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

2020-1-UK01-KA202-079054

IO2

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

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

Telif hakkı bildirimi
© 2020 - 2022 DESUWOW Konsorsiyumu

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1 - Biyokütleden Enerjiye Giriş **7**
Hakkında **7**
Arka Plan **7**
Biyokütle **8**
Biyokütlenin Önemi **9**
Biyokütle Kullanımında Sürdürülebilirlik **9**
Çevresel Etki 10
Ekonomik Etki 11
Sosyal Etki 12

Bölüm 2 - Biyokütle Kaynakları ve Arzı **14**
Hakkında **14**
Biyokütle Kaynakları **14**
Ahşap ve Tarımsal Yan Ürünler 14
Atık 15
Biyokütle Değerlendirmesi **15**
Miktar (Envanter) Yaklaşımı 15
Ormancılık Değerlendirmesi 16
Tarımsal Kalıntılar 17
Enerji bitkileri 18
Diğer Biyokütle Kaynakları 18
Ekonomik Yaklaşım 19
Miktar Maliyet Yaklaşımı 19
Arz Eğrisi Yaklaşımı 19
Maliyete Dayalı Arz Yaklaşımı 19
Biyokütle Kaynak Verileri **20**

Bölüm 3 - Biyokütle Kullanımı **23**
Hakkında **23**
Biyokütle Kullanımı **23**
Biyokütle Ön Arıtma Yöntemleri **24**
Ekstrüzyon Ön Arıtma 24
Asit Ön Arıtma 24
Alkali Ön Arıtma 25
Organosolv Ön Arıtma 25
İyonik Sıvı Ön Arıtma 26
Buhar Patlaması Ön Arıtma 26
Amonyak Elyafı Patlama Ön Arıtma (AFEX) 27
Sıvı Sıcak Su (LHW) Ön Arıtma 28
Biyolojik Ön Arıtma 28
Biyokütle Dönüşüm Yöntemleri **29**
Doğrudan Yanma 29
Gazlaştırma 29

Piroliz 29
Anaerobik Sindirim 30
Sıvılaşma 30
Dolaylı Sıvılaşma 31
Doğrudan Sıvılaştırma 31
Hidroliz - Fermentasyon Sıvılaştırma 31
Termodinamik Sıvılaşma 31
Piroliz 31
Hidrotermal 32

Bölüm 4 - Biyokütle Enerjisi (Biyoenerji) Dönüşüm Süreçleri 34
Hakkında 34
Biyoenerji 34
Biyoyakıt 34
Biyogaz 35
Biyoenerji Üretim Akışı 35
Isı ve Elektrik Üretimi 36
Biyoyakıt Üretimi 37
Biyodizel 37
Biyodizel Üretim Teknolojileri 38
Doğrudan Kullanım (seyreltme) veya Karıştırma 38
Piroliz 38
Mikro-emülsifikasyon 39
Transesterifikasyon 39
Asit Katalizli Transesterifikasyon 39
Baz Katalizli Transesterifikasyon 40
Lipaz Katalizli Transesterifikasyon 41
İyonik Sıvı Katalizli Transesterifikasyon 42
Biyoetanol 42
Biyoetanol Üretim Süreci 43
Ön Arıtma Süreci 43
Geleneksel Ön Arıtma 44
Gelişmiş Ön Arıtma 44
Hidroliz 45
Fermantasyon Süreci 45
Toplu Fermantasyon Süreci 45
Sürekli Fermantasyon Süreci 46
Fed-batch Fermantasyon Süreci 46
Ayrı Hidroliz ve Fermantasyon (SHF) 46
Eşzamanlı Sakkarifikasyon ve Fermantasyon (SSF) 46
Eşzamanlı Sakkarifikasyon ve Birlikte Fermantasyon (SSCF) 46
Konsolide Biyoişleme (CBP) 47
Biyogaz Üretimi 47
Ön Arıtma Süreci 47
Fiziksel Ön Arıtma Yöntemleri 48

Termal Ön Arıtma Yöntemi 48
Kimyasal Ön Arıtma Yöntemleri 48
Biyolojik Ön Arıtma Yöntemi 48
Kombine Ön Arıtma Yöntemleri 48
Anaerobik Sindirim Teknolojileri 48

Bölüm 5 - Biyokütle Proje Geliştirme Süreçleri 53
Hakkında 53
Biyokütleden Enerjiye Proje Konsepti 53
Proje Aşamaları 54
Hazırlık Aşaması 54
Proje Fikri 54
Ön Fizibilite Çalışması 54
Fizibilite çalışması 55
Sözleşmeler ve Finansman 57
Proje Uygulaması 57
Proje Geliştirme 57
Site Tanımlaması 58
Biyokütle Arzı ve Kaynakları 58
Teknik Hususlar 58
Proje İşletme ve Bakım 59
Mevzuat 59
Proje Ekonomisi ve Finansmanı 59

Bölüm 6 - Biyokütle-Enerjinin Ticari Yönleri 62
Hakkında 62
Arka Plan 62
Biyokütle Arzı Anlaşmaları 62
Enerji Satın Alma Anlaşmaları (PPA) 64
Buhar/Isı Arzı Sözleşmesi 65
Biyolojik Kalıntı ve Atık Bertaraf Sözleşmesi 65

Bölüm 7 - Ekonomik Değerlendirme 67
Hakkında 67
Arka Plan 67
Finansal Analiz 68
Ağırlıklı Ortalama Sermaye Maliyeti 69
Hasılat 69
Biyokütle Tedarik Maliyeti 69
Sermaye Giderleri (CAPEX) 69
Ekonomik Ömür 70
Ekonomik Analiz 70
Yerel Ekonomik Faydalar ve Maliyetler 70
Kamu Ekonomik Yararları ve Maliyetleri 70

Bölüm 8 - Çevresel ve Sosyal Değerlendirme 73

Hakkında **73**
Arka Plan **73**
Çevresel Değerlendirme **74**
Su 74
Biyoçeşitlilik 75
Toprak ve Arazi 76
Hava 78
Sosyoekonomik Değerlendirme **78**

Bölüm 1 - Biyokütleden Enerjiye Giriş

Hakkında

Bu bölüm, biyokütle ve onun enerjiye dönüşümü ile ilgili bazı bilgi ve bilgiler sağlayacaktır. Biyokütle sürdürülebilir kaynaklardan geldiği için, onu sürdürülebilir bir şekilde nasıl dönüştüreceğimizi daha iyi anlamak hala gereklidir. Bu bölüm, biyokütleye ve sistem ve proje yönetimine dahil olan tüm süreçlere giriş sağlayacaktır.

Bu bölümde bazı hedefler vardır:

- Biyokütlenin ne olduğunu ve kaynaklarını genel bir bakışla anlamak
- Biyokütlenin enerjiye dönüşümünün önemini anlamak
- Biyokütleden enerjiye genel kavramını anlamak
- Biyokütle dönüşümünde sürdürülebilirlik yaklaşımını anlamak

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 yenilenebilir enerji kaynakları dahil daha yüksek bir hedef ve yeni kurallar içerir. 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 rakam, AB'nin 2020 için yenilenebilir enerji payının %20'lik hedefine ulaştığı anlamına geliyor. Yenilenebilir enerji için nihai enerji tüketiminin yeni hedefi olduğundan, yenilenebilir enerji üretiminde sürekli iyileştirme ve ilerleme bir zorunluluktur. 2030'da %40. AB'nin Enerji Bilgi Formu'na göre, AB'deki toplam sera gazı emisyonlarının %75'i enerji sektörlerinden geliyor, bu nedenle yenilenebilir enerji üretiminin artması sera gazı emisyonlarının kendisini azaltacaktır.

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

- Birincil ormanlardan, turbalıklardan ve sulak alanlardan enerji üretimi için biyokütle kaynak kullanımının yasaklanması
- 2026'dan itibaren sadece elektrikle çalışan tesislerde orman biyokütlesine destek yok
- Enerji üretimi için testere veya kaplama kütükleri, kütükleri ve kökleri kullanmak için ulusal mali teşvikleri yasaklanması
- Tüm biyokütle bazlı ısı ve güç tesisatlarının minimum sera gazı tasarrufu eşiklerine uymasını zorunlu kılmak
- AB sürdürülebilirlik kriterlerini daha küçük ısı ve güç kurulumlarına uygulamak (5 MW'a eşit veya üzeri)

Biyokütle

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 fraksiyonu, evsel atıklar ve atık su arıtma tesislerinden gelen kanalizasyon çamurunu içeren çeşitli kaynaklardan gelir.

Tarımdan elde edilen biyokütle, mahsul artıkları, küspe, hayvan atıkları, enerji mahsulleri vb. içerebilir; **ormancılık**, kütük artıkları, odun işleme yan ürünleri, kağıt hamuru ve kağıt endüstrisinden gelen siyah likör, yakacak odun vb. ve **diğer biyolojik atık türlerini** içerebilir. gıda atıkları, gıda endüstrisi atıkları, belediye katı atıklarının organik kısmı, organik ev atıkları vb. içerebilir.

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 uygulanmalıdır.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.

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 uygulanmalıdır.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.

Biyokütlenin Önemi

Biyokütle, ısı, elektrik ve yakıtlar gibi çeşitli uygulamalara uygulanabilen çok yönlü özelliklere sahiptir. Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen biyokütle, biyokütle kullanımını daha sürdürülebilir hale getirecektir. Biyokütle üretimi sürdürülebilir yollarla uygulanırsa, karbon nötr taşıyıcı olduğu için sera gazı emisyonlarını azaltacaktır. Biyokütlenin çevreye etkisi dışında, biyokütle ekonomiyi ve enerji güvenliğini artıracaktır.

Biyoenerji, 2030 ve sonrasında yenilenebilir enerjiler açısından AB hedeflerine ulaşmada önemli bir rol oynayabilir. Biyoenerjinin kullanımını artırma fırsatları tarımsal kalıntılar, yan ürünler ve atıkların kullanıldığı alanda 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. Ayrıca sürdürülebilir uygulamalarla biyoenerji, diğer şeylerin sera gazı tasarrufu, sürdürülebilirlik ve kırsal kalkınmanın yanı sıra biyoçeşitliliğin güvence altına alınması veya ekosistem hizmetlerinin sürdürülmesi gibi çevresel boyutların sağlanmasına katkıda bulunabilir.

Biyokütle de Avrupa Yeşil Anlaşmalarını destekleyebilecek yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak kullanılabilecek önemli kaynaklardan biridir. 2017'de Avrupa Komisyonu, AB'de enerji için biyokütlenin sürdürülebilir ve optimal kullanımı için bir nihai rapor yayınladı. 2021'de Avrupa Komisyonu, biyokütle kullanımının enerjiye dönüştürülmesinin sürdürülebilirlik kriterlerini güçlendirmek için Yenilenebilir Enerji Direktifinin revizyonunu önerdi. Ulusal düzeyde ulaşılması hedeflenen hedefler aşağıdaki gibidir (Avrupa Komisyonu, 2021):

- Binalarda 2030 yılına kadar %49 yenilenebilir enerji kullanımına ilişkin yeni bir ölçüt
- Yenilenebilir enerji kullanımında yıllık 1,1 puanlık artışın yeni bir ölçütü olan endüstri
- Isıtma ve soğutma, mevcut gösterge niteliğindeki yüzde 1,1 puanlık yıllık artış, belirli gösterge niteliğindeki ulusal ilavelerle Üye Devletler için bağlayıcı hale gelir
- Bölgesel ısıtma ve soğutma, yenilenebilir enerji ve atık ısı ve soğuk kullanımında yıllık 2,1 puanlık gösterge niteliğinde artış (mevcut 1,0 puanlık artıştan bir artış)
- Taşımacılık sektörü, teklif, 2030 yılına kadar ulaştırma yakıtlarının sera gazı yoğunluğunu %13 oranında azaltmak için bir hedef ortaya koyuyor.

Biyokütlenin enerji için gelişmiş ve daha sürdürülebilir kullanımı, Avrupa Komisyonu tarafından önerilen hedeflere ulaşmak için önemlidir.

Biyokütle Kullanımında Sürdürülebilirlik

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 Anlaşmasının 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.

Çevresel Etki

Avrupa Çevre Politikası Enstitüsü'ne (2021) göre, çevresel sürdürülebilirlik bu nedenle iki temel ilke bağlamında anlaşılır:

- 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 anlamak ve tahmin etmek için mevcut birkaç değerlendirmeye dayanarak, biyokütle kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde harekete geçirirken aşağıdaki koşulların dikkate alınması gerekir:

- Arazi mevcudiyeti ve rekabet eden arazi kullanımlarının yanı sıra üretim yoğunluğu gibi arazi yönetimi. Bu, yer değiştirme yoluyla dolaylı arazi kullanımı değişikliklerini içerir. 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 atıkların kullanımı (örneğin: saman) aynı zamanda 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.

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

- Birincil ormanlardan, turbalıklardan ve sulak alanlardan enerji üretimi için biyokütle tedariğinin yasaklanması
- 2026'dan itibaren sadece elektrikle çalışan tesislerde orman biyokütlesine destek yok
- Enerji üretimi için testere veya kaplama kütükleri, kütükleri ve kökleri kullanmak için ulusal mali teşviklerin yasaklanması
- Tüm biyokütle bazlı ısı ve güç tesisatlarının minimum sera gazı tasarrufu eşiklerine uymasını zorunlu kılınması
- AB sürdürülebilirlik kriterlerini daha küçük ısı ve güç kurulumlarına uygulanması (5 MW'a eşit veya üzeri)

Ekonomik Etki

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 işler, haneler için tüketime 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 ve 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. Ancak bu KOBİ'lerin, olası operasyon aralıkları göz önüne alındığında, 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 uzaklaştırmak yerine) kırsal kalkınma üzerinde olumlu etkiler meydana gelebilir. Bu, çoğunlukla piyasa ve/veya her bölgedeki ilgili sübvansiyon programları tarafından yönlendirilecektir. Ayrıca, örneğin AB düzeyinde de etkilenebilir örneğin Kırsal Kalkınma Programları kapsamında odun seferberliğine destek.
- İç pazar ve AB içi ticaret üzerindeki etkisi
- Dış ticaret üzerindeki etki - tüm seçenekler için üçüncü ülkelerden yapılan ithalatta düşüş
- Yenilik ve araştırma - Biyoenerji önemli bir yenilik açısına sahip olsa da (örneğin ulaşım için gelişmiş biyoyakıtlarla ilgili olarak), politika seçeneklerinin yenilik ve araştırma için temel bir fark yaratması pek olası değildir, çünkü sürdürülebilirlik gereksinimleri yalnızca iyi kurulmuş yerleşik teknolojiler üzerinde bir etkiye sahip olacaktır. (yani, ısı ve güç için katı ve gazlı biyokütle kullanımı).

Sosyal Etki

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

- Yaşam standardı ile ilgilidir - Bu durumda yaşam standardı, hane geliri, eğitim, çevredeki çevre ve sağlık hizmetleri ile ilgiliyken, sosyal uyum ve istikrar, barış ve

toplumsal ilişki, istihdam, kırsal nüfus istikrarı, altyapı ve ilgili endüstrilere destek açısından tanımlandı.
- Artan sosyal uyum ve istikrara katkıda bulunur.

Sosyal açıdan bazı etkiler vardır (ERIA, 2008; EC, 2016):
- İstihdam yaratma - Biyoenerji ekonomisindeki istihdam, 2014 yılında 306.800 Avrupalı'nın çalıştığı katı biyokütle sektöründe en belirgindir. Ayrıca biyoyakıt sektöründe 110.350, biyogaz sektöründe 66.200 ve yenilenebilir kentsel atık sektöründe 8.410 kişi istihdam edilmiştir. 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, daha az hastaneye yatış ve daha az iş günü kaybı ve tıbbi bakım için daha az harcama nedeniyle ekonomik faydalarla da sonuçlanacaktır.
- Kadınların güçlendirilmesi - Biyoenerjinin geliştirilmesi, kadınları fidanlık yetiştirmeye ve tohum toplamaya dahil etme potansiyeline sahiptir, bu da onların köy ekonomisine daha fazla katılımlarına yol açabilir.
- İnsani gelişme endeksinde (İGE) olası gelişme - Daha önce belirtildiği gibi, biyoenerji programlarının geliştirilmesinin, bireylerin gelirlerini artıracak istihdamı artırması beklenmektedir. İnsanlar ek geliri eğitim, sağlık ve besleyici gıda gibi temel ihtiyaçları için harcamak için kullanabilirler.

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

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%20

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

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 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

the%20EU%20Green%20Deal.pdf?v=63804370211

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

Bölüm 2 - Biyokütle Kaynakları ve Arzı

Hakkında

Bu bölüm, biyokütleden enerjiye olan farklı kaynaklar hakkında bir genel bakış sunacak ve arzın nasıl daha sürdürülebilir hale getirileceğini ele alacaktır. Ayrıca, bu bölüm, kaynakların

mevcudiyeti, karakterleri ve biyokütle tipinin değerlendirilmesi hakkında bir genel bakış sunacak ve spesifik biyokütle için uygun teknoloji türlerini belirleyecektir.

Bu bölümde bazı hedefler vardır:

- Biyokütle kaynaklarını anlayabilmek ve belirleyebilmek
- Biyokütle kaynaklarının mevcudiyetini, karakterlerini ve türlerini nasıl değerlendireceğinizi anlamak
- Biyokütle kaynaklarının arzının nasıl güvence altına alınacağını ve daha sürdürülebilir hale getirileceğini anlamak
- Kaynak yönetiminin çevreye ve sürdürülebilirliğe etkilerini anlamak

Biyokütle Kaynakları

Hammadde, hem doğrudan kullanım hem de enerji kaynağı malzemeleri için kullanılacak diğer ürün formlarına işlenmek üzere kullanılabilen yenilenebilir kaynaklardan elde edilen mevcut 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.

Odun ve Tarımsal Yan Ürünler

Ormancılık sektöründen enerji amaçlı AB yerel biyokütle arzı 2016 yılında %60'ın üzerinde gerçekleşti, ancak kaynakların %32,5'ini ormanlardan ve diğer ağaçlık alanlardan doğrudan odun biyokütlesi arzı ve %28,2'sini dolaylı odun arzı oluşturdu. , tarımsal ürünler ve tarımsal yan ürünler %27, atık (belediye, endüstriyel vb.) ise %12'yi oluşturuyor (Avrupa Komisyonu Biyoekonomi Bilgi Merkezi, 2019).Tarımsal biyokütle, mısır, saman, bitkiler, hayvan atıkları, sakatat ve çok yıllık otlar gibi biyolojik organizmalardan elde edilen maddedir.

Başlıca ahşap ve tarımsal yan ürünler biyokütle kaynakları aşağıdakileri içerir:

- Orman hasadı operasyonlarından kaynaklanan yakacak odun ve odun biyokütlesi artıkları/atıkları (genç meşcerelerde seyreltme veya kereste için eski meşcerelerde 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 dayanarak, enerji üretimi için biyokütlenin doğrudan birincil ormanlardan arzı edilmesi - örneğin doğrudan odun arzı, ayrıca turbalık ve sulak alanlardan gelen biyokütle de yasaktır.

Atık

Yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak atıktan enerjiye (WtE) dönüşüm süreçlerinin, KKA'nın küresel düzeyde sürdürülebilir yönetiminde giderek daha önemli bir rol oynaması bekleniyor.

İyileştirilmiş katı atık yönetimi (geri dönüşüm, düzenli depolamadan atık saptırma ve atıktan enerji geri kazanımı) küresel GHG emisyonlarını yaklaşık %10-15 oranında azaltacağı tahmin edilmektedir.

Frontline BioEnergy'ye (2021) göre, potansiyel olarak biyoenerji için hammadde olarak kullanılan bazı atık türleri vardır, örneğin:

- Bahçe süsleri, kağıt ve karton, plastik, kauçuk, deri, tekstil ve gıda atıkları gibi kentsel katı atıklar
- Ayrıştırılmış belediye katı atıklarından (KKA) atıktan türetilmiş yakıt (ATY)
- İnşaat ve yıkım (C&D) atıklarından elde edilen ahşap
- Biyodizel üretiminden ham gliserin
- Atık kağıt
- Kağıt çamuru
- Kurutulmuş damıtma-tane ve çözünürleri (DDGS)
- Kümes hayvanları çöpü
- İnek gübresi
- Hayvan işleme işlemlerinden elde edilen et ve kemik unu

Atık veya artık biyolojik veya organik madde akışlarının kullanılması biyoenerji üretimi üzerinde önemli bir katkı sağlayabilir ayrıca, depolama sahasıyla ilgili etkileri en aza indirecektir.

Biyokütle Değerlendirmesi

Çeşitli biyokütle kaynakları ile biyo bazlı ürünler üretmek için daha fazla esneklik vardır. Bununla birlikte, ekonomi, çevre, enerji ve ayrıca iklim sorunları biyokütle mevcudiyeti değerlendirmesinin önemli yönleridir. Walsh'a (2014) göre, sonuçları verebilecek biyokütle kaynak değerlendirmesi, metodolojisi ve birimleri hala eksiktir.

Biyokütle kaynaklarının değerlendirilmesinde iki ana yaklaşım vardır (Walsh, 2014).:

1. Miktar (Envanter) Yaklaşımı
2. Ekonomik Yaklaşım

Miktar (Envanter) Yaklaşımı

Miktar yaklaşımı, yalnızca hesaplanabilir ve fiziksel miktarları tahmin etmektir, ancak maliyet ve fiyatlar gibi ekonomik yönleri değil. Walsh'a (2014) göre, miktar (envanter) değerlendirmeleri, biyokütle kaynaklarının üst sınırlarının (teorik miktarlar) belirlenmesinde oldukça faydalıdır ve teknik olarak mevcut olabilecek kaynak miktarlarının tahminlerini sağlamak için uygun kısıtlamalar (örneğin, mevcut araziler, çevresel / ekolojik ihtiyaçlar, malzemenin mevcut kullanımları) kullanılarak ayarlanabilir.

Nicelik yaklaşımında malzeme türlerine göre 4 ana değerlendirme vardır:

Ormancılık Değerlendirmesi

Ormancılık değerlendirmesi, orman malzemelerinin potansiyel fazlasının, ahşap işleme kalıntılarının ve ölü malzemelerin tahminini içerir. Biyokütle kullanımı için ormancılık

değerlendirmesine ilişkin çoğu çalışma, işleme artıkları ile ilgilidir. Walsh'a (2014) göre, kalıntı miktarı tahmini, aşağıdakiler gibi bazı parametrelerle daha da düzeltilebilir:

- Çap
- Gövde hacmi
- Yükseklik
- Ağaç türleri veya çeşitleri (sert veya yumuşak ağaç)
- Yaş
- Farklı hasat yöntemlerinin verimliliği

İşleme artıkları aşağıda tahmin edilmektedir:
"Odun ürünleri üretmek için kullanılan odun miktarları, bir kalıntı oluşturma faktörü ile çarpılır."

Aşağıdaki Tablo 1, tüm ormancılık işletmelerinden kalıntı oluşturma faktörlerini açıklamaktadır.

Tablo 1. Her bir orman ve yönetim türü için kaldırılan birim satılabilir odun başına kalıntı oranı (%) (Dialogue, 2015)

Orman Biyomu	**Yönetim Türü**		
	Temiz Kesim	**Seçici kesim**	**Ağaçlandırma**
	Odun üretimi başına artık üretimi (%)		
Kutupaltı Ormanlık Tundra	69	NA	78
Serin kozalaklı ağaç Ilıman karışık Ilıman yaprak döken	53	NA	63
Savana Sıcak karışık Tropikal ormanlık Tropical orman	39	18	52

Küçük çaplı, ticari olmayan türdeki ağaçlar, ölü veya hastalıklı ağaçlar gibi diğer artık ağaçlar da potansiyel biyoenerji kaynaklarına sahiptir.

Tarımsal Kalıntılar

Walsh'a (2014) göre, tipik olarak şu şekilde tahmin edilen tarımsal ürün kalıntıları:

“Bir hasat indeksi ile mahsul veriminin çarpılması (tane dışı bitki materyalinin tahıl materyaline oranı)”

Örnek:
Buğday üretiminin ortalama 3.0 kuru metrik ton (dMT) tahıl/hektar olduğunu ve 1,3 hasat indeksine sahip olduğunu varsayalım, o zaman hektar başına 3,9 dMT saman üretiliyor.

Avustralya Topluluğu Bitki Bilimcileri'ne (ASPS) (2017) göre, tarımda "hasat indeksi" terimi, üretilen toplam biyokütle miktarına karşı bir mahsul türünün verimini ölçmek için kullanılır. Çeşitli mahsul ve bahçecilik türlerinin hasat indeksi için potansiyel değerler Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. Hasat indeksi (hasat edilen bileşenin kuru kütlesi/toplam sürgün kuru kütlesi) ürün türüne göre değişir. Bitki yetiştiricileri, mahsul iyileştirme stratejilerinin bir parçası olarak yüksek HI'yı seçmiş ve bazı önemli kazanımlar elde etmiştir (ASPS, 2017)

Mahsul Türleri	Hasat Bileşeni	Hasat İndeksi (HI)
Buğday, arpa	Tahıl	0.55
Pirinç	Tahıl	0.50
Mısır	Tahıl	0.52
Ayçiçeği	Tohumlar	0.50
Fasulye (Phaseol)	Bakla	0.25
Fıstık	Bakla	0.50
Pamuk	Kozalar	0.33
Şekerpancarı	Kök	0.50
Patates	Yumru	0.82
Tatlı patates	Yumru	0.65
Krizantem	Çiçekler	0.46
Lale	Çiçekler	0.20

Böylece, hektarı verimle çarparak üretilen toplam saman miktarının bir tahminini sağlar. Artık miktar tahminleri, miktarlarını sınırlayabilecek faktörler hesaba katılarak daha da geliştirilebilir. Teknik kısıtlamalar, toplama makinelerinin verimliliğinin sınırlarını içerebilir. Ancak Haberl ve ark. (2011)göre, mahsul artıkları toprak erozyonunun sınırlandırılmasında ve toprak organik maddesinin korunmasında önemli bir rol oynadığından, kalıntıların alternatif kullanımları vardır.

Enerji Bitkileri

Walsh'a (2014) göre, mısır, buğday, sorgum, şeker kamışı, şeker pancarı, soya fasulyesi geleceği, kolza tohumu ve hurma yağı gibi geniş veri bulunan 1. nesil hammaddeler gibi

çeşitli hammadde türleri vardır. etanol ve biyodizel ve diğer biyolojik ürünler gibi biyoyakıt üretmek için kullanılabilir; ayrıca, 2. (veya 3.) nesil kısa rotasyonlu odunsu mahsuller, henüz ticari olarak üretilmeyen otsu hammaddeler veya benzerleri vardır.

Bunun için hem beklenen verim hem de ekinlerin yetiştirilebileceği uygun araziler (alan) dikkate alınmalıdır. Verim için en basit yaklaşım, muhtemelen saha denemelerinin sonuçlarıyla desteklenen uzman görüşüne dayalı potansiyel getirileri varsaymaktır.

Ecofys'e (2016) göre, AB-27, Ukrayna, Rusya ve Belarus için tüm mahsuller için mahsul verimi verileri esas olarak Eurostat ve FAO'DAN toplandı. Bununla birlikte, belirli bir bölge için yönetim uygulamalarına ilişkin veriler hakemli yayınlanmış literatürden toplanmıştır.

Kalıntı verimi (t / ha) = mahsul / kalıntı oranı × gerçek mahsul verimi (t / ha)

Kalıntı verimi, belirli bir bölgede bir hektardan elde edilen kalıntı miktarını verir. Belirli bir bölgedeki belirli bir ürün için toplam kalıntı veriminin hesaplanması için aşağıdaki denklem kullanılmıştır:

Toplam kalıntı verimi (t / bölge) = mahsul / kalıntı oranı × toplam üretim (t / bölge)

Toplam kalıntı verimi şu şekilde tanımlandı: “Belirli bir bölgedeki belirli bir üründen üretilen toplam kalıntı miktarı (örneğin Bulgaristan'da toplam buğday kalıntısı üretimi).”

Diğer Biyokütle Kaynakları

Belediye katı atıkları, yıkım atıkları, inşaat atıkları, hayvan atıkları, gıda işleme atıkları vb. gibi diğer biyokütle kaynaklarının değerlendirilmesinde genellikle daha basit bir metodoloji kullanılır.

Daha küçük alanlar için, değerlendirme genellikle mevcut miktarları değerlendirmek için yapılan anketlerdir. Daha geniş alanlar için, kaynak miktarları genellikle tanımlanmış bir temel birim ile temel birim faktörü başına atık üretimi çarpılarak tahmin edilir.

Walsh'a (2014) göre, kentsel atıklar için temel birim nüfus (Yeni Güney Galler için), konut başlangıçları (konut inşaatı için) veya harcamalar (endüstriyel inşaat / yenileme atıkları için) olabilir. Diğer iyileştirmeler arasında atık bileşimi, konut tipi (örneğin, tek aile, çok aileli birimler) ve boyut (örneğin, metre kare), tadilat türü (örneğin, büyük mutfak tadilatı, ahşap güverte ilavesi), geri dönüştürülmüş miktarlar veya kullanılan inşaat malzemelerindeki bölgesel farklılıklar için ayarlamalar yer alabilir. Hayvan gübresi miktarları (ve potansiyel metan üretimi), gübre üretim faktörlerinin (miktar gübresi / gün / tanımlanmış hayvan birimi) tanımlanmış hayvan birimlerinin miktarı ile çarpılmasıyla tahmin edilir.

Ekonomik Yaklaşım

Biyokütle kaynak değerlendirmesinde ekonomik yaklaşım, ayrıntılı ekonomik değerlendirmeler sağlamaktır. Bu yaklaşım, maliyet-miktar tahminini ve ayrıca kaynak arz eğrilerinin - mevcut miktarlar ve fiyat - tahminini içerebilir.

Miktar Maliyet Yaklaşımı

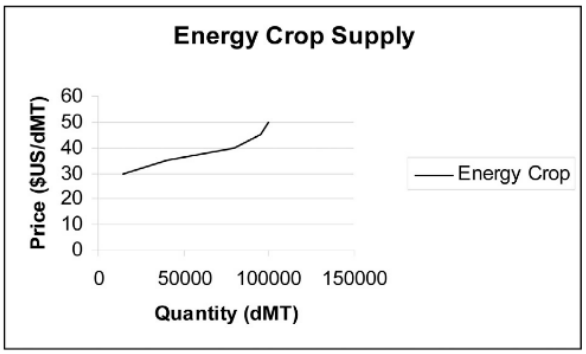
Walsh'a (2014) göre, miktar ve ilgili maliyet yaklaşımı bir envanter bileşeni içerir, ancak değerlendirmeyi fiziksel miktarlara ek olarak biyokütle maliyet tahminlerini içerecek şekilde genişletir. Maliyetler (fiyatlar), potansiyel tedarikçilerle ödenmesini bekledikleri fiyat hakkında görüşerek, mevcut çalışmalardan veri toplayarak veya alternatif kullanımlar için ödenen malzemelerin fiyatlarını vekil olarak kullanarak elde edilebilir.Yeni enerji bitkileri için, bu ürünler şu anda üretilmediği için maliyetler (fiyatlar) genellikle tahmin edilmektedir. Ek olarak, bazı çalışmalar, satın alma fiyatı ve mühendislik özelliklerini kullanarak makine maliyetlerini tahmin ederken, diğer çalışmalar, hasat veya toplama maliyetlerini tahmin etmek için özel hasat oranlarını (örneğin, saman biçme veya şalgam için balyalama oranları) kullanır. Mahsul kalıntı maliyetleri benzer bir yaklaşım kullanılarak tahmin edilmektedir.

Arz Eğrisi Yaklaşımı

Arz eğrisi yaklaşımında, biyokütle kaynak miktarları, kaynaklar için ödenebilecek fiyatın bir fonksiyonu olarak tahmin edilmektedir. Bu tür birkaç fiyat/miktar kombinasyonunun tahminleri, arz eğrisini oluşturmak için kullanılabilir. Arz eğrisi tahminleri, çeşitli miktar/maliyet kombinasyonları için büyük ölçüde miktar-maliyet yaklaşımına dayanan basit yaklaşımları kullanabilir (maliyete dayalı metodoloji). Alternatif olarak, ekonomik modeller kullanılarak arz eğrileri tahmin edilebilir.Ekonomik modeller karmaşıktır ve veri yoğundur ve tipik olarak çok şeffaf değildirler, ancak herhangi bir değişkendeki değişiklikleri incelemek için maksimum esneklik sağlarlar ve dinamik bir çerçevede yürütülürlerse, bir model içindeki değişkenlerin birbirlerine ve bir işlev olarak değişmesine zamanın bir fonksiyonu olarak izin verirler.

Maliyete Dayalı Tedarik Yaklaşımı

Enerji bitkileri için basit bir arz eğrisi, verimi, verimin gerçekleştiği alanı ve çeşitli alanların üretim maliyetlerini bilerek tahmin edilebilir. Örneğin, tanımlanmış bir bölgede toplam 10.000 hektar olduğunu ve 1000 hektarda (toplam 5000 dMT) 5 dMT ha-1, 2000 hektarda 7.5 dMT ha-1 (15 000 dMT), 4000 hektarda 10 dMT ha1 (40 000 dMT), 2000 ha'da 12.5 dMT ha-1 (25 000 dMT) ve 1000 ha'da 15 dMT ha (15 000 dMT). Ayrıca, ilgili üretim maliyetlerinin dMT başına 50, 45, 40, 35 ve 30 ABD doları olduğunu varsayalım. Üretim maliyeti tahminlerine üreticiye tipik bir getiri (kar) ve / veya tipik bir nakliye maliyeti (belirli mesafeler için) eklenebilir, ancak bu örnekten hariç tutulacaktır. Arz eğrisi, maliyetleri en düşükten en yüksek değere (dMT başına 30 ila 50 ABD doları) sipariş ederek ve her fiyat seviyesinde kümülatif miktarlar kullanarak oluşturulur. Bu nedenle, dMT başına 35 ABD Doları için toplam miktar, dMT başına 30 ABD Doları (15 000 dMT) artı toplam 40 000 dMT için dMT başına 30 ila 35 ABD Doları (25 000 dMT) arasındadır. Şekil 1, bu örnek için arz eğrisini göstermektedir.



Şekil 1. Maliyet temelli metodoloji kullanılarak enerji bitkileri için örnek arz eğrisi (Walsh, 2014)

Biyokütle Kaynak Verileri

Avrupa verileri EUROSTAT veri tabanında (AB İstatistik Ofisi) bulunabilir (http://epp.eurostat.ec.europa.eu EUROSTAT verileri toplamaz – üye devletler bunu yapar. Aksine, verileri birleştirir ve karşılaştırılabilir olmasını sağlar (tek tek ülkeler tarafından sağlanan veriler arasında tutarlı). EUROSTAT, arazi kullanımı (tarım, orman, rekreasyon, konut) ve arazi örtüsü (mahsuller, çayırlar, ormanlar, yerleşik alanlar) ile ilgili verileri içermektedir. Tarımsal istatistikler arasında çiftlik yapısı, tarım arazilerinin kullanımı, işgücü, üretim, arz / kullanım, fiyatlar ve tarımsal gelir sayılabilir. Veriler hem ulusal hem de bölgesel düzeyde mevcuttur. Ayrıca besin ve pestisit kullanımı ve organik tarım hakkında bilgi içerir. Ormancılık verileri, odun ve odun ürünlerinin üretimi ve ticaretini, ormancılık ve tomrukçuluk istihdamını içerir. Avrupa'daki Ormanların Korunması Bakanlar Konferansı'ndan (biyokütle ve orman topraklarında ölü odun, biyokütle ve karbon) elde edilen verilere ve dünyadaki tüm ülkelerin orman alanlarını, odun kaynaklarını ve taşınmalarını rapor etmeleri ve tahmin etmeleri istenen FAO Orman Kaynakları Değerlendirme verilerine erişebilir.

Referanslar

Australian Society of Plant Scientists (ASPS), 2017. Plants in Action: Harvest Index. https://www.rseco.org/content/641-harvest-index.html

CAN Europe, 2021. The Revision of the Renewable Energy Directive: An Opportunity to Boost Ambition and Accelerate Deployment of Renewable Energy.

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

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

Daioglou, Vassilis., Stehfest, Elke., et al., 2015. Projections of the availability and cost of residues from agriculture and forestry. https://doi.org/10.1111/gcbb.12285

Dimpl, Elmar, 2010. Small-scale Electricity Generation from Biomass Part II: Biogas. https://energypedia.info/images/4/43/Small-scale_Electricity_Generation_From_Biomass_Part-2.pdf

Dimple, Elmar, 2011. Small-scale Electricity Generation from Biomass Part III: Vegetable Oil. https://energypedia.info/images/5/5f/Small-scale_Electricity_Generation_From_Biomass_Part-3.pdf

Dimpl, Elmar, 2011. Small-scale Electricity Generation from Biomass Part I: Biomass Gasification. https://energypedia.info/images/9/93/Small-scale_Electricity_Generation_From_Biomass_Part-1.pdf

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., Iqbal, Yasir., et. al., 2016. Maximising the yield of biomass from residues of agricultural crops and biomass from forestry. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Ecofys%20-%20Final_%20report_%20EC_max%20yield%20biomass%20residues%2020151214.pdf

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

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. 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

McGill, 2022. Socioeconomic and environmental impact of bioenergy. https://www.mcgill.ca/bioenergy/impact

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.

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

https://www.techquintal.com/advantages-and-disadvantages-of-conventional-sources-of-energy/

Walsh, Marie. E, Biomass Resources Assessment. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09046-1

Bölüm 3 - Biyokütle Kullanımı

Hakkında

Bu bölümde biyokütlenin enerjiye kullanımı hakkında genel bir bakış sunulacaktır. Bu bölüm biyokütle kullanımının özellikle topluma ve çevreye sağladığı faydaları içerecektir. Ayrıca bu bölüm, biyokütleden enerjiye konusuna aşina olmayan okuyucular tarafından anlaşılması kolay bir şekilde oluşturulacak biyokütleden enerjiye kullanım süreçlerine genel bir bakış sağlayacaktır.

Bu bölümde bazı hedefler vardır:

- Biyokütle kullanımının ne olduğunu anlama
- Biyokütlenin kullanım süreçlerini kavrayabilme
- Biyokütlenin enerji ve elektriği nasıl sağladığını anlama
- Biyokütle kullanımının önemini kavrayabilme
- Biyokütle kullanımının topluma nasıl olumlu etkiler sağlayabileceğini anlama

Biyokütle Kullanımı

Biyoenerji, 2030 ve sonrasında yenilenebilir enerjiler açısından AB hedeflerine ulaşılmasında önemli bir rol oynayabilir. Biyoenerji kullanımının artırılmasına yönelik fırsatlar, örneğin tarımsal kalıntılar, yan ürünler ve atıklar kullanılarak sahada görülmektedir. Biyoenerji, enerji sistemlerini dengelemek için esnek bir enerji taşıyıcısı olarak da önemli bir rol oynayabilir ve böylece rüzgar ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının daha yüksek paylarına izin verebilir.Biyoçeşitliliğin güvence altına alınması veya ekosistem hizmetlerinin sürdürülmesi gibi çevresel unsurların sağlanması da biyoenerji, diğer şeylerin yanı sıra sera gazı tasarrufuna, sürdürülebilirliğe ve kırsal kalkınmaya katkıda bulunabilir.

AB'nin yenilenebilir enerjiye olan talebi, AB'nin enerji karışımındaki fosil yakıtların kademeli olarak tükenmesi ve yenilenebilir enerji kaynakları için belirlenen hedeflerde önemli ölçüde artacaktır. Enerji sektörü, tüketilen tüm biyoenerjinin yaklaşık% 75'ini kullanarak, genel olarak biyoenerjinin en büyük nihai kullanımı olan ısıtma ve soğutma sektörü, AB iç ağaç işleme artıkları ve yan ürünlerinin en büyük kullanıcısı konumundadır. Biyoelektrik ve taşıma yakıtları sırasıyla% 13 ve% 12'dir (Banja ve ark., 2019). Andersen ve ark. (2021), 2050 yılına gelindiğinde, biyokütleden enerji tüketiminin iki katına yakın bir değerden üç katına kadar değişen tahminlerle sürekli bir oranda artması beklenmektedir. Malzeme kullanımı dahil edildiğinde, tüketim rakamı, daha fazla karbon yoğun olan diğer malzemelerin yerini aldıkça, tek başına malzeme tüketiminde% 50'lik bir artışla daha da artmaktadır.

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, odun ürünleri vb. İçin).) ayrıca, genel biyoekonomi perspektifinden hammadde arzının sürdürülebilirliğini sağlamak için dikkate alınması gerekir.

Biyokütleyi enerji için yararlı termal enerjiye, elektriğe ve yakıtlara dönüştürmenin 3 ana dönüştürme yöntemi aşağıdaki gibidir:

1. Doğrudan yanma
2. Gaz haline getirme
3. Biyokütlenin tasfiyesi.

Biyokütle Ön Arıtma Yöntemleri

Ön arıtma işleminin temel amacı, lignin, hemiselüloz ve selülozdan oluşan karmaşık biyokütle yapısını, her bir biyopolimerin yakıt, enerji ve kimyasal maddeler üretmek için etkili bir şekilde kullanılabilmesi için yapısızlaştırmaktır. Fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal ve

biyolojik dahil olmak üzere çeşitli biyokütle ön arıtma yöntemleri mevcuttur bazıları aşağıdaki gibi listelenmiştir:

1. Ekstrüzyon, bilyalı öğütme, ıslak diskli öğütme, mikrodalga ön muamelesinden oluşan fiziksel yöntemler.
2. Asit ön muamelesi, alkali ön muamelesi, organosolv ön muamelesi, ozonoliz ön muamelesinden oluşan kimyasal yöntemler.
3. Buhar patlaması, amonyak lifi patlaması, sıvı sıcak su, karbondioksit patlaması, ıslak oksidasyondan oluşan fizikokimyasal yöntemler.
4. Beyaz çürüklü mantarlar, kahverengi çürüklü mantarlar, yumuşak çürüklü mantarlardan oluşan biyolojik yöntemler.

Ekstrüzyon Ön İşlemi

Ekstrüzyon işleme, lignoselülozik biyokütlenin yapısökümü için umut verici fiziksel ön arıtma yöntemlerinden biridir. Ekstrüzyon, sabit, enine kesitli bir profilin nesnelerini istenen enine kesitin bir kalıbından geçirerek oluşturma işlemi olarak tanımlanır. Malzeme kalıptan çıktığında bir genişleme yaşayacaktır.

Biyokütlenin ekstrüzyon ön işleminin bazı avantajları ve sınırlamaları vardır,
Avantajları:

- Süreç izleme ve kontrolünde kolay.
- Şekerin bozulmasına bağlı olarak inhibitör bileşikler oluşmaz.
- Süreç modifikasyonu için uyarlanabilirlik.
- Sürekli ve yüksek verim.
- Ekstrüzyon kimyasal ilavesiz yapılırsa ön işlemden geçirilmiş biyokütlenin yıkanmasına gerek yoktur.
- Daha iyi sonuçlar için diğer ön tedavi yöntemleri ile birleştirilebilir.

Sınırlamalar:

- Ekonomik analiz için veri eksikliği.
- Enerji yoğun süreç.
- Sürekli işlem sırasında zayıf akış, malzemenin yanmasına neden olur.

Asit Ön Arıtma

Asit ön muamelesi, lignoselülozik biyokütle ön muamelesi işlemi için en çok çalışılan ve yaygın olarak kullanılan yöntemdir. 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:
Avantajlar:

- Biyokütlenin hemiselüloz fraksiyonunu çözündürmek için yüksek reaksiyon hızı, böylece selüloz fraksiyonunu selülaz enzimleri için erişilebilir hale getirir.
- Biyokütlenin işlenmesi için ayrı hemiselüloz hidrolizatları (ön işlemden sonra) ve selüloz hidrolizatları (enzimatik hidrolizden sonra) üretmek üzere bir yapısöküm yöntemi tasarlanabilir.

- Ksilanaz enzimleri için maliyet tasarrufu: Hemiselüloz, hammadde tipine ve işleme koşullarına bağlı olarak ön işlem sırasında yoğun şekilde hidrolize edilir; bu nedenle, hidroliz için genellikle yüksek maliyetli ksilanaz enzimleri 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 yapısı nedeniyle pahalı paslanmaz çelik kaplara ihtiyaç vardır.
- Alkalinin ön işlemden sonra asidi nötralize etmesi için ek maliyet.
- Aşırı kimyasal kullanımından kaynaklanan çevresel kaygı.

Alkali Ön Arıtma

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

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 ekstraktlar, enzimatik hidrolizden önce karbonhidrat kaybı olmadan ayrılabilir; yüksek değerli uygulama için reaktif lignin alma olasılığı yüksektir.

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 asitin alkaliyi nötralize etmesi için ek maliyet.

Organosolv Ön Arıtma

Organosolv, biyokütlenin seçilen bir organik çözücü ile ilave katalizörlü veya katalizörsüz (asit veya alkali) karıştırıldığı ve uygun bir sıcaklık ve zaman süresinde ısıtıldığı umut verici bir biyokütle ön arıtma yöntemidir. Çeşitli organik çözücüler veya çözücü karışımları kullanılabilir; 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.

Biyokütlenin organosolv ön işleminin bazı avantajları ve sınırlamaları vardır

Avantajlar:

- Ekstrakte edilen lignin nispeten yüksek saflıkta, düşük molekül ağırlıklı ve kükürt içermez, bu da ligninin yüksek değerli uygulamasını mümkün kılar.
- Her üç biyopolimer—selüloz, hemiselüloz ve lignin — farklı akışlara ayrılabilir.

- Etkili biyokütle hidrolizi için diğer ön arıtma işlemleri ile birleştirilebilir.

Sınırlamalar:

- Yüksek solvent maliyeti: Geri dönüşüm süreci de enerji yoğundur. Su ile yıkanması nedeniyle lignin çökelmesini önlemek için ilave çözücü gereklidir.
- Asit katalizörü kullanıldığında şekerin bozulmasına bağlı olarak furfural ve HMF gibi inhibitör bileşiklerin oluşumu.
- Artık çözücü enzimatik hidroliz ve fermentatif organizmalar için inhibitör olacaktır.
- Uçucu organik sıvıların yüksek sıcaklıkta kullanılması nedeniyle çevre ve sağlık sorunları.

İyonik Sıvı Ön Arıtma

Bu, tüm biyokütlenin seçilmiş bir iyonik sıvı içinde çözüldüğü ve karbonhidrat polimerlerinin uygun anti-çözücüler eklenerek çökeltildiği biyokütle ön arıtımı 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.
- Arzu edilen özelliklere sahip iyonik sıvı sentezlenebilir.

Sınırlamalar:

- İyonik sıvıların maliyeti hala çok yüksektir.
- Birçok iyonik sıvı, hidrolitik enzimler ve fermente edici organizmalar için toksiktir.
- Solvent geri kazanım maliyeti can sıkıcı ve pahalıdır.
- Viskoz biyokütle bulamacının 150 oc'nin üzerindeki sıcaklıklarda ön işlem sırasında iyonik sıvı ile işlenmesi zordur.

Buhar Patlaması Ön İşlemi

Buhar patlaması ön işlemi, yaygın olarak çalışılmış bir fizikokimyasal ön muamele işlemidir. Bu işlemde, zemin ve ön koşullandırılmış biyokütle, basınç patlayıcı olarak serbest bırakılmadan önce birkaç saniye ila birkaç dakika boyunca yüksek sıcaklıkta (160-290 oC) ve yüksek basınçta (0.7 ve 4.8 MPa) doymuş buharla işlenir. Bu yöntem, sert ağaç ve otsu biyokütlede daha etkilidir, ancak yumuşak ağaç hemiselülozunda daha az miktarda asetil grubunun bulunması nedeniyle yumuşak ahşabın etkili ön işlemi için asit katalizörünün eklenmesine ihtiyaç duyar.

Biyokütlenin buhar patlaması ön işleminin bazı avantajları ve sınırlamaları vardır,

Avantajlar:

- Kimyasal madde kullanımı ve dolayısıyla geri dönüşüm ve çevresel maliyetler yoktur
- Salınan hemiselülozun nispeten daha az seyreltilmesi.
- Yüksek partikül büyüklüğündeki biyokütle kullanılabilir ve bu da önemli enerji tasarruflarına neden olur. Boyut küçültme, tüm ön işlem sürecinin yaklaşık üçte birini oluşturur.

Sınırlamalar:

- Lignin-karbonhidrat kompleksinin eksik yapısökümü, çözünür ligninin yoğunlaşmasına ve çökelmesine neden olabilir; böylece biyokütle hidroliz verimliliğinin azalmasına neden olur.
- Selülozun sindirilebilirliğini arttırmak için yüksek sıcaklık (yaklaşık 270 oC) en iyisidir; Bununla birlikte, bu inhibitör bileşiklerin oluşumuna yol açar —furfural ve HMF.
- Bu işlem sırasında üretilen asetik, formik ve levulinik asitler gibi zayıf asitler ve fenolik bileşikler, sonraki enzimatik hidroliz ve fermantasyon için inhibitördür.

Amonyak Lif Genleşme Ön Arıtma (AFEX)

AFEX yöntemi alkali fizikokimyasal bir 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 10-60 dakika boyunca 3 Mpa'nın üzerindeki basınçta pişirilir. Amonyağın biyokütleye optimum oranı ve pişirme sıcaklığı, basıncı ve süresi lignoselülozik biyokütle malzemelerinin türüne bağlıdır. AFEX yöntemi otsu mahsuller ve tarımsal kalıntıları için çok etkilidir, ancak odunsu biyokütle için nispeten daha az etkilidir. AFEX ayrıca, biyoyakıt üretimi için şeker üretimi ile birlikte hayvan yemi için protein elde etmek için otsu biyokütlenin ön arıtımı için uygulanabilir bir yöntem olarak kabul edilir.

Biyokütlenin amonyak lifi patlaması ön işleminin bazı avantajları ve sınırlamaları vardır,
Avantajlar:
- Düşük sıcaklıkta çalışmaya bağlı olarak şeker bozulmasından furfural ve HMF gibi inhibitör bileşiklerin oluşumu olmaz.
- Delignifikasyon için yüksek seçicilik.
- Amonyağın uçucu yapısı sayesinde geri dönüşümü kolaydır;% 99 amonyak geri kazanımı mümkündür.
- Artık amonyak, fermantasyon sırasında organizmalar için bir azot kaynağı olarak hizmet edebilir.

Sınırlamalar:
- Aşırı su ihtiyacı, çünkü enzimatik hidroliz ve fermantasyon sırasında inhibisyonu önlemek için ligninlerin fenolik fragmanları yıkanmalıdır.
- Amonyak geri dönüşümü ticari ölçekte işleme için çok maliyetlidir.
- Yumuşak ağaç ve gazete atıkları gibi yüksek lignin içerikli biyokütle için verimsizdir.
- Uçucu kimyasalların kullanımı nedeniyle çevresel kaygı.

Sıvı Sıcak Su (LHW) Ön Arıtma

Literatürde solvoliz, hidrotermoliz, sulu fraksiyonasyon ve aquasolv dahil olmak üzere bu süreci tanımlamak için farklı terminolojiler kullanılmaktadır. Bu işlem asit kullanılmadan seyreltik asit ön işlemiyle karşılaştırılabilir. Bu işlemde, sudaki biyokütle bulamacı, biyokütlenin selülozla zenginleştirilmiş kısmına yol açan hemiselüloz fraksiyonunu çözündürmek için biyokütle tipine bağlı olarak çeşitli zaman dilimlerinde yüksek sıcaklıkta (160-240 oC) pişirilir.

Biyokütlenin sıvı sıcak su ön arıtımının bazı avantajları ve sınırlamaları vardır,
Avantajlar:
- Ek kimyasal madde kullanımı yok.

- Ön arıtma reaktörleri için pahalı ve korozyona dayanıklı malzemeler kullanmaya gerek yoktur.
- Biyokütlenin ince parçacıklara boyut küçültülmesi için gerekli olan enerji tasarrufuna yol açan nispeten büyük boyutlu parçacıklar kullanılabilir.
- Selüloz ve hemiselüloz akışlarını ayrı ayrı kurtarmak mümkündür.
- İnhibitör bileşiklerin minimum oluşumu.

Sınırlamalar:

- Ksiloz akışı çok düşük konsantrasyondadır ve bu nedenle fermantasyon için uygun şeker konsantrasyonunu elde etmek için ek bir maliyet yoğun su buharlaştırma işlemine 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. Biyokütlenin lignin ve karbonhidrat polimerlerini parçalayacak enzimler üretebilen çeşitli organizmalar arasında beyaz çürüme, kahverengi çürüme ve yumuşak çürüme mantarları önemlidir. Beyaz çürüyen mantarlar, enzimatik verimlilikleri ve ekonomileri nedeniyle biyokütle ön arıtımında en etkili olanlardır. Kahverengi çürüme mantarları selülozu bozarken, beyaz çürüme ve yumuşak çürüme mantarları hem lignini hem de selülozu bozar. Beyaz çürük mantarların ligninolitik enzim sistemi esas olarak lignin peroksidaz (LıP), manganez peroksidaz (MnP) ve lakkazdan oluşur.

Enzim üretim modellerine dayanarak, beyaz çürüme mantarları üç gruba ayrılabilir:

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

Biyokütlenin biyolojik ön arıtımının bazı avantajları ve sınırlamaları vardır,

Avantajlar:

- İnhibitör bileşikler üretilmez.
- Bu süreç çevre dostudur.

Sınırlamalar:

- Çok yavaş bir süreç; ikamet süresi genellikle 10 ila 14 gün arasındadır.
- İşlemi gerçekleştirmek için geniş alan gereklidir.
- Sıkı sıcaklık kontrolü gereklidir, bu da işlem maliyetinin artmasına neden olur.
- Selüloz kristalliği azaltılamadı.

Biyokütle Dönüşüm Yöntemleri

Doğrudan Yanma

Yanma, biyokütleden ısı üretmenin en yaygın ve geleneksel yoludur. Gelişmekte olan ülkelerde, doğrudan biyokütle yanmasının ısıl verimliliği genel olarak% 10 -% 15'tir. Dönüşümden sonra kırsal Çin'deki sobaların ısıl verimliliği yaklaşık% 30'dur ve en iyisi%

50'ye kadar çıkabilir. Soba bir yanma odası, yangın eskrim halkası, duman sirkülasyon geçidi, baca, soba kapısı, ızgara ve hava girişinden oluşur. Kilit tasarım noktaları, yanma odasındaki termal radyasyon ve yansıma yoğunluğunu arttırmak ve iç ocakta tam yanma kaybını ve dumanın termal kaybını azaltmaktır.

Bazı gelişmiş Avrupa ülkeleri, sülfürlü yataklı yanma ekipmanı gibi yüksek verimli yanma ekipmanlarını benimser. Ekipmanda, odun küçük parçalar halinde kesilir ve daha sonra sülfürlü yatağı çok kısa sürede geçer. Yanmadan sonra, tamamen yanmamış odun parçaları duman egzoz sisteminden sülfürlü yatağa geri döndürülür. Bu ülkelerin geliştirdiği ticarileştirilmiş küçük ve orta ölçekli kazanlar odun ve artıkları yakıt olarak alıyor. Verimlilikleri% 50 -% 60'a ulaşabilir. Hollanda'da, evsel ısıtma ve sıcak su arzı için 5 - 20 kW ve 600.000 odun şöminesi özelliklerine sahip yaklaşık 1.75 milyon odun sobası seti bulunmaktadır. Termal verimlilikleri% 50'nin üzerine çıkabilir. Çim yakan ve İngiltere ve Danimarka tarafından üretilen sabit yataklı model kazanların ısıl verimi% 60'tır.

Gaz haline getirme

Piroliz

Biyokütlenin pirolize gazlaştırılması, optimum biyokütle kullanım teknolojilerinden biridir. Gazlaştırma ekipmanlarında 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, hemen hemen tüm biyokütle esas olarak CO, CO2, H2 ve Ch4'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 termal değeri 1.7 * 104 kJ / m3'tür. Çoklu atıkların gazlaştırma verimliliği% 80'in üzerindedir. Yanıcı gazın ısıl değeri, biyokütlenin piroliz işlemi sırasında hidrojen eklenerek arttırılabilir.

1970'lerden bu yana, bazı Avrupa ülkeleri, farklı gereksinimlere uygun ve yüksek sıcaklıkta piroliz tekniklerini benimseyen çok işlevli gazlaştırma ekipmanlarını incelemeye başladı. İki çeşit gazlaştırma ekipmanı geliştirildi:

- **Kayar yataklı gazlaştırma odası**

Biyokütle gazlaştırma sırasında gazlaştırma odasının tepesinden yavaşça kayar. Oksitleyici, gazlaştırma odasının dibinden yukarı doğru akar ve gazlaştırmak için biyokütleyi geçer. Çıkış gazının sıcaklığı 600 Oc'ye ulaşabilir ve gazda katran yoktur.

- **Sülfürlü yatak gazlaştırma odası**

Öğütülmüş biyokütle (birkaç mm büyüklüğünde) gazlaştırma odasına beslenir ve şamandıra malzemesini geçerken gazlaştırılır. Üretilen gaz yaklaşık 800 Oc'ye ulaşan yüksek bir sıcaklığa sahiptir. Sülfürlü yatak gazlaştırıcı çoğunlukla biyokütle için uygundur.

Anaerobik Sindirim

Anaerobik sindirim teknolojisi ile organik atık arıtılırken yanıcı gaz elde edilir ve sindirilen kalıntı, belirgin ekonomik, çevresel ve ekolojik faydalar nedeniyle yaygın olarak geliştirilen yem veya gübreye işlenebilir.

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

Birden fazla endüstri atık suyunun ve organik çöpün arıtılması yönleriyle ilgili olarak, bazı ülkeler anaerobik filtre, UASB ve sülfürlü yatak gibi yüksek verimli teknikleri benimser. Fransa ve Japonya, organik atık suları uluslararası pazara arıtmak için yüksek yoğunluklu yapışma teknolojisini benimseyen yüksek verimli anaerobik sindirim ekipmanlarını kullanıyor ve genişletiyor. Verimliliği geleneksel yöntemlerden on kat daha yüksektir. Kuru sindirim teknolojisi ve iki aşamalı anaerobik sindirim teknikleri son yıllarda yaygın olarak araştırılmıştır ve bunlar katı atıkların arıtılmasında kullanılabilir.

|| Gerçek:
Mevcut teknoloji seviyesine göre bir ton çöpten 10 m3 biyogaz, bir ton insan dışkısı ve idrarından 35 m3 biyogaz ve yüksek konsantrasyonlu bir ton organik atık sudan 5 - 50 m3 biyogaz üretilebilmektedir.

Sıvılaştırma

Biyokütlenin biyoyakıtlara dönüştürülmesi için 2 farklı sıvılaştırma yöntemi vardır:

1. Dolaylı Sıvılaşma
2. 2 Farklı yöntem türünden oluşan Doğrudan Sıvılaştırma:
    a. Hidroliz - Fermantasyon Sıvılaştırma
    b. 2 Farklı yöntemle ayrılan Termodinamik Sıvılaştırma:
        i. Piroliz yöntemi
        ii. Hidrotermal yöntem

Dolaylı Sıvılaşma

Dolaylı sıvılaştırma, iki aşamaya ayrılan umut verici bir teknolojidir. İlk aşama termokimyasal bir gazlaştırma işlemidir. Bu işlemde, hammadde hava veya buharla reaksiyona girdikten sonra syngas üretilir. Synga'larda birincil maddeler CO, CO2, H2 ve h2o'dur.İkinci aşama, iyi kurulmuş Fischer-Tropsch (F-T) işlemidir. F-T işlemi sırasında karışım, metil alkol, dimetil eter ve etil alkol de dahil olmak üzere bir dizi kimyasal üretmek için kullanılırken, biyokütle singazlarından elde edilen daha yüksek alkoller hakkında çok az araştırma vardır. En büyük zorluklar, tipik olarak daha küçük ölçekli biyokütle dönüşüm süreçleri için yeni katalitik reaktörün ve H2'nin co'ya molar oranına göre spesifik kimyasallar için katalizörlerin tasarımıdır. Dolaylı sıvılaşma sürecini tanıtmak için 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 görmüştür. Şu anda, biyokütlenin fermantasyonu, birincil hammaddelerin glikoz (mısırdan elde edilen) ve sukroz (şeker kamışı ve pancardan elde edilen) olduğu etil alkol üretmek için ana endüstriyel teknolojidir. Doğrudan gıda üretimi ile rekabet edebilecek hammadde olarak nişasta veya şeker kullanarak etil alkol üretimi üzerinde aynı olumsuz etkiler vardır. Şimdiye kadar, mısır samanı etil alkol üretimi için olası bir hammadde olarak kabul edilmiştir.

Biyokütle üretim tesisine taşındıktan sonra, fermantasyon ve bakteriyel kontaminasyonu önlemek için depoda saklanacaktır. Daha sonra, hammadde ekstraksiyon için daha erişilebilir hale getirmek için ön işleme tabi tutulacaktır. Fermantasyon sürecinde 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 sıvılaşması ve hidrotermal sıvılaşma.

Piroliz

Piroliz sıvılaştırmada, yavaş piroliz, hızlı piroliz ve flaş pirolize ayrılabilir. Yavaş piroliz genellikle düşük reaksiyon sıcaklığında, ısıtma hızında ve az miktarda biyo-yağ üreten uzun bir kalış süresinde gerçekleştirilir. Flaş piroliz işleminde, reaksiyon süresi çok yüksek bir ısıtma hızı ve küçük parçacık boyutu ile sadece birkaç saniyeden az veya daha azdır ve birincil ürün syngas'tır. Hızlı piroliz ayrıca yüksek bir ısıtma hızında (flaş pirolizden daha az) ve buharın kısa kalma süresinde ilerler. İşlemdeki olumlu ürün biyo-yağdır. Piroliz biyo-yağları doğrudan kazanlarda yakılabilir veya aşağıdaki yöntemleri kullanarak değerli yakıtlar ve kimyasallar üretmek üzere yükseltilebilir: Ekstraksiyon, emülsifikasyon, esterifikasyon / alkoliz, süperkritik akışkanlar, hidrotreating, katalitik çatlama ve buhar reformu.

Hidrotermal

Biyokütlenin hidrotermal sıvılaştırılması, piroliz sıvılaştırmasına kıyasla yüksek su içeriğine sahip biyokütlenin arıtılmasında etkili yöntemlerden biridir. Biyokütlenin bu sıvılaşması, su içeriği seviyesinden ve yüksek dönüşüm ve nispeten saf ürünlere sahip biyokütle türlerinden etkilenmez. Yüksek yoğunluk, iyi ısı, kütle transfer kabiliyeti, hızlı ayrışma 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.

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

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

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

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

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/

Bölüm 4 - Biyokütle Enerjisi (Biyoenerji) Dönüşüm Süreçleri

Hakkında

Bu Bölüm, biyokütleden enerjiye dönüşümün son uygulamaları ve uygulamaları hakkında bilgi sağlayacaktır. Bu bölüm, okuyucuların ekonomik ve çevre açısından artıları ve eksileri de dahil olmak üzere teknik dönüşüm süreçleri hakkında daha iyi ve daha derin bir anlayış sağlayacaktır.

Bu bölümde bazı hedefler vardır:

- Genel olarak enerjinin ne olduğunu anlayın

- Biyokütle kullanımı merceğinde enerji dönüşümünün önemini anlayın
- Süreçlerin artıları ve eksileri hakkında etki değerlendirmesi yapın
- Biyokütleden enerjiye dönüşümün farklı yöntemlerini anlayın

Biyoenerji

Biyoenerji, bitkiler, hayvan gübresi, evsel kanalizasyon, atık vb. canlı organizmalardan oluşan bir enerji türüdür. Farklı biyoenerji türleri vardır, bazı amaçlar için elektrik, ısı, gaz ve yakıt olarak kullanılabilen doğrudan yanma, biyoyakıt ve biyogaz vardır.

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 süredir karbon döngüsünün dışında kalan karbonu içerdiklerinden 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 yağların yanı sıra 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 yağ yerine kullanılır. 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 bitkilerinden elde edilir ve bu nedenle doğrudan gıda üretimi ile rekabet eder. Gıda ile rekabeti önlemek için lignin, selüloz veya hemi-selülozun hücre duvarlarını örn. ağaçlar veya saman. 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

Biyogaz, mikroorganizmalar organik maddeyi anaerobik koşullarda (yani oksijen yokluğunda) sindirdiğinde üretilir. Biyogaz yaklaşık olarak ⅔ metan ve ⅓ karbon karbondioksitten ve muhtemelen az miktarda başka gazlardan oluşur. Biyogaz üretimi için başlıca kaynaklar

hayvan gübresi, bulamaç, hanehalkı ve sanayiden elde edilen organik atıklar ve tarımdan elde edilen artıklardır. Endüstriyel tarımda biyogaz, rahatsız edici kokuları önlemenin ve bulamaç tanklarından kaynaklanan metan emisyonlarını azaltmanın, aynı zamanda enerji üretmenin ve çiftçilere ek gelir sağlamanın uygulanabilir bir yolu olarak görülmektedir. Bununla birlikte, ekonomik olarak uygulanabilir üretim için, atık ürünlerden veya ürün kalıntılarından elde edilen bitki materyali eklenmelidir. Mısır gibi mahsuller eklendiğinde (ki bu genellikle Avrupa'da geçerlidir) yaşam döngüsü emisyon muhasebesi üretimin sera gazı emisyonları açısından sorunlu olduğunu göstermiştir. Biyogaz, ısı ve elektrik üretiminde taşıma yakıtı olarak veya doğal gazın yerine kullanılabilir. Yan ürünler tarımsal topraklarda gübre olarak kullanılabilir.

Biyoenerji Üretim Akışı

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

Yöntemler, üretimde kullanılan malzemelere göre de farklı olabilir. Çünkü farklı biyokütle türleri veya özellikleri için farklı ön arıtma yöntemleri vardır. Bölüm 3'te açıklandığı gibi, biyokütle kullanımından enerjiye dönüştürmenin farklı türleri de vardır, ısı oluşturmak için kullanılan doğrudan yanma, 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)

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, kükürtlü yataklı yakma ekipmanı gibi yüksek verimli yakma ekipmanlarını benimsiyor. Ekipmanda, ahşap küçük parçalar halinde kesilir ve daha sonra kükürtlü yatağı çok kısa sürede geçer. Yanma işleminden sonra, 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.

Katı biyokütle yakıtlarının doğrudan yanması için kullanılan cihazlar, küçük ev tipi sobalardan (1 ila 10 kW), enerji ve kombine ısı ve güç (CHP) tesislerinde (> 5 MW) kullanılan en büyük kazanlara kadar değişmektedir. Ara cihazlar, tek aileli evlerin ısıtılmasında kullanılan küçük kazanları (10 ila 50 kW), çok aileli ev veya bina ısıtmasında kullanılan orta boy kazanları (50 ila 150 kW) ve bölgesel ısıtmada kullanılan büyük kazanları (150 ila 1 MW üzeri) kapsar. Bununla birlikte, fosil yakıtlı elektrik santrallerinde birlikte ateşleme, sınırlı yerel biyokütle mevcudiyeti nedeniyle özel biyokütle yanması için geçerli olmayan büyük boyutlu tesislerin (> 100 Mw) avantajlarını sağlar.

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

Tablo 3. Biyokütle yakma için sık kullanılan fırınlar

Çeşit	Typical Size Range	Fuels	Ash (%)	Water Content (%)
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 yapı	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
Dönen 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 benzer 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 ahşap veya ahşap ve endüstriyel atık karışımları için kullanılır; kağıt hamuru ve kağıt endüstrisinden.

Biyoyakıt Üretimi

Biyodizel

Biyodizel, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen alternatif bir dizel yakıttır. Biyodizel, hayvansal yağlardan veya bitkisel yağların pişirilmesi de dahil olmak üzere bazı yağ türlerinden elde edilen monoalkil esterdir. Hayvansal ve bitkisel kökenli maddeler biyokütle enerji kaynakları olarak sınıflandırılır. Rajaluigam'a (2016) göre, biyodizel yakıt olarak kullanıldığında karbon nötr olacaktır, çünkü yanma işlemi sırasında karbon emisyonu miktarı tüm yaşam süresi boyunca emilen bir hayvana veya bitkiye eşittir. Bu nedenle, biyoyakıtın yeşil yanmasında emisyon düşük olacaktır.

Aktaş'a (2020) göre biyodizel, bitkisel veya hayvansal yağların bir alkol ve katalizör ile reaksiyona sokulmasıyla üretilmektedir. Aynı zamanda toksik olmayan, biyolojik olarak parçalanabilen ve yenilenebilir bir dizel yakıttır. Biyodizel aru mono alkilesterleri olarak, bu nedenle biyodizel yağ içermez, ancak herhangi bir oranda saf veya mazotla karıştırılmış bir yakıt olarak kullanılabilir (Ölmez, 2005).

Aktaş'a (2020) göre biyodizel üretiminde kullanılabilecek bazı petrol kaynakları bulunmaktadır:

- Bitkisel Yağlar: Ayçiçeği, Soya Fasulyesi, Kolza Tohumu, Aspir, Pamuk, Palmiye Yağları
- Geri Kazanım Yağları: Bitkisel Yağ Endüstrisi Yan Ürünleri
- Kentsel ve Endüstriyel Atık Kökenli Geri Kazanım Yağları
- Hayvansal Yağlar: Don Yağları, Balık Yağları ve Kümes Hayvanları Yağları
- Atık Bitkisel Yağlar: Kullanılmış Yemeklik Yağlar

Biyodizel Üretim Teknolojileri

Genellikle biyodizel olarak adlandırılan dizel motorlarda yakıt olarak yağ ve yağ hammaddesi türlerinin kullanılmasını sağlayan bazı ana teknolojiler vardır. Teknolojiler, yağların doğrudan kullanımı veya harmanlanması, piroliz, mikro emülsiyon ve transesterifikasyondur. Transesterifikasyon, çeşitli araştırmacılar tarafından daha kaliteli üretim nedeniyle biyodizel üretimi için kullanılması tercih edilen yöntemdir.

Doğrudan Kullanım (Seyreltme) veya Harmanlama

Seyreltme işlemi, bitkisel ve atık yağların bir çözücü veya dizel yakıtla belirli oranlarda karıştırılarak inceltilmesi işlemidir. Bitkisel yağların doğrudan kullanımı genellikle hem doğrudan hem de dolaylı dizel motorlar için tatmin edici ve pratik olarak kabul edilmemiştir. Biyodizel üretiminde seyreltme yönteminde kullanılan yağlar; fıstık yağı, kolza yağı, ayçiçek yağı ve atık yağlardır. Yüksek viskozite, asit bileşimi, serbest yağ asidi içeriği, ayrıca depolama ve yanma sırasında oksidasyon ve polimerizasyona bağlı sakız oluşumu, karbon birikintileri ve yağlama yağı kalınlaşması bariz problemlerdir.

Bu tür sorunlardan kaçınmak için alternatif yakıt kaynakları doğrudan geleneksel fosil yakıtlarla harmanlanır. Bu tür bir karışım yakıt kalitesini artıracak, fosil yakıt tüketimini azaltacaktır. bu nedenle, biyoyakıt gibi alternatif yakıtları kullanmanın en uygun yolu olarak da tercih edilir. Biyo yağ ve dizel karışımları aşağıdaki gibi farklı oranlarda olacaktır 10:1,10:2, 10:3, vb., (Mendhe, 2015).

Piroliz

“Piroliz" kelimesi pirodan ("ateş" olarak yorumlanabilen) ve lizisten ("ayırma" olarak yorumlanan) türetilmiştir. Bu nedenle, piroliz, organik bileşiklerin çok yüksek sıcaklıklarda ayrışması veya parçalanması olarak tanımlanabilir, ya uygun bir katalizörün varlığı ya da hava yokluğu ile desteklenir. Piroliz, 400-600 ° C'lik bir sıcaklık aralığında gerçekleştirilir. İşlem, piroliz oranına bağlı olarak gazlar, biyo-yağ ve bir karakter üretir. Gebremariam'a (2017) göre, çalışma koşullarına bağlı olarak piroliz işlemi üç alt sınıfa ayrılabilir: geleneksel piroliz, hızlı piroliz ve flaş piroliz. Hızlı piroliz, biyo-yağ üretimi için kullanılan pirolizdir.

Tablo 4. Piroliz yöntemlerinin sınıflandırılması

Yöntem	Sıcaklık (ºC)	Kalma Süresi	Isıtma hızı (ºC/s)	Başlıca Ürünler
Konvansiyonel / yavaş piroliz	Med-yüksek (400-500)	Uzun 5-30 dakika	Düşük 10	● Gaz ● Kömürleşmek ● Biyo-yağ (katran)
Hızlı piroliz	Med-yüksek (400-650)	Kısa 0.5-2 s	Yüksek 100	● Biyo-yağ (tiner) ● Gazlar ● Kömürleşmek
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 bulunur. Pirolize yağların ve trigliseritlerin sıvı bileşenleri, dizel motorlarda petrol dizeliyle aynı şekilde işlev gören biyodizeli içerir. Abbaszaade (2012) ayrıca biyo-yağ olarak bilinen bir piroliz işlemcisi vasıtasıyla üretilen biyodizel yakıtın dizel motorlar için uygun olduğunu bildirmiştir.

Mikro emülsifikasyon

IUPAC tanımına göre, mikro-emülsiyon, yaklaşık 1 ila 100 nm, genellikle 10 ila 50 nm arasında değişen dağınık alan çapına sahip izotropik ve termodinamik olarak stabil bir sistem olan su, yağ ve yüzey aktif cisimlerinden (yüzey aktif cisimlerinden) yapılan dispersiyondur. Ma ve diğ. ((1999), mikroemülsiyon oluşumunun bitkisel yağ viskozitesi problemini çözmek için potansiyel çözümlerden biri olduğunu açıkladı.

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

Transesterifikasyon

Transesterifikasyon, kimyasal olarak petrol dizeline benzeyen yağ ve yağ hammaddesi türlerinden biyodizel üretmek için en uygun yöntemdir. Bu yöntemle yağlar ve katı yağlar (trigliseritler) viskozitesi düşük alkil esterlerine yakın dizel yakıt seviyelerine dönüştürülür. Bu nedenle, bu ürün, mevcut petrol dizel motorlarında değişiklik yapılmadan kullanılmasını sağlayan, petrol bazlı dizel yakıtına benzer özelliklere sahip bir yakıttır.

Genel olarak, transesterifikasyon, esasen reaktanları genellikle ısı ve / veya basınç altında karıştırarak ilerleyen geri dönüşümlü bir reaksiyondur. Bununla birlikte, reaksiyona bir çeşit katalizör eklenirse, işlem hızlandırılacaktır. Asit katalizli, baz katalizli, lipaz katalizli, süperkritik, nano katalizli ve iyonik sıvı katalizli gibi transesterifikasyon üretmenin birçok yolu vardır.

Asit Katalizli Transesterifikasyon

Asit katalizli transesterifikasyon, tarihte etanol ve sülfürik asit kullanarak hurma yağından biyodizel (etil ester) üreten ilk yöntemdi. Asit katalizli işlem, esterler (biyodizel) ve gliserol oluşturmak üzere bir asit katalizörü varlığında bir trigliseritin (yağ / yağ) bir alkolle reaksiyonundan kaynaklanır. Bu yöntem, yüksek serbest yağ asidi içeriğine sahip yağ veya 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 asitlendirilmiş alkolle karıştırılmasıyla başlar, böylece ayırma ve transesterifikasyon tek bir adımda gerçekleşir, alkol hem çözücü hem de esterifikasyon reaktifi olarak işlev görür. Asit katalizli transesterifikasyon, alkil esterlerin verimini azaltan karboksilik asitlerin rekabetçi oluşumunu önlemek için su yokluğunda yapılmalıdır. Transesterifikasyon bir denge reaksiyonu olduğundan, yağın alkil estere tam dönüşümü için ileri reaksiyonu desteklemek için her zaman yağdan daha fazla alkol olmalıdır. Bununla birlikte, optimumun ötesinde daha fazla alkol, daha fazla üretilen gliserolün alkil esterden ayrılmasında da bazı ekstra maliyetlere 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 kullanılan sülfürik asittir. Asit katalizli transesterifikasyon yönteminin avantajları ve dezavantajları vardır.

Avantajları şunlardır:

- Nispeten yüksek verim verir
- Hammaddedeki FFA içeriğine duyarsızdır, bu nedenle düşük dereceli hammadde kullanılıyorsa tercih edilen yöntem
- Esterleşme 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 süperkritik olandan daha azdır
- Katalizörün üründen nispeten zor ayrılması
- Daha yavaş üretim hızına sahiptir (nispeten daha uzun zaman alır)

Baz Katalizli Transesterifikasyon

Alkali veya baz katalizli transesterifikasyon işlemi, bir trigliseritin (yağ / yağ) alkalin metal alkoksitler ve hidroksitler gibi alkali katalizörlerin yanı sıra sodyum veya potasyum karbonatların varlığında bir alkolle reaksiyona girerek esterler (biyodizel) ve gliserol oluşturmasıdır. Baz katalizli transesterifikasyon, asit katalizli transesterifikasyondan çok daha hızlıdır ve endüstriyel ekipmanlara daha az aşındırıcıdır ve bu nedenle ticari olarak en sık kullanılanıdır.Bununla birlikte, bir hammaddede su ve yüksek miktarda serbest yağ asidinin bulunması, yağın sabunlaşmasına ve dolayısıyla alkali transesterifikasyon işlemi sırasında eksik reaksiyona ve ardından emülsiyon oluşumuna ve gliserolün ayrılmasında zorluğa neden olur. Sabunlaşma reaksiyonundan kaynaklanan ana dezavantaj, katalizör tüketimi ve ayırma işleminde artan zorluktur ve bu da yüksek üretim maliyetine neden olur.

Genel olarak, baz katalizörler, transesterifikasyon reaksiyonunda asit katalizörlerinden çok daha yüksek katalitik aktivite gösterirler, ancak biyodizelin sadece düşük serbest yağ asitleri (FFA) içeriğine sahip, genellikle% 0.5'ten az olan rafine yağlardan elde edilmesi için seçici olarak uygundurlar. Baz katalizli transesterifikasyon kullanılarak biyodizelin verimli üretimi sadece hammaddenin kalitesine değil, aynı zamanda alkol-yağ molar oranı, reaksiyon sıcaklığı, karıştırma hızı, reaksiyon süresi, katalizörün tipi ve konsantrasyonu gibi önemli reaksiyon işlem değişkenlerine de bağlıdır. ve ayrıca alkolün türüne kullanılır (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 durumunda ve daha az enerji yoğun olduğunda meydana gelebilir
- NaOH ve KOH gibi yaygın katalizörler nispeten ucuz ve yaygın olarak mevcuttur
- Daha az aşındırıcı

Dezavantajları şunlardır:

- Yağdaki FFA içeriğine duyarlı

- Hammaddenin kalitesinden dolayı yağın sabunlaştırılması temel sorundur
- Gliserolün geri kazanımı zordur
- Alkali atıksu
- Oluşturulan tedavi gerektirir

Lipaz Katalizli Transesterifikasyon

Lipaz katalizli transesterifikasyon işlemi, esterler (biyodizel) ve gliserol oluşturmak için bir katalizör olarak lipaz enzimi varlığında bir trigliseritin (yağ / yağ) bir alkolle reaksiyonudur. Lipaz katalizli transesterifikasyon, sabunlaşma, saflaştırma, yıkama ve nötrleştirme problemi olmayan enzimler kullanılarak biyodizel üretimi için yağların ve yağların transesterifikasyonunun diğer yoludur, böylece bu bakış açılarından her zaman tercih edilen bir yöntemdir. Bununla birlikte, enzim katalizörleri ile ilgili problemler daha yüksek maliyetleri ve daha uzun reaksiyon süreleridir.

Farklı yağlar üzerindeki transesterifikasyon aktiviteleri için lipazlar farklı kaynaklardan bulunabilir. Tüm mono, di ve trigliseritlerin yanı sıra serbest yağ asitlerini kullanma yeteneği, düşük ürün inhibisyonu, sulu olmayan ortamlarda yüksek aktivite ve verim, düşük reaksiyon süresi, immobilize enzimin yeniden kullanılabilirliği, sıcaklık ve alkol direnci, biyodizel üretimi için yağların transesterifikasyonu için lipazların en çok istenen özellikleridir. Enzimler genellikle daha iyi enzim yüklemesi, aktivitesi ve dayanıklılığı için hareketsiz hale getirilir. Destek matrisinin seçilmesi ve tasarlanması enzim immobilizasyonunda önemlidir. Bu bakımdan, enzimleri hareketsiz hale getirmenin birkaç yolu vardır.

Lipaz katalizli transesterifikasyon yönteminin avantajları ve dezavantajları vardır.

Avantajları şunlardır:
- Yağdaki FFA ve su içeriğine duyarsızdır, bu nedenle düşük dereceli hammadde kullanıldığında tercih edilir
- Düşük reaksiyon sıcaklığında gerçekleştirilir
- Saflaştırma, yan ürün olan gliserolden kolayca ayrılmasını sağlayarak basit bir adım gerektirir
- Yüksek arılıkta ürün verir (esterler)
- İmmobilize enzimin tekrar kullanılmasını sağlar

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 olan 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. Onların benzersiz avantajı, sentezlenirken, gerekli reaksiyon koşullarına uyacak şekilde yönetilebilmeleridir.

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

Bu yöntemin avantajları şunlardır:

- Bifazik oluşumu nedeniyle nihai ürünleri ayırmak kolaydır.
- Verimli ve zaman tasarrufu
- Katalizörler hazırlanırken özellikleri belirli bir ihtiyaca uyacak şekilde tasarlanabilir
- Katalizör kolayca ayrılabilir ve birçok kez tekrar kullanılabilir
- Yüksek katalitik aktivite, mükemmel dayanıklılık

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 içeriği, 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 gelir:
    - Mısır
    - Şeker kamışı
- İkinci nesil kaynak, hammadde olarak lignoselülozdan gelir:
    - Dallı darı
    - Mısır sapları
    - Odun
    - Otsu bitkiler
    - Atık kağıt ve kağıt ürünleri
    - Tarım ve ormancılık kalıntıları
    - Kağıt hamuru ve kağıt fabrikası atıkları
    - Belediye katı atıkları
    - Gıda endüstrisi atıkları
- Üçüncü nesil kaynak, hammadde olarak alglerden gelir, yüksek verimli 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:

- Ulaşım için yakıt
- Termal yanmadan güç üretimi için yakıt
- Kimya endüstrisinde hammadde
- Kojenerasyon sistemlerinde yakıt

Biyoetanol Üretim Süreci

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

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

Ön Arıtma Süreci

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

Ön arıtma işleminin bazı avantajları vardır:

- 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 indirmek

Geleneksel Ön Arıtma

4 farklı ön arıtma yöntemi vardır:

- Fiziksel ön arıtma - Fiziksel ön arıtmada, lignoselülozik biyokütle küçük boyuta parçalanır, bu ön arıtmada öğütme, ezme, ekstrüzyon ve ışınlamayı 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 arıtma asit, alkali (baz) ve oksidatif yöntemleri içerir. Bununla birlikte, kimyasal ön arıtma, 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 in arıtma da aslında hem fiziksel hem de kimyasal ön arıtma birleştirilir.
- Biyolojik ön arıtma - Biyolojik ön arıtmada, daha fazla hidroliz için lignoselülozik biyokütleyi parçalamak için beyaz çürük, kahverengi çürük, yumuşak çürük mantarlar ve bakteriler gibi mikroorganizmalar bulunur.

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 gelişmiş 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, dallı darı 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 için lignoselülozu fraksiyonlamak için kullanılır (Edeh, 2020).

Hidroliz

Hidroliz, biyoetanol üretiminde önemli bir süreçtir. Hidroliz, önceden polimerik karbonhidratlara (selüloz ve hemiselüloz) parçalanmış olan lignoselülozik biyokütlenin ön arıtımından 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 gibi bazı 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 geri 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 beslemeli, 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).

Kesikli Fermantasyon Süreci

Bu, kontrolü kolay ve çok kanallı 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 Fermantasyon Süreci

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.

Kesikli Beslemeli 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 fermentasyon mikroorganizmalarının optimum performans için orta sıcaklıkta çalışmasına izin vererek fermentasyondan ayrılır. Hidrolitik enzimler ve fermentasyon 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.

Eşzamanlı Sakkarifikasyon 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.

Eşzamanlı 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).

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. Basitçe 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, sadece doğal gazdan (fosil yakıt) gelmez.
Ortalama olarak, biyogaz şunları içerir:

- 55-80% metan (CH_4)
- 20-40% karbondioksit (CO_2).
- Toksik hidrojen sülfür ve azot 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.

Aşağıda basit biyogaz üretim akış şeması verilmiştir:
Hammadde >>> Ön Arıtma >>> Anaerobik çürütme prosesi >>> 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 güç 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 ışıması
- Ekstrüzyon

Termal Ön Arıtma Yöntemi

Edeh'e (2020) göre, termal ön arıtma, sonraki anaerobik çürütme sırasında artan metan verimi ile hidrolizi geliştirir. 60 ila 270°C arasında değişen geniş bir sıcaklık aralığı incelenmiştir, 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 Yöntemi

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 Yöntemi

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 çürüklük mantarları dahil olmak üzere çeşitli mantar sınıfları, beyaz çürüklük 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 Çürütme Teknolojileri

Çok aşamalı anaerobik çürütme sistemi, ürün kalitesi ve performansı açısından daha verimlidir. Standart çok aşamalı anaerobik çürütme 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 çürütücüyü tasarlamak için, aşağıdakiler gibi üç temel gereksinimi çözmemiz gerekir: yüksek organik yükleme oranını sürekli olarak idare edebilen yüksek hacimli yüksek kaliteli biyogaz üretmek; ve daha küçük reaktör hacmine sahip olmak için kısa bir hidrolik tutma süresine sahip olmak.

Birincil veya asit fazlı sindirici olarak bilinen ilk aşama, hidrolizden ve asidojenik bakterilerin organik maddeyi çözünür bileşiklere 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 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 şunlardır:

- 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 azaltmayı elde etmiştir.
- 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 bölmeli 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

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:NZegYefhU8CAW8lbn02a6jfX3mfim7geCUPr2NMMgUZLXzIcu26m_iuKgT0aF-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

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

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

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. 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:

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 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

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

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 5 - Biyokütle Proje Geliştirme Süreçleri

Hakkında

Bu Bölüm, hem proje sahipleri hem de profesyonel proje geliştiricileri açısından geliştirme sürecine genel bir bakış sunacaktır. Bir biyokütle projesi kavramını sağlayacak, bu tür projelerin karmaşıklığını tanımlayacak, ilgili paydaşları sunacak ve proje geliştirme ve uygulama aşamalarını ele alacaktır.

Bu bölümde bazı hedefler vardır:

- Biyokütleden enerjiye proje geliştirmenin temellerini anlama
- Proje geliştirmenin karmaşıklığını tanımlayabilme
- Biyokütleden enerjiye projesinin aşamalarını anlama
- Projede yer alabilecek paydaşların ve diğer profesyonellerin türlerini anlama

Biyokütleden Enerjiye Proje Konsepti

Biyokütle, yenilenebilir enerji üretimi için en umut verici kaynaklardan biridir. Dünya Bankası'na (2017) göre, biyokütle kullanımının aşağıdaki gibi bazı avantajları vardır:

- Daha ucuz ve daha istikrarlı enerji kaynakları sağlamak - endüstriyel bir işlem veya sürekli enerji kaynağı gerektiren herhangi bir işlem için elektrik, buhar ve ısı gibi.
- Biyokütleden üretilen elektrik, ısı veya buhar gibi fazla enerjiyi ihraç ederek iş ve çalışma ekonomisini geliştirmek ve iyileştirmek.
- Çevre, yerel topluluk ve/veya endüstrinin kendisi için bir çözüm olabilecek yenilenebilir enerji seçenekleri sağlamak.
- Petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil bazlı enerji kaynaklarını biyokütle ile değiştirerek sera gazı emisyonlarını azaltmak.

- Enerji besleme stoğu olarak kullanarak, endüstriyel ve tarımsal kaynaklı potansiyel atıkların çöp sahasına atılmasının azaltılmak.

Biyokütleden enerjiye projeler ile enerji talebi üzerinde olumlu etkiler yaratabilir. Biyoenerji üretiminden elde ettiğimiz iki tür enerji vardır:

- Ev içi tüketim için elektrik, ısı veya buhar üretimi için kullanım
- Diğer enerji kullanımları için elektrik, ısı veya buhar ihraç etmek gibi, kurum içi tüketim ve fazlalık iş amaçları için kullanım.

Biyokütle proje geliştirmede en önemli nokta, biyokütle arzının uzun süreli üretim için yeterli olup olmamasıdır.Ayrıca, proje geliştiricisi finansal uygulanabilirliği açıklamak zorundadır - çünkü yatırımcılar üzerinde büyük bir etki yaratacaktır.Proje geliştiricisi, bioenerji projesinin biyokütle mevcudiyetini ve finansal uygulanabilirliğini sağlayamazsa, projeyi hiçbir zaman etkin bir finansal aşamada elde edemez.

Ancak, kullanılabilirliği ve finansal uygulanabilirliği hesaplamak için aşağıdaki Tablo 5.1'de. COWI'ye dayalı olarak ihtiyaç duyulan minimum biyokütle miktarına ve mevcut teknolojiye dayalı biyoenerji üretimi için teknik uygulanabilirliği açıklandı.

Tablo 5. Biyokütle Minimum Girdi Miktarları ve Bitki Teknolojisi Boyutları (COWI)

Teknoloji	**1-1.5 MWe**	**5-10 MWe**	**10-40 MWe**
	Minimum Biyokütle Girdisi (ton/gün)		
Su/buhar kazanı kullanan yakma tesisleri	20-100	100-200	200-900
ORC teknolojisini kullanan yakma tesisleri	50-200	200-500	n/a
Gaz motoru ile biyogaz üretimi	40-200	n/a	n/a

Proje Aşamaları

Proje hazırlama ve uygulama olmak üzere iki farklı proje aşaması bulunmaktadır. Dünya Bankası'na göre (2017),

Hazırlık Aşaması

Biyoenerji proje geliştirmenin hazırlık aşamasının 4 farklı aşaması vardır ve şu şekildedir:

1. Proje Fikri

   Detaylı konsept fikrinin diğer çalışmalardan önce hazırlanması ve projenin geliştirilmesi gereklidir. Ana fikrin - çevresel, sosyal ve finansal olarak dahil olmak üzere - uygulama için uygulanabilir olduğundan emin olmak için proje fikrine ihtiyaç

vardır.Biyokütle kaynakları, yerel sorunlar, ulusal düzenlemeler ve biyoenerjinin kullanımı, proje fikrinin ana düşüncesinin bir parçası olabilir. Proje fikri ve konseptinin ayrıntılı genel görünümü yukarıda açıklanmıştır (önceki bölüm).

2. Ön Fizibilite çalışması

Ön fizibilite çalışması, başlangıçta projenin uygulama ve yatırım potansiyelini ölçmeyi amaçlar. Ön fizibilite çalışmasında dikkate alınması gereken bazı noktalar vardır, örneğin:

1. Biyokütle yakıt kaynağının tanımı (miktar, özellikler, fiyat, nakliye, lojistik, ek yakıt ihtiyacı vb.)
2. Projenin önündeki engeller
3. Potansiyel teknik kavramlar (birkaç kavram tanımlanabilir ve kısaca değerlendirilebilir)
4. Beklenen enerji üretiminin hesaplanması (elektrik, buhar, ısı)
5. Ön düzen
6. Elektrik şebekesine bağlanma imkanı (şebekeye uzaklık, voltaj seviyesi, bağlantı maliyetleri vb.)
7. Enerji satışlarının ön değerlendirmesi (PPA, elektrik fiyatı, ısı fiyatı, buhar fiyatı vb.)
8. Alternatif sitelerin ön değerlendirmesi (sahaya erişim, büyüklük, şebekeye bağlantı, kanalizasyon vb.)
9. Alternatif yerlerin ön değerlendirmesi
10. Çevresel ve sosyal risk ve etkilerin ön değerlendirmesi
11. İnşaat maliyetlerinin (CAPEX) ve işletme maliyetlerinin (OPEX) ön değerlendirmesi
12. Ön mali analiz
13. Ön risk değerlendirmesi
14. Gerekli izin ve ruhsatlandırmanın ön değerlendirmesi
15. Geçici zaman çizelgesi dahil olmak üzere planlama ve proje uygulaması.

Ön fizibilite çalışması dokümanı geliştirmek için aşağıda vurgulanan içeriklerle geliştirilebilir (Dünya Bankası, 2017):

1. Giriş
2. Sonuç ve öneriler
3. Projenin tanımlaması
4. Beklenen enerji üretimi
5. Güç ve ısı talepleri
6. Ön çevresel etki değerlendirmesi
7. Alternatif sitelerin değerlendirilmesi
8. Düzen
9. İnşaat mühendisliği tasarımı
10. Elektro-mekanik ekipman
11. Şebeke bağlantısı
12. Maliyet tahmini (CAPEX/OPEX)
13. İzin ve lisanslama süreci
14. Planlama ve proje uygulaması
15. Ön mali analiz

16. Ön risk analizi
17. Ekler

3. Fizibilite Çalışması

Ön fizibilite çalışmasından elde edilen projenin analizi ve sonuçları olumlu olduğunda, detaylı fizibilite çalışması geliştirilebilir. Projedeki fizibilite çalışmasının amacı, ilgili tarafların ve paydaşların geliştirmeye devam etme taahhüdü vermeleri için detaylar oluşturmaktır. Ayrıca projenin daha organize ve gerçekçi olmasına yardımcı olacaktır. Bu fizibilite çalışması, proje geliştirmede bu çalışmayı yapmaları gerektiğinden, finansal kurumlardan yatırım kazanmalarına yardımcı olabilir.

Dünya Bankası'na (2017) göre 3 farklı fizibilite çalışma aşaması vardır, örneğin:

1. Kavramsal Tasarım
    a. Bileşim ve ısıtma değeri gibi yakıt özelliklerinin tanımı
    b. Uygulamalı teknolojinin tanımı
    c. Yakıt işleme, yakma sistemi, kazan, kül işleme ve bertarafı, geçerli ve ilgili hava emisyon standartlarını karşılamak için baca gazı arıtma teknolojileri, enerji geri kazanım sistemi vb. dahil olmak üzere uygun teknolojilerin değerlendirilmesi.
    d. Teknik, çevresel ve ekonomik yönlerin ve yerel kabul edilebilirliğin değerlendirilmesinin ardından potansiyel tesis lokasyon(lar)ının değerlendirilmesi
    e. Sermaye maliyetlerinin (CAPEX) ve işletme harcamaların (OPEX) ilk değerlendirmesi
    f. Potansiyel buhar ve/veya ısı kullanımının değerlendirilmesi. Isıyı endüstriyel amaçlarla, belki de buhar olarak kullanmak mümkün müdür? Bölgesel ısıtma/soğutma için bir pazar var mı?
    g. Elektrik şebekesine, diğer harici kapalı müşterilere, su ve atık su hizmetlerine vb. bağlantıların incelenmesi
2. Hesaplanabilir Fizibilite Çalışması
    a. Kavramsal tasarım ve gerekli yatırım
    b. Güvenli uzun vadeli biyokütle arzı (hacim, ısıl değer/özellikler ve fiyat)
    c. Maliyet-fayda hesaplamaları, net bugünkü değer (NPV) ve iç getiri oranı (IRR) hesaplamaları ve benzer analizler dahil finansal ve ekonomik analizler
    d. Projeyle ilgili mevcut düzenleyici ve politika çerçevesine genel bakış
    e. Finansman kuruluşları için önemli olan potansiyel ek finansman kaynaklarının, duyarlılık analizlerinin ve risk analizlerinin değerlendirilmesi
    f. Projenin finansal uygulanabilirliğine yönelik potansiyel risklerin değerlendirilmesi ve etki azaltma önlemleri önerileri
    g. Etki azaltma önlemlerinin belirlenmesi dahil olmak üzere çevresel ve sosyal etki değerlendirmesi
    h. Potansiyel İşletme ve Bakım hizmeti şirketlerinin organizasyon çalışmaları

i. Tedarik planı ve potansiyel ekipman tedarikçileri ve yüklenicilerinin belirlenmesi
j. Zaman ve finansman programı dahil olmak üzere uygulama planı.

3. Yetki İzinleri

Aşağıdaki unsurlar normalde izin verme sürecinin bir parçasıdır:

a. Mevzuat gerekliliklerine göre hazırlanan çevresel etki değerlendirmesine dayalı çevre izni
b. Planlama izni
c. İnşaat ruhsatı
d. Varsa, elektrik şebekesi bağlantı onayı
e. Varsa bölgesel ısıtma sistemi
f. Varsa atıksu boşaltımı için onay.

Not: Fizibilite çalışması projenin uygulanabilir olduğunu gösteriyorsa, projenin bir sonraki aşamasına geçilebilir.

4. Sözleşmeler ve Finansman

Sözleşmeler ve finansman aşaması, projeyi fizibilite çalışmasından proje sahibi tarafından nihai yatırım kararına (FID) götürür. Bu, ana hat tasarımı ve yüklenici(ler)in seçimi de dahil olmak üzere projeyi bir dizi cephede ilerletmeyi içerir.

Müteahhitlerin seçimi, nitelikli potansiyel teklif sahipleri arasındaki rekabet veya bir veya birkaç potansiyel müteahhit ile diyaloga dayalı bir satın alma süreci dahil olmak üzere, kamu alımları yoluyla çeşitli şekillerde yapılabilir.

Proje Uygulaması

Proje hazırlama aşamasından sonra ve eğer sonuç uygunsa, bir sonraki aşama olan proje uygulama aşamasına geçilir. Başlangıçta geliştirilen proje hazırlama belgelerine dayalı proje uygulaması. Dünya Bankası'na (2017) göre, proje uygulamasında aşağıdakiler gibi 5 aşama vardır:

1. Sistemin detaylı tasarımının hazırlanması ve gözden geçirilmesi
2. Yapı
3. Devreye alma
4. Faaliyet ve test aşaması
5. Devreden çıkarma

Proje Geliştirme

Projenin gelişimini etkileyeceği için biyoenerji proje değerlendirmelerinin bazı bileşenleri vardır. Dünya Bankası'na (2017) göre, biyoenerji projelerinin geliştirilmesinde aşağıdakiler gibi bazı engeller vardır:

- Uygun erişime ve boyuta sahip bir site makul bir maliyetle mevcut mu?
- Proje sahibi projeyi yürütmek için yeterli güce sahip mi?
- Finansman makul şartlar ve koşullarda mevcut mu?

- Enerji (elektrik ve/veya buhar/ısı) ihracatı için uzun vadeli güvenli fiyatlar sunan ve projeyi uygulanabilir kılan iyi tanımlanmış bir pazar var mı?
- Kısa bir mesafede bir şebeke bağlantısı mevcut mu ve makul şartlarda bağlantı mümkün mü? (Proje yalnızca kendi kendine elektrik ve/veya ısı/buhar sağlamak için geliştirildiyse bu durum geçerli değildir.)
- Ulusal (ve herhangi bir bölgesel veya uluslararası) mevzuat bu tür bir projeyi destekliyor mu ve çevre onayı beklenebilir mi?

Proje geliştirme uygulamasına geçmeden önce bu soruların yanıtlanması gerekir. Bunun dışında, proje geliştirmede aşağıdaki gibi başka noktalar ve düşünceler vardır:

1. Tesis Tanımlama

Tesis, sistemde ve tüm operasyonlarda çevresel, finansal ve sosyal olmak üzere daha sürdürülebilir yollarla ele alınması gereken önemli bir noktadır. Aşağıdaki gibi uygun tesis tanımlamasının belirlenmesine yardımcı olabilecek bazı sorular vardır:

- Uygun ve mevcut fiyatlı tesislerin maliyeti nedir?
- Kullanımlarında herhangi bir kısıtlama var mı?
- Potansiyel alan biyokütle tesisi ve gerekli biyokütle depolama alanı için yeterince büyük mü?
- Bölgenin altyapısı nasıl? Örneğin, şebekeye bağlantı (uygunsa), ısı / buhar müşterilerine bağlantı (uygunsa), karayolu / demiryolu erişimi (uygunsa), güç kaynağı, kanalizasyon bağlantısı, ham su arzı vb.
- Biyokütle kaynağından uzaklığı nedir?
- Harici yakıt beslemesindeki kesintileri (yağmur mevsimi, tıkalı yollar vb.) Karşılamak için yeterli depolama alanı var mı?)?

2. Biyokütle Arzı ve Kaynakları

Proje geliştirmede, uzun vadeli projeksiyon için biyokütle arzını ve kaynaklarını bilmek önemlidir. Üretimin sürdürülebilir üretim yöntemleriyle projelendirilmesine yardımcı olacaktır. Proje sahibi tarafından projenin fizibilitesini değerlendirmek için kullanılabilecek bazı sorular vardır:

- Yeterli biyokütle mevcut mu ve kimden/nereden?
- Mevsimsellik veya yağışlı mevsim bir engel midir?
- Biyokütle, tesise teslim edilene kadar nasıl depolanır (biyokütle tedarikçileri yerinde)?
- Biyokütleyi kim sağlıyor ve sözleşmeye dayalı kurulum nedir?
- Biyokütlenin kalitesi nasıl doğrulanır?
- Fiyat ve ödeme mekanizması (ağırlık, nem içeriği) nedir?

3. Teknik Hususlar

Biyokütle arzı ve kaynakları dışında, buna yönelik herhangi bir karar vermeden önce kullanılan teknoloji de göz önünde bulundurulmalıdır. Proje sahibi, biyokütle arzı ve kaynakları ile ilgili soruları yanıtladıktan sonra teknik açıdan değerlendirmeler yapabilir. Teknik hususlara yardımcı olacak bazı sorular vardır, örneğin:

- Biyokütle atıkları enerji üretimi için yakıt olarak uygun mu?
- Yakıtın potansiyel korozyon davranışı teknoloji sağlayıcılar için kabul edilebilir mi?
- Ek biyokütle yakıtlarına ihtiyaç duyulursa, biyokütle tesisi hem saha içi hem de saha dışı kaynaklı yakıtlarla sınırlama olmaksızın çalışabilir mi? (Yakıt taşıma, buhar kazanı ve baca gazı temizliği dikkate alınması gereken önemli noktalardır.)
- Biyokütle atıklarını elektriğe/ısıya dönüştürmek teknik ve ekonomik olarak mümkün müdür?
- Yeterli biyokütle yakıtı mevcut mu, yoksa ek yakıt kaynakları mevcut mu ve hangi maliyet ve koşullarda?
- Doğru voltajda şebekeye bağlantı mümkün mü (güç aktarımı ilgiliyse)?
- Yakındaki endüstrilere veya bölgesel ısıtma ağlarına buhar ve/veya ısı tedariki için bir bağlantı erişilebilir mi (ısı ve/veya buhar ihracatı ise)?
- Şebeke bağlantı noktasına giden iletim hattının ve ısı/buhar bağlantısının ücretini kim ödeyecek?
- Biyokütle nasıl işlenir ve sahada depolanır?
- Yedek enerji tedariği nasıl güvence altına alınır (tesis arızası, biyokütle tedariğinin olmaması vb. durumlarda)?

4. Proje İşletme ve Bakım

Proje geliştirmede, projenin sürdürülebilir ve uzun vadede nasıl çalışabileceğini anlamaya yardımcı olacağından, her şeyin nasıl çalıştığı ve sürdürüldüğü ile ilgili hususlar önemlidir. Saha, biyokütle tedariği ve teknikle ilgili soruları yanıtladıktan sonra, insan kaynakları ve teknoloji dahil olmak üzere projenin nasıl işleyeceği ve sürdürüleceği dikkate alınması gereken başka sorular da vardır, örneğin:

- Bakımı tesisin kendi personeli mi yapacak, yoksa dışarıdan mı sağlanacak?
- Tesisi yönetmek ve işletmek için gerekli becerilere sahip personel yerel olarak mevcut mu?
- Tesis yüksek derecede otomasyona sahip olacak ve böylece insan gücü ihtiyacını azaltacak mı? (Bu, daha yüksek vasıflı personel gerektirebilir.)
- Küller için atık yok etme yolları mevcut mu?

5. Mevzuat

Biyoenerji üretimi proje geliştirmenin en önemli kısımlarından biri mevzuattır. Projenin her ülkenin tüm düzenlemeleri ve standartları ile uyumlu olduğundan emin olmak önemlidir. Projenin fizibilitesinden emin olmak için cevaplanabilecek bazı ana sorular vardır, örneğin:

- Ulusal (ve herhangi bir bölgesel veya uluslararası) mevzuat bu tür bir projeyi destekliyor mu ve planlama ve çevre onayları beklenebilir mi?
- Mevzuat bu tür tesislere izin veriyor mu?
- Uyulması gereken yerel ve ulusal emisyon limitleri nelerdir? İlişkili maliyet nedir?

6. Proje Ekonomisi ve Finansmanı

Yukarıdaki tüm noktalar cevaplandıktan sonra proje ekonomisi ve finansmanı hesaplanabilir. Proje ekonomisi ve finansmanı, projenin uzun vadede verimli bir şekilde yürütülmesi ve uygulanması için önemlidir. Proje ekonomisinin ve finansmanının hesaplanması ve planlanmasında yanıtlanabilecek bazı sorular vardır, örneğin:

- Projenin sahibi ve işletmecisi kim olacak?
- Proje mali açıdan uygulanabilir mi ve potansiyel riskler tanımlandı mı ve yeterince azaltıldı mı?
- Projenin iç kaynaklardan yeterli finansmana erişimi var mı, yoksa uygulama için finansal kuruluşlardan dış finansman gerekli mi?
- Finansman kabul edilebilir şartlar ve maliyetlerde mevcut mu?
- Proje dışarıdan enerji satışına bağlı mı? Evet ise, dışarıdan müşterilere elektrik, proses buharı veya ısı satışı için bir pazar var mı?
- Kesintisiz tarifeler, temiz enerji sertifikaları vb. gibi yenilenebilir enerji için mevcut destek mekanizmaları da dahil olmak üzere, şebekeye bağlantı ve elektrik satışı için hangi şartlar alınabilir?
- Isı ve/veya buhar satışı için tarife var mı?
- Tarife garantisi garanti edilebilir mi ve ticari şartlar ve zaman dilimi nedir?
- Öngörülen proje geliri, proje riskleri ile orantılı bir yatırım getirisi (ROI) oluşturmak için yeterli mi?

References

Asian Development Bank, 2007. People's Republic of China: Preparing the Integrated Renewable Biomass Energy Development Project. https://www.adb.org/sites/default/files/project-document/66115/40682-prc-tar.pdf

Central Europe Programme, 2014. Project Stories from the CENTRAL EUROPE Programme: Energy Efficiency and Renewable Energies. https://www.interreg-central.eu/Content.Node/4-energy-final.pdf

Greenalia., European Investment Bank., 2017. Curtis Biomass Power Generation Plant. https://www.eib.org/en/projects/pipelines/all/20170647

International Energy Agency (IEA), 2007. Bioenergy Project Development & Biomass Supply. https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2013/10/Good-Practice-Guideines-Bioenergy-Project-Development-and-Biomass-Supply.pdf

International Renewable Energy Agency (IRENA)., European Commission., 2018. Renewable Energy Prospects for the European Union. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Feb/IRENA_REmap_EU_2018.pdf

Kretschmer, Bettina., Bennett, Sophie., IEEP. 2011. Analysing Bioenergy Implementation in EU Member States: Results from the Biomass Futures Expert Survey. https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/9e389cf9-cf7e-463c-9a50-ac4b7bc5c127/IEEP_Biomass_Futures_Expert_Survey.pdf?v=63664509756

United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), 2021. The Role of Bioenergy in the Clean Energy Transition and Sustainable Development: Lessons from Developing Countries. https://www.unido.org/sites/default/files/files/2021-07/New-Publication-Bioenergy.pdf

World Bank Group, 2017. Converting Biomass to Energy. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/28305/118738-WP-BioMass-report-06-2017-PUBLIC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bölüm 6 - Biyokütle-Enerjinin Ticari Yönleri

Hakkında

Bu Bölüm, biyokütleden enerjiye ticarileştirmenin düzenlenmesi ve çerçevesi hakkında bilgi sağlayacaktır. AB'nin biyokütle tedarik anlaşmaları, enerji alımı, buhar/ısı tedarik anlaşması ve biyoenerji üretim anlaşmasından kalan artıkların bertarafı ile ilgili düzenlemesi hakkında daha iyi bir anlayış sunacaktır.

Bu bölümde bazı hedefler vardır:

- Biyokütle arzındaki anlaşmaların yapısını kavrayabilme
- Biyoenerji proje geliştirmede anlaşmaların farklılık süreçlerini kavrayabilme
- Biyokütleden enerji ticarileşmesine kadar AB düzenlemesini ve çerçevesini kavrayabilme
- Düzenlemenin ve çerçevenin gerçek işe nasıl uygulanacağını anlayabilme

Arkaplan

Biyoenerjinin ticari yönleri dikkate alınması önemlidir. Bu yönler, biyokütle, üretim, satış ve atık arıtımından dış arzına dayanan projelerde önemlidir. Projenin finansal olarak uygulanabilir olduğundan emin olmak için tedarikçilerle ve üçüncü taraflarla yapılan anlaşmaları resmileştirmek bir zorunluluktur.

Proje geliştirme ve uygulama alanındaki anlaşmalar, geliştiricinin, tedarikçinin ve ayrıca üçüncü tarafların projeyi etkin ve daha organize bir şekilde kurmaları için somut bilgiye ve gerçekçi finansal analize sahip olmalarına yardımcı olacaktır. Biyokütleden enerjiye ticarileştirme yönlerinde, aşağıdaki gibi olması gereken bazı önemli yönler vardır:

1. Biyokütle tedarik anlaşmaları - yerinde biyokütle tedariğini ve harici biyokütle tedariğini (tedarikçilerden) içerebilir
2. Finans ve kredi anlaşmaları - proje için öz sermaye, banka kredileri
3. Yetki onayları
4. İnşaat sözleşmeleri - danışmanlar, teknik müteahhit ve ayrıca risk olasılığını kapsayan sigorta şirketini içerir

5. Tüketim ve satın alma anlaşmaları - dahili enerji tüketimini ve müşterilere harici satışı içerir.

Biyokütle Tedarik Anlaşmaları

Biyokütle tedarik anlaşmaları proje uygulamasında önemlidir. Biyoenerji projesinde, projenin devam etmesi için biyokütle ana rolü oynar. Biyokütle tedariği başarısız olursa proje de başarısız olur ve sonuçları özellikle mali açıdan yüksek olur. Dünya Bankası'na (2017) göre, bir biyokütle tedarik anlaşmasına dahil edilecek en önemli faktörler şunlardır:

- Biyokütle miktarı (günde ton, yerinde teslim edilir) ve tedarikçi anlaşmaya uygun olarak biyokütle tedarik etmezse ne olur
- Biyokütlenin kalitesi (tipik olarak ağırlık ve nem içeriği), kalitenin nasıl belirlendiği ve spesifikasyonlar karşılanmazsa ne olacağı
- Biyokütle fiyatı (ton başına Euro) ve fiyatın kalite parametrelerine göre nasıl değiştiği
- Teslimat yeri (ideal olarak yerinde)
- Geç teslimatın reddedilme kriterleri ve sonuçları.

Biyokütle tedarik anlaşmasında (Dünya Bankası, 2017) ana hat yapısı şu şekildedir:

1. Hangi saha veya projeye biyokütle tedariği için **tedarikçi ile son kullanıcı arasındaki ilişkinin açıklanması**
2. **Amaç**
   “Tedarikçi, son kullanıcıya tedarik etmeyi kabul eder ve son kullanıcı, tedarikçiden spesifikasyonlara uygun miktarlarda, süre için, fiyat ve aşağıda belirtilen hüküm ve koşullara göre biyokütle satın almayı kabul eder.”
3. **Sözleşme süresi**
   "Bu sözleşme [XX AY/YIL] sürelidir ve [TARİH] tarihinde başlayıp [TARİH] tarihinde sona erecektir."
4. **Miktar**
   “Tanımlanan sözleşme sırasında sağlanan minimum aylık biyokütle miktarı [XX] metreküp [VEYA XX TON] olacaktır. Tedarikçiye sunulan biyokütlede bir eksiklik olması durumunda, tedarikçi [ÜÇÜNCÜ ŞAHISLARDAN KAYNAKLANMA/ÜCRET ÖDEME]'den sorumlu olacaktır.”
5. **Kaynak ve teslimat**
   “Biyokütle aşağıdaki kaynaklardan elde edilecektir: [uygun şekilde ekleyin].
   Biyokütle, [BAGGED/BALED/LOOSE] şeklinde tedarik edilecek ve son kullanıcının yakıt deposuna teslim edilmek üzere uygun bir araçla son kullanıcıya teslim edilecektir.”
6. **Kalite ve özellikler**
   "Örneğin nem içeriği gibi temel kalite parametrelerinin düzenlenmesi.
   Islak bazda hedef nem içeriği, [ilgili standartlara] göre ağırlıkça [% XX] olacaktır, ancak hiçbir durumda [% YY] değerini aşmayacaktır. Teslim edilen biyokütlenin numune alma yoluyla belirlenen asgari şartnamelere uymaması durumunda, tedarikçi [TAZMİNATTAN] sorumlu olacaktır.”
7. **Ağırlıklar, numune alma ve analiz**
   “Son kullanıcı istediği zaman değerlendirme, analiz, test ve onay için temsili biyokütle örnekleri gönderebilir. Tüm numuneler şartnameye uygun olmalıdır.”
8. **Fiyat**

“Son kullanıcının yakıt deposuna teslim edilen biyokütlenin fiyatı, metreküp biyokütle başına [TARİH] $ [XX]; [VEYA: TON BİYOKÜTLE başına XX $] tarihine kadar aşağıdaki tarife esas alınacaktır. Minimum spesifikasyonlara uygun ancak nem içeriği% Zz'nin üzerinde olan biyokütle için fiyat [DÜZELTİLMİŞ FİYAT] olacaktır.”

9. **Faturalar, faturalandırma ve ödeme**
   “Tedarikçi son kullanıcıya aylık olarak fatura kesecek. Bu, kaydedilen yük sayısına (ağırlık veya hacme göre) dayanacak ve her ayın XX günü değerlendirilecektir.”
10. **Sigorta**
    “Tedarikçi, belirtilen miktarlarda biyokütlenin taşınması ve taşınması için yeterli kamu sorumluluk sigortasına sahip olacaktır. Tedarikçinin sözleşmeden doğan yükümlülüklerini yerine getirememesinin olası ekonomik sonuçlarına karşı son kullanıcıyı sigortalama sorumluluğu [SON KULLANICI/TEDARİKÇİ]'ye aittir. Buna bakılmaksızın, tedarikçi bu sözleşme kapsamındaki yükümlülüklerin yerine getirilmemesi durumunda son kullanıcıya [temerrüt halinde cezanın tanımı] olarak tanımlanan bir ceza ödeyecektir.”
11. **Anlaşmazlık olayı**
12. **Sonlandırma**
13. **Mücbir sebep**
14. **Temsil**
15. **Geçerli yasa ve yargı yetkisi**

Enerji Satın Alma Anlaşmaları (ESAA)

Proje, proje sahibinin enerji ihtiyacından daha fazla enerji ürettiğinde, ESAA hazırlayabilirler. Bu anlaşma, proje sahibi - bağımsız bir enerji üreticisi ve genellikle devlete ait bir elektrik dağıtım şirketi olan enerji satın alma arasında çalışabilir. ESAA, belirli bir dönemde enerji fiyatları ve miktarları için ticari hükümler kullanan uzun vadeli bir anlaşmadır. Ayrıca bu anlaşma, hem üretici hem de alıcıya elektrik satın alma sürecinde güvenlik ve istikrar sağlayacaktır. Ticarileştirme yönü, uzun vadede proje uygulamasını güvence altına almak için istikrarlı bir gelir akışının korunmasına yardımcı olacaktır.

Dünya Bankası'na (2017) göre, ESAA'nın aşağıdakiler gibi temel unsurları vardır:

1. Gerekli güç kalitesi (frekans, voltaj, planlı kesinti)
2. Satılan kapasite ve enerji miktarları (yıllık MWh)
3. Elektrik üretim fiyatı (MWh başına Euro) ve mevcut kapasite (proje temel yük olarak algılanıyorsa), fiyat yenilenebilir enerji ve yenilenebilir enerji kredileri için özel tarife garantisini yansıtabilir
4. Üreticinin üçüncü şahıslara satış yapma esnekliği (alıcı izin veriyorsa)
5. İletim sistemindeki kısıtlamalar nedeniyle üretim kısıtlamaları (alıcı veya iletim sistemi operatörü tarafından) durumunda üreticiye tazminat
6. Projenin tamamlanmasında gecikme veya teslimatın düşük performans göstermesi durumunda alıcıya tazminat ödenmesi (temel yük olarak algılanan projeler için yaptırımlar veya nakdi tazminatlar içerebilir)
7. Sözleşmenin süresi (genellikle beş yıl veya daha fazla)
8. Potansiyel kısıtlamalar da dahil olmak üzere sevkiyat kuralları.

ESAA'nın aşağıdaki gibi temel yapıları vardır:

1. Amaç

2. Tesis açıklaması
3. Arabağlantı tesisleri ve ölçüm
4. Enerji çıktısını satma ve satın alma zorunluluğu
5. Enerji çıkışı için ödeme
6. Destekleyici düzenleyici çerçeve (tarife garantisi, satın alma yükümlülükleri vb.)
7. Faturalandırma ve ödeme
8. Operasyon ve bakım
9. Varsayılan ve sonlandırma
10. Sözleşme yönetimi ve bildirimler
11. Tartışmalı karar
12. Mücbir sebep
13. Temsil ve garantiler
14. Sigorta ve tazminat
15. Düzenleyici yetki ve uyumluluk
16. Atama ve diğer aktarım kısıtlamaları
17. Kesin bilgi
18. Çeşitli

Buhar/Isı Arzı Sözleşmesi

Elektrik satın alma tedarik anlaşmasına benzer şekilde, bu anlaşma yakındaki bir endüstriyi besleyebilecek buhar/ısı (sıcak su) fazlalığına odaklanmaktadır. Bu aktivite, projenin gelirinin sürdürülmesine yardımcı olur. Dünya Bankası'na (2017) göre, ısı tedarik anlaşması aşağıdaki unsurları içermeli ve tanımlamalıdır:

1. Buhar/ısı parametreleri (sıcaklık/basınç) ve maksimum varyasyonlar
2. Satılan ısı miktarları (yılda MWh)
3. Isı fiyatı (MWh başına Euro)
4. Isı tedarikçisi ve ısı kullanıcısı arasındaki ısı transfer altyapısı için yatırım maliyetlerinin sorumluluğu
5. Sözleşmenin süresi (yıl).

Biyolojik Kalıntı ve Atık Bertaraf Sözleşmesi

Biyokütleden enerjiye dönüşüm süreci kalıntı ve atıkla sonuçlandığından, bertaraf anlaşması bir zorunluluktur. Atık, bertaraf edilmesi gereken projedeki yakma işlemi, biyogaz üretimi ve diğer biyo-işlerden gelebilir. Bertaraf etmenin sonucu, gübre gibi yeniden kullanım amaçlarına uygun başka ürünler üretebilir - kalitesi iyi olsa bile, projede başka bir gelir olabilir.

1. Biyo-artık imha anlaşmasında aşağıdaki gibi bazı kilit unsurlar vardır:
2. Biyolojik kalıntı miktarları (ton/gün)
3. Biyo-kalıntının kalitesi (besin değeri)
4. Biyolojik kalıntının fiyatı (veya bertaraf maliyeti) (ton başına Euro).

Referanslar

Gramatikov, Plamen, 2009. Biomass Energy Utilisation - Ecological and Economic Aspects. https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/47/013/47013696.pdf

International Renewable Energy Agency (IRENA), 2018. Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_Report_GET_2018.pdf

Irmak, Sible., IntechOpen, 2019. Challenges of Biomass Utilization for Biofuels. https://www.intechopen.com/chapters/65348

Scarlat, Nicolae., Dallemand, Jean-Francois., et. al., 2015. The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: Policies and facts. https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.03.006

S2Biom, 2016. Overview report on the current status of biomass for bioenergy, biofuels and biomaterials in Europe. https://www.s2biom.eu/images/Publications/D8.1_S2Biom_Overview_report_of_current_status_of_biomass_in_Europe.pdf

Sobamowo, Gbeminiyi M., Ojolo, Sunday J., 2018. Techno-Economic Analysis of Biomass Energy Utilization through Gasification Technology for Sustainable Energy Production and Economic Development in Nigeria. https://doi.org/10.1155/2018/4860252

Varnagirytė-Kabašinskienė, I., Lukminė, D., Mizaras, S. et al., 2019. Lithuanian forest biomass resources: legal, economic and ecological aspects of their use and potential. https://doi.org/10.1186/s13705-019-0229-9

Working Group for Sustainable Biomass Utilisation Vision in East Asia, 2008. Economic Aspects of Biomass Utilisation, in Sagisaka, M. (ed.), Sustainable Biomass Utilisation Vision in East Asia, ERIA Research Project Report 2007-6-3, Chiba: IDE-JETRO, pp.38-69. https://www.eria.org/uploads/media/Research-Project-Report/ERIA_RPR_FY2007_6-3_Chapter_3.pdf

World Bank Group, 2017. Converting Biomass to Energy. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/28305/118738-WP-BioMass-report-06-2017-PUBLIC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bölüm 7 - Ekonomik Değerlendirme

Hakkında

Bu Bölüm, biyoenerji üretiminin maliyet analizi ve değerlendirmesi hakkında bir genel bakış sağlayacaktır. Bu bölüm, biyoenerji üretiminin ekonomik yönlerinin nasıl hesaplanacağı ve değerlendirileceği hakkında daha derin bir anlayış sağlayabilir.

- Bu bölümde bazı hedefler vardır:
- Biyokütleden enerjiye dönüşümün ekonomik değerlendirmesinin temellerini anlamak
- Biyoenerji üretiminin ekonomik yönlerini hesaplayabilmek
- Biyoenerji üretiminin ekonomik hesaplanması ve değerlendirilmesinde önemli noktaları anlamak

Arkaplan

Projenin ekonomik olarak değerlendirilmesi, analiz edilmesi gereken bir gerekliliktir. Değerlendirme finansal ve ekonomik analizden oluşur. Projenin etkin ve gerçekçi bir şekilde çalışmasını sağlamak için finansal analiz detaylı bir şekilde yapılmalıdır. Projenin analizi, uzun vadede proje uygulamasına yardımcı olabilir. Ekonomik analiz, proje sahibinin maliyet ve faydaları hesaplayarak toplum üzerindeki etkilerini değerlendirmesine yardımcı olacaktır.

Mali analiz, proje sahibine, yatırımcılara ve ayrıca banka - kredi yönetimine projenin fizibilitesini ve yönetimini görmelerinde yardımcı olabilir. Proje sahibi, yatırımcılar ve diğer ilgili paydaşların proje hakkında kendilerini güvende ve gerçekçi hissetmelerini ve projenin maliyet ve faydalarını anlamalarını sağlamak önemli bir unsur olacaktır.

Bir işletmedeki finansal analiz hakkında, projede senaryo geliştirmeye destek olabilecek unsurlar vardır, örneğin:

1. Enerjinin son maliyeti, enerji ve kaynakların başka bir türü olabilir. Mevcut mevcut enerji ile projede üretilen enerji maliyetlerini karşılaştırmaya yardımcı olacaktır.
2. Enerji arzının istikrarı.
3. Maliyetleri ve diğer teknik riskleri ve sorunları içerebilen depolama ve bertaraf analizi.

Finansal ve ekonomik analizi birbirinden ayıran temel unsurlar vardır, örneğin:

1. Finansal analiz
    a. Yatırımcının bakış açısına dayalı değerlendirme
    b. Piyasa fiyatlarının dikkate alınması önemlidir

    c. Proje maliyetlerini ve faydalarını yönetmeye yardımcı olabilecek vergiler, tarifeler vb.
    d. İçselliklere odaklanma
2. Ekonomik analiz
    a. Toplumun ekonomik bakış açısına dayalı değerlendirme
    b. Projenin toplum için vergi, tarife, sübvansiyon vb. değeri
    c. Sera gazı emisyonlarının azaltılması vb. gibi hem olumsuz hem de olumlu dış faktörlerin dikkate alınması.

Dünya Bankası'na (2017) göre, biyokütle projesinin finansal olarak sürdürülebilir olmasını sağlamak için aşağıdakiler gibi kilit unsurlar vardır:

1. Biyokütle besleme stokunun mevcudiyeti istikrarlı ve güvenlidir.
2. Üretilen elektrik veya ısı için dağıtıma kolay erişim sağlayabilen istikrarlı piyasa.
3. Biyokütle hacminin mevcudiyeti projede kullanılan işletme ve teknoloji için yeterlidir.
4. Projenin biyokütle toplama, depolama ve taşıma, ön arıtma süreçleri, atık ve kalıntı arıtma süreçleri gibi tüm süreçleri projede iyi finanse edilebilir.
5. Finansman aşamasında kabul edilebilir oranlar ve uygun oranlar.

Ekonomik analizle ilgili olarak, projeyi ekonomik olarak uygulanabilir ve sürdürülebilir kılmak için aşağıdakiler gibi bazı temel unsurlar vardır:

1. Enerji üretimi için biyokütle kaynakları, gıda krizi, biyoçeşitlilik kaybı vb. olumsuz sosyal etkilere neden olmayacaktır.
2. Biyokütle besleme stoğunun sağlanması, iklim ve çevre için faydalı olabilecek artık biyokütle gibi ikincil veya üçüncül kaynaklardan gelir.

Finansal Analiz

Yukarıda da bahsedildiği gibi finansal analiz, proje sahiplerine, yatırımcılara ve ilgili paydaşlara projeyi finansal uygulanabilirlik açısından değerlendirme konusunda yardımcı olacaktır. Bir yatırımcı, iç getiri oranı ağırlıklı ortalama sermaye maliyetinden yüksekse projeye yatırım yapmakla ilgilenecektir. Basitçe, yatırım bir kar getirmelidir.

Biyokütleden enerjiye dönüştürme projelerinin finansal uygulanabilirliği ile ilgili bazı riskler vardır, örneğin:

1. Biyokütle besleme stoğunun arzı kararsız.
2. Biyokütle kalitesi projede kullanılan teknolojiye göre yetersizdir.
3. Ürünler için pazar erişimi düşüktür.
4. Biyokütle ve biyoenerji projelerinin yatırımlarına aşinalık.
5. Biyokütle hammaddelerinin toplanması, taşınması ve diğer teknik işlemlerinin sınırlandırılması.

Dünya Bankası'na göre, biyokütle projelerinde temel finansal parametreler için aşağıdakiler gibi tipik kriterler vardır:

1. Projenin iç getiri oranı (IRR): > yüzde 10
2. Projenin net bugünkü değeri: > yüzde 0, projeyle ilgili risklere bağlı
3. Geri ödeme süresi: <10 yıl
4. Borç servisi karşılama oranı: 1,2 ila 1,5

–

Not: *Yukarıda belirtilen tahminler genelleştirilmiş sonuçlardır ve sınırlara ve projeye özgü koşullara göre farklılık gösterecektir. Bu kriterlere yönelik yerel ölçütler genellikle ekonominin altında yatan faiz oranına, ülke riskine ve genel ekonomik kalkınma düzeyine bağlıdır ve zaman içinde değişikliklere tabidir.*

Aşağıda finansal analiz yaklaşımı yer almaktadır (Dünya Bankası, 2017):

(Enerji üretiminden elde edilen gelirler) - (CAPEX) - (Finansman Maliyeti) - (OPEX) = (Net Değer)

Finansal analize yaklaşımı daha iyi anlamak için, biyokütleden enerjiye projeler için uygulanan bir finansal analizde kullanılan temel metodolojiler vardır, bunlar aşağıdaki gibidir:

1. Ağırlıklı Ortalama Maliyet Sermayesi (AOMS)

AOMS, her bir sermaye kategorisinin orantılı olarak ağırlıklandırıldığı bir sermaye maliyeti hesaplamasıdır. Bu nedenle, WACC bir finansal değerlendirme için uygun iskonto oranıdır. Projenin iskonto oranı, gelecekteki maliyet ve faydaların bugünkü değerini etkilediği için çok önemlidir.
AOMS, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır:

AOMS = (Özkaynak Payı x Öz Sermaye Maliyeti) + (Borç Payı x Vergi Sonrası Borç Maliyeti)

2. Gelir

Projenin uygulanmasında, değerlendirmek ve değerlendirmek için gelire ihtiyaç vardır. Gelir, üretilen ürünler için pazarın talebini dikkate almalıdır - tarifeyi ve nakit akışı üzerinde nasıl bir etkisi olduğunu içerebilir. Çıktı miktarı ve fiyatları, projenin finansal uygulanabilirliği açısından değerlendirilmesi açısından önemlidir.

Biyokütle-enerji gelirinde aşağıdaki gibi 2 farklı kaynak vardır:

a. Aşağıdakileri içeren şebeke içi:
    - Elektrik
    - Sıcaklık
    - Gaz
    - Gübre gibi potansiyel olarak diğer ürünlere dönüştürülebilen kalıntılar
b. Aşağıdakileri içeren şebeke dışı:
    - Kömür, doğal gaz ve petrol gibi dış kaynaklardan tasarruf
    - Gübre gibi potansiyel olarak diğer ürünlere dönüştürülebilen kalıntılar

3. Biyokütle Tedarik Maliyeti

Projenin biyokütle arzını değerlendirmek çok önemlidir. Biyokütle arzının hesaplanması, proje uygulamasının güvenli ve istikrarlı olmasına yardımcı olacaktır. Özellikle biyokütle farklı kaynaklardan geliyorsa, biyokütle arzını hesaplamak için önemli olan bazı temel maliyet unsurları vardır, örneğin:

a. Toplama maliyeti
b. Ulaşım maliyeti
c. Ön arıtma maliyeti
d. Depolama maliyeti

4. Sermaye Harcamaları (CAPEX)

Biyokütleden enerjiye proje finansal analizinde, CAPEX, mülk, bina, ekipman, makine ve diğer gerekli teknolojiler dahil olmak üzere proje tesisini geliştirmek ve tedarik etmek için gereken toplam yatırım maliyetidir.

Bir sermaye harcaması aktifleştirilmelidir. Bu, mal sahibinin harcamanın maliyetini (sabit maliyet) varlığın faydalı ömrü boyunca yaymasını gerektirir.

5. Ekonomik Ömür

Dünya Bankası'na göre, bir biyokütleden enerjiye planının ortalama ömrünün 20 ila 30 yıl olduğu varsayılmaktadır, bu da finansal analizin uzunluğudur. Daha kısa bir analiz dönemi seçilirse, enerji santralinin kalıntı değerinin dahil edilmesi önemlidir.

Ekonomik Analiz

Projenin toplum üzerindeki etkileri hakkında bilgi sağlamak için genellikle kamu yetkililerinden (örneğin bir yatırım hibe talebiyle bağlantılı olarak) gelen bir talebe dayalı olarak bir ekonomik analiz yapılır. Bu tür bir analizin önemi, proje büyüklüğüne göre önemli ölçüde değişir. Ekonomik bir analiz, sayısallaştırılan ve parasal olarak ifade edilen dış etkiler de dahil olmak üzere tüm faydaları ve maliyetleri dahil ederek projenin net faydasını tahmin eder.

- Gelişmekte olan ülkelerde ulusal şebekeden ayrılmış daha küçük biyokütle projeleri, esas olarak yerel bir ekonomik etkiye sahip olacaktır. Sosyal ve çevresel etkiler de yerel ölçektedir.
- Ulusal enerji şebekelerine bağlı daha büyük biyokütle projeleri, bir bütün olarak toplum üzerinde daha büyük bir ekonomik etkiye sahip olacaktır. Projede ne kadar büyük miktarda biyokütle uygulanırsa, çevresel ve potansiyel olarak sosyal etki o kadar büyük olur.

Aşağıda ekonomik analize yaklaşım yer almaktadır (Dünya Bankası, 2017):

(Enerji üretiminden elde edilen gelirler) + (Toplum için dış faydalar) - (Yatırım maliyetleri ve İşletme ve Bakım maliyetleri) - (Toplum için dış maliyetler) = (Topluma net faydalar)

1. Yerel Ekonomik Faydalar ve Maliyetler

Bir biyokütle projesi potansiyel olarak yerel ekonomi üzerinde önemli etkilere sahip olabilir veya yerel alanı hiç etkilemeden işleyebilir. Bir biyokütle projesinin potansiyel olumlu ve olumsuz yerel etkileri aşağıdaki gibidir:

Faydalar:

- Biyokütle için yerel talebin bir sonucu olarak yerel çiftçiler için olası bir gelir artışı
- Biyokütle tesisinden yerel bir kararlı enerji kaynağı
- Yerel işlerin yaratılması (fabrikada veya tarım sektöründe)
- Biyokütle taşımacılığı için şebeke bağlantısı veya iyileştirilmiş yollar gibi olası altyapı iyileştirmeleri.

Maliyetler:

- Tesis kaynaklı emisyonlardan kaynaklanan olumsuz çevresel etkiler

- Sosyal etkiler dikkatle değerlendirilmelidir. Enerji üretimi için kullanılacak biyokütle, halihazırda yerel halk tarafından insan tüketimi, hayvan tüketimi veya gelir elde etmek amacıyla kullanılıyorsa, biyokütlenin ortadan kaldırılması sosyal sorunlara neden olabilir.

2. Kamu Ekonomik Faydaları ve Maliyetleri

Biyokütle projelerinin makroekonomi üzerinde bir etkisi olabilir ve aşağıdakiler gibi birkaç makroekonomik fayda sağlayabilir:

Faydalar:

- İstikrarlı bir enerji kaynağı
- Kamu bütçesinde fosil yakıtlar için daha az sübvansiyon
- İstikrarlı enerji arzı nedeniyle endüstriyel üretim ve dolayısıyla iş üretimi için iyileştirilmiş fırsatlar
- Ulusal olarak artan enerji arz güvenliği, ülkeyi yabancı enerji ithalatına daha az bağımlı hale getiriyor. Biyo-atıklardan elde edilen enerji, alternatif fosil bazlı enerji kaynaklarına kıyasla daha az emisyon anlamına geldiğinden, sera gazı emisyonlarının azaltılması
- Alternatif fosil yakıt bazlı elektrik üretimini azaltmanın daha fazla çevresel faydası
- Kirlilik dışsallıklarından daha düşük sağlık maliyetleri ve daha iyi genel hava kalitesi.

Maliyetler:

- Enerji üretimi için birincil biyokütle kullanılmadığı sürece olumsuz çevresel etki yoktur. Bu, projenin sürdürülebilirliğini baltalayacak ve sera gazı emisyonlarında genel bir küresel artışa neden olacaktır.
- Olumsuz ekonomik etkiler: Sermaye harcamaları ve işletme ve bakım maliyetleri, dövizin kur oynaklığına maruz kalmasından kaynaklanan potansiyel risk

Referanslar

Deloitte, 2022. Towards an Integrated Energy System: Assessing Bioenergy's Socio-Economic and Environmental Impact. https://bioenergyeurope.org/article/347-towards-an-integrated-energy-system-assessing-bioenergy-s-socio-economic-and-environmental-impact.html

Duque-Acevedo, M., Belmonte-Ureña, L. J., Yakovleva, N., Camacho-Ferre, F., 2020. Analysis of the Circular Economic Production Models and Their Approach in Agriculture and Agricultural Waste Biomass Management. https://doi.org/10.3390/ijerph17249549

IEA Bioenergy, 2018. Bioeconomy and biorefining strategies in the EU Member States and beyond. https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2018/12/Bioeconomy-and-Biorefining-Strategies_Final-Report_DEC2018.pdf

Lange, L., Connor, K. O., Arason, S., Bundgård-Jørgensen, U., Canalis, A., Carrez, D., Gallagher, J., Gøtke, N., Huyghe, C., Jarry, B., Llorente, P., Marinova, M., Martins, LO., Mengal, P., Paiano, P., Panoutsou, C., Rodrigues, L., Stengel, D. B., van der Meer, Y., and Vieira, H., 2021. Developing a Sustainable and Circular Bio-Based Economy in EU: By Partnering Across Sectors, Upscaling and Using New Knowledge Faster, and For the Benefit of Climate, Environment & Biodiversity, and People & Business. https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.619066

Stegmann, Paul., Londo, Marc., and Junginger, Martin., 2020. The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters. https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100029

Vanhamaki, Susanna., et. al., 2019. Bio-based Circular Economy in European National and Regional Strategies. https://projects2014-2020.interregeurope.eu/fileadmin/user_upload/tx_tevprojects/library/file_1554360917.pdf

World Bank Group, 2017. Converting Biomass to Energy. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/28305/118738-WP-BioMass-report-06-2017-PUBLIC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bölüm 8 - Çevresel ve Sosyal Değerlendirme

Hakkında

Bu Bölüm, biyokütleden enerjiye giden süreçlerin çevresel ve sosyal (Ç&S) risklerini ve etkilerini tarama ve değerlendirme metodolojisi hakkında giriş yapacak ve genel bir bakış sağlayacaktır.

Bu bölümde bazı hedefler vardır:

- Biyoenerji üretiminin çevresel ve sosyal risklerini ve etkilerini anlamak
- Enerji üretiminin çevresel ve sosyal etkilerinin nasıl değerlendirileceğini anlamak

Arkaplan

Biyokütleden enerjiye üretim projeleri ve tesislerinden çevresel ve sosyal sorunlar ortaya çıkabilir. Proje geliştirmede çevresel ve sosyal değerlendirmelerin geliştirilmesi önemlidir.

Biyokütle, sera gazı emisyonlarının faydaları açısından fosil yakıtların yerini alabilecek alternatif enerji sağlayabilir. Bununla birlikte, enerji için biyokütle kullanımı, hava kalitesi, biyolojik çeşitlilik, su tüketimi ve ayrıca yerel düzeyde arazi kullanımı gibi sosyal ve yerel çevre üzerinde bir etkiye sahip olabilir. Ayrıca sosyal açıdan yerel geçim kaynaklarını, gıda güvenliğini, istihdamı ve ayrıca yoksulluğu etkileyebilir.

Dünya Bankası'na (2017) göre, biyokütle projelerinin çevresel ve sosyal etkilerine ilişkin bazı örnekler şu şekildedir:

1. Çevresel etkiler, örneğin:
    - Hava kalitesi: Biyo-kalıntıların yanmasından kaynaklanan emisyonlar hava kirliliğine yol açabilir.
    - Besinler: Tarımsal ekosistemden artıkların uzaklaştırılması, küllerin toprağa geri verilmemesi durumunda topraktaki besinlerin tükenmesine neden olabilir.

- Biyoçeşitlilik: Kalıntı talebi arzın ötesinde artarsa, örneğin sulak alanların, çalılıkların veya ormanların dönüştürülmesiyle biyoçeşitliliği olumsuz yönde etkileyebilecek yeni tarım alanları oluşturulabilir.
- Su: Hem su kalitesi hem de miktarı, örneğin atık suyun deşarj edilmesi veya biyokütle üretimi için yeraltı suyunun artan kullanımından etkilenebilir.
- Arazi: Yalnızca ikincil kaynaklar kullanılıyorsa, arazi üzerindeki yerel etkiler muhtemelen küçüktür. Ancak, diğer kullanıcılar zaten hammaddeleri kullanıyorsa, bu kullanıcılar diğer hammaddeleri takip ederse çevresel sonuçlar doğabilir.

2. Sosyal etkiler, örneğin:
    - İstihdam: Biyoenerji tesisi bölgede istihdam yaratabilir.
    - Ekonomi: Tesis yerel ekonomiye fayda sağlayabilir.
    - Gıda güvenliği: Hammaddenin mevcut kullanımlarına bağlı olarak, enerji üretimi için gıda veya yem bitkileri kullanılırsa potansiyel gıda güvenliği sorunları ortaya çıkabilir.

Aşağıdaki gibi çevresel ve sosyal etkileri değerlendirmek için kullanılabilecek çeşitli politika ve araçlar vardır:

- IFC Performans Standartları: Çevresel ve Sosyal Performans Standartları ve Kılavuz Notları, IFC müşterilerinin çevresel ve sosyal risklerini yönetme sorumluluklarını tanımlar.
  Mevcut:
  http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/Topics_Ext_Content/IFC_External_Corporate_Site/IFC+Sustainability/Our+Approach/Risk+Management/Performance+Standards/
- Ekvator Prensipleri: Halihazırda 36 ülkede 83 finans kuruluşu tarafından benimsenen ve gelişmekte olan piyasalardaki uluslararası proje finansman borcunun yüzde 70'ini kapsayan bir risk yönetimi çerçevesi. Prensipler, öncelikle sorumlu karar vermeyi desteklemek için gerekli özen için asgari bir standart sağlamayı amaçlayan projelerde çevresel ve sosyal riskleri belirlemek, değerlendirmek ve yönetmek için kullanılır.
  Mevcut
  http://www.equator-principles.com
- Biyoenerji Karar Destek Aracı: BM-Enerji, BM Gıda ve Tarım Örgütü ve BM Çevre Programı tarafından geliştirilen, Stratejik Planlama ve Yatırım Tercihlerinde Risklerin Değerlendirilmesi.
  Mevcut
  http://www.bioenergydecisiontool.org
- AB Avrupa Bölgesel Kalkınma Fonu tarafından geliştirilen RASLRES Biyoenerji Aracı.
  Mevcut
  http://www.raslres.eu
  Not: *Bu aracın İskandinav bölgesi için geliştirildiğini ve esas olarak benzer ortamlarda uygulanabilir olduğunu unutmayın.*

Çevresel Değerlendirme

Biyokütleden enerjiye projesinde çevresel etki değerlendirmelerinin ana konuları su, biyoçeşitlilik, toprak ve toprak ve havadır.

1. Su

Sürdürülebilir olmayan su kullanımı hem çevre hem de insani gelişme için bir tehdit oluşturmaya devam ederken, biyoenerji projeleri için su kullanımı sürdürülebilir olmalı ve su kalitesi ve miktarından ödün vermemelidir.

Dünya Bankası'na göre, biyokütleden enerjiye projede su kullanımını değerlendirmek için aşağıdakiler gibi kilit sorular vardır:

- Biyokütle üretimi veya hammadde dönüşümü için su kullanımı, havzadaki su mevcudiyetini veya arz güvenliğini etkiler mi?
    - Biyoenerji mahsulünü üretmek için ek veya yeni sulama gerekiyorsa, yerel su dengesi, projenin yerel su kaynaklarını nasıl etkilediğini ölçmelidir.
    - Yerel su dağıtım şebekelerine bağlı biyokütle veya hammadde üreticileri su kullanımlarını artırmayı planlıyorsa, su arzı üzerindeki güvenlik üzerindeki etki önemli olabilir ve değerlendirilmelidir.

- Biyokütle üretimi veya hammaddenin dönüştürülmesi için su kullanımı su kalitesini etkiler mi?
    - Örneğin, mahsul üretiminin arazi yönetiminde, arazinin temizlenmesinde veya ağaçların kaldırılmasında değişikliklere neden olup olmadığını düşünün. Eğer öyleyse, akarsular ve nehirler üzerinde bir etkiye sahip olabilecek erozyon yoluyla üst toprak kaybı riski olabilir.
    - Ek veya yeni gübreler veya pestisitler kullanılacaksa, bunun su kalitesi üzerinde etkileri olabilir. Hem yeraltı suyu hem de yüzey suyu kaynaklarını göz önünde bulundurun.
    - Biyokütle veya hammadde üreticisi proje nedeniyle ek veya yeni su kaynakları kullanacaksa, yerel su arıtma sistemlerinin kapasitesi ve kalitesi değerlendirilmeli ve tasarımda dikkate alınmalıdır.

- Biyokütle üretimi veya hammadde dönüşümü için su kullanımı, su akışlarını ve alt kullanıcılar için su mevcudiyetini değiştirecek mi?
    - Biyokütle veya hammadde üretimi nedeniyle herhangi bir akarsu, boru veya rezervuar etkilenir veya değiştirilirse, bu yerel su kaynağını etkileyebilir.

Not: Yukarıdaki sorulardan herhangi birinin cevabı "evet" ise, bir veya daha fazla endişe konusu konunun daha fazla araştırılması ve değerlendirilmesi gerekecektir.

2. Biyoçeşitlilik

Biyoenerjinin geliştirilmesi, habitat kaybına, alanların parçalanmasına ve tür kaybına neden olarak biyoçeşitlilik üzerinde olumsuz etkilere sahip olabilir. Biyoçeşitlilik yalnızca insanlığa hizmet sağlayıcı (örneğin gıda, ilaç) olarak değere sahip olmakla kalmaz, aynı zamanda kendi içinde bir değere sahiptir. Ayrıca, çeşitli, bağlantılı ve iyi işleyen habitatlar, iklim değişikliği veya kirlilik gibi dış tehditlere karşı en dirençli olanlardır. Projelerin ekosistemler ve biyoçeşitlilik üzerindeki etkilerini değerlendirmek, önlemek ve en aza indirmek önemlidir.

Dünya Bankası'na göre, biyokütleden enerjiye projesinde biyoçeşitliliği değerlendirmek için aşağıdakiler gibi kilit sorular vardır:

- Biyokütle projesi nadir veya tehdit altındaki türleri etkileyecek mi?
    - Nadir veya tehdit altındaki türlere yönelik risk değerlendirilmelidir. Bu, doğal yaşam alanlarının (ormanlar, sulak alanlar vb.) değiştirilmesi veya halihazırda tarım yapılan alanlarda üretimin yoğunlaştırılması durumunda özellikle kritiktir. Küresel düzeyde, nadir veya tehdit altındaki türler IUCN Kırmızı Tehdit Altındaki Türler Listesi'nde listelenmiştir ve bu listeye şu adresten ulaşılabilir: http://www.iucnredlist.org.
      Tehdit altındaki türlerin bölgesel düzeydeki listelerinin dikkate alınması da değerlendirmeye dahil edilmelidir.

- Biyokütle projesi, örneğin bozulma, dönüşüm, kayıp veya parçalanma yoluyla tehdit altındaki ekosistemleri veya habitatları etkileyecek mi?
    - Arazi ekim için temizlenirse, bu bölgelerdeki türler üzerinde olumsuz etkilere neden olabilecek ekosistemlerin veya habitatların kaybolması veya parçalanması riski vardır.
    - Üretimin yoğunlaşması, besin kaybı veya aşırı kirlilik, proje alanını çevreleyen doğal yaşam alanlarının bozulmasına neden olabilir.

- Biyokütle projesi, yerli olmayan ve/veya istilacı türlerin ortaya çıkmasına neden olacak mı?
    - Yerli olmayan floranın (yeni bir enerji bitkisi gibi) bölgeye tanıtıldığı durumlarda istilacı türlerin riski göz önünde bulundurulmalıdır.

- Biyokütle projesi bölgedeki ekosistem hizmetlerini etkileyecek mi veya değiştirecek mi?
    - Ekosistem hizmetleri bir dizi farklı hizmeti içerir ve doğal peyzajlarda yapılan değişiklikler genellikle bunlardan bir veya daha fazlasını riske atar. Bu nedenle, ekosistemler üzerindeki etkinin değerlendirilmesi gereklidir.
    - Bölgeye hayati hizmetler sağlayan ekosistem hizmetlerinin riske atılmamasına özen gösterilmelidir (örneğin, mangrov ormanları tarafından gerçekleştirilen selden korunma veya su arıtma).
    - Ekosistem hizmetleri genellikle resmi ekonominin bir parçası değildir (yani, bu hizmetlerin sağladığı değer ekonomik açıdan değerlendirilmez), ancak yerel bölge ve etkilenen topluluklar için

önemli işlevler sağlar. Bu nedenle, etkilenen toplulukların ücretsiz, önceden ve bilgilendirilmiş danışma ve katılımını sağlamak için özen gösterilmelidir.

Not: Yukarıdaki sorulardan herhangi birinin yanıtı "evet" ise, bir veya daha fazla endişe konusunun daha fazla veri toplanması ve değerlendirilmesi gerekecektir.

3. Toprak ve Arazi

Arazi kıt bir kaynaktır, kullanımı sosyal, çevresel ve ekonomik nedenlerle önem kazanmaktadır. Verimli alanların sürdürülebilir kullanımı, gıda üretimi ve suyun arıtılması, karbon depolama, erozyona karşı koruma ve bitki ve hayvanlar için yaşam alanı gibi bir dizi ekosistem hizmetinin sunulması için önemlidir.

Dünya Bankası'na göre, biyokütleden enerjiye dönüştürme projesinde toprak ve araziyi değerlendirmek için aşağıdakiler gibi kilit sorular vardır:

- Biyokütle projesi, proje için seçilen biyoenerji hammaddesine olan talebi karşılamak için örneğin sulak alanlardan ve/veya ormandan tarım arazisine dönüşüm gibi arazi kullanımlarının dönüştürülmesine yol açacak mı?
    - Proje yerel bölgedeki tedarikçiler için bir çağrı içeriyorsa, arazi sahipleri, örneğin bir plantasyon veya diğer verimli arazilere yer açmak için çalılık arazileri veya ormanları temizleyerek arazi kullanımını değiştirmeye ikna edilebilir. Bu gibi durumlarda, biyolojik çeşitlilik ve karbon kaybı riski olabilir.
    - Birincil veya ikincil biyokütle veya hammadde kaynağının sağlanması, arazi dönüşümü riskine neden olabilir. Atık bazlı sistemler için bu risk minimum düzeyde olmalıdır.

- Arazi yönetimi, arazi kullanımı veya proje için biyokütle veya hammadde üretmek için arazinin yoğun kullanımında beklenen değişiklikler komşu veya daha uzak alanları veya arazi sahiplerini etkiler mi (örneğin, mevcut üretim başka arazilere kayarsa)?
    - Proje, ev sahibi bölgede birincil veya ikincil biyokütle için artan talep gerektiriyorsa, arazi sahipleri gıda veya yem mahsullerinden kayabilir ve bu da bunların arzının azalmasına neden olabilir. Bu, kayıp üretimi tamamlamak için başka bir yerde yeni arazinin dönüştürülmesine yol açabilir. Bu gibi durumlarda gerekli özen gösterilmeli ve bölgedeki arz ve talep üzerindeki etkiler daha fazla analize tabi tutulmalıdır.

- Biyokütle üretimi toprak kalitesini etkiler mi yoksa toprak ve arazinin bozulmasına mı yol açar?
    - Proje için biyokütle sağlanmasının, örneğin artan toprak işleme veya ağır makine kullanımı gibi arazi yönetiminde değişiklikler gerektirip gerektirmediğini değerlendirin. Bu, toprağı etkileyebilir ve muhtemelen bozulmaya neden olabilir.

    - İkincil biyokütle kaynakları kullanıldığında, kül ve diğer kalıntılar toprağa geri döndürülmezse toprak bozulması ve besin kaybı meydana gelebilir.
    - Proje, sığır veya diğer otlayan hayvanların üretimi ile bağlantılıysa, ek talep çiftçilerin hayvan sayısını artırmalarına yol açabilir. Bu da bazı alanlarda erozyona neden olabilen aşırı otlatmaya yol açabilir ve diğer alanlarda çölleşme süreçlerini başlatabilir.

- Hammaddeyi yeterli kalite ve miktarda yetiştirmek için suni gübre veya zirai ilaçlara ihtiyaç var mı?
    - Gübre veya pestisit kullanımı toprak ve su kalitesini, toprak verimliliğini ve toprak biyoçeşitliliğini olumsuz etkileyebilir.

Not: Yukarıdaki sorulardan herhangi birinin yanıtı "evet" ise, bir veya daha fazla endişe konusunun daha fazla veri toplanması ve değerlendirilmesi gerekecektir.

4. Hava

Temiz hava insanlar, hayvanlar ve çevre için önemlidir ve hava kirliliği diğerlerinin yanı sıra sağlık ve gıda üretimi için zararlıdır. Bu nedenle, biyoenerji üretimi için hammadde üretiminden veya dönüşümünden kaynaklanan hava kirliliğini önlemek için özen gösterilmelidir. Hava kirliliği biyolojik (polen, mantar), fiziksel (koku, termal, ışıma) ve kimyasal (ozon, azot oksitler, kükürt oksitler) olabilir ve bitki emisyonları ve tarım arazileri veya ormanlarda yönetim uygulamalarındaki değişikliklerden (yoğunlaşma gibi) kaynaklanabilir.

Dünya Bankası'na göre, biyokütleden enerjiye dönüştürme projesinde havayı değerlendirmek için aşağıdakiler gibi kilit sorular vardır:

- Hammaddenin üretimi, dönüştürülmesi veya taşınması azot oksitler, partikül madde, kükürt oksitler, ozon, aerosoller, kurum veya uçucu organik bileşikler gibi hava kirleticilerinin emisyonlarına neden olacak mı?
    - Biyokütle veya hammaddenin (veya diğer gerekli girdilerin) taşınması için ağır makinelerin veya bazı kamyon türlerinin kullanılması, kirletici emisyona neden olabilir.
    - Biyokütle üretim sahasında tarla kalıntılarının veya atıkların yakılması kirletici emisyona neden olabilir.

- Hammaddenin üretimi, dönüştürülmesi veya taşınması koku ve kokulu emisyonlar, termal ısı veya radyasyon emisyonuna neden olacak mı?
    - Projenin hammaddesi gübre, tavuk çöpü veya gıda endüstrisinin arıtılmasından kaynaklanan atıksa, hammaddenin depolanması ve taşınması, iyi yönetilmezse sıkıntıya veya kirliliğe neden olabilir.

- Hammaddenin üretimi, dönüştürülmesi veya taşınması polen, mantar veya bakteri gibi biyolojik hava kirleticilerinin emisyonuna neden olacak mı?
    - Hammadde biyolojik atık ise veya biyogaz üretiminden gelen sindirilmiş kalıntılar gübre olarak tarlalarda kullanılıyorsa, bakteri ve kirleticilerin yayılma riski olabilir.

    - Hammadde biyolojik atık ise, taşıma, arıtma ve depolama, bakteri yayma riskini en aza indirecek şekilde organize edilmelidir.
    - Çoğunlukla çiftlik hayvanlarının dahil olduğu bazı tarım sistemleri, sporları yayabilir ve bu da, nadir durumlarda, konsantrasyonların yüksek olması durumunda sağlık risklerine neden olabilir.

Not: Yukarıdaki sorulardan herhangi birinin yanıtı "evet" ise, bir veya daha fazla endişe konusunun daha fazla veri toplanması ve değerlendirilmesi gerekecektir.

Sosyoekonomik Değerlendirme

Çevre sorunlarının yanı sıra, bir biyokütle projesinin geliştirilmesi, özellikle projeden etkilenen yerel topluluklar üzerinde sosyal riskler ve etkiler doğurabilir. Bu, geçim kaynakları, kültürel miras, araziye erişim veya arazi mülkiyeti ve doğal kaynaklara erişim üzerindeki etkileri içerebilir. Özetle, incelenecek konular şunlardır (Dünya Bankası, 2017):

- Gıda Güvenliği
- Arazi edinimi, tapu ve kullanım hakkı
- Varlıklara ve doğal kaynaklara erişim
- Toplum sağlığı ve güvenliği
- Enerji güvenliği ve erişim
- Cinsiyet ve savunmasız gruplar
- İşçi sorunları, işçi hakları, istihdam, ücretler ve gelir.

Sosyoekonomik etkiler hammadde türüne bağlı olarak değişebileceğinden, proje geliştiricisi ilgili biyokütle türüyle (birincil, ikincil, üçüncül) bağlantılı sosyoekonomik sorunları sistematik olarak taramalıdır.

AEtkilenen topluluklarla proje döngüsü boyunca onları potansiyel olarak etkileyebilecek konularda yeterli katılım ve ilgili çevresel ve sosyal bilgilerin açıklanmasını ve yayılmasını sağlamak için proje sahibi tarafından aktif olarak aranmalı ve uygulanmalıdır. Etkilenen topluluklara ek olarak, diğer potansiyel paydaşların bir ön listesi şunları içerir:

- Merkezi hükümet yetkilileri ve bakanlıklar
- Bölge temsilcileri, yerel yönetimler ve düzenleyici kurumlar
- Koruma kuruluşları da dahil olmak üzere sivil toplum kuruluşları
- İşçi örgütleri, ticaret örgütleri, çiftçi grupları ve toplum temelli örgütler
- Özel sektör, araştırma kurumları, üniversiteler ve danışmanlık firmaları
- Finansman kurumları, küçük ölçekli finans sağlayıcılar ve sigorta şirketleri
- Dini ve kültürel kuruluşlar.

Referanslar

Ahmed, I., Zia, M.A., Afzal, H., Ahmed, S., Ahmad, M., Akram, Z., Sher, F., and Iqbal, H.M.N., 2021. Socio-Economic and Environmental Impacts of Biomass Valorisation: A Strategic Drive for Sustainable Bioeconomy. https://doi.org/10.3390/su13084200

Deloitte, 2022. Towards an Integrated Energy System: Assessing Bioenergy's Socio-Economic and Environmental Impact. https://bioenergyeurope.org/article/347-towards-an-integrated-energy-system-assessing-bioenergy-s-socio-economic-and-environmental-impact.html

FAO, UNEP, 2010. A Decision Support Tool for Sustainable Bioenergy. https://www.fao.org/3/am237e/am237e.pdf

Martín-Gamboa, M., Quinteiro, P., Dias, A.C., Iribarren, D., 2021. Comparative Social Life Cycle Assessment of Two Biomass-to-Electricity Systems. https://doi.org/10.3390/ijerph18094918

Song, Junnian., Li, Kexin., and Yang, Wei., 2021. Integrated economic–environmental–social assessment of straw for bioenergy production. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820539-6.00013-3

World Bank Group, 2017. Converting Biomass to Energy. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/28305/118738-WP-BioMass-report-06-2017-PUBLIC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Zhang, Yueling., Li, Junjie., Liu, Huan., Zhao, Guangling., Tian, Yaju., and Xie, Kechang., 2021. Environmental, social, and economic assessment of energy utilization of crop residue in China. https://link.springer.com/article/10.1007/s11708-020-0696-x

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

Bu proje (Proje Numarası:2020-1-UK01-KA202-079054) Avrupa Komisyonu desteği ile finanse edilmiştir. Bu yayın sadece yazarın görüşlerini yansıtmaktadır ve Komisyon, burada yer alan bilgilerden yapılabilecek herhangi bir kullanımdan sorumlu tutulamaz.