekstraktiflerinin çoğunu çözündürür.

Biyokütlenin alkali ön işleminin bazı avantajları ve sınırlamaları vardır.

Avantajlar:

- Etkili delignifikasyon.
- Daha düşük işlem sıcaklığı nedeniyle seyreltik asit ön işlemine kıyasla daha düşük şeker bozulması; daha uzun süre kullanarak oda sıcaklığında ön işlem yapmak mümkündür.
- Lignin ve diğer ekstraktifler, karbonhidrat kaybı olmadan enzimatik hidrolizden önce ayrılabilir; yüksek değerli uygulama için yüksek reaktif lignin elde etme olasılığı.

Sınırlamalar:

- Şeker polimerlerinin enzimatik hidrolizi için potansiyel inhibitörler olan lignin bozunması nedeniyle aşırı fenolik bileşikler.
- Selülaz enzimlerine ek olarak hemiselüloz hidrolitik enzimler için ek maliyet.
- Ön işlemden sonra asidin alkaliyi nötralize etmesi için ek maliyet.

Organosolv Ön Arıtma

Organosolv, biyokütlenin seçilmiş bir organik solvent ile ilave katalizör (asit veya alkali) ile veya onsuz karıştırıldığı ve uygun bir sıcaklık ve zaman süresinde ısıtıldığı umut verici bir biyokütle ön arıtma yöntemidir. Çeşitli organik çözücüler veya çözücü karışımları; etanol, metanol ve aseton gibi düşük kaynama noktalı çözücüler dahil; gliserol, etilen glikol ve tetrahidrofurfuril alkol gibi yüksek kaynama noktalı çözücüler; ve organik asitler, fenoller, ketonlar ve dimetil sülfoksit gibi diğer organik çözücü sınıfları kullanılabilir.

Biyokütlenin organosolv ön arıtımının bazı avantajları ve sınırlamaları vardır.

Avantajlar:

- Ekstrakte edilen lignin, nispeten yüksek saflıkta, düşük moleküler ağırlıklıdır ve kükürt iç ermez, bu da ligninin yüksek değerli uygulamasını mümkün kılar.
- Üç biyopolimerin tümü-selüloz, hemiselüloz ve lignin- farklı akımlara ayrılabilir.
- Etkili biyokütle hidrolizi için diğer ön arıtma işlemleriyle birleştirilebilir.

Sınırlamalar:

- Yüksek solvent maliyeti: Geri dönüşüm süreci de enerji yoğundur. Su ile yıkama nedeniyle lignin çökelmesini önlemek için ilave çözücü gereklidir.
- Asit katalizör kullanıldığında şeker bozulmasına bağlı olarak furfural ve

HMF gibi engelleyici bileşiklerin oluşumu.

- Artık çözücü, enzimatik hidroliz ve fermentatif için engelleyici organizmalar olacaktır.
- Uçucu organik sıvıların yüksek sıcaklıkta kullanılması nedeniyle çevre ve sağlık sorunları.

İyonik Sıvı Ön Arıtma

Bu, biyokütlenin tamamının seçilmiş bir iyonik sıvı içinde çözüldüğü ve karbonhidrat polimerlerinin uygun anti-solventler eklenerek çökertildiği biyokütle ön işlemi için nispeten yeni bir yaklaşımdır; böylece lignin ve karbonhidratları ayırır.

Biyokütlenin iyonik sıvı ön işleminin bazı avantajları ve sınırlamaları vardır.
Avantajlar:

- Yeşil çözücü olarak kabul edilen iyonik sıvılar 300 ºC'ye kadar stabildir; minimum çevresel etki ile son derece düşük uçuculuğa sahiptir.
- Biyopolimerlerin her birini ayırmak mümkündür—selüloz, hemiselüloz ve lignin.
- İstenilen özelliklere sahip iyonik sıvı sentezlenebilir.

Sınırlamalar:

- İyonik sıvıların maliyeti hala çok yüksek.
- Birçok iyonik sıvı, hidrolitik enzimler ve fermente eden organizmalar için toksiktir.
- Çözücü geri kazanımının maliyeti yourucu ve pahalıdır.
- Ön işlem sırasında iyonik sıvı ile viskoz biyokütle bulamacının işlenmesi zor 150 ºC nin üzerindeki sıcaklık.

Buhar Patlaması Ön İşlemi

Buhar patlaması ön işlemi, geniş çapta çalışılan bir fizikokimyasal ön işlem sürecidir. Bu işlemde, öğütülmüş ve ön koşullandırılmış biyokütle, basınç patlayıcı bir şekilde serbest bırakılmadan önce birkaç saniye ile birkaç dakika arasında yüksek sıcaklıkta (160–290 ºC) ve yüksek basınç ta (0.7 ve 4.8 MPa) doymuş buharla işlenir . Bu yöntem, sert ağaç ve otsu biyokütlede daha etkilidir, ancak yumuşak ağaç hemiselülozun da daha düşük miktarda asetil gruplarının bulunması nedeniyle, yumuşak ahşabın etkili ön işlemi için asit katalizörünün eklenmesine ihtiyaç duyar.

Biyokütlenin buhar patlaması ön arıtmasının bazı avantajları ve sınırlamaları vardır.
Avantajlar:

- Kimyasalların kullanılmaması ve dolayısıyla geri dönüşüm ve ç evresel maliyet olmaması.
- Serbest kalan hemiselülozun nispeten daha az seyreltilmesi.
- Önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlayan yüksek partikül boyutlu biyokütle kullanılabilir. Boyut küçültme, tüm ön işlem sürecinin yaklaşık üçte birini oluşturur.

Sınırlamalar:

- Lignin-karbonhidrat kompleksinin tamamlanmamış de-konstrüksiyonu, çözünür ligninin yoğunlaşmasına ve çökelmesine yol açabilir; böylece biyokütle hidroliz veriminin azalmasına neden olur.
- Yüksek sıcaklık (yaklaşık 270 °C), selüloz sindirilebilirliğini artırmak için en iyisidir; ancak bu, engelleyici bileşiklerin oluşumuna yol açar - furfural ve HMF.

- Bu işlem sırasında oluşan asetik, formik ve levulinik asitler gibi zayıf asitler ve fenolik bileşikler, sonraki enzimatik hidroliz ve fermantasyon için engelleyicidir.

Amonyak Elyafı Patlama Ön Arıtma (AFEX)

AFEX yöntemi, alkali bir fizikokimyasal ön arıtma işlemidir. İşleme yöntemi buhar patlamasına benzer ancak daha düşük sıcaklıkta çalışır. Bu işlemde biyokütle, sıvı susuz amonyak (0,3 ila 2 kg/kg kuru biyokütle) ile karıştırılır; 60–90 °C'de ve 3 Mpa'nın üzerindeki basınçta 10–60 dakika pişirilir. Amonyağın biyokütleye optimum oranı ve pişirme sıcaklığı, basıncı ve süresi, lignoselülozik biyokütle malzemelerinin tipine bağlıdır. AFEX yöntemi otsu ürünler ve tarımsal kalıntılar için çok etkilidir, ancak odunsu biyokütle için nispeten daha az etkilidir. AFEX ayrıca, biyoyakıt üretimi için şeker üretimi ile birlikte hayvan yemi için protein çıkarmak üzere otsu biyokütlenin ön işleme tabi tutulması için uygun bir yöntem olarak kabul edilir.

Biyokütlenin amonyak lifi patlaması ön işleminin bazı avantajları ve sınırlamaları vardır.
Avantajlar:

- Düşük sıcaklıkla çalışma nedeniyle eker bozulmasından furfural ve HMF gibi engelleyici bileşiklerin oluşumu oluşmaz.
- Delignifikasyon için yüksek seçicilik.
- Amonyağın uç ucu yapısı nedeniyle geri dönüşümü kolaydır; %99 amonyak geri kazanımı mümkün.
- Kalıntı amonyak, fermantasyon sırasında organizmalar için bir azot kaynağı olarak hizmet edebilir.

Sınırlamalar:

- Ligninlerin fenolik parçalarının enzimatik hidroliz ve fermantasyon sırasında inhibisyonu önlemek için yıkanması gerektiğinden fazla su ihtiyacı.
- Amonyak geri dönüşümü, ticari ölçekli işletme için çok maliyetlidir.
- Yumuşak ağaç ve gazete atıkları gibi yüksek lignin içerikli biyokütle için verimsizdir.
- Uçucu kimyasalların kullanımından kaynaklanan çevresel endişeler.

Sıvı Sıcak Su (LHW) Ön Arıtma

Literatürde bu işlemi tanımlamak için solvoliz, hidrotermoliz, sulu fraksiyonasyon ve aquasolv dahil olmak üzere farklı terminolojiler kullanılmaktadır. Bu işlem, asit kullanmadan seyreltik asit ön işlemi ile karşılaştırılabilir. Bu proseste, sudaki biyokütle bulamacı, biyokütlenin hemiselüloz fraksiyonunu çözerek selüloz bakımından zengin kısım elde etmek için biyokütle tipine bağlı olarak çeşitli sürelerde yüksek sıcaklıkta (160-240 °C) pişirilir.

Biyokütlenin sıvı sıcak su ön arıtımının bazı avantajları ve sınırlamaları vardır,
Avantajlar:

- Ek kimyasal kullanımı yoktur.
- Ön arıtma reaktörleri için pahalı ve aşındırıcı dirençli malzemeler kullanmaya gerek yoktur.
- Nispeten büyük boyutlu parçacıklar, biyokütlenin ince parçacıklara küçültülmesi için gerekli olan enerji tasarrufuna yol açan kullanılabilir.
- Selüloz ve hemiselüloz akışlarını ayrı ayrı kurtarmak mümkündür.
- Minimum inhibitör bileşiklerin oluşumu.

Sınırlamalar:

- Ksiloz akışı çok düşük konsantrasyondadır ve bu nedenle fermantasyon için uygun şeker konsantrasyonu elde etmek için su işleminin ek maliyet yoğun buharlaşmasına ihtiyaç duyar.
- Yüksek ön işlem sıcaklığı gerektiğinden yüksek maliyet.
- Yüksek lignin içeriğine sahip biyokütle için uygun değildir.

Biyolojik Ön Arıtma

Biyolojik ön arıtma, biyokütle ligninini parçalamak ve karbonhidrat polimerlerini enzimatik hidrolize duyarlı hale getirmek için mikroorganizmaların kullanılmasını içerir. Lignini ve biyokütlenin karbonhidrat polimerlerini parçalamak için enzimler üretebilen çeşitli organizmalar arasında beyaz çürükçül, kahverengi çürükçül ve yumuşak çürükçül mantarları önemlidir. Beyaz çürükçül mantarlar, enzimatik verimlilikleri ve ekonomileri nedeniyle biyokütle ön arıtımı için en etkili olanlardır. Kahverengi çürükçül mantarları selülozu bozar, beyaz çürükçül ve yumuşak çürükçül mantarları ise hem lignini hem de selülozu bozar. Beyaz çürükçül mantarların ligninolitik enzim sistemi temel olarak lignin peroksidaz (LiP), manganez peroksidaz (MnP) ve lakkazdan oluşur.

Enzim üretim modellerine göre beyaz çürükçül mantarlar üç gruba ayrılabilir:

- Lignin-manganez peroksidaz grubu - P. chrysosporium ve Phlebia radiata.
- Manganez peroksidaz lakkaz grubu - Dichomitus squalens ve Rigidoporus lignosus.
- Lignin peroksidaz lakkaz grubu - Phlebia ochraceofulva ve Junghuhnia separabilima.

Biyokütlenin biyolojik ön-işleminin bazı avantajları ve sınırlamaları vardır,
Avantajlar:

- Hiçbir inhibitör bileşik üretilmez.
- Süreç çevre dostudur.

Sınırlamalar:

- Çok yavaş süreç ; kalış süresi genellikle 10 ila 14 gün arasındadır.
- İşlemi gerçekleştirmek için geniş alan gereklidir.
- Katı sıcaklık kontrolü gereklidir, bu da artan işleme maliyetine yol açar.
- Selüloz kristalliği azaltılamadı.

Biyokütle Dönüşüm Yöntemlerine Genel Bakış

Doğrudan Yanma

Yanma, biyokütleden ısı üretiminin en yaygın ve geleneksel yoludur. Gelişmekte olan ülkelerde, doğrudan biyokütle yakmanın termal verimliliği genel olarak %10 - %15'tir. Dönüşümden sonra, kırsal Çin'deki sobaların termal verimliliği yaklaşık %30'dur ve en iyisi %50'ye ulaşabilir. Soba, yanma odası, yangın koruma halkası, duman sirkülasyon geçişi, baca, soba kapısı, ızgara ve hava girişinden oluşmaktadır. Anahtar tasarım noktaları, yanma odasındaki termal radyasyon ve yansımanın yoğunluğunu artırmak ve iç sobadaki tam yanma kaybını ve dumanın termal kaybını azaltmaktır.

Bazı gelişmiş Avrupa ülkeleri, kükürt yataklı yakma ekipmanı gibi yüksek verimli yakma ekipmanlarını benimsemektedir. Ekipmanda, ahşap küçük parçalar halinde kesilir ve daha sonra kükürtlü yatağı çok kısa sürede geçer. Yanma sonrasında, tam olarak yanmamış odun parçaları duman egzoz sisteminden kükürtlü yatağa geri gönderilir. Bu ülkeler tarafından geliştirilen ticarileştirilmiş küçük ve orta boy kazanlar, yakıt olarak odun ve artıkları almaktadır. Verimlilikleri %50 - %60'a ulaşabilir. Hollanda'da, evsel ısıtma ve sıcak su temini için 5 - 20 kW ve 600.000 odun şöminesi özelliklerine sahip yaklaşık 1.75 milyon set odun sobası bulunmaktadır. Termal verimlilikleri %50'nin üzerine çıkabilir. İngiltere ve Danimarka tarafından üretilen ot yakan sabit yataklı model kazanların ısıl verimi %60'dır.

Gazlaştırma

Piroliz

Biyokütlenin pirolize gazlaştırılması, optimum biyokütle kullanım teknolojilerinden biridir. Gazlaştırma ekipmanında, biyokütle, yüksek sıcaklıkta termal kimyasal etki yoluyla

yüksek dereceli yanıcı gaza aktarılır. Gaz kurutma, ısıtma, ısı yalıtımı ve elektrik üretimi için kullanılabilir.

Gazlaştırma ekipmanı kullanılarak, neredeyse tüm biyokütle, esas olarak CO, CO_2, H_2 ve CH_4'ten oluşan gaz yakıtına aktarılabilir. Biyokütle enerjisinin diğer kısmı gazlaştırma işlemini gerçekleştirmek için kullanılır. Ahşabın gazlaştırma verimi %60 - %80'dir. Piroliz, pirincin enerji geri kazanım oranının %94'ün üzerine çıkmasını sağlar ve elde edilen yanıcı gazın ısıl değeri 2,5*10 kJ/m³'tür. Sığır gübresi pirolizinden elde edilen yanıcı gazın ısıl değeri $1,7*10^4$ kJ/m³'tür. Çoklu atığın gazlaştırma verimliliği %80'in üzerindedir.
Biyokütlenin piroliz işlemi sırasında hidrojen eklenerek yanıcı gazın termal değeri arttırılabilir.

1970'lerden bu yana, bazı Avrupa ülkeleri, farklı gereksinimlere uygun ve yüksek sıcaklık piroliz tekniklerini benimseyen çok işlevli gazlaştırma ekipmanlarını incelemeye başladı. Geliştirilen iki tür gazlaştırma ekipmanı vardır:

- **Kayar yataklı gazlaştırma odası Biyokütle,**

Gazlaştırma sırasında gazlaştırma odasının tepesinden yavaşça kayar. Oksitleyici gazlaştırma odasının altından yukarı doğru akar ve biyokütleyi fazlaştırmak için geçer. Çıkış gazının sıcaklığı 600 °C'ye ulaşabilir ve gazda katran bulunmaz.

- **Kükürt yataklı gazlaştırma odası**

Öğütülmüş biyokütle (birkaç mm boyutunda) gazlaştırma odasına beslenir ve yüzer malzemeyi geç erken gazlaştırılır. Üretilen gaz, yaklaşık 800 °C' ye ulaşan yüksek bir sıcaklığa sahiptir. Kükürtlü Yataklı gazlaştırıcı, çoğunlukla biyokütle için uygundur.

Anaerobik Sindirim

Anaerobik sindirim teknolojisi ile, organik atıklar işlenirken yanıcı gaz elde edilir ve sindirilen kalıntı, bariz ekonomik, çevresel ve ekolojik faydalar nedeniyle yaygın olarak geliştirilen yem veya gübre olarak işlenebilir.

Çin ve Hindistan gibi bazı gelişmekte olan ülkeler bu teknolojiyi kırsal alanlarda yaygınlaştırıyor ve kullanıyor. Çin'in aile boyu sindirici teknolojisi, dünyada lider konumdadır. Şimdiye kadar yılda 1,04 milyar metreküp biyogaz üreten 4,75 milyon küçük boyutlu çürütücü var. Ayrıca Çin'de 2077 kW elektrik kapasitesine sahip tüm orta ve büyük ölçekli biyogaz santralleri yılda 29,1 milyon metreküp biyogaz üretebilmektedir.

Birden fazla endüstri atık suyunun ve organik çöp arıtılması konusunda, bazı ülkeler anaerobik filtre, UASB ve kükürtlü yatak gibi yüksek verimli teknikleri benimsiyor. Fransa ve Japonya, organik atık suyu uluslararası pazara arıtmak için yüksek yoğunluklu yapıştırma teknolojisini benimseyen yüksek verimli anaerobik çürütme ekipmanını kullanıyor ve yaygınlaştırıyor. Verimliliği geleneksel yöntemlerden on kat daha fazladır. Kuru çürütme teknolojisi ve iki aşamalı anaerobik çürütme teknikleri son yıllarda geniş çapta araştırılmıştır ve bunlar katı atıkların arıtılmasında kullanılabilir.

|| Gerçek:

Mevcut teknoloji seviyesine göre, bir ton çöpten 10 m³ biyogaz, bir ton insan dışkısı ve idrarının 35 m³ biyogaz ve bir ton organik atık sudan 5 - 50 m³ biyogaz üretilebilmektedir.

Sıvılaşma

Biyokütlenin biyoyakıtlara dönüştürülmesi için 2 farklı sıvılaştırma yöntemi vardır:

1. Dolaylı Sıvılaştırma

2. 2 farklı yöntemden oluşan Doğrudan Sıvılaştırma:

a. Hidroliz - Fermentasyon Sıvılaştırma

b. 2 farklı tipe ayrılan termodinamik sıvılaştırma:

i. Piroliz yöntemi

ii.Hidrotermal yöntem

Dolaylı Sıvılaşma

Dolaylı sıvılaştırma, iki aşamaya ayrılan umut verici bir teknolojidir. İlk aşama bir termokimyasal gazlaştırma işlemidir. Bu işlemde, hammadde hava veya buhar ile reaksiyona girdikten sonra sentez gazı üretilir. Sentez gazında birincil maddeler CO, CO_2, H_2 ve H_2O'dur. İkinci aşama, köklü Fischer-Tropsch (F-T) sürecidir. F-T işlemi sırasında, karışım, metil alkol, dimetil eter ve etil alkol de dahil olmak üzere bir dizi kimyasal üretmek için kullanılacak en, biyokütle sentez gazından türetilen daha yüksek alkoller hakkında çok az araştırma var. En büyük zorluklar, tipik olarak daha küçük ölçekli biyokütle dönüştürme prosesleri için yeni katalitik reaktör tasarımı ve H_2'nin CO molar oranına göre spesifik kimyasallar için katalizörler tasarlamaktır. Dolaylı sıvılaştırmayı tanıtmak iç in örnek olarak etil alkol sentezini alıyoruz.

Doğrudan Sıvılaştırma

Hidroliz - Fermantasyon Sıvılaştırma

Son birkaç on yılda, etil alkol, fosil yakıtlara potansiyel bir alternatif olarak büyük ilgi gördü. Şu anda, biyokütlenin fermantasyonu, birincil hammaddeleri glikoz (mısırdan elde edilir) ve sakkaroz (şeker kamışı ve pancardan elde edilir) olan etil alkol üretmek için ana endüstriyel teknolojidir. Gıda üretimi ile doğrudan rekabet edecek şekilde hammadde olarak nişasta veya şeker kullanılarak etil alkol üretimi üzerinde aynı olumsuz etkiler vardır. Şimdiye kadar mısır samanı, etil alkol üretimi için olası bir hammadde olarak kabul edildi.

Biyokütle üretim tesisine nakledildikten sonra, fermantasyonu ve bakteri kontaminasyonunu önlemek için depoda saklanacaktır. Ardından, hammadde, ekstraksiyon için daha erişilebilir hale getirmek için ön işleme tabi tutulur. Fermantasyon işleminde hidrolizat, mayalar, besinler ve diğer bileşenler eklenecektir. Fermantasyon genellikle 25–30°C'de gerçekleştirilir ve uygun reaksiyon süresi 6-72 saat sürer.

Termodinamik Sıvılaşma

Genel olarak, çalışma koşullarına bağlı olarak biyokütlenin termodinamik sıvılaştırılması için iki tip vardır: piroliz sıvılaştırma ve hidrotermal sıvılaştırma.

Piroliz

Piroliz sıvılaştırılmasında yavaş piroliz, hızlı piroliz ve flaş piroliz olarak ayrılabilir. Yavaş piroliz genellikle düşük reaksiyon sıcaklığında, ısıtma hızında ve az miktarda biyo-yağ üreten uzun bir kalma süresinde gerçekleştirilir. Flaş piroliz işleminde, reaksiyon süresi, çok yüksek bir ısıtma hızı ve küçük parçacık boyutu ile sadece birkaç saniyeden daha kısadır ve birincil ürün sentez gazıdır. Hızlı piroliz ayrıca yüksek bir ısıtma hızında (flaş pirolizden daha az) ve buharın kısa kalma süresinde ilerler. İşlemdeki uygun ürün biyo-yağdır. Piroliz biyo-yağları doğrudan kazanlarda yakılabilir veya aşağıdaki yöntemler kullanılarak değerli yakıtlar ve kimyasallar üretmek için yükseltilebilir: Ekstraksiyon, emülsifikasyon,

esterifikasyon/alkoliz, süperkritik akışkanlar, hidro-işlem, katalitik parçalama ve buhar reformasyonu.

Hidrotermal

Biyokütlenin hidrotermal sıvılaştırılması, piroliz sıvılaştırılmasına kıyasla yüksek su içeriğine sahip biyokütlenin arıtılmasında etkili yöntemlerden biridir. Biyokütlenin bu sıvılaşması, su içeriği seviyesinden ve yüksek dönüşümlü ve nispeten saf ürünlere sahip biyokütle türlerinden etkilenmez. Yüksek yoğunluk, iyi ısı, kütle transfer kabiliyeti, hızlı bozunma ve hidrotermal koşullar altında ekstraksiyon dahil olmak üzere biyokütlenin sıvılaştırılması için uygun özellikler gösterilmiştir. Bu çevre dostu bir teknolojidir ve biyokütledeki heteroatom istenmeyen yan ürünlere dönüştürülebilir.

|| Aktivite:

Bu bölümde eğitmen, katılımcıları 2 farklı gruba ayıran bir yapboz oyunu oluşturabilir ve her grubun Organizatör tarafından sağlanan bir panoya Biyokütle Ön Arıtma yöntemleri ve Biyokütle Dönüştürme yöntemlerinin her bir adını koymasına izin verebilir.

— — — — —

Referanslar:

Aftab, M. N. , Iqbal, I., Riaz, F., Karadag, A., & Tabatabaei, M., 2019. Different Pretreatment Methods of Lignocellulosic Biomass for Use in Biofuel Production. https://www.intechopen.com/chapters/67131

Cătuţi, Mihnea., Elkerbout, Milan., Alessi, Monica., & Egenhofer, Christian., 2020. Biomass and Climate Neutrality. https://www.ceps.eu/wp-content/uploads/2020/08/PI2020-19_Biomass-and-climate-neutrality.pdf

Grande, Lucía., Pedroarena, Ivan., Korili, Sophia A., & Gil, Antonio., 2021. Hydrothermal Liquefaction of Biomass as One of the Most Promising Alternatives for the Synthesis of Advanced Liquid Biofuels: A Review. https://doi.org/10.3390/ma14185286 https://doi.org/10.3390/cleantechnol3010014

Mandø, M., 2013. Direct combustion of biomass. https://doi.org/10.1533/9780857097439.2.61

McKinsey & Company, 2010. Transformation of Europe's Power System until 2050. https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/dotcom/client_service/epng/pdfs/transformation_of_europes_power_system.ashx

Mengjie, Wang., & Suzhen, Ding., 1994. A Potential Renewable Energy Resource Development and Utilization of Biomass Energy. https://www.fao.org/3/t4470e/t4470e0n.htm

Pang, Shusheng, 2019. Advances in Thermochemical Conversion of Woody Biomass to Energy, Fuels and Chemicals. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2018.11.004

Segneanu, A. et al., 2013. Biomass Extraction Methods. https://www.intechopen.com/chapters/44370

UNIDO, 2007. Industrial Biotechnology and Biomass Utilisation. https://www.unido.org/sites/default/files/2009-04/Industrial_biotechnology_and_biomass_utilisation_0.pdf

US Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, 2021. Bioenergy Basics. https://www.energy.gov/eere/bioenergy/bioenergy-basics

Zhang, S., Yang, X., Zhang, H., Chu, C., Zheng, K., Ju, M., & Liu, L., 2019. Liquefaction of Biomass and Upgrading of Bio-Oil: A Review. http://dx.doi.org/10.3390/molecules24122250

Zheng, J., & Rehmann, L., 2014. Extrusion pretreatment of lignocellulosic biomass: a review. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4227255/

Omer, A., 2012. Biomass energy resources utilisation and waste management.. https://www.scirp.org/html/16-3000138_16848.htm

Bölüm 4 - Biyokütleden Enerji Üretimi

Amaç: Biyokütleden üretilebilecek enerji türleri, genel olarak her bir kullanım için biyoenerji üretim şeması, biyokütleden enerji üretimi ile ilgili zorlukları ve biyokütleden enerji üretimi ile ilgili Avrupa Birliği yönetmeliği hakkında bilgi ve anlayış sağlamak.

Biyoenerji Türlerine Genel Bakış

Biyoenerji

Basitçe, bioenerji, bitkiler, hayvan gübresi, evsel atık sular, atıklar vb. gibi canlı organizmalardan gelişen bir enerji türüdür. Farklı biyoenerji türleri vardır, doğrudan yanma, biyoyakıt ve elektrik, ısı olarak kullanılabilen biyogaz vardır. , gaz ve bazı amaçlar için yakıt.

Biyoyakıt

Biyoyakıt veya agroyakıt olarak da adlandırılan, taze biyokütle veya organik atık olan tarım veya ormancılık biyokütlesinden elde edilen sıvı yakıtlardır. Fosil yakıtların kökenleri eski biyokütleye dayansa da, çok uzun bir süredir karbon döngüsünün dışında kalan karbonu iç erdiklerinden genel kabul gören tanımla agroyakıt olarak kabul edilmezler. Agroyakıtlar ağırlıklı olarak ulaşım sektöründe, özellikle biyodizel (agrodizel) ve biyoetanol (agroetanol) kullanılmaktadır.

- **Biyodizel** veya diğerlerinin yanı sıra kolza tohumu, soya, palmiye yağı, ayçiçeği ve alglerden elde edilen bitkisel yağlardan yapılan agrodizel olarak da adlandırılır. Et endüstrisinden gelen hayvansal yağlar ve restoranlardan kullanılmış yemeklik yağlar ve balık yağından Omega-3 yağ asitleri üretiminin yan ürünleri de agrodizel için hammadde olarak kullanılabilir. Agrodizel saf haliyle araçlar için yakıt olarak kullanılabilir, ancak genellikle fosil dizel ile karıştırılır. Agrodizel, ulaşım sektöründe yenilenebilir enerji için zorunlu hedefleri karşılamak için kullanıldığı Avrupa'da en yaygın sıvı agroyakıttır. Ayrıca ısı ve enerji santrallerinde fosil yağının yerine kullanılmaktadır. Kolza tohumu, soya ve palmiye yağı, endüstriyel ölçekte agrodizel üretmek için en yaygın kullanılan ürünlerdir.
  - Etanol (propanol ve bütanolün yanı sıra), şekerin esas olarak araçlarda yakıt olarak kullanılabilecek alkollere fermente edilmesiyle üretilir. **Biyoetanol** veya agroetanol en yaygın kullanılanıdır. Şeker kamışı, mısır, şeker pancarı, buğday, manyok ve tatlı sorgum gibi yüksek şeker ve/veya nişasta içeriğine sahip bir dizi mahsul, agroetanol üretiminde hammadde olarak kullanılırken, endüstriyel kullanım için en popüler olanları şeker ve mısırdır. Kolayca parçalanabilen şekerler ve nişastalardan üretilen agroetanol, **birinci nesil** olarak adlandırılır. Bu genellikle gıda mahsullerinden elde edilir ve bu nedenle doğrudan gıda üretimi ile rekabet eder. Gıda ile rekabeti önlemek için, örneğin ağaç lardan veya samandan lignin, selüloz veya hemi-selülozun hücre duvarlarını parçalayabilen enzimler üretmek için birçok deney yapılmıştır. Bu gıda dışı kaynaklara dayanan Agroetanol, **ikinci nesil** olarak adlandırılır. Bu, endüstrinin son on yıldır (neredeyse) onu üretmeye hazır olduğunu iddia etmesine rağmen, şu anda ekonomik olarak uygun değildir.

Biyogaz

Mikroorganizmalar organik materyali anaerobik koşullarda (yani oksijenin yokluğunda) sindirdiğinde üretilen biyogaz. Biyogaz yaklaşık ⅔ metan ve ⅓ karbon dioksit ve muhtemelen az miktarda diğer gazlardan oluşur. Hayvan gübresi, bulamaç, evlerden ve endüstriden gelen organik atıklar ve tarımdan kaynaklanan artıklar biyogaz üretimi için birincil kaynaklardır. Endüstriyel tarımda, biyogaz, rahatsız edici kokuları önlemenin ve bulamaç tanklarından metan emisyonlarını azaltmanın ve aynı zamanda enerji üretmenin ve çiftçilere ek gelir sağlamanın uygun bir yolu olarak görülüyor. Bununla birlikte, ekonomik olarak uygun üretim için, atık mahsullerden veya mahsul artıklarından elde edilen bitki materyali eklenmelidir. Mısır gibi mahsuller eklendiğinde (ki bu Avrupa'da sıklıkla görülür) yaşam döngüsü emisyon hesaplaması, üretimin sera gazı emisyonları açısından sorunlu olduğunu göstermiştir. Biyogaz, bir ulaşım yakıtı olarak veya ısı ve elektrik üretiminde doğalgazın yerine kullanılabilir. Yan ürünler tarım topraklarında gübre olarak kullanılabilir.

|| Gerçek:

Metan, küresel emisyonların yaklaşık yüzde 20'sini oluşturan karbondioksitten (CO_2) sonra en bol bulunan ikinci antropojenik sera gazıdır. Metan, atmosferdeki ısıyı yakalamada karbondioksitten 25 kat daha güçlüdür (EPA, 2021). Küresel metan emisyonlarının yaklaşık %60'ı insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır.

Biyokütle Hammaddesi	Örnekler	Birincil Enerji Formları
Gıda Ürünleri		
Şeker bitkileri	• Şeker kamışı • Mısır	• 1. nesil agroetanol • biyogaz
"Petrol" bitkileri	• kolza tohumu • Palmiye yağı • Soya	• 1. nesil biyodizel
Enerji bitkileri		
Özellikle enerji kullanımına yönelik monokültürel üretim	• Söğüt • Okaliptüs • çimenler	• 2. nesil agroetanol • Sıcaklık • Elektrik
Bitki Kalıntıları		
Tarımsal kalıntılar	• Saman, kabuklar, yapraklar	• Sıcaklık • Elektrik • 2. nesil agroetanol • biyogaz
Orman kalıntıları	• Dallar • Ağaç tepeleri • ağaçların incelmesi	
Endüstriyel Kalıntılar		
Gıda endüstrisi	• Pekmez, Küspe	• 2. nesil agroetanol
	• Hayvansal yağlar • Kullanılmış yemeklik yağ	• 2. nesil agrodizel
Ahşap endüstrisi	• Talaşlar ve peletler (mobilya üretiminden vb.)	• Sıcaklık • Elektrik
Atık		
Endüstriyel tarım	• Bulamaç	• Biyogaz

	• Hayvan gübresi	
Haneler	• Kanalizasyon çamuru	

Biyoenerji Üretim Akışı

Biyoenerji üretiminde kullanılabilecek farklı yöntemler vardır. Yöntemler biyokütlenin kendisinin kullanımına bağlıdır, biyoyakıt üretmek için biyogaz üretiminde farklı yöntemler vardır, bunun tersi de geçerlidir.

Yöntemler, üretimde kullanılan malzemelere göre de farklı olabilir. Farklı biyokütle türleri ya da özellikleri için farklı ön arıtma yöntemleri olduğudur.Eğitim kılavuzu kitinde Modül 3'te açıklandığı gibi, biyokütle kullanımından enerjiye dönüşüm yöntemleri de farklı türdedir, ısı oluşturmak için kullanılan doğrudan yakma, biyogaz oluşturmak için kullanılan gazlaştırma ve biyoyakıt oluşturmak için kullanılan sıvılaştırma vardır.

Basitçe, biyoenerji üretim akışı şu şekilde açıklanabilir:

Biyokütle >>> Hazırlama (Ön Arıtma ve Biyoyakıt ve Biyogaz gibi Ürüne Dönüştürme Süreci (ticari formlar) >>> Ürün >>> Satış ve Dağıtım >>> Enerjiye Dönüşüm (biyodizel, biyoetanol, biyogaz) >>> Biyoenerji (Isı ve Güç)

Biyoenerji Üretimindeki Zorluklar

Biyokütle Endüstrisi Birliği'ne göre, biyoenerjiyle ilgili, özellikle operasyonel, ekonomik, sosyal ve politika ve düzenleyici zorluklar olarak sınıflandırılabilecek farklı hammaddelerle ilgili biyokütle tedarik zinciriyle ilgili bazı zorluklar vardır.

Operasyonel Zorluklar:

- **Hammadde bulunamaması** - Verimsiz kaynak yönetimi ve hükümetin müdahale etmeme yaklaşımı, biyokütle endüstrisinin genişlemesini engelleyen temel faktörlerdir.

- **Biyokütlenin bölgesel ve mevsimsel mevcudiyeti ve depolama sorunları** - Mevsimsel değişkenlik sonuç ları biyokütlenin üretimi ve depolanmasını etkileyebilir. Ayrıca bu sorunlar fiyatları da etkiliyor. Biyokütlenin enerji yoğunluğu düşük olduğundan, hasat ve depolama için arazi edinimi zordur.
- **Taşıma bölümü üzerindeki baskı** - Biyokütle nemi nedeniyle, ıslak biyokütlenin ekim alanından üretim sahasına taşınması mesafe arttıkça daha pahalı ve elverişsiz hale gelir.
- **Dönüştürme tesisinin verimsizliği, temel teknoloji ve ekipman sıkıntısı** - Özellikle enerji kaynaklarının çok çeşitli olduğu yerlerde, biyoenerji sistemleri ve ekipmanlarında standartların olmaması teknik engellerden kaynaklanıyordu. Biyobozunmayı ve ısıl değer kaybını önlemek iç in gerekli olan uygun ön arıtma, sadece üretim maliyetini değil aynı zamanda ekipman yatırımını da artırır.
- **Olgunlaşmamış endüstri zinciri** - Makul bir fiyata tutarlı hammadde tedariki için uzun vadeli sözleşmeler almak neredeyse imkansızdır. Kar elde etme yeteneğinin düşük olması, aynı zamanda birçok üretime dönük firmanın teknoloji reformunda itici güçlerden yoksun olmasının bir nedenidir.

Ekonomik Zorluklar:

- **Hammadde edinme maliyeti** - Biyokütle kaynaklarının bir kısmı dağınıktır ve nakliye maliyetini azaltmak için biyokütle projeleri kaynağa yakın arazileri işgal etmeye isteklidir, bu da biyokütle projelerinin merkezileşmesine yol açar.
- Finansman kanallarının sınırlandırılması ve yüksek yatırım ve sermaye maliyeti - Merkezi olmayan sermaye, düşük kârlılık, uluslararası ham petrol fiyatlarının sık dalgalanmaları ve yüksek piyasa riski nedeniyle, yatırımcılar biyokütle enerji üretim endüstrisinde nadiren inisiyatif aldılar. Aşırı yatırım ve yüksek işletme maliyetlerinin kısıtlamalarına tabidir. Biyokütle ön arıtma teknolojilerinin, dağınık çiftçilerin ve küçük ölçekli yakıt şirketlerinin karşılayamayacağı ekstra maliyetleri vardır.

Sosyal Zorluklar:

- **Çelişkili karar** - Tedarikçi, yer, rotalar ve teknolojilerin seçiminde karar vermek çok önemlidir ve uygun iletişimi gerektirir. Liderliği güçlendirerek ve sorumlulukları uygulayarak, paydaşların kaynak kullanımının ekonomik, çevresel ve sosyal zenginliğinden tamamen haberdar olmaları sağlanmalıdır.
- **Arazi kullanımı sorunları** - Arazi kullanımı sorunları, ekosistemlerin korunmasının ve yerli halkın evlerinin kaybına yol açmaktadır.
- **Çevre üzerindeki etki** - Biyokütle ekimi, topraktaki besin maddelerini tüketir, estetik bozulmayı teşvik eder ve biyoçeşitlilik kaybını artırır. Diğer sosyal etkiler, artan hizmet ihtiyacı, artan trafik vb. gibi kırsal alanlarda enerji çiftliklerinin kurulmasından kaynaklanacaktır. Potansiyel olumsuz sosyal etkiler, yeni ve kalıcı istihdam yaratmanın faydasını göz ardı edecek kadar güçlü görünmektedir.

Politika Zorlukları:

- **Politikalar** - Şu anda hükümet yerel yakıt fiyatını sübvanse ediyor ve bu da geleneksel kaynaklardan elektrik üretim maliyetini yenilenebilir yakıtlardan elektrik üretim maliyetinden daha düşük hale getiriyor.
- **Sistem** - Biyokütle kaynaklarının kullanım çalışmalarını düzenleyen özel kurallar yoktur ve kapsamlı bir şekilde kullanılması gereken davranışların kullanılmaması için belirli cezalar yoktur.
- **Düzenleme** - Biyokütle kaynakları endüstrisinin gelişimini yönetmek için özel bir mekanizma ve ilgili ulusal standartların ve politikaların uygulanmasını yönetmek için özel bir departman yoktur.

|| Aktivite:

Yukarıda biyoenerji üretim zorlukları hakkında belirtildiği gibi, katılımcılarla deneyimlerinden ve uzmanlıklarından nasıl çözüleceğini tartışın. Çözümde yanlış veya doğru bir şey yok. Bu tartışma, katılımcıların problem çözme konusunda analitik ve yaratıcı düşünmelerini sağlamaktır.

AB Politikası ve Biyoenerji Yönetmeliği

Avrupa Komisyonu'na göre biyoenerji, ağaçlar, bitkiler, tarım/orman kalıntıları ve kentsel atıklar gibi biyokütle kaynaklarının ısı, elektrik ve ulaşım yakıtları dahil olmak üzere enerji ve enerji taşıyıcılarına dönüştürülmesinin sonucudur. Biyokütle yeniden büyüyebildiği için yenilenebilir bir enerji olarak kabul edilir.

ILUC Direktifi 2015/1513/ EU, Yenilenebilir Enerji Direktifi (AB) 2018/2001, Yenilenebilir Enerji Direktifi 2009/28 / EC (kırmızı), Yakıt Kalitesi Direktifi 2009/30/ EC (FQD) ve daha önceki Biyoyakıt Direktifi 2003/30/EC dahil olmak üzere AB'de biyokütle ve biyoyakıt kullanımlarını kapsayan bazı direktifler bulunmaktadır.

Yenilenebilir Enerji Direktifi 2018/2001, nakliye için biyoyakıtlar ve biyo sıvılar dahil olmak üzere ısı ve güç için

büyük ölçekli biyokütlede sürdürülebilirlik kriterlerini açıklar. Direktifte ayrıca başka yeni kriterler de eklenmiştir:

- Toprak kalitesinin ve toprak karbonunun korunmasına dair kanıt gerektiren tarım atıkları ve kalıntıları ve tarım biyokütlesi için, hammaddenin yüksek biyolojik çeşitliliğe sahip ormanlardan kaynaklanmadığına dair kanıt gerektiren
- Biyoenerji üreticilerinin menş e ülkenin yürürlükte olan kanunları olduğunu kanıtlamalarını gerektiren orman biyokütlesi a) sürdürülemez hasat riskinden kaçınma ve b) orman hasadından kaynaklanan emisyonların muhasebeleştirilmesi. Böyle bir kanıt sağlanamazsa, biyoenerji üreticilerinin biyokütle kaynak alanı düzeyinde sürdürülebilirlik uyumluluğunu göstermesi gerekir.
- Yeni biyoyakıt tesislerinin fosil yakıt alternatifine göre en az %65 daha az doğrudan sera gazı (GHG) emisyonu sağlaması gerekir. Yeni biyokütle bazlı ısı ve enerji santralleri, fosil yakıt alternatifinden en az %70 (2026'da %80) daha az sera gazı emisyonu sağlamalıdır.
- Biyoelektrik, büyük ölçekli tesislerin (50 MW'ın üzerinde) yüksek verimli kojenerasyon teknolojisi uygulamasını veya Mevcut En İyi Teknikleri (BAT) uygulamasını veya %36 verimlilik elde etmesini (100 MW'ın üzerindeki tesisler için) veya karbon yakalama ve depolama teknolojisini kullanmasını gerektirir.

Arazi kullanımı sektörü de dahil olmak üzere tüm sektörlerin AB'nin 2030 emisyon azaltma hedefine katkıda bulunmasını sağlamak için AB İklim ve Çevre Mevzuatı tarafından belirlenen başka bir tamamlayıcı düzenleme daha bulunmaktadır. Bu Yönetmelik Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Orman Yönetmeliği (LULUCF) 2018/841'dir.

Bunun dışında Avrupa Komisyonu, Birleşmiş Milletler 2030 Gündemi ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerini uygulama stratejisinin bir parçası olan Yeşil Anlaşmayı ve Başkan von der Leyen'in siyasi yönergelerinde açıklanan diğer öncelikleri başlattı. Komisyon, Yeşil Anlaşmanın bir parçası olarak, Birleşmiş Milletler'in sürdürülebilir kalkınma hedeflerini entegre etmek, sürdürülebilirliği ve vatandaşların refahını ekonomi politikasının merkezine koymak ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için Avrupa Sömestiri makroekonomik koordinasyon sürecini yeniden odaklayacaktır. AB'nin politika oluşturma ve eyleminin merkezindeki kalkınma hedefleri.

Avrupa Yeşil Anlaşma Planı'ndan elde edilmesi amaçlanan bazı noktalar vardır:

- Aşağıdakilerden oluşan bir dizi derin dönüştürücü politika tasarlamak:
    - AB'nin 2030 ve 2050 için iklim hedefinin artırılması - AB'nin 2030 için sera gazı emisyonu azaltma hedefini en az %50 ve %55'e yükseltmesi planlanıyor. Bu nokta, Avrupa Komisyonu'nun mevcut 55'e Uygun planı ile ilgilidir.
    - Temiz, uygun fiyatlı ve güvenli enerji sağlamak
    - Temiz ve döngüsel bir ekonomi için endüstriyi harekete geçirmek
    - Enerji ve kaynak verimli bir şekilde inşa etmek ve yenilemek
    - Sürdürülebilir ve akıllı mobiliteye geçişi hızlandırmak
    - Adil, sağlıklı ve çevre dostu bir gıda sistemi tasarlamak
    - Ekosistemleri ve biyoçeşitliliği korumak ve eski haline getirmek

- Toksik olmayan bir çevre için sıfır kirlilik hedefi
- Sürdürülebilirliği tüm AB politikalarında yaygınlaştırmak

  - Yeşil finans ve yatırımı takip etmek ve adil bir geçiş sağlamak
  - Ulusal bütçeleri yeşillendirmek ve doğru fiyat sinyallerini göndermek
  - Araştırmayı harekete geçirmek ve teşvik etmek yenilik - bu planın bir parçası, ulusal kamu ve özel yatırımların güçlendirilmesinde önemli bir rol oynayan bir program olan Horizon Europe'dur
  - Eğitim ve öğretimi etkinleştirme
  - Yeşil yemin: "zarar verme" - Amaç, tüm Yeşil Anlaşma girişimlerinin hedeflerine en etkili ve en az külfetli şekilde ulaşmasını ve diğer tüm AB girişimlerinin "zarar vermeme" yeşil yeminini yerine getirmesini sağlamaktır.

2021'de Avrupa Konseyi, Avrupa ekonomisinin tüm bölümlerini etkileyen ve AB'nin 2030 yılına kadar %55 GHG emisyon azaltımına yönelik yarışını teşvik etmeyi amaçlayan bir dizi teklif oluşturan “55'e Uygun” paketini de başlattı. aşağıdaki yasama önerileri ve politika girişimleri:

- AB Emisyon Ticaret Sistemi
- Üye Devletlerin Emisyon Azaltma Hedefi
- Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılıktan
- Kaynaklanan Emisyonlar ve Kaldırımlar
- Yenilenebilir Enerji
- Enerji Verimliliği
- Alternatif Yakıtlar Altyapısı
- Otomobiller için CO_2 Emisyon Standartları ve minibüsler
- Enerji Vergilendirmesi
- Karbon Sınırı Düzenleme Mekanizması
- Sürdürülebilir Havacılık Yakıtları
- Nakliyecilikte Daha Yeşil Yakıtlar
- Sosyal İklim Fonu

|| Etkinlik:

Film zamanı!

Film: https://burnedthemovie.com/the-film/

Bundan sonra katılımcılarla bir tartışma yapın. Can sıkıntısını önlemek için film 2 parçaya ayrılabilir, ortadaki bazı enerji vericiler yardımcı olabilir.

Referanslar:

Andrew Agbontalor Erakhrumen, 2011. Global Increase in the Consumption of Lignocellulosic Biomass as Energy Source: Necessity for Sustained Optimisation of Agroforestry Technologies. https://www.researchgate.net/publication/258403229_Global_Increase_in_the_Consumption_of_

European Commission, 2019. The European Green Deal. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1596443911913&uri=CELEX:52019DC0640#document2

Lignocellulosic_Biomass_as_Energy_Source_Necessity_for_Sustained_Optimisation_of_Agroforestry_Technologies

Bioenergy Europe, 2021. Fit for 55, No Space for Subsidiarity: a Top-down Approach to Sustainability Will Not Enable a Renewable Future - Press Release. https://bioenergyeurope.org/index.php?option=com_content&view=article&id=322

Danish Energy Agency, 2018. Biomass. https://ens.dk/en/our-responsibilities/bioenergy/solid-biomass

Danish Energy Agency, 2020. Biomass Analysis. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/biomaseanalyse_final_ren_eng.pdf

ETIP Bioenergy, 2021. Biofuels Policy Legislation. https://www.etipbioenergy.eu/markets-policies/biofuels-policy-legislation

European Biomass Industry Association, 2018. Bioenergy-related Policy. https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/policy/

European Biomass Industry Association, 2021. Challenges Related to Biomass. https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/biomass-resources/challenges-related-to-biomass/

European Commission, 2010. Greening Our Energy Supply: The Role of Bioenergy from Forestry and Agriculture. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/sustainability_and_natural_resources/documents/leaflet-greening-our-energy-supply_en.pdf

European Commission, 2018. Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0082.01.ENG&toc=OJ:L:2018:328:TOC

European Commission, 2021. Energy. https://energy.ec.europa.eu/index_en

European Council, 2021. EU Plan for a Green Transition. https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/eu-plan-for-a-green-transition/

Institute for European Environmental Policy, 2021. Building Consensus on Sustainable use of Biomass for EU Bioenergy. https://ieep.eu/news/building-consensus-on-sustainable-use-of-biomass-for-eu-bioenergy

Jorgensen, Kaj., Van-Djik, Annemarije., 2003. Overview of Biomass for Power Generation in Europe. https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.552.30&rep=rep1&type=pdf

Kalt, Gerald., 2012. Bioenergy in the Context of the EU 2020- and 2050-Policy Targets: Technology Priorities, Opportunities and Barriers. https://www.researchgate.net/publication/259156881_Bioenergy_in_the_context_of_the_EU_2020-_and_2050-policy_targets_Technology_priorities_opportunities_and_barriers

Maier, Jürgen, 2007. The Challenge of Sustainable Bioenergy: Balancing Climate Protection, Biodiversity and Development Policy. https://www.globalnature.org/bausteine.net/f/6703/Maier-Juergen-engl.pdf?fd=2

Transnational Institute, 2016. Bioenergy in the EU. https://www.tni.org/files/publication-downloads/bioenergy_in_the_eu.pdf

United States Environmental Protection Agency, 2021. Importance of Methane. https://www.epa.gov/gmi/importance-methane

Bölüm 5 - Biyokütle Dönüşüm Teknolojileri

Amaç: Biyokütle dönüştürme süreci hakkında daha ayrıntılı bilgi ve anlayış sağlamak, her bir işlemin avantajlarını ve sınırlamalarını içerir.

Biyokütle Dönüşüm Süreci Türleri

Biyokütlenin enerjiye dönüşümünün bazı türleri vardır, ısı ve elektrik vardır. üretim, biyoyakıt ve biyogaz üretimi. Bu ürünler farklı biyokütle türleri ve özelliklerine dayalı yöntemler.

Isı ve Elektrik Üretimi

Biyokütleyi faydalı enerjiye dönüştürmek için en yaygın yöntem doğrudan yakmadır. Tüm biyokütle, binaları ve suyu ısıtmak, endüstriyel proses ısısı için ve buhar türbinlerinde elektrik üretmek için doğrudan yakılabilir. Doğrudan yakma, biyokütleden elektrik üretmenin en basit ve en eski yoludur. Doğrudan yanmalı (veya "doğrudan ateşlemeli") sistemler, yüksek basınçlı buhar üretmek için kazanlarda biyokütle yakar. Buhar, bir jeneratöre bağlı bir türbini döndürür - fosil yakıtlı enerji santrallerinde kullanılan aynı tür buhar-elektrik jeneratörü. Türbin döndükçe jeneratör de döner ve elektrik üretilir.

Biyokütle >>> Kazan >>> Buhar >>> Türbin >>> Elektrik

Bazı gelişmiş Avrupa ülkeleri, aşağıdakiler gibi yüksek verimli yanma ekipmanlarını benimsiyor: Ekipman da ahşap küçük parçalar halinde kesilir ve daha sonra kükürtlü yatağı çok kısa sürede geçer. Yanma işleminden sonra, eksik yanmış odun parçaları, duman egzoz sisteminden kükürtlü yatağa geri döndürülür. Bu ülkeler tarafından geliştirilen ticarileştirilmiş küçük ve orta boy kazanlar, yakıt olarak odun ve kalıntılar. Verimlilikleri %50 - %60'a ulaşabilir.

Katı biyokütle yakıtlarının doğrudan yakılması için kullanılan cihazlar, küçük ev tipi ocaklardan (1 ila 10 kW) elektrik ve kombine ısı ve güç (CHP) tesislerinde (>5 MW) kullanılan en büyük kazanlara kadar çeşitlilik gösterir. Ara cihazlar, tek aileli evlerin ısıtılmasında kullanılan küçük kazanları (10 ila 50 kW), çok aileli ev veya bina ısıtması için kullanılan orta boy kazanları (50 ila 150 kW) ve bölge için kullanılan büyük boyleri (150 ila 1 MW'ın üzerinde) kapsar. ısıtma. Bununla birlikte, fosil yakıtlı elektrik santrallerinde birlikte yakma, sınırlı yerel biyokütle mevcudiyeti nedeniyle özel biyokütle yakma için uygulanamayan büyük boyutlu santrallerin (>100 MWe) avantajlarını sağlar.

Avrupa Biyokütle Endüstrisi Birliği'ne göre, biyokütle yanması için en sık kullanılan fırınlar:

Çeşit	Tipik Boyut Aralığı	Yakıtlar	Kül (%)	Su İçeriği (%)
Odun sobaları	2 - 10 kW	Kuru odun kütükleri	<2	5 - 20
Kütük odun kazanları	5 - 50 kW	Kütük odun, yapışkan ahşap artıkları	<2	5 - 30
Pelet sobaları ve kazanları	2 - 25 kW	Ahşap peletler	<2	8 - 10
Understoker fırınları	20 kW - 2.5 MW	Talaşlar, odun artıkları	<2	5 - 50

Hareketli ızgaralı fırınlar	150 kW - 15 MW	Tüm odun yakıtları, çoğu biyokütle	<50	5 - 60
Izgaralı ön fırın	20 kW - 1.5 MW	Kuru odun (artıklar)	<5	5 - 35
Döner ızgaralı alt taşıyıcı	2 - 5 MW	Talaşlar, yüksek su içeriği	<50	40 - 65
Puro yakıcı	3 - 5 MW	saman balyaları	<5	20
Sabit akışkan yatak	5 - 15 MW	Çeşitli biyokütle, d < 10 mm	<50	5 - 60
Sirkülasyonlu akışkan yatak	15 - 100 MW	Çeşitli biyokütle, d < 10 mm	<50	5 - 60
Toz yakıcı, sürüklenen akış	5 - 10	Çeşitli biyokütle, d < 5 mm	<5	<20

Understoker fırınları çoğunlukla talaş ve nispeten düşük kül içeriğine sahip benzeri yakıtlar için kullanılırken, ızgaralı fırınlar yüksek kül ve su içeriği için de uygulanabilir. Sabit veya kabarcıklı akışkan yataklı (SFB) ve sirkülasyonlu akışkan yataklı (CFB) kazanlar, büyük ölçekli uygulamalar için uygulanır ve genellikle atık odun veya odun ve endüstriyel atıkların karışımları için kullanılır, örneğin kağıt hamuru ve kağıt endüstrisinde.

Biyoyakıt Üretimi

Biyodizel

Biyodizel, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen alternatif bir dizel yakıttır. Biyodizel, hayvansal yağlardan veya yemeklik bitkisel yağlar da dahil olmak üzere bazı yağ türlerinden elde edilen mono alkil esterdir. Hayvansal ve bitkisel kaynaklı maddeler biyokütle enerji kaynakları olarak sınıflandırılır. Rajaluigam'a (2016) göre, biyodizel yakıt olarak kullanıldığında karbon nötr olacaktır, çünkü yanma işlemi sırasında karbon emisyon miktarı, tüm yaşam süresi boyunca emilen bir hayvan veya bitkinin miktarına eşittir. Böylece biyoyakıtın yeşil yanması durumunda emisyon düşük olacaktır.

Aktaş 'a (2020) göre biyodizel, bitkisel veya hayvansal yağların bir alkol ve katalizör ile reaksiyona girmesiyle üretilir. Aynı zamanda toksik olmayan, biyolojik olarak parçalanabilen ve yenilenebilir bir dizel yakıttır. Biyodizel mono alkil esterler olduğundan, biyodizel yağ içermez, ancak saf veya herhangi bir oranda mazot ile karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir (Ölmez, 2005).

Aktaş 'a (2020) göre biyodizel üretiminde kullanılabilecek bazı yağ kaynakları vardır:

- Bitkisel Yağlar: Ayçiçeği, Soya Fasulyesi, Kolza, Aspir, Pamuk, Palmiye Yağları
- Geri Kazanım Yağları: Bitkisel Yağ Sanayi Yan Ürünleri
- Kentsel ve Endüstriyel Atık Kökenli Geri Kazanım Yağları
- Hayvansal Yağlar: Buz Yağları, Balık Yağları ve Kanatlı Yağları
- Bitkisel Atık Yağlar: Kullanılmış Yemeklik Yağlar

Biyodizel Üretim Teknolojileri

Genellikle biyodizel olarak adlandırılan dizel motorlarda yağ ve katı yağ hammadde türlerinin yakıt olarak kullanılmasını sağlayan bazı ana akım teknolojiler bulunmaktadır. Teknolojiler, yağların doğrudan kullanımı veya karıştırılması, piroliz, mikro emülsiyon ve transesterifikasyondur. Transesterifikasyon, daha kaliteli üretim nedeniyle biyodizel üretiminde çeşitli araştırmacılar tarafından tercih edilen bir yöntemdir.

Doğrudan Kullanım (seyreltme) veya Karıştırma

Seyreltme işlemi; bitkisel ve atık yağların bir solvent veya dizel yakıt ile belirli oranlarda karıştırılarak inceltilmesi işlemidir. Bitkisel yağların doğrudan kullanımının, hem doğrudan hem de dolaylı dizel motorlar için genellikle tatmin edici olmadığı ve pratik olmadığı düşünülmüştür. Biyodizel üretiminde seyreltme yönteminde kullanılan yağlar; fıstık yağı, kolza yağı, ayçiçek yağı ve atık yağlar. Yüksek viskozite, asit bileşimi, serbest yağ asidi içeriği, ayrıca depolama ve yanma sırasında oksidasyon ve polimerizasyon nedeniyle sakız oluşumu, karbon tortuları ve yağlama yağı kalınlaşması bariz problemlerdir.

Bu tür sorunları önlemek için alternatif yakıt kaynakları, doğrudan geleneksel fosil yakıtlarla karıştırılmaktadır. Bu tür bir harmanlama, yakıt kalitesini iyileştireceği, fosil yakıt tüketimini azaltacağı vb. bu nedenle biyoyakıtlar gibi alternatif yakıtların kullanılmasında da en uygun yol olarak tercih edilmektedir. Biyo yağ ve dizel karışımları 10:1,10:2, 10:3 gibi farklı oranlarda olacaktır (Mendhe, 2015).

Piroliz

"Piroliz" kelimesi, piro ("ateş " olarak yorumlanabilir) ve lizis ("ayırmak" olarak yorumlanır) kelimelerinden türetilmiştir. Bu nedenle, piroliz basitçe organik bileşiklerin çok yüksek sıcaklıklarda, uygun bir katalizörün varlığı veya havanın yokluğu yardımıyla parçalanması veya parçalanması olarak tanımlanabilir. Piroliz, 400-600 °C sıcaklık aralığında gerçekleştirilir. Proses, piroliz hızına bağlı olarak gazlar, biyo-yağ ve kömür üretir. Gebremariam'a (2017) göre, çalışma koşullarına bağlı olarak, piroliz işlemi üç alt sınıfa ayrılabilir: geleneksel piroliz, hızlı piroliz ve flaş piroliz. Biyo-yağ üretimi için kullanılan hızlı pirolizdir.

Tablo. Piroliz yöntemlerinin sınıflandırılması (Czernik, 2004)

Yöntem	Sıcaklık(°C)	Kalış süresi	Isıtma Hızı (°C/s)	Önemli ürünler
Geleneksel/yavaş piroliz	Orta-yüksek(400-500)	Uzun 5-30 dk	Düşük 10	● Gaz ● Karakter ● Biyo-yağ (katran)
Hızlı piroliz	Orta-yüksek (400-650)	Kıza 0.5-2 s	Yüksek 100	● Biyo-yağ (daha ince) ● Gazlar ● karakter
Ultra hızlı/flaş piroliz	Yüksek (700-1000)	Çok kısa < 0.5 s	Düşük 10	● Gazlar ● Biyo-yağ

Pirolize edilebilen organik maddeler arasında hayvansal yağlar, bitkisel yağlar, doğal trigliseritler yer alır. Pirolize edilmiş yağlar ve trigliseritlerin sıvı bileşenleri, dizel motorlarda petrol dizeliyle aynı şekilde işlev gören biyodizel içerir. Abbaszaadeh (2012) ayrıca piroliz işlemi ile üretilen veya biyo-yağ olarak bilinen biyodizel yakıtın dizel motorlarinin uygun olduğunu bildirmiştir. Singh ve Singh (2010), trigliseritlerin termal pirolizinin daha düşük işlem maliyeti, basitlik, daha az atık ve kirlilik olmaması gibi birçok avantajı olduğunu belirtmişlerdir. Pirolizin diğer bir dezavantajı, çeşitli fraksiyonların ayrılması için damıtma ekipmanına ihtiyaç duyulmasıdır. Ayrıca elde edilen ürün, daha az çevre dostu yapan kükürt içeren benzine benzer (Ranganathan, 2018).

Mikro emülsifikasyon

IUPAC tanımına göre, mikro emülsiyon, yaklaşık 1 ila 100 nm, genellikle 10 ila 50 nm arasında değiş en dağılmış alan çapına sahip izotropik ve termodinamik olarak kararlı bir sistem olan su, yağ ve yüzey aktif madde(ler)den oluşan dispersiyondur. Ma et al. (1999), mikro emülsiyon oluşumunun, bitkisel yağ viskozitesi problemini çözmek için potansiyel çözümlerden biri olduğunu açıkladı.

Bir biyodizel mikro emülsiyonunun bileşenleri arasında dizel yakıt, bitkisel yağ, alkol ve uygun oranlarda yüzey aktif madde ve setan geliştirici bulunur. Viskozite düşürücü katkı maddeleri olarak metanol ve etanol gibi alkoller, yüzey aktif maddeler olarak daha yüksek alkoller ve setan geliştirici olarak alkil nitratlar kullanılır. Mikro emülsiyonlar, misellerdeki düşük kaynama noktalı bileşenlerin patlayıcı buharlaşmasıyla püskürtme özelliklerini iyileştirebilir. Mikro emülsiyon, biyodizelde viskozitede azalma, setan sayısında artış ve iyi püskürtme özellikleri ile sonuçlanır. Ancak, Parawira (2010) tarafından belirtildiği gibi, motorlarda sürekli mikro emülsifiye dizel kullanımı, enjektör iğnesinin yapışması, karbon tortusu oluşumu ve eksik yanma gibi sorunlara neden olmaktadır.

Transesterifikasyon

Transesterifikasyon, kimyasal olarak petrol dizeline benzeyen sıvı ve katı yağ hammadde türlerinden biyodizel üretmek için en uygun yöntemdir. Bu yöntemle sıvı ve katı yağlar (trigliseritler), viskozitesi dizel yakıt seviyelerine yakın olan alkil esterlerine dönüştürülür. Dolayısıyla bu ürün, petrol bazlı dizel yakıta benzer özelliklere sahip bir yakıt olup, mevcut petrol dizel motorlarında değişiklik yapılmadan kullanılmasını sağlar.

Genel olarak transesterifikasyon, basitçe esas olarak reaktanların genellikle ısı ve/veya basınç altında karıştırılmasıyla ilerleyen geri dönüşümlü bir reaksiyondur. Ancak reaksiyona bir çeşit katalizör eklenirse süreç hızlanacaktır. Asit katalizli, baz katalizli, lipaz katalizli, süper kritik, nano kataliz ve iyonik sıvı kataliz gibi transesterifikasyon üretmenin birkaç yolu vardır.

Asit Katalizli Transesterifikasyon Asit katalizli

Asit katalizli transesterifikasyon, tarihte etanol ve sülfürik asit kullanarak hurma yağından biyodizel (etil ester) üreten ilk yöntemdi. Asit katalizli işlem, bir trigliseridin (yağ/sıvı yağ) bir asit katalizör varlığında bir alkol ile reaksiyona girerek esterler (biyodizel) ve gliserol oluşturmasından kaynaklanır. Bu yöntem, yüksek serbest yağ asidi içeriğine sahip sıvı veya katı yağ kaynaklarından biyodizel üretiminde uygun ve ekonomik olarak uygulanabilir. Bununla birlikte, asit katalizli reaksiyon, alkali katalizli reaksiyondan daha uzun bir reaksiyon süresi ve daha yüksek bir sıcaklık gerektirir.

Asit katalizli transesterifikasyon, yağın doğrudan asitleştirilmiş alkol ile karıştırılmasıyla başlar, böylece alkol hem bir solvent hem de esterifikasyon reaktifi olarak hareket ederek,

ayırma ve transesterifikasyon tek bir aşamada gerçekleşir. Asit katalizli transesterifikasyon, alkil esterlerin verimini azaltan karboksilik asitlerin rekabetçi oluşumunu önlemek için suyun yokluğunda gerçekleştirilmelidir. Transesterifikasyon bir denge reaksiyonu olduğundan, yağın alkil estere tamamen dönüştürülmesi için ileri reaksiyonu desteklemek için her zaman yağdan daha fazla alkol olmalıdır. Bununla birlikte, optimumun ötesinde daha fazla alkol, daha fazla üretilen gliserolün alkil ester den ayrılmasında bir miktar ekstra maliyete neden olacaktır ve bu nedenle verimli üretim için oranın her zaman bir optimizasyonu olmalıdır.

Sülfürik asit, sülfonik asit ve hidroklorik asit olağan asit katalizörleridir, ancak en yaygın olarak kullanılanları sülfürik asittir. Asit katalizli transesterifikasyon yönteminin avantajları ve dezavantajları vardır.

Avantajları şunlardır:

- Nispeten yüksek verim sağlar
- Hammaddedeki FFA içeriğine karşı duyarsızdır, bu nedenle düşük dereceli hammaddelerde tercih edilen yöntem kullanıldı
- Esterleştirme ve transesterifikasyon aynı anda gerçekleşir
- Daha az enerji yoğun

Dezavantajları şunlardır:

- Asitlerin aşındırıcılığı ekipmana zarar verir
- Biyodizelde daha fazla miktarda serbest gliserol
- Daha yüksek sıcaklıkta çalışma gerektirir, ancak süper kritikten daha az
- Katalizörün üründen nispeten zor ayrılması
- Daha yavaş üretim hızına sahiptir (nispeten daha uzun zaman alır)

Baz Katalizli Transesterifikasyon

Alkalin veya baz katalizli transesterifikasyon işlemi, bir trigliseridin (yağ/yağ) bir alkol ile alkali metal alkoksitler ve hidroksitler gibi alkali katalizörlerin yanı sıra sodyum veya potasyum karbonatların varlığında esterler (biyodizel) ve gliserol oluşturmak üzere reaksiyonudur. Baz katalizli transesterifikasyon, asit katalizli transesterifikasyondan çok daha hızlıdır ve endüstriyel ekipman için daha az aşındırıcıdır ve bu nedenle ticari olarak en sık kullanılanıdır. Bununla birlikte, bir besleme stoğunda su ve yüksek miktarda serbest yağ asidinin varlığı, yağın sabunlaşmasına ve dolayısıyla alkalin transesterifikasyon işlemi sırasında tamamlanmamış reaksiyona ve ardından emülsiyon oluşumuna ve gliserolün ayrılmasında zorluğa neden olur. Sabunlaşma reaksiyonundan kaynaklanan ana dezavantaj, katalizör tüketimi ve yüksek üretim maliyetine yol açan ayırma işleminde artan zorluktur.

Genel olarak, baz katalizörler, transesterifikasyon reaksiyonunda asit katalizörlerinden ç ok daha yüksek katalitik aktivite gösterirler, ancak biyodizelin yalnızca düşük serbest yağ asitleri (FFA) içeriğine sahip rafine edilmiş yağlardan türetilmesi için seçici olarak uygundurlar ve genellikle %0.5'ten daha azdır. Baz katalizli transesterifikasyon kullanılarak biyodizelin verimli üretimi, yalnızca besleme stoğunun kalitesine bağlı değildir, aynı zamanda alkol/yağ molar oranı, reaksiyon sıcaklığı, karıştırma hızı, reaksiyon süresi, türü ve katalizör konsantrasyonu ve ayrıca kullanılan alkolün türü(genellikle metanol).

Sodyum hidroksit, potasyum hidroksit ve sodyum metoksit, genellikle baz katalizli transesterifikasyonda kullanılan katalizörlerdir. Sodyum hidroksit, ara katalitik aktivitesi ve çok daha düşük maliyeti nedeniyle çoğunlukla tercih edilir. Baz katalizli transesterifikasyon yönteminin avantajları ve dezavantajları vardır.

Avantajları şunlardır:

- Asit katalizli transesterifikasyondan daha hızlı reaksiyon hızı
- Reaksiyon, hafif reaksiyon koşullarında ve daha az enerji yoğunluğunda meydana gelebilir.
- NaOH ve KOH gibi yaygın katalizörler nispeten ucuzdur ve yaygın olarak bulunur
- Daha az aşındırıcıdır

Dezavantajları şunlardır:

- Yağdaki FFA içeriğine duyarlıdır
- Hammadde kalitesi nedeniyle yağın sabunlaşması ana sorundur
- Gliserol geri kazanımı zordur alkali atıksu
- Oluşturulan tedavi gerektirir

Lipaz Katalizli Transesterifikasyon

Lipaz katalizli transesterifikasyon prosesi, bir trigliseridin (yağ/yağ) bir alkol ile katalizör olarak lipaz enzimi varlığında esterler (biyodizel) ve gliserol oluşturmak üzere reaksiyonudur. Lipaz katalizli transesterifikasyon, biyodizel üretimi için sıvı ve katı yağların enzimler kullanılarak sabunlaşma, saflaştırma, yıkama ve nötralizasyon sorunu olmayan transesterifikasyonunun diğer bir yoludur vebu aç ılardan her zaman tercih edilen bir yöntemdir. Bununla birlikte, enzim katalizörleriyle ilgili problemler, daha yüksek maliyetleri ve daha uzun reaksiyon süreleridir.

Farklı yağlar üzerinde transesterifikasyon aktiviteleri için lipazlar farklı kaynaklardan bulunabilir. Serbest yağ asitlerinin yanı sıra tüm mono, di ve trigliseritleri kullanabilme, düşük ürün inhibisyonu, susuz ortamda yüksek aktivite ve verim, düşük reaksiyon süresi, immobilize enzimin tekrar kullanılabilirliği, sıcaklık ve alkol direnci en çok istenen özelliklerdir. biyodizel üretimi için yağların transesterifikasyonu için lipazlar. Enzimler genellikle daha iyi enzim yüklemesi, aktivitesi ve stabilitesi için immobilize edilir.

Lipaz katalizli transesterifikasyon yönteminin avantajları ve dezavantajları vardır.

Avantajları şunlardır:

- Yağdaki FFA ve su içeriğine karşı duyarsızdır, bu nedenle düşük dereceli olduğunda tercih edilir. hammadde kullanılır
- Düşük reaksiyon sıcaklığında gerçekleştirilir
- Saflaştırma, yan üründen kolay ayrılmayı sağlayarak basit bir adım gerektirir,

Dezavantajları şunlardır:

- Enzim maliyeti genellikle çok yüksektir
- Nispeten düşük verim verir
- Yüksek reaksiyon süresi alır
- Metanol ve gliserolün neden olduğu lipaz inaktivasyonu sorunu

İyonik Sıvı Katalizli Transesterifikasyon

İyonik sıvılar, oda sıcaklığında sıvı halde bulunan anyon ve katyonlardan oluşan organik tuzlardır. Katyonlar, iyonik sıvıların fiziksel özelliklerinden (erime noktası, viskozite ve yoğunluk gibi) sorumludur, anyon ise kimyasal özelliklerini ve reaktivitesini kontrol eder. Eşsiz avantajları, sentezlenirken gerekli reaksiyon koşullarına uyacak şekilde yönetilebilmeleridir.

Biyodizel üretimi için transesterifikasyon reaksiyonunun katalizi için olası farklı iyonik sıvı türleri arasında, 1-n-butil-3- metilimidazolyum katyonundan oluşan iyonik sıvılar en çok çalışılan ve tartışılan bileşiklerdir. Guo etal. (2014), iyonik sıvı katalizli transesterifikasyonun soya fasulyesi yağından biyodizel hazırlanması için verimli ve zaman tasarrufu sağladığı sonucuna varmıştır.

Bu yöntemin avantajları şunlardır:

- Bifazik oluşumu nedeniyle nihai ürünlerin ayrılması kolaydır.
- Verim ve zaman tasarrufu
- Katalizörler hazırlanırken özellikleri belirli bir ihtiyaca göre tasarlanabilir.
- Katalizör kolayca ayrılabilir ve birçok kez yeniden kullanılabilir
- Yüksek katalitik aktivite, mükemmel stabilite

Bu yöntemin dezavantajları şunlardır:

- İyonik sıvı üretiminin yüksek maliyeti
- Etkili verim için nispeten daha fazla alkol gerektirir

Biyoetanol

Biyoetanol, geleneksel benzin için potansiyel bir ikame olarak kabul edilir ve doğrudan araçlarda kullanılabilir veya benzinle karıştırılarak sera gazı emisyonlarını ve benzin tüketimini azaltır. Biyoetanol (E100) doğrudan uygulama için kullanılabilir. Ancak motor düşük sıcaklıkta veya soğuk havada çalışacağından motoru çalıştırmada zorluk vardır, çünkü E100'ün buharlaşma için daha yüksek ısıya ihtiyacı vardır.

Biyoetanolün avantajları arasında artan motor verimliliği ve performansı, düşük kaynama noktası, geniş yanıcılık, daha yüksek sıkıştırma oranı ve buharlaşma ısısı, karşılaştırılabilir enerji içeceği, daha düşük yanma süresi ve zayıf yanan motor ile sonuçlanan yüksek oktan derecesi bulunur.

Biyoetanol üretiminde kullanılabilecek bazı kaynaklar vardır:

- Birinci nesil kaynak yenilebilir hammaddelerden gelmektedir:
  - Mısır
  - Şeker kamışı
- İkinci nesil kaynak, hammadde olarak lignoselülozdan gelir:
  - Şalt otu
  - Mısır sapları
  - Odun
  - otsu bitkiler
  - Atık kağıt ve kağıt ürünleri
  - Tarım ve ormancılık kalıntıları
  - Kağıt hamuru ve kağıt fabrikası atıkları
  - Belediye Katı Atık
  - Gıda endüstrisi atıkları
- Üçüncü nesil kaynak, hammadde olarak alglerden gelir, yüksek verimliliğe sahip alg türleri vardır:
  - Nannochloropsis Oculata
  - Tetraselmis suecica
  - Scenedesmus dimorphus
  - Porphyridium cruentum (deniz suyu)
  - Porphyridium cruentum (tatlı su)

- Padina Tetrastromatica

Biyoetanol, aşağıdakiler gibi bazı uygulamalarda kullanılabilir:

- Nakliye için yakıt
- Termal yanmadan elektrik üretimi için yakıt
- Kimya endüstrisinde hammadde
- Kojenerasyon sistemlerinde yakıt

Biyoetanol Üretim Süreci

Biyoetanol üretimi, ön arıtma, hidroliz ve fermantasyonu içeriyordu. Lignoselüloz için geleneksel ön işlem ve gelişmiş ön işlem yöntemleri gibi genellikle biyoetanol üretiminde kullanılan bazı ön işlem türleri vardır. Hidroliz işleminde lignoselülozik biyokütle, enzimler veya asit ile katalize edilebilir. Fermantasyon teknolojilerinde kesikli fermantasyon prosesi, sürekli fermantasyon prosesi, kesikli beslemeli fermantasyon prosesi, ayrı hidroliz ve fermantasyon (SHF), eş zamanlı sakarifikasyon ve fermantasyon (SSF), eş zamanlı sakarifikasyon ve birlikte fermantasyon gibi ç eş itleri bulunmaktadır. SSCF) ve konsolide biyoişleme (CBP).

Lignoselülozik biyokütle >>> Ön Arıtma >>> Hidroliz >>> Fermantasyon >>> Damıtma >>> Biyoetanol/Etanol

Ön Arıtma Süreci

Lignoselülozik biyokütlenin ön-arıtım süreci, genellikle hemiselüloz ve ligninden oluşan bir polimer matrisinde bulunan selülozu ayırmaya yardımcı olacaktır. Bu selüloz ayrımı, hidrolizde şeker monomerleri üretmek daha erişilebilir ve daha kolay hale geldiğinden, hidroliz işlemine yardımcı olur. Ön işlem yoksa, enzim ligninin yüzeyine bağlanacağından hidroliz işlemi etkili olmayacaktır.

Ön arıtma işleminin bazı avantajları şunlardır:

- Şekerlerin bozulmasını önlemeye yardımcı olmak (pentozlar)
- Reaktör boyutu, ısı ve güç gereksinimleri gibi biyoetanol üretiminin canlılığının sağlanması
- Şekerden etanole hidroliz ve fermantasyon verimini azaltabilen inhibitörlerin oluşumunu en aza indirin

Geleneksel Ön Arıtma

Aşağıdakiler gibi 4 farklı ön arıtma yöntemi vardır:

- Fiziksel ön arıtma - Fiziksel ön arıtmada, lignoselülozik biyokütle küçük boyuta parçalanır, bu ön arıtma öğütme, öğütme, ekstrüzyon ve ışınlanmayı içerir. Bu yöntem, enzimatik hidrolizin verimliliğini artırabilen biyokütlenin yüzey alanını ve gözenek boyutunu artıracaktır. Fiziksel ön işlem, lignoselülozun yapısökümünün etkinliğini artırmak için kimyasal ön işlemle birleştirilebilir (Edeh, 2020).
- Kimyasal ön arıtma - Kimyasal ön işlem asit, alkali (baz) ve oksidatif yöntemleri içerir. Bununla birlikte, kimyasal ön işlem, hammadde türleri ile oldukça hassas ve seçicidir. Kimyasal ön arıtma çok etkilidir ancak belirli çalışma koşullarına ve ortamına ihtiyaç duyar ve ayrıca bu yöntemden elde edilen ürünün özel imhası gerekir.
- Fizikokimyasal ön arıtma - Fizikokimyasal arıtmada aslında hem fiziksel hem de kimyasal ön arıtma işlemleri birleştirilir.
- Biyolojik ön arıtma - Biyolojik ön arıtmada beyaz çürükçül, kahverengi çürükçül, yumuşak çürükçül mantarları ve bakteriler gibi mikroorganizmaları daha fazla hidroliz için lignoselülozik biyokütleyi parçalamak üzere içerir.

İleri Ön Arıtma

Bu işleme genellikle lignoselüloz fraksiyonlama ön işlemi denir (Edeh, 2020). Bu arıtma, biyoetanol üretiminde ön arıtma prosesinin maliyetini düşürmeyi amaçlamıştır. Bu işlem, lignoselüloz biyokütlesinde selüloz, hemiselüloz ve ligninin ayrılmasını arttırabilen selüloz çözücüleri kullanılarak gerçekleştirilir.

2 farklı ileri arıtma yöntemi vardır:

- Asit aracılı fraksiyonasyon - bu yöntem fosfolik asit, aseton veya etanol gibi selüloz çözücü kullanır ve lignoselülozik biyokütleyi ayırmak için 1 atm ve 50 °C'de çalışır. Bu yöntem, bambu, mısır sobası, şeker kamışı, şalt otu ve fil otu gibi bazı lignoselülozları ön işleme tabi tutmak için etkili bir şekilde kullanılır (Sathisuksanoh, 2011).
- İyonik-sıvı bazlı fraksiyonasyon (ILF) - İyonik sıvılar, oda sıcaklığında sıvı formunda önemli miktarda organik katyon ve az miktarda inorganik anyondan oluşan basit tuz çözeltileridir. Bu yöntem, bozulmamış ve kolayca ayrılabilen ve katma değerli yan ürünler olarak kullanılan spesifik, saflaştırılmış ve polimerik hammaddeler elde etmek iç in lignoselülozu fraksiyonlamak için kullanılır (Edeh, 2020).

|| Gerçek:

Bununla birlikte, lignoselülozik biyokütle için buhar patlaması ön arıtma yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır. Buhar patlaması ön arıtması, düşük sermaye yatırımı, yüksek enerji verimliliği, daha az çevresel etki ve tam şeker geri kazanımı gibi avantajlara sahip fizikokimyasal ön arıtmadır.

Hidroliz

Hidroliz, biyoetanol üretiminde önemli bir süreçtir. Hidroliz, önceden polimerik karbonhidratlara (selüloz ve hemiselüloz) parçalanmış olan lignoselülozik biyokütlenin ön muamelesinden sonra yapılırdı. Bu aşama karbonhidrat polimerlerini şeker monomerlerine parçalayacaktır. Hidroliz işlemi asit veya enzim katalizi ile kullanılabilir.

Asit katalizli hidroliz, biyoetanol üretiminde yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Bu hidrolizde sıklıkla kullanılan asitler , yüksek konsantrasyonlu ve düşük sıcaklıktaki H_2SO_4 ve HCl'dir. Bu yöntemin sonucu kısa sürede %90 şeker geri kazanımıdır. Ancak bu yöntemin yüksek maliyet, asit geri kazanımında zorluk, kontrol ve bertaraf etme gibi avantajları vardır.

Enzim katalizli hidroliz, biyoetanol üretimi için hidroliz işleminde başka bir yöntemdir. Bu işlem Clostridium, cellulomonas, Erwinia, Thermonospora, Bacteroides, Bacillus, Ruminococcus, Acetovibrio ve Streptomyces gibi enzimleri kullanır. Diğerleri, Trichoderma, Penicillium, Fusarium, Phanerochaete, Humicola ve Schizophyllum sp gibi mantarları içerir. (Ede, 2020). En yaygın kullanılan mikrobiyal enzim ise Trichoderma sp'dir. (İmran, 2016). Bu yöntemin yüksek şeker kazanımı gibi avantajları vardır. Ancak pH, enzim yükleme ve süre, sıcaklık ve substrat konsantrasyonu gibi sonucu etkileyen bazı faktörler vardır. Bu yöntemin dezavantajı, enzimlerin pahalı olması nedeniyle yüksek üretim maliyetidir.

Fermantasyon Süreci

Fermantasyon, monomerik şeker ürünlerini hidrolizden etanol, asitler ve ayrıca gazlara dönüştüren biyolojik bir işlemdir. Bu yöntemde maya, mantar ve bakteri kullanılmaktadır. Bu süreçte en sık kullanılan mikroorganizma, özellikle Saccharomyces cerevisiae mayalarıdır çünkü bu mikroorganizma yüksek etanol verimine ve yüksek tolerans limitlerine sahiptir (Surendhiran, 2019).

Biyoetanol üretmek için fermantasyon işleminde kesikli, kesikli, sürekli ve katı hal fermantasyonu, eşzamanlı şekerleme ve fermantasyon (SSF), eşzamanlı şekerleme ve birlikte fermantasyon (SSCF), izotermal olmayan eşzamanlı şekerleme ve fermantasyon gibi bazı teknolojiler vardır. , eş zamanlı şekere dönüştürme, filtrasyon ve fermantasyon ve konsolide biyolojik işleme (CBP).

Toplu Fermantasyon Süreci

Bu, kontrolü kolay ve çok damarlı olduğu için biyoetanol üretimindeki en temel fermantasyon işlemidir. İşlem, substratların, mikroorganizmanın, kültür ortamının ve besin maddelerinin, kapalı bir sistemde, önceden belirlenmiş bir zamanda uygun koşullar altında, işlemin başında eklenmesini içerir. Ürünler sadece fermantasyon süresinin sonunda geri çekilir. Ancak bu işlemin dezavantajları düşük verim, uzun fermantasyon süresi ve yüksek işçiliktir, dolayısıyla bu işlem ticari üretim için çekici değildir.

Sürekli Fermentasyon Prosesi

Bu işlem, aktif mikroorganizmalar içeren bir fermentöre substratlar, kültür ortamı ve besinlerin eklenmesini ve ürünlerin sürekli olarak geri çekilmesini içerir. Sürekli fermantasyon prosesinin avantajları, yüksek üretkenlik, küçük fermentör hacimleri ve düşük yatırım ve işletme maliyetidir (Jain, 2014). Etanol desteklemek için maya kapasitesinde potansiyel bir düşüş olduğu için uzun yetiştirme süresi bu işlemin dezavantajıdır. Avantajları, düşük sermaye yatırımı, yüksek üretkenlik ve küçük fermenter hacimleridir.

Fed-batch Fermantasyon Süreci

Edeh (2020), Chandel (2007) ve Xiao'ya (2019) göre, kesikli beslemeli fermantasyon prosesi, ortamı çıkarmadan substratın fermentere yüklenmesini içeren kesikli ve sürekli fermantasyon proseslerinin birleşimidir. Diğer fermantasyon prosesleri ile karşılaştırıldığında, kesikli besleme prosesi daha yüksek üretkenliğe, ortamda daha fazla çözünmüş oksijene, daha kısa fermantasyon süresine ve ortamın daha düşük toksik etkisine sahiptir. Dezavantajı, etanol üretkenliğinin hücre kütlesi konsantrasyonu ve besleme hızı ile sınırlı olmasıdır.

Ayrı Hidroliz ve Fermantasyon (SHF)

Edeh (2020), Azhar (2017) ve Tavva'ya (2016) göre enzimatik hidroliz, enzimlerin yüksek sıcaklıkta çalışmasına ve fermantasyon mikroorganizmalarının optimum performans için orta sıcaklıkta çalışmasına izin vererek fermantasyondan ayrılır. Hidrolitik enzimler ve fermantasyon organizmaları optimum koşullarda çalıştıkları için etanol veriminin yüksek olması beklenir. SHF'nin dezavantajları, özellikle iki reaktör gerektiğinden yüksek sermaye maliyeti, yüksek reaksiyon süresi gerektirmesi ve hidroliz adımı sırasında salınan şekerler tarafından hücresel aktiviteleri sınırlama olasılığıdır.

Eş zamanlı Şekerleme ve Fermantasyon (SSF)

Selülozun sakarifikasyonu ile monomerik şekerlerin fermentasyonunun aynı reaktörde aynı anda gerçekleştirildiği eş zamanlı sakarifikasyon ve fermantasyon (SSF) (Rastogi, 2018). Edeh'e (2020) göre SSF'nin dezavantajı, sırasıyla hidroliz ve fermantasyon

sırasında selülazın ve mikroorganizmaların verimli performansı için gereken optimum sıcaklıktaki değişikliktir.

Eş zamanlı Sakkarifikasyon ve Birlikte Fermantasyon (SSCF)

Bu, hidroliz ve sakarifikasyonun pentoz şekerlerinin birlikte fermantasyonu ile aynı ünitede gerçekleştirilmesini içerir. Normal Saccharomyces cerevisiae pentoz şekerini fermente edemediğinden genellikle ksilozu fermente edebilen genetiği değiştirilmiş Saccharomyces cerevisiae suşları kullanılır (Bondesson, 2016). SSF gibi, SSCF de daha düşük maliyet, daha yüksek etanol verimi ve daha kısa işlem süresi avantajlarına sahiptir (Chandel, 2007).

Konsolide Biyoişleme (CBP)

Hasunuma'ya (2012) göre bu işlem, enzim üretimi, hidroliz ve fermantasyonun tek bir ünitede gerçekleşmesini gerektirir. Bu işlemde en çok kullanılan mikroorganizma, lignoselülozu monomerik şekerlere indirgeyen ve etanol üreten selülaz sentezleme kapasitesine sahip olduğu için Clostridium thermocellum'dur. CBP henüz başlangıç aşamasında olmasına rağmen, aşağıdaki avantajlar tanımlanmıştır: daha az enerji yoğun, daha ucuz enzim maliyeti, düşük yatırım maliyeti, daha az kontaminasyon olasılığı (Edeh, 2020).

|| Aktivite:

Katılımcılarla tartışma geliştirin, bu tartışmada doğru ya da yanlış yoktur. Biyoyakıt üretimi, üretimde daha yüksek maliyete ve genel olarak karmaşık işlemlere ihtiyaç duyduğundan, bu konuda ne düşünüyorlar?

Anahtar Kelimeler: Daha fazla araştırma geliştirme, kalkınmaya daha fazla katılım, hükümet düzenlemesi, kalkınmaya yardımcı.

Biyogaz Üretimi

Avrupa Çevre Ajansı'na göre biyogaz, hayvan gübresi, insan pisliği veya mahsul artıklarının hava geçirmez bir kapta fermantasyonu ile üretilen metan bakımından zengin bir gaz türüdür. Basit biyogaz, biyokütleden anaerobik işlemle üretilen gaz formundaki bir yakıttır. Biyogaz üretiminde anaerobik süreç , oksijen olmadan metanojenez (metan üretimi) sürecidir.

Metan bir sera gazıdır ve aynı zamanda doğal gazın birincil bileşeni olan bir hidrokarbondur. Ancak metan, atıklar ve kanalizasyon gibi biyokütle kaynaklarından anaerobik proseste üretilebilir - bu nedenle, yalnızca doğal gazdan (fosil yakıt) gelmez.

Ortalama olarak, biyogaz şunları içerir:

- %55-80 metan (CH_4)
- %20-40 karbon dioksit (CO_2).
- Toksik hidrojen sülfür ve nitröz oksit dahil olmak üzere eser gazlar.

Metan üretiminde hidroliz, asitleştirme, asetogenez ve metanojenez olmak üzere 4 temel adım vardır. Bu adımlar anaerobik çürütme sürecinden oluşur. Anaerobik çürütme işleminde tek kademeli işletim ve iki kademeli işletim olmak üzere 2 farklı yöntem bulunmaktadır. Ancak, tek aşamalı daha az verimlidir, ancak basittir. Birçok araştırmacı, biyogaz üretiminin alıkonma süresi açısından daha verimli olduğu için iki aşamalı çalışmayı önermektedir.

Avrupa Komisyonu'na (2017) göre, Avrupa'da enerji bitkileri (çoğunlukla mısır) biyogaz üretiminin yaklaşık yarısını (318 PJ, 7,6 Mtep), ardından düzenli depolama (114 PJ, 2,7 Mtoe), organik atık (belediye atıkları dahil) (86 PJ, 2,0 Mtep), kanalizasyon çamuru (57 PJ, 1,3 Mtep) ve gübre (46 PJ, 1,1 Mtep) sağlıyor.

Almanya, AB 28 toplamının %50'sini oluşturan AB'deki açık ara en büyük biyogaz üreticisidir (311 PJ veya 7.4 Mtoe), onu İtalya ve Birleşik Krallık (İngiltere) izlemektedir. Çöp sahasından gelen biyogazın payı %18, kanalizasyon çamurunun payı %9 iken, biyogazın %72'si diğer çürütücülerde, özellikle çiftlik temelli tesislerde ve bazı endüstriyel organik atık çürütücülerde üretildi. (AT, 2017)

Basit biyogaz üretim akışı şeması aşağıdadır:
Hammadde >>> Ön Arıtma >>> Anaerobik çürütme işlemi >>> Ham Biyogaz >>> Arıtma >>> Depolama >>> Dağıtım

Ön Arıtma Süreci
Biyoetanol üretim sürecine benzer şekilde biyogaz üretiminde de ön arıtmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Biyogaz üretiminde ön arıtma, biyogaz verimini artırabilecek substrat yapısını açmayı amaçlar. Ön arıtma, anaerobik çürütme sonucunun verimliliğini ve kalitesini artıracaktır. Fiziksel, kimyasal, termal, biyolojik ve kombinasyon olmak üzere 5 farklı ön arıtma yöntemi vardır.

Fiziksel Ön Arıtma Yöntemleri Fiziksel

Ön arıtmada, fiziksel kuvvet kullanılarak biyokütlenin yapısı bozulacaktır. Biyokütle mikrobiyal ve enzimatik işlemlere duyarlı olduğundan, bu ön işlem biyokütlenin anaerobik çürütücüde kolayca işlenmesini sağlamak için kullanılır. Aşağıdakiler gibi farklı fiziksel ön arıtma yöntemleri vardır:

- Frezeleme
- Kavitasyon
- Mikrodalga ışınlama
- Ekstrüzyon

Termal Ön Arıtma Yöntemi
Edeh'e (2020) göre, termal ön arıtma, sonraki anaerobik çürütme sırasında artan metan verimi ile hidrolizi iyileştirir. 60 ila 270°C arasında değişen geniş bir sıcaklık aralığı incelenmiş tir, ancak 200°C'nin üzerindeki sıcaklıkların, ön arıtma işlemi sırasında inatçı çözünür organiklerin veya toksik/inhibitör ara maddelerin üretiminden sorumlu olduğu bulunmuştur (Wilson, 2009).

Kimyasal Ön Arıtma Yöntemleri

Biyogaz üretim sürecinde kullanılabilecek bazı kimyasal ön arıtma yöntemleri vardır, örneğin:

- Asit Ön Arıtma
- Alkali Ön Arıtma
- Oksidatif Ön Arıtma
- Ozonlama Ön Arıtma

Biyolojik Ön Arıtma Metodu

Biyolojik aracılı ön arıtma işlemi, çoklu heterotrofik mikrop formlarının işlevine dayanmaktadır (Edeh, 2020). Mantar ön işlemi, lignin ve hemiselülozun bozunmasını iyileştirir ve dolayısıyla, tercihen anaerobik sindirim işlemi için gerekli olan selülozun sindirilebilirliğinin artmasıyla sonuçlanır. Kahverengi-, beyaz- ve yumuşak çürükçül mantarları dahil olmak üzere çeşitli mantar sınıfları, beyaz çürükçül mantarları en etkili olan biyogaz üretimi için lignoselülozik biyokütlenin ön muamelesi için kullanılmıştır.

Kombine Ön Arıtma Yöntemleri

Aşağıdakiler gibi farklı kombine ön arıtma yöntemleri vardır:

- Buhar patlaması
- Fizikokimyasal
- Amonyak lifi genleşmesi

Anaerobik Sindirim Teknolojileri

Çok aşamalı anaerobik sindirim sistemi, ürün kalitesi ve performansı açısından daha verimlidir. Standart çok aşamalı anaerobik sindirim sistemi, asit oluşturma aşamalarının (hidroliz ve uçucu asit fermantasyonu) ayrı sindirim tanklarında gerçekleştirilerek gaz oluşturma aşamasından (metan oluşumu) fiziksel olarak ayrıldığı iki aşamalı asit / gaz (AG) aşamalı bir sistemdir. Herhangi bir anaerobik sindiriciyi tasarlamak için, aşağıdaki gibi üç temel gereksinimi çözmemiz gerekir: yüksek hacimli yüksek kaliteli biyogaz üretmek; yüksek organik yükleme oranını sürekli olarak idare edebilmek; ve daha küçük reaktör hacmine sahip olmak için kısa bir hidrolik bekleme süresine sahip olmak.

Birincil veya asit fazlı sindirici olarak bilinen ilk aşama, hidrolizden ve asidojenik bakterilerin organik maddeleri çözünür bileşikler ve uçucu yağ asitlerine dönüştürdüğü ilk asit üretim aşamasından oluşur. İkincil veya metan aşamalı sindirici olarak bilinen ikinci aşama, organik maddenin asetojenez yoluyla asetik aside daha fazla dönüştürülmesinin yanı sıra metanojenik bakterilerin çözünür maddeyi biyogaza dönüştürdüğü metan oluşumu adımından oluşur.

EPA'ya (2006) göre, çok aşamalı anaerobik çürütmenin tek aşamalı anaerobik çürütme proseslerine göre avantajları vardır:

- Çok aşamalı sistemler, tek aşamalı sistemlere göre daha düşük tutma sürelerine sahip oldukları ve daha yüksek yükleme oranlarına izin verdikleri için aynı miktarda girdi hacmini işlemek için daha az çürütücü hacmi gerektirir.
- Çok aşamalı sistemler, daha iyi koku kontrolü sağlayan VS azaltma elde etmektedir.
- Köpürme problemlerini azaltmak için çok aşamalı bir sistem yapılandırılabilir.
- Çok aşamalı sistemler, aşamaları ayırarak ve her aşamada tutma süresini optimize ederek katıların kısa devresini azaltır.

Dezavantajları:

- Çok aşamalı bir sistem, işletim ve bakım için borulama gereksinimleri, tek aşamalı bir sisteme göre daha karmaşıktır.

Çok kademeli sistemleri içeren endüstride çoğunlukla kullanılan çeşitli çürütücü türleri vardır:

- Sürekli akışlı karıştırmalı tank reaktörleri (CSTR'ler)
- Anaerobik tıkaç akışlı reaktörler (APFR'ler)
- Anaerobik kontak reaktörü (ACR)
- Biyofilmler

- Toplu reaktörler
- Anaerobik şaşkın reaktör (ABR)
- Hibrit biyoreaktör
- Yukarı akışlı anaerobik çamur örtüsü (UASB)

Referanslar:

Achinas, Spyridon., Achinas, Vasileios., & Euverink, Gerrit Jan Willem., 2017. A Technological Overview of Biogas Production. http://www.engineering.org.cn/en/10.1016/J.ENG.2017.03.002

Aktas, Ezgi Sühel., Demir, Özlem., & Uçar, Deniz., 2020. A Review of The Biodiesel Sources and Production Methods. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/941575

Ayoola, A.A., et. al., 2020. Biodiesel Fuel Production Processes: A Short Review. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1107/1/012151/pdf

Azhar, Siti Hajar Mohd., et. al., 2017. Yeasts in sustainable bioethanol production: A review. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405580816302424

Bondesson, PM., & Galbe, M., 2016. Process design of SSCF for ethanol production from steam-pretreated, acetic-acid-impregnated wheat straw. https://doi.org/10.1186/s13068-016-0635-6

Camia, A., Robert, N., Jonsson, K., Pilli, R., Garcia Condado, S., et. al., 2018. Biomass production, supply, uses and flows in the European Union: First results from an integrated assessment. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC109869

Chattopadhyay, Soham., & Sen, Ramkrishna., 2020. Materials and Methods for Biodiesel Production. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-38881-2_7

Dunford, Nurhan., 2016. Biodiesel Production Techniques. https://extension.okstate.edu/fact-sheets/biodiesel-production-techniques.html

Liu, Chen-Guang., et. al., 2019. Cellulosic ethanol production: Progress, challenges and strategies for solutions. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734975019300382?casa_token=-1vuUsBucisAAAAA:NZegYefhU8CAW8lbn02a6jfX3mfim7geCUPr2NMMgUZLXzlcu26m_juKgT0aF-Eh8fgCP2oUTA

M, Rastogi., & S, Shrivastava., 2018. Current Methodologies and Advances in Bio-ethanol Production. https://crimsonpublishers.com/jbb/fulltext/JBB.000505.php

Origin Energy, 2018. Biomass to Bioenergy. https://www.originenergy.com.au/blog/biomass-to-bioenergy/

Özçimen, D., & Yücel, S., 2011. Novel Methods in Biodiesel Production. https://www.intechopen.com/chapters/17489

Pasha, M.K., Dai, L., Liu, D., et. al., 2021. An overview to process design, simulation and sustainability evaluation of biodiesel production. https://biotechnologyforbiofuels.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13068-021-01977-z

Pietrangeli, B., & Lauri, R., 2018. Biogas Production Plants: A Methodological Approach for Occupational Health and Safety Improvement. https://www.intechopen.com/chapters/58439

Queensland Government, 2021. Biogas Production. https://www.business.qld.gov.au/industries/mining-energy-water/energy/renewable/projects-queensland/starting-biogas-project/biogas-production

Rajalingam, A., Jani, S. P., Kumar, A. Senthil., & Khan, M. Adam., 2016. Production Methods of Biodiesel.

Edeh, I., 2020. Bioethanol Production: An Overview. https://www.intechopen.com/chapters/74319

Environmental & Energy Study Institute, 2017. Fact Sheet Biogas: Converting Waste to Energy. https://www.eesi.org/papers/view/fact-sheet-biogasconverting-waste-to-energy

EPA, 2006. Biosolids Technology Fact Sheet: Multi-Stage Anaerobic Digestion. https://www.epa.gov/sites/default/files/2018-11/documents/multistage-anaerobic-digestion-factsheet.pdf

European Biogas Association, 2018. Overview on key EU policies for the biogas sector. https://www.europeanbiogas.eu/overview-on-key-eu-policies-for-the-biogas-sector/

European Biomass Industry Association, 2021. Combustion. https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/combustion/

European Commission, 2016. Optimal use of biogas from waste streams. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ce_delft_3g84_biogas_beyond_2020_final_report.pdf

Eyl-Mazzega, Marc-Antoine., & Mathieu, Carole., 2019. Biogas and Biomethane in Europe: Lessons from Denmark, Germany and Italy. https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/mathieu_eyl-mazzega_biomethane_2019.pdf

Gebremariam, Shemelis Nigatu., & Marchetti, J. M., 2017. Biodiesel Production Technologies: Review. https://www.researchgate.net/publication/316867804_Biodiesel_production_technologies_Review

Hasunuma, Tomohisa., Kondo, Akihiko., 2012. Consolidated bioprocessing and simultaneous saccharification and fermentation of lignocellulose to ethanol with thermotolerant yeast strains. https://doi.org/10.1016/j.procbio.2012.05.004

Imran, M., et. al., 2016. Cellulase Production from Species of Fungi and Bacteria from Agricultural Wastes and Its Utilization in Industry: A Review. https://doi.org/10.4236/aer.2016.42005

Jain, Anjali., & Chaurasia, Satyendra P., 2014. Bioethanol Production in Membrane Bioreactor (MBR) System: A Review. https://www.ripublication.com/ijerd_spl/ijerdv4n4spl_18.pdf

Janiszewska, Dorota., & Ossowska, Luiza., 2020. Biomass as the Most Popular Renevable Energy https://www.researchgate.net/publication/306140139_Production_methods_of_biodiesel

Ravindra, Pogaku., et. al., 2007. Economics and environmental impact of bioethanol production technologies: an appraisal. https://academicjournals.org/journal/BMBR/article-abstract/3B685B910909

Roman, K., Barwicki, J., Hryniewicz, M., Szadkowska, D., & Szadkowski, J., 2021. Production of Electricity and Heat from Biomass Wastes Using a Converted Aircraft Turbine AI-20. https://doi.org/10.3390/pr9020364

Ryms, Michal., et. al., 2013. Methods of Liquid Biofuel Production - The Biodiesel Example. http://tchie.uni.opole.pl/PECO13_2/EN/RymsLewandowski_PECO13_2.pdf

Salihu, Aliyu., & Alam, Md. Zahangir., 2016. Pretreatment Methods of Organic Wastes for Biogas Production. https://scialert.net/fulltext/?doi=jas.2016.124.137

Sathitsuksanoh, N., Zhu, Z., Wi, S., Zhang, & YH., 2011. Cellulose solvent-based biomass pretreatment breaks highly ordered hydrogen bonds in cellulose fibers of switchgrass. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20967803/

Scarlat,Nicolae., Dallemand, Jean-François., & Fahl, Fernando., 2018. Biogas: Developments and perspectives in Europe. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096014811830301X

Surendhiran, Duraiarasan., & RazackSirajunnisa, Abdul., 2019. Role of Genetic Engineering in Bioethanol Production From Algae. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128137666000187

Tavva, S.S. Mohan Dev., et. al., 2016. Bioethanol production through separate hydrolysis and fermentation of Parthenium hysterophorus biomass. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148115303517?casa_token=jhqY659ts1MAAAAA:Xg8LcA2aXteSxTL97PiRxQjqW88YEJS5nHfacIAiaB6X9_O3POjZGOSOG1R3uuGHYvVIPccfCQ

Teferra, Demsew., & Wubu, Wondwosen., 2018. Biogas for Clean Energy. https://www.researchgate.net/publication/330953118_Biogas_for_Clean_Energy/figures?lo=1

UN Climate Technology Centre & NEtwork, 2021. Biomass Combustion and Cofiring for Electricity and Heat. https://www.ctc-n.org/technologies/biomass-combustion-and-co-firing-electricty-and-heat

Source in EU.
https://www.ersj.eu/journal/1640/download

Karuppiah, T., & Azariah, V. E., 2019. Biomass Pretreatment for Enhancement of Biogas Production.
https://www.intechopen.com/chapters/65202

Kasinath, Arcana., et. al., 2021. Biomass in biogas production: Pretreatment and codigestion.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121007887

Korbag, I., et al., 2020. Recent Advances of Biogas Production and Future Perspective.
https://www.intechopen.com/chapters/72920

Kucukkara, Berk., Yaldiz, Osman., Sozer, Salih., & Ertekin, Can., 2011. Biogas Production from Agricultural Wastes in Laboratory Scale Biogas Plant.
https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/118929

Lebuhn, M., Munk, B. & Effenberger, M., 2014. Agricultural biogas production in Germany - from practice to microbiology basics.
https://energsustainsoc.biomedcentral.com/articles/10.1186/2192-0567-4-10

US. Environmental Protection Agency, 2007. Biomass Combined Heat and Power Catalog of Technologies.
https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-07/documents/biomass_combined_heat_and_power_catalog_of_technologies_v.1.1.pdf

Viaspace, 2021. Direct Combustion in Biomass Power Plants.
http://www.viaspacegreenenergy.com/direct-combustion.php

Wilson, Christopher., & Novak, John T., 2009. Hydrolysis of macromolecular components of primary and secondary wastewater sludge by thermal hydrolytic pretreatment.
https://www.researchgate.net/publication/223004268_Hydrolysis_of_macromolecular_components_of_primary_and_secondary_wastewater_sludge_by_thermal_hydrolytic_pretreatment

Bölüm 6 - Enerji Üretimi için Biyokütlenin Sürdürülebilirlik Yönleri

Amaç : Ekonomik, çevresel ve sosyal açılardan sürdürülebilirliğin biyoenerji açısından önemi hakkında bilgi vermek.

Arka Plan

Biyokütle, Dünya'da sürekli olarak mevcut olan çekici bir enerji kaynağıdır. Biyoenerji temiz, güvenilir ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olabilir. Ayrıca biyoenerji, AB iklim ve enerji hedeflerine ulaşmada kilit bir rol oynamaktadır. Avrupa Yeşil Anlaşması'nın bir parçası olarak Avrupa Komisyonu, enerji için biyokütle kaynaklarına ve dolayısıyla biyokütle kullanımına olan bağımlılığın artması ihtimalini artırıyor. Biyoenerji üretimi ile ilgili bazı etkiler vardır. Biyoenerji, sera gazı emisyonlarını (GHG) azaltmaya yardımcı olabilir.

Ayrıca, yeni işler yaratmanın yanı sıra uygun fiyatlı enerji kaynakları gibi topluma ekonomik faydalar sağlayacaktır. Ancak sürdürülebilirlik sadece çevresel yön ile ilgili değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik yönlerle de ilgilidir.

Şu anda hiçbir çerçeve sürdürülebilirliği neyin oluşturduğunu açıkça açıklamamaktadır, bu da sürdürülebilirliğin yorumunu biyokütle tedarik zincirindeki farklı aktörlerin çeşitliliğine göre oldukça öznel hale getirmektedir. Biyokütle kullanımı için bir yönetim çerçevesinin olmaması, özellikle biyokütle tedarikçilerine ve kullanıcılarına açık piyasa

sinyalleri vermede ve sürdürülebilirlikle ilgili ortak terminoloji eksikliğinde bir sorun olmaya devam etmektedir (AB Yeşil Anlaşmasında Biyokütle, 2021).

Çevresel Yön

Avrupa Çevre Politikası Enstitüsü'ne (2021) göre, çevresel sürdürülebilirlik bu nedenle iki temel ilkenin bağlamı olarak anlaşılmaktadır:

- Birincisi, AB'nin yeşil anlaşma hedeflerine önemli bir katkı sağladığı için (ekosistem esnekliği ve doğal karbon yutakları için) yaşam biçiminde bırakılan biyokütleyi tanımak ve ödüllendirmektir;
- İkincisi, biyokütlenin doğduğu ve onsuz kalıcı bir arzın olmayacağı ekosistemlerin korunmasını sağlamak için biyokütlenin hasat edildiği ve kullanıldığı yerdir.

Sürdürülebilir biyokütle arzını anlamaya ve tahmin etmeye yönelik mevcut birkaç değerlendirmeye dayanarak (örneğin, Kluts ve diğerleri, 2018; Faaij, 2018; Material Economics, 2021), biyokütle kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde harekete geçirirken aşağıdaki koşulların dikkate alınması gerekir:

- Arazi mevcudiyeti ve rakip arazi kullanımları ile üretim yoğunluğu gibi arazi yönetimi. Buna, yer değiştirme yoluyla dolaylı arazi kullanımı değişiklikleri dahildir. Gıda, yem ve lif üretimine ayrılmış alanlar hariç tutulmalıdır.
- Aksi takdirde yerinde karbon biriktirmeye devam edecek olan biyokütleyi ortadan kaldırarak karbon döngüleri üzerindeki etki.
- Büyüme için su gereksinimleri veya fazla kalıntıların uzaklaştırıldığı toprak besinlerinin ve yapısının kaybı gibi, biyokütle ekimi ve ekstraksiyonu yoluyla diğer çevresel hedefler (iklim azaltma dışında) üzerindeki etki.

Tarımsal biyokütle üretimi, topraklar (örneğin besin ve toprak organik maddesi kaybı, erozyon, turbalık drenajı), su mevcudiyeti (özellikle su kıtlığı olan alanlarda) ve biyolojik çeşitlilik üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir. Avrupa Komisyonu'nun 2013'teki çalışması, “biyoyakıt ekiminden sürdürülebilirliğe yönelik önemli potansiyel risklerin, özellikle de toprak, su kalitesi ve su mevcudiyetine yönelik riskler” olduğu sonucuna varmıştır. Tarımsal artıkların kullanımı (örneğin: saman) ayrıca toprak üzerinde verimlilik ve yapı gibi olumsuz etkilere ve aşırı miktarda çıkarıldığında biyolojik çeşitlilik üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir. Öte yandan, biyogaz üretmek için atık kullanımı metan ve diğer emisyonları önemli ölçüde azaltabilir. Biyoenerji üretmek için kontrol ve düzenlemenin önemli olmasının nedeni budur.

AB'de, Ortak Tarım Politikası kapsamındaki çapraz uyum kuralları, mevcut çevresel gereksinimlerin uygulanmasını ve arazinin iyi tarımsal ve çevresel koşullarda tutulması gerekliliğini sağlar.

Avrupa Komisyonu'na (2016) göre, temel senaryoda, AB Üye Devletleri hala katı ve gaz halindeki biyokütle için ulusal düzeyde sürdürülebilirlik kriterleri sunabilecektir. Çevrenin korunmasıyla ilgili diğer AB ve ulusal politikalar ve AB'de yasa dışı olarak hasat edilen orman biyokütlesinin enerji için kullanılması riskini azaltmak için AB Kereste Yönetmeliği yürürlükte kalacaktır. Aynı zamanda, yasallık kontrolleri biyolojik çeşitlilik veya arazi kullanımı üzerinde otomatik olarak koruma sağlamaz.

Bununla birlikte, 2030 için AB Biyoçeşitlilik Stratejisi doğrultusunda biyoenerji üretiminde güçlendirilmiş kriterlerde sürdürülebilirliği sağlamak için:

- Birincil ormanlardan, turbalıklardan ve enerji üretimi için biyokütle tedariğinin yasaklanması

- 2026'dan itibaren sadece elektrik tesisatlarında orman biyokütlesi için destek yok
- Testere veya kaplama kütükleri, kütükleri ve kökleri kullanmak için ulusal mali teşvikleri yasaklayın
- Tüm biyokütle bazlı ısı ve güç tesisatlarının minimum sera gazı tasarruf eşiklerine uymasını zorunlu kılmak
- AB sürdürülebilirlik kriterlerini daha küç ük ısı ve güç kurulumlarına uygulayın (eşit veya 5MW'ın üzerinde)

Wang'a (2018) göre, Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA), biyoenerjinin getirebileceği çevresel etkiyi analiz etme yaklaşımı olarak kapsamlı bir şekilde benimsenmiştir. LCA, normalde çevresel sürdürülebilirlik değerlendirmesinin farklı yönlerini temsil eden ve tam bir sonuç sağlayabilen Küresel Isınma Potansiyeli (GWP), Asitleşme Potansiyeli (AP) ve Ötrofikasyon Potansiyeli (EP) gibi çeşitli göstergelerle "beşikten mezara" yöntemi olarak tanımlanır. -Toplanan verilerin yüksek kalitede olması durumunda çevresel ve ekolojik etkilere ilişkin ölçekli simülasyon analizi.

Ekonomik Yön

Biyoenerji üretiminde ekonomik değerlendirme yöntemleri tipik olarak tekno-ekonomik analiz, net enerji dengesi, piyasa analizi ve maliyet-fayda analizidir (Wang, 2018). Tekno-ekonomik analizin özü, göreceli olarak düşük eşiği ve evrenselliği nedeniyle birçok bilim insanı tarafından tercih edilen iç verim oranı (IRR), net bugünkü değer (NPV) ve indirimli geri ödeme süresinin hesaplanmasıdır. Hayashi et al. (2014), biyoenerjinin bütünsel değerlendirmesine önemli ölçüde katkıda bulunan Küresel Biyoenerji Ortaklığı (GBEP) analizlerinde göstergelerden biri olarak net enerji dengesini seçmektedir.

Ekonomik değerlendirmede, enerji verimliliği yüksek ekonomik fizibilite anlamına geldiğinden, enerji verimliliğinin dikkate alınması önemlidir. Wang'a (2018) göre, ekonomik değerlendirme yöntemlerini kullanarak ve enerji verimliliğinin araştırma sonuçlarını göz önünde bulundurarak, biyoenerjinin ekonomik olduğu yönünde yakınsak bir eğilim gösteren sonuçlar çıkarmaktadır.

Avrupa Komisyonu'na (2016) göre, biyoenerji üretiminde ekonomik yönün bazı etkileri vardır:

- Brüt katma değere katkı - Brüt katma değer üzerindeki bu olumlu etki aşağıdakilerin birleşimidir:
    - olumlu bir "dağıtım etkisi": diğer yenilenebilir enerji kaynaklarındaki artış, daha fazla yatırıma ve dolayısıyla bir bütün olarak ekonomide daha büyük bir olumlu etkiye yol açar.
    - olumlu bir "gelir etkisi": bu kaymanın yarattığı ek iş ler, haneler için tüketimde harcanan ek gelire yol açar.
    - olumsuz bir "dolaylı etki": diğer yenilenebilir enerji kaynakları, doğrudan sübvansiyonlar veya tarife garantisi yoluyla daha yüksek düzeyde bir kamu desteği gerektirir. Bu, tarife garantilerinin enerji fiyatlarındaki bir artış yoluyla doğrudan onlara yansıtılması veya sübvansiyonların vergilerdeki bir artış yoluyla finanse edilmesi durumunda tüketicileri etkileyebilir: her iki durumda da hane halkı tüketimi düşecektir. Diğer sektörlere daha az kamu desteği verilerek, diğer yenilenebilir kaynaklar için daha fazla destek de sağlanabilir, bu da olumsuz bir ekonomik etkiye sahip olacaktır.
- Küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler) üzerindeki etki - KOBİ'ler ve mikro firmalar, özellikle küçük orman sahipleri ve küçük biyoenerji tesisleri aracılığıyla biyoenerji

üretimi ve kullanım zincirinde geniş ölçüde temsil edilmektedir. Temelde, ormancılık sektöründeki KOBİ'ler ulusal programlardan etkilenebilir. Bununla birlikte, olası operasyon aralıkları göz önüne alındığında, bu KOBİ'lerin çeşitli ulusal şemalara uymaları pek olası değildir.

- Kırsal kalkınma üzerindeki etki - Ek biyoenerji talebinin AB ormanlarının daha yoğun bir şekilde hasat edilmesini ve AB tarımsal hammaddelerinin kullanımını teşvik ettiği durumlarda (örneğin, ithalatı artırmak veya endüstriyel kalıntıları diğer kullanımlardan uzaklaş tırmak yerine) kırsal kalkınma üzerinde olumlu etkiler meydana gelebilir. Bu, çoğunlukla piyasa ve/veya her bölgedeki ilgili sübvansiyon programları tarafından yönlendirilecektir. Ayrıca, örneğin Kırsal Kalkınma Programları kapsamında odun seferberliğine verilen destekten AB düzeyinde de etkilenebilir.
- İç pazar ve AB içi ticaret üzerindeki etki
- Dış ticaret üzerindeki etki - tüm seçenekler için üçüncü ülkelerden yapılan ithalatın azalması
- Yenilik ve araştırma - Biyoenerjinin önemli bir yenilik aç ısı olmasına rağmen (örneğin ulaşım için gelişmiş biyoyakıtlarla ilgili olarak), Sürdürülebilirlik gereksinimlerinin yalnızca yerleşik teknolojiler (yani ısı ve güç için katı ve gazlı biyokütle kullanımı) üzerinde bir etkisi olacağından, politika seçeneklerinin yenilik ve araştırma için temel bir fark yaratması olası değildir.

Sosyal Yön

Biyoenerji ve/veya biyoyakıt üretimi için biyokütle tedarik zincirlerinin uygulanması, potansiyel teknik-ekonomik ve normatif fizibiliteye rağmen, genellikle kamu ve yerel paydaş muhalefeti tarafından engellenmektedir (Sacchelli, 2016). Biyoenerji projeleri uygulandıkları toplulukları çeşitli şekillerde etkiler. Bu, iyileştirilmiş su kalitesinden ekonomik olarak sıkıntılı bölgelerde yeni işlerin yaratılmasına kadar gidebilir. Mckenzie (2004), sosyal sürdürülebilirliği topluluklar içinde yaşamı iyileştiren bir koşul ve topluluklar içinde bu koşulu gerçekleştirebilecek bir süreç olarak tanımlamıştır. Dale'e (2013) göre sürdürülebilir biyoenerjinin sosyal yönleri, geçim kaynaklarının korunmasını ve besleyici gıdaya ekonomik erişimi, enerji arzının güvenilirliğini garanti etmeyi ve insanların, tesislerin ve bölgelerin güvenliğini sağlamayı içerir.

Segon ve Domac'a (nd) göre biyoenerji sistemlerinin sosyal yönleri iki kategoriye ayrılabilir:

- Yaşam standardı ile ilgilidir - Bu durumda yaşam standardı, hane geliri, eğitim, çevre ve sağlık hizmetleri ile ilgiliydi. uyum ve istikrar, barış ve toplumsal ilişki, istihdam, kırsal nüfus istikrarı, altyapı ve ilgili endüstrilere destek açısından tanımlandı.
- Artan sosyal uyum ve istikrara katkıda bulunun.

Sosyal açıdan bazı etkiler vardır (ERIA, 2008; EC, 2016):

- İstihdam yaratma - Biyoenerji ekonomisinde istihdam, 2014 yılında 306.800 Avrupalı'nın iş bulduğu katı biyokütle sektöründe en önemlidir. biyoyakıt sektöründe, 66.200 biyogaz sektöründe ve 8.410 yenilenebilir kentsel atık sektöründe istihdam edilmektedir. İstihdam etkileri, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının daha yüksek emek yoğunluğu nedeniyle politika seçeneklerinde biyoenerjiden diğer yenilenebilir enerjiye küçük kaymanın bir sonucu olarak ortaya çıkacaktır.
- Sağlık yararları - yemek pişirme ve evde ısıtma için geliştirilmiş biyokütle teknikleri, kadınların ve bebeklerin yaşam kalitesini iyileştirecektir. Azalan hastalık vakaları aynı zamanda daha az hastaneye yatış ve iş günükaybı ve tıbbi bakım için daha az harcama nedeniyle ekonomik fayda sağlayacaktır.

- Kadınların güçlendirilmesi - Biyoenerjinin geliştirilmesi, kadınları fidanlık yetiştirme ve tohum toplamaya dahil etme potansiyeline sahiptir, bu da onların köy ekonomisine daha fazla katılımlarına yol açabilir.
- İnsani gelişme endeksinde (İGE) olası iyileştirme - Daha önce belirtildiği gibi, biyoenerji programlarının geliştirilmesinin istihdamı artırması ve bunun da bireylerin gelirini artırması beklenmektedir. İnsanlar ek gelirlerini eğitim, sağlık ve besleyici gıda gibi temel ihtiyaçları için harcamak için kullanabilirler.

|| Aktivite:

Biyoenerjinin sosyal, çevresel ve ekonomik açılardan etkileri hakkında katılımcılarla bir tartışma yapın. Katılımcıları 3 gruba ayırın ve sonuç ları diğer katılımcılarla birlikte sunmalarına izin verin - sunum, tiyatro veya başka bir şeyle sunulabilir.

— — — — —

Referanslar:

Ahmed, I., et. al., 2021. Socio-Economic and Environmental Impacts of Biomass Valorisation: A Strategic Drive for Sustainable Bioeconomy. https://www.mdpi.com/2071-1050/13/8/4200/htm

Climate-KIC, 2021. Material Economics (2021). EU Biomass Use In A Net-Zero Economy - A Course Correction for EU Biomass. ttps://www.climate-kic.org/wp-content/uploads/2021/06/MATERIAL-ECONOMICS-EU-BIOMASS-USE-IN-A-NET-ZERO-ECONOMY-ONLINE-VERSION.pdf

Cristobal, Garcia J., et. al., 2016. Environmental sustainability assessment of bioeconomy value chains. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC96980

Dale, V.H., 2013. Indicators for assessing socioeconomic sustainability of bioenergy systems: A short list of practical measures. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X12003652

Dunmade, I. S., 2019. Potential social lifecycle impact analysis of bioenergy from household and market wastes in African cities. https://agronomy.emu.ee/wp-content/uploads/2019/05/AR2019_Vol17No4_Dunmade.pdf

European Commission, 2016. Sustainability of Bioenergy. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1_en_impact_assessment_part4_v4_418.pdf

European Commission, 2018. A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment. https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/edace3e3-e189-11e8-b690-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-149755478

Institute for European Environmental Policy, 2021. Policy Report: Biomass in the EU Green Deal. https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/a14e272d-c8a7-48ab-89bc-31141693c4f6/Biomass%20in%20the%20EU%20Green%20Deal.pdf?v=638

Jack, M., & Hall, P., 2010. Large-scale forests for bioenergy: land-use, economic and environmental implications. https://www.fao.org/3/i1507e/i1507e06.pdf

McGill University, 2021. Socioeconomic and environmental impact of bioenergy. https://www.mcgill.ca/bioenergy/impact

Moosmann, D., Majer, S., & Ugarte, S. et al., 2020. Strengths and gaps of the EU frameworks for the sustainability assessment of bio-based products and bioenergy. https://energsustainsoc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13705-020-00251-8

NREL, 2021. Bioenergy Sustainability Analysis. https://www.nrel.gov/bioenergy/sustainability-analysis.html

Ravindranath, N. H., & Rao, K. Usha., 2005.Environmental Effects of Energy from Biomass and Municipal Wastes. https://www.eolss.net/sample-chapters/c09/E4-23-04-05.pdf

Sacchelli, S., 2016. Social, economic, and environmental impacts of biomass and biofuel supply chains. http://dx.doi.org/10.1016/B978-1-78242-366-9.00009-5

Spagnolo, Sofia., et. al., 2020. Sustainability assessment of bioenergy at different scales: An emergy analysis of biogas power production. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965262034083X

Wang, J., Yang, Y., Bentley, Y., Geng, X., & Liu, X., 2018. Sustainability Assessment of Bioenergy from a Global Perspective: A Review. http://dx.doi.org/10.3390/su10082739

Working Group for Sustainable Biomass Utilisation Vision in East Asia, 2008. Social Aspects of Biomass Utilisation. https://www.eria.org/uploads/media/Research-Project-Report/ERIA_RPR_FY2007_6-3_Chapter_5.pdf

04370211

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Bu proje(Proje Numarası: **2020-1-UK01-KA202-079054**) Avrupa Komisyonu'nun desteğiyle finanse edilmiştir.Bu yayın sadece yazarın görüşlerini yansıtır, ve Komisyon burada yer alan bilgilerin yapılmış olup, hiçbir şekilde sorumlu tutulamaz.