

Biyokütle ve Biyoenerji Sektörlerine Genel Bakış

Mart 2021



İçindekiler

	Önsöz	03
1	Sürdürülebilirlik, ESG ve Biyokütle	04
2	Biyokütle Sektörünün Genel Görünümü	29
3	Biyokütle Kaynakları ve Kullanım Alanları	71
4	Biyokütle ve Biyoenerji Teknolojileri	87
5	Sektördeki Önemli Oyuncular	101
6	Biyokütle ve Biyoenerji Sektörlerindeki Temel Paydaşlar ve Diğer Etmenler	122
7	Biyokütlenin Geleceği	130
8	Ekler	142
	Kısaltmalar	143
	Türkiye İstatistik Bölge Birimleri Sınıflandırması	147
	Entegre Katı Atık Yönetimi ve Biyokütle Akış Şeması	148

Önsöz



Murat Çolakoğlu
PwC Türkiye,
Enerji, Altyapı ve Doğal
Kaynaklar Sektörü Lideri

Biyokütle, hızla yükselen nüfus ve sanayileşme ile birlikte artan enerji talebini sürdürülebilir olarak karşılayabilen önemli bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Biyokütlenin temel kullanım alanları elektrik, ısı ve ulaşım olmakla birlikte, biyokütle işlemleri sırasında elde edilen yan ürünlerin tekrar kullanılması veya pazarlanması biyokütlenin diğer kullanım alanları arasında yer almaktadır. Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik son 20 yıllık dönemde önemli büyüme kaydetmiştir. Biyokütleyle dayalı üretimin toplam yenilenebilir enerji kaynaklı üretim içerisindeki payı 2020 yılında yaklaşık %4 seviyelerinde gerçekleşmiştir.

PwC Türkiye olarak, biyokütle ve biyoenerji sektörlerinin tarihsel gelişimi, mevcut durumu ve geleceğe dair beklentilerini aktarmak amacıyla hazırlamış olduğumuz araştırma çalışmasını sizlerle paylaşmaktan gurur duyuyoruz.

Çalışmamız aracılığıyla biyokütle ve biyoenerji sektörleri hakkında kamu nezdinde farkındalığı artırmayı ve farklı kaynaklarda şeffaf olarak paylaşılan değerli bilgileri tek bir kaynakta, kolay ve anlaşılır şekilde sunmayı amaçlıyoruz.



Serkan Aslan
PwC Türkiye, Şirket Ortağı
Danışmanlık Hizmetleri

Biyokütle enerji üretiminin diğer enerji kaynaklarına karşı sera gazı emisyonlarını azaltıcı ve iklim değişikliğine yavaşlatıcı etkisinin olması da dahil olmak üzere önemli avantajları bulunmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma yalnızca çevresel kaygılarla sınırlı olmayıp, sürdürülebilirliği çevresel, sosyal ve yönetim (ESG) olmak üzere üç boyutta kapsamakta ve bunlar şirketlerin gelecekteki finansal performansının daha iyi belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Sürdürülebilirlik ve ESG çoklu etki ve amaç sağlayarak şirketin tam potansiyel değerine yaklaşmasına imkan sunmaktadır. Fosil yakıtlardan erken uzaklaşan ve yeşil gelir elde eden firmalar, daha iyi performans sergileyerek ESG uygunluğunun hissedar getirilerini pozitif etkilediğini göstermektedir.



Eray Kumdereli
PwC Türkiye, Direktör
Danışmanlık Hizmetleri



Sürdürülebilirlik, ESG ve Biyokütle



Günümüzde Sürdürülebilirlik

Birçok farklı alanda kullanılan **“Sürdürülebilirlik”** ve **“Sürdürülebilir Kalkınma”** kavramları, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama yeterliliğinden ödün vermeden günümüzün ihtiyaçlarını karşılamak olarak tanımlanabilmektedir. Sürdürülebilir kalkınma yalnızca çevresel kaygılarla sınırlı olmayıp, sürdürülebilirliği **çevresel, sosyal ve yönetim** olmak üzere üç boyutta kapsamakta ve bu farklı boyutlar arasındaki dengenin zorunluluğuna dikkat çekmektedir.

Enerji üretim teknolojilerinde gerçekleşen gelişmeler ile birlikte enerji kaynaklarının yenilenebilirliği ve sürdürülebilirliği konusu önem kazanmaya başlamıştır. Enerji ihtiyacının her geçen gün artması, fosil yakıtlarının sınırlı ve tükenecek olması alternatif enerji kaynaklarına ihtiyacı öne çıkarmaktadır. Alternatif kaynaklar ile enerji ihtiyacının giderilmesinde ise doğaya zarar vermeden sürdürülebilirliği sağlayabilmek büyük önem taşımaktadır. Bu noktada, hızla artan enerji ihtiyacı için yenilenebilir enerji kaynakları alternatif oluşturmaktadır. Sürdürülebilirliğin korunabilmesi adına yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının artırılması önemli bir rol oynamaktadır.

Enerji verimliliğinin iyileştirilmesi ve elektriğe erişimin geliştirilmesi konusunda ilerlemeler kaydedilmiş olsa da günümüzdeki gelişmeler sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için yetersiz kalmaktadır. Temiz enerjinin teşvik edilmesi, küresel enerji üretiminde yenilenebilir kaynakların kullanımında artış sağlamakla birlikte elektrik talebi artmaya devam ettikçe temiz ve yenilenebilir enerji üretimine ihtiyacın da artması öngörülmektedir.

Erişilebilir ve Temiz Enerji ile diğer SKA'lar arasındaki ilişki

2015 yılında Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı kapsamında kabul edilen Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (“SKA”) küresel ısınma ile yoksulluğun ortadan kaldırılması, gezegenimizin korunması ve eşitsizliklerin azaltılmasını sağlamak için bir çerçeve sunmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma kapsamındaki 2030 yılına kadar ulaşılması hedeflenen 17 amaçtan biri olan “Erişilebilir ve Temiz Enerji” diğer kalkınma amaçlarının çoğuyla bağlantılı olmakla birlikte, enerjinin, sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşma konusunda ne kadar önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Uygun fiyatlı ve temiz enerji tüm SKA’ları desteklemektedir.

Erişilebilir ve Temiz Enerji			
Yoksulluğa son	Açlığa son	Sağlık ve Kaliteli Yaşam	Nitelikli Eğitim
Toplumsal Cinsiyet Eşitliği	Temiz Su ve Sanitasyon	İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme	Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı
Eşitsizliğin Azaltılması	Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar	Sorumlu Üretim ve Tüketim	İklim Eylemi
Sudaki Yaşam	Karasal Yaşam	Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar	Amaçlar için Ortaklıklar

Uygun fiyatlı, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişimin çok yönlü faydaları bulunmakla birlikte sürdürülebilir enerji sürdürülebilir kalkınmayı sağlamaktadır.

Sürdürülebilir kalkınmanın merkezinde yer alan enerji, ekonomileri ve toplumları dönüştürmek, sanayileşmeyi teşvik etmek ve yaşam standartlarını yükseltmenin yanı sıra beslenme, ısıtma, soğutma ve aydınlatma gibi temel insan ihtiyaçlarını karşılamakta kullanılmaktadır.

Enerji erişimi, temiz ve modern enerjiye güvenilir ve uygun maliyetlerle erişim olarak tanımlanabilmektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın bir parçası olan erişilebilir ve temiz enerji insanların geçim kaynakları ile ülkelerin ekonomik büyümesi için çok önemli olmakla birlikte ulaşılması kolay olmayan bir hedeftir. Enerjiye erişim; insanları, şehirleri ve ülkeleri ekonomik büyüme, gıda üretimi, sağlık, temiz su, güvenlik, eğitim ve istihdam gibi konularda doğrudan etkilemektedir.

Enerji verimliliği, enerji ve üretim sistemlerinin dönüşümünde kilit bir unsur oluşturmakta ve yeni enerji kaynaklarına olan ihtiyacı azaltarak sürdürülebilirlik konusunda gelişmeler sağlamaktadır. Enerji verimliliği enerji üretiminin artmasını sağlarken sera gazı emisyonlarını, hava kirliliğini ve enerji maliyetini de azaltmaktadır. Enerji verimliliğinin katkıları, finansal boyutların çok ötesinde olmakla birlikte, enerji güvenliği, işletmeler için daha yüksek verimlilik ve sera gazı emisyonlarında düşüş sağlayabilmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı, doğru politika ve yatırımlar yapıldığında, enerji verimliliğinin 2050 yılına kadar sera gazı emisyonlarındaki azalmanın yaklaşık %40'ına katkıda bulunabileceğini tahmin etmektedir. Farklı enerji kaynaklarının iklim üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır ve dünyada sera gazı emisyonunun büyük bir kısmı yalnızca enerji sektöründen kaynaklanmaktadır. Sera gazı emisyonlarındaki artış, iklim değişikliği gibi birçok çevre olaylarına sebep olmaktadır. Enerji verimliliği iyileştirmelerinin, enerji güvenliği, istihdam yaratma, yoksulluğu azaltma, iyileştirilmiş sağlık ve sera gazı emisyonlarının azaltılması dahil olmak üzere çeşitli faydalar sağladığı kanıtlanmıştır.

Yenilenebilir enerji, enerji erişiminin genişletilebilmesi, iklim hedeflerine ulaşılması ve enerji sektöründen karbonun çıkarılması için uygulanabilir seçenekler sunmaktadır. İthal yakıtlara olan bağıllığı ve fosil yakıt fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı hassasiyeti azaltabilecek olan yenilenebilir enerjinin gelişiminde doğru politika ve özel sektör yatırımları önemli rol oynamaktadır. Yenilenebilir enerji, hava kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunurken aynı zamanda enerji üretimi için suya bağımlılığı da azaltmaktadır. Ek olarak, yenilenebilir enerji teknolojileri ve tedarik sistemlerine yapılan yatırımlar, yeni ekonomik fırsatlar yaratarak istihdamı artırmaktadır.

Sürdürülebilirlik ve Biyokütle

Enerji üretimi için biyokütle kullanımının hızla artması, biyokütle zincirlerinin potansiyel olumsuz çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerinin dikkat çekmesine neden olmuştur. Geçtiğimiz yıllarda, biyoçeşitlilik kayıpları, arazi kullanım hakkı çatışmaları gibi konular dahil olmak üzere, biyokütle zincirlerinin potansiyel olumsuz etkileri söz konusu olsa da, biyokütle kullanımının olumlu etkileri de dikkat çekmiş ve biyoenerji politikalarının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Örneğin, biyoenerji üretimi ve kullanımının, kırsal bölgelerin kalkınması, farklı gelir kaynaklarının yaratılması, fosil yakıt kullanımının azalmasıyla ithalata bağımlılığının azaltılması ve iklim değişikliğinin önüne geçilmesi gibi çeşitli olumlu etkileri bulunmaktadır.

Biyoenerji, hammadde kaynakları, çevrim yöntemleri ve enerji çıktıları gibi çok çeşitli konuları kapsamaktadır ve dolayısıyla çevresel, sosyal ve ekonomik faydaları birçok farklı faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle, biyokütle kullanımında biyokütle zincirinin her bir parçasının sürdürülebilirliğinin dikkate alınması gerekmektedir.

Uygun olmayan politika ve uygulamaların benimsenmesi durumunda, biyokütle kullanımının neden olabileceği olumsuzluklar da bulunmaktadır. Biyokütle kullanımı ve biyoenerji üretiminin neden olabileceği faydaların ve risklerin niteliği aşağıda belirtilen bazı faktörlere bağlıdır:



Bölgenin ve insan grubunun çevresel, sosyal ve ekonomik özellikleri



Biyokütle türleri, hammaddeleri ve çevrim teknolojileri



Uygulanan tarım ve ormancılık yönetimi yaklaşımları ve uygulamaları



Üretim ölçeği ve mülkiyeti



Biyokütle taşımacılığının lojistiği



Tedarik zinciri boyunca uygulanan iş modeli

Biyokütlenin Sürdürülebilir Gelişimi

Sera Gazı Emisyonu

Fosil temelli sistemlerin aksine, biyokütlenin büyümesi ve çürümesi doğal bir döngünün parçası olduğu için biyoenerji üretimi ve kullanımı genel olarak “karbon nötr” olarak kabul edilmektedir. Değerlendirmeler, biyoenerji üretiminin fosil yakıtlara göre çok daha düşük emisyonlara (yaklaşık %80-85) neden olduğunu göstermekle birlikte, bu durum biyoenerji hammaddelerinin sürdürülebilir yöntemlerle üretilmemesi durumunda geçerli olmamaktadır.

Düşük sera gazı emisyonlarına sahip biyokütle hammaddelerinin kullanılması ile yönetim ve işleme aşamalarında daha fazla verimlilik iyileştirmesinin yapılması, değer zincirinde sera gazı emisyonlarının optimum şekilde azalmasını sağlamaktadır.

Arazi Kullanımı

Biyoenerji üretimi, arazi kullanımı konusunda dikkat edilmesi ve titizlikle yönetilmesi gereken birtakım riskler barındırmaktadır. Arazi kullanımındaki değişiklikler, örneğin, enerji üretimi için alan yaratmak adına orman alanlarının kesilip yok edilmesi gibi, biyoenerji kullanımının faydalarını azaltırken birtakım olumsuzluklara da neden olabilmektedir. Buna benzer bazı risklerin oluşmaması ve biyoçeşitliliğin tehlikeye atılmaması adına biyoenerji üretimi yapılırken çevreyi korumaya yönelik uygulamalar kullanılmaktadır. Örneğin, bir yer kazılıp arazi kullanılıyorsa, diğer taraftan çevresinde ağaçlandırma çalışmaları yapılmaktadır.

Bununla birlikte, biyoenerji üretimi için arazi kullanımı, verimli kullanılmayan ve terk edilmiş arazileri tekrar üreten bir kullanıma çevirerek üretim ve verimliliğin artırılması konusunda önemli bir potansiyele sahiptir. Ayrıca, biyoenerji üretimi hammaddeleri olarak hasat kalıntılarının kullanılması, kaynak verimliliğinin artırılmasının yanı sıra, toprak kullanımında olumsuz bir etki yaratmadan sera gazı emisyonunun azaltılmasını sağlamaktadır.

Biyoçeşitlilik

Biyoçeşitlilik etkilerine yönelik risk, büyük ölçüde arazi bazlı biyokütle kaynaklarının üretimi ile bağlantılıdır. Arazi bazlı biyoenerji üretiminin potansiyel olumsuz etkilerinden biri, arazi kullanımında da değinildiği gibi, biyoçeşitlilik açısından zengin arazilerin dönüştürülmesidir. Biyoenerji üretimi için kullanılan araziler, biyoçeşitliliğin azalmasına veya artmasına neden olabilmekte ve bu nedenle biyoenerji üretiminde gerekli önlemlerin alınması çok büyük önem taşımaktadır.

Biyokütle kullanımının etkileri birbiriyle ilişkilidir. Örneğin, odun kömürü üretmek için oduna alternatif biyokütlenin kullanılması, dolaylı olarak karbon stoklarının korunmasına katkıda bulunurken ormansızlaşma konularındaki kaygıyı da azaltmaktadır.

Sürdürülebilir biyokütle kullanımının, sera gazı emisyonunun azaltılması, biyolojik çeşitlilik, toprak kullanımı, su ve hava kirliliği gibi konularda olumlu etkileri bulunmaktadır.

Toprak Kalitesi ve Miktarı

Biyoenerji üretimi için tarımsal ürünlerin veya birincil kalıntıların kullanılması toprak kalitesinin düşme ve besin maddelerinin tükenme risklerini beraberinde getirmektedir. Diğer taraftan, atıkların işlenmesinin toprak kalitesi üzerindeki olumlu etkisi de bunların gübre olarak kullanılmasıdır. Sürdürülebilir uygulamalar ile uygun biyokütle hammaddelerinin kullanılması, bozulmuş arazilerin rehabilitasyonuna katkıda bulunarak iyileştirilmiş toprak kalitesi ile sonuçlanabilmektedir. Biyoenerji üretiminin, çevresel etkilere ilişkin risklerinin ve potansiyel faydalarının hammadde, yönetim sistemi, kullanılan teknoloji, işletme bölgesi gibi etkenlere göre farklılık gösterdiği söylenebilmektedir.

Hava Kirliliği

Biyokütle hammaddelerinin kontrolsüz yöntemlerle yakılması, karbon emisyonlarına yol açarak hava kirliliğine ve birtakım sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Ancak, modern sistemlerin ve kontrollü yöntemlerin kullanılması ile hava kalitesi gereksinimleri karşılanabilmektedir.

Su Kalitesi ve Miktarı

Biyokütle kaynaklarının arazi bazlı kullanımı ile üretim alanında ve çevresinde bulunan su kaynaklarının tükenmesi veya kirlenmesi riski oluşmaktadır. Diğer taraftan, biyoenerji üretimi için atık su kullanımının ve biyoyakıtlar için yosun kullanımının, kirlenmiş veya besin açısından zengin su akışlarını temizlemek gibi birçok faydası da bulunmaktadır. Sürdürülebilir uygulamalar ile kullanılan uygun biyokütle hammaddeleri, bozulmuş arazilerin rehabilitasyonuna katkıda bulunabilmekte ve bu durum su havzalarının korunması ile sonuçlanmaktadır.

Diğer Çevresel ve Sosyal Konular

Biyoenerji üretimi ve kullanımının toprak ve su kalitesi, arazi kullanım hakkı ve güvenli çalışma koşulları gibi birçok konu üzerindeki etkisi bulunmaktadır. Bu nedenle, biyoenerji üretimi ve kullanımının ortaya çıkaracağı sonuçlar göz önünde bulundurularak kontrollü yöntemlerle yapılması gerekmektedir.

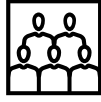
Biyoenerji Üretiminin Çevresel, Sosyal ve Ekonomik Sürdürülebilirliği



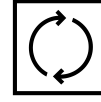
Sürdürülebilirlik



Çevresel



Sosyal



Ekonomik

Sürdürülebilirliğin Çevresel Yönleri

İklim değişikliğinin azaltılması, biyoenerji politika ve stratejilerinin önemli bir parçası ve ana hedeflerinden biridir. Sürdürülebilir biyoenerji üretiminin çevresel sürdürülebilirliğini sağlamak için düzenleyici standartlar gereklidir. Bu çerçevede, özellikle aşağıdaki konular dikkate alınmalıdır:

- hava kalitesi ve sera gazı emisyonu
- biyolojik çeşitlilik ve toprak kalitesi
- su kalitesi, su kullanımı ve verimlilik

Sürdürülebilirliğin Sosyal Yönleri

Biyoenerji üretiminin artması, ekonomik faydalara ek olarak, istihdam yaratma, enerjiye erişimin iyileştirilmesi ve kırsal kalkınma gibi birçok sosyal ve toplumsal faydalar sağlayabilmektedir. Sürdürülebilirliğin sosyal yönleri içerisinde özellikle aşağıda belirtilen konular önem taşımaktadır.

- eğitim, öğretim ve kapasite geliştirme
- istihdam
- gıda tedariki ve erişimi
- sağlık ve güvenlik sağlamaktadır.

Sürdürülebilirliğin Ekonomik Yönleri

Biyokütle üretiminin genişletilmesi önemli ekonomik etkiler sağlamakla birlikte biyoenerjiyi destekleyen sektörlerin artması, yeni gelir kaynakları yaratabilmektedir. Biyokütlenin küresel ticareti gibi makroekonomik bağlantılar da ekonomik büyümeyi canlandırmakta ve biyoenerji sektöründeki üretimden çok daha büyük kazançlar sağlamaktadır.

İklim Değişikliği

İklim değişikliği, günümüzün en önemli sorunları arasında yer almaktadır. Gıda üretimini de tehdit eden değişen hava koşullarından, sel riskini artıran yükselen deniz seviyelerine kadar, iklim değişikliği küresel çapta etkisini göstermektedir. Gerekli önlemlerin alınmaması durumunda, gelecekte iklim değişikliğinin yarattığı sonuçların önüne geçmenin çok daha zor ve maliyetli olacağı düşünülmektedir.

Bilim insanları, gözlemlenen küresel ısınma eğiliminde insan faaliyetlerinin artırdığı “sera etkisinin” payına dikkat çekmektedir. Geçtiğimiz yüzyılda kömür ve petrol gibi fosil yakıtların yakılmasının artması, atmosferdeki karbondioksit (CO_2) oranını da artırmıştır. İklim değişikliğinin yarattığı sonuçların, gerekli önlemler alınmazsa gelecekte daha da artacağı öngörülmektedir.

İklim Değişikliğinin Etkileri

Küçülen buzul tabakaları ve buzulların çekilmesi

Grönland ve Antarktika'nın buzul tabakaları küresel olarak azalmıştır. Ayrıca, buzullar Alpler, Himalayalar, And Dağları ve Alaska dahil olmak üzere dünyanın hemen her yerinde çekilmektedir.

Deniz seviyesinin yükselmesi

Geçtiğimiz yüzyılda küresel deniz seviyesi yaklaşık 20 santimetre yükselmiştir.

Küresel sıcaklık artışı

19. yüzyılın sonlarından günümüze, gezegenin ortalama yüzey sıcaklığı yaklaşık $1,14^\circ\text{C}$ artmıştır ve bu artışa büyük oranda artan karbondioksit ve diğer emisyonlar neden olmuştur.

Okyanusların ısınması

Okyanusların, artan ısının çoğunu emmesi sonucunda üst tabakasındaki 100 metrelik kısmı 1969 yılından günümüze $0,33^\circ\text{C}$ 'den fazla ısınmıştır.

Azalan kar örtüsü

Uydu gözlemleri, son 50 yılda ilkbahar kar örtüsünün azaldığını ve karın daha erken eridiğini ortaya koymaktadır.

Okyanus asitlenmesi

Sanayi Devrimi'nin başlangıcından günümüze, yüzey okyanus sularının asitliği yaklaşık %30 artmıştır.

İklim değişikliğinin etkileri sürdürülebilir kalkınmayı engelleyebilmektedir. Bu nedenle, iklim değişikliği ile ilgili önlem alınması, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında önem taşımaktadır.

Mevcut enerji sistemlerinin dönüştürülmesi ile birlikte iklim değişikliğinin en ciddi etkilerinden kaçınılabilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtların yanmasından kaynaklanan sera gazı emisyonlarının yerini alma ve böylece iklim değişikliğini azaltma konusunda büyük bir potansiyele sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının uygun bir şekilde uygulanması, sosyal ve ekonomik kalkınmaya, enerji erişimine ve enerji tedarikinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasına katkıda bulunabilmektedir.

Yenilenebilir enerji, küresel enerji karışımını karbondan arındırmak için çözüm sunmaktadır. Yenilenebilir enerjinin, toplam enerji üretimi içerisindeki payının artırılması emisyonu azaltabilmektedir.

Yenilenebilir enerjinin yayılımı, ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınmayı beraberinde getirmektedir. Yenilenebilir enerjinin teşvik edilmesi, istihdam yaratılması ve ticari dengelerin iyileştirilmesi gibi faydalar sağlamaktadır.

İklim değişikliğine karşı etkili eylem, yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılmasını gerektirmektedir.

Yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımların, iyileştirilmiş enerji erişimi, azaltılmış emisyon yoluyla daha iyi sağlık koşullarının oluşturulması ve istihdam yaratılması gibi kalkınma etkileri bulunmaktadır. Ayrıca, orman ve arazi kullanımı, iklim eylemini desteklemektedir ve önemli doğal kaynakları ile çevreyi korumakla birlikte, toplumlar için sürdürülebilir geçim kaynakları sağlamaktadır. İklim değişikliğinin önüne geçilmesi için alınabilecek bazı önlemlere aşağıda yer verilmektedir:

İklim değişikliğinin ulusal kalkınma politikaları ve programlarına entegre edilmesi

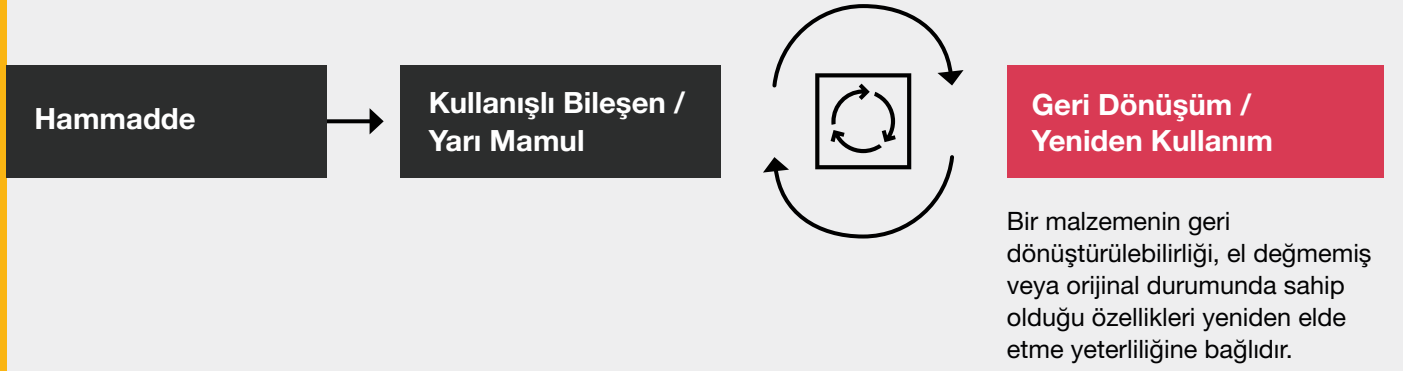
- İklim değişikliği konusunda eğitim ve bilinçlendirmenin geliştirilmesi
- Yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması
- Yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi konusunda bölgesel katılımın ve uluslararası iş birliğinin geliştirilmesi
- Esnekliğin ve uyarlanabilir kapasitenin güçlendirilmesi
- Yenilenebilir enerjinin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisinden yararlanılması
- İklim finansmanı erişiminin ve uygulamalarının geliştirilmesi



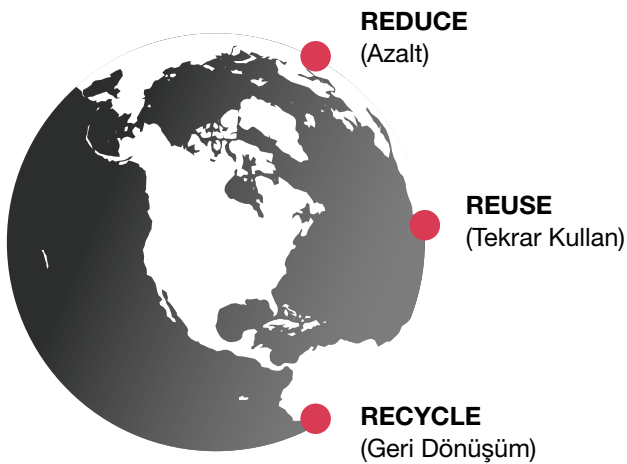
Geri Dönüşüm

Geri dönüşüm, atık malzemeleri yeni malzemelere ve nesnelere dönüştürme işlemidir. Atık malzemelerden enerji geri kazanımı da genellikle bu konseptte dahildir.

İnsanların sosyal ve ekonomik faaliyetleri sonucu, kullanım süresi dolmuş ve artık doğa için zararlı hale gelen her türlü maddeye atık denir. Karton, cam, metal, plastik gibi maddeler atık olarak sınıflandırılabilir. Atıkların yeniden değerlendirilmesi ancak geri dönüşüm ile sağlanır. Geri dönüşüm, yeniden değerlendirilme imkanı olan bu atıkların fiziksel veya kimyasal işlemlere tabi tutularak ikinci bir hammaddeye dönüştürülmesine, yeniden imalat süreçlerine kazandırılmasına denir. Geri dönüşümde amaç kaynakların aşırı ölçüde kullanımını önlemek, atıkların kaynaklarında ayrıştırılmasını ve atık çöp miktarının azalmasını sağlamaktır.



3'R'



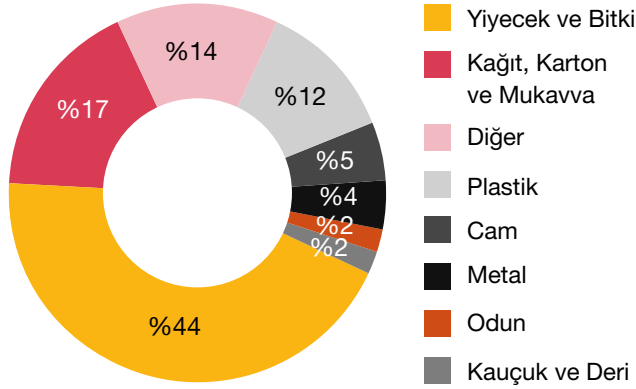
Geri Dönüşümün Faydaları

- Doğal kaynaklar korunur, azalması önlenir.
- Enerji ve su tasarrufu sağlanır.
- Enerji ithalatı azalır.
- Karbon emisyonu azalır.
- Bertaraf edilmesi gereken katı atık miktarı azalır. Böylece depolama tesislerine giden çöp miktarı azaldığı için depolama alanlarının kullanım ömrü uzar.
- Ekonomik katkı sağlanır.
- İstihdam yaratılır.
- Gelecek nesillere temiz bir çevre sağlanabilir.
- Sera gazı emisyonunun düşmesine katkı sağlanır.
- Evsel atıkların kompost yöntemiyle geri dönüştürülmesi toprağın verimini artırır. Böylece hem organik hem de besin değeri yüksek ürünler elde edilir.

Katı Atıklar

Grafik 1

Atık Türlerinin Küresel Dağılımı (%)



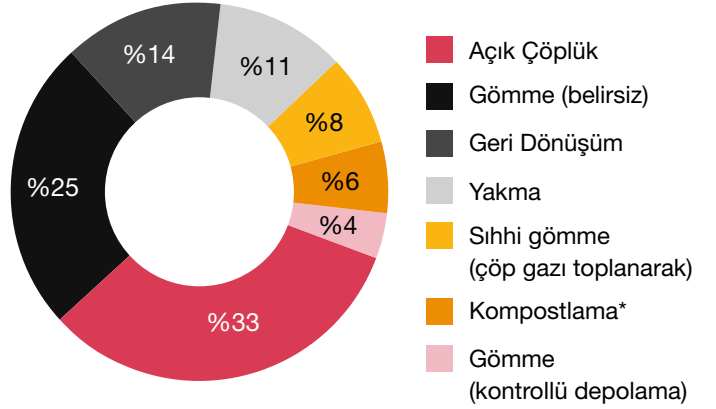
Refah artışı ve kentsel alanlara geçiş, kişi başına atık üretimindeki artışlarla bağlantılıdır. Refah seviyesi yüksek ülkelerde tesislere gelen atığın kompozisyonu değişmekle birlikte, vahşi depolamaya giden atık miktarı azalma eğilimindedir.

Organik atık ve kağıt, küresel atıkların %65'ini oluşturur, bunlar biyolojik olarak parçalanabilir ve enerji üretmek için kullanılabilir.

Küresel katı atığın %12'sini oluşturan plastikler ise ayrıştırılarak faydalı ürünler üretmek için kullanılabilir.

Grafik 2

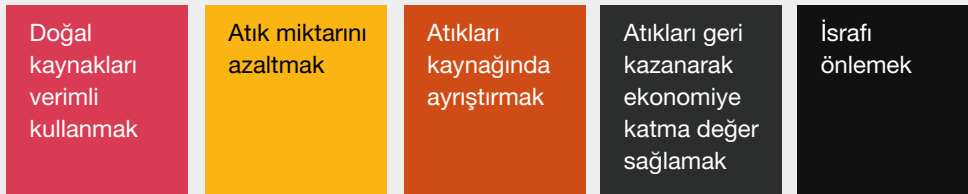
Küresel Atıkların İşlenmesi ve Bertarafı (%)



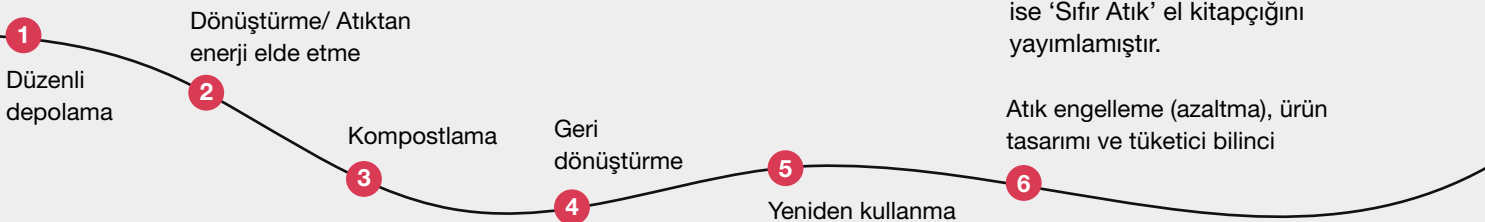
Yanlış Atık Yönetiminin Sonuçları

- Organik atıklar vahşi depolama alanlarına atılır.
- Depolama alanları sağlık riskleri oluşur.
- Özellikle kontrolsüz atık bertarafı büyük bir sorundur.
- Atık su boruları plastiklerle tıkanır.
- Daha fazla işlenmemiş plastik üretilir.

Sürdürülebilir Katı Atık Yönetimi



Entegre Katı Atık Yönetimi



*Organik maddenin geri dönüştürülmesinin doğal sürecidir, organik atıklar bir araya getirilerek çürütüldüğünde elde edilen doğal bir gübreye de kompost denir.

Kaynak: The World Bank

Katı atık yönetiminde başarıya ulaşmanın temel faktörlerinden biri atıkların kaynağında ayrıştırılmasıdır. T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2016 yılında 'Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı'nı hazırlamıştır. Bu planda 2023'e kadar atık yönetim stratejileri belirtilmiş, 2017 yılında ise 'Sıfır Atık' el kitapçığını yayımlamıştır.

Karbon Emisyonu ve Biyokütle

Katı atıkların yanı sıra karbon emisyonu ile sera gazlarının atmosfere salınması çevreyi büyük ölçüde tehdit etmektedir.

Paris Anlaşması, küresel sıcaklığın ideal olarak 1,5°C ile sınırlandırılması için net bir hedef belirlemektedir. Bu iklim hedefi, küresel enerji üretiminde bir dönüşüme işaret eder; fosil yakıt tüketiminden uzaklaşılarak daha temiz yenilenebilir enerjilere geçiş ve sonrasında düşük karbon teknolojisini yaşamın her alanında uygulanabilir kılmak.

Paris Anlaşması'nın amaçlarını karşılamak için, enerji ile ilgili CO₂ emisyonlarının 2050'ye kadar yılda minimum %3,8 azaltılması gerekmektedir. Ancak son beş yıldaki eğilimler, CO₂ emisyonlarında yıllık %1,3'lük bir büyüme göstermektedir. Bu hız korunursa, gezegenin karbon bütçesi 2030 yılına kadar büyük ölçüde tükenecek ve gezegeni potansiyel olarak felaketle sonuçlanabilecek endüstriyel öncesi seviyelerin 3°C üzerinde bir sıcaklık artışına yönlendirecektir. Bu durum aynı zamanda hükümetlerin Paris Anlaşması'nı imzalarken verdikleri taahhütleri yerine getirmedikleri anlamına da gelecektir.

Biyokütle kullanımı uygun şekilde yönetilir ve düzenlenirse atmosferik CO₂ seviyelerini düşürebilir. Biyokütle enerji amaçlı kullanıldığında, yaşam döngüsü içinde CO₂ emisyonlarında olumlu etki oluşturur. Biyokütle yanması halinde atmosferden aldığı kadar karbonu CO₂ halinde saldığı için orman ve bitki varlığının yenilenmesi durumunda kuramsal olarak sera etkisini artırmayan bir yakıttır. Biyoenerji, karbon yakalama ve depolama ile kullanıldığında, karbon atmosfere geri döndürülmez ve net bir CO₂ düşüşüne yol açar.

Benzer şekilde, biyokütle biyo bazlı malzemelerde kullanıldığında ürünlerin kullanım ömrü boyunca malzemelerde depolanan biyojenik karbonu artırır ve bazı durumlarda ortam için CO₂ tutmanın olumlu etkisi olabilir.

Döngüsel karbon ekonomisinde biyoenerji, sisteminin sadece bir parçasıdır. Biyoenerji, tedarik zinciri boyunca üretilen kalıntılar ve atıkların yakılması, israf veya imha edilmesi yerine gelir akışları oluşturarak tüm biyokütle sistemini güçlendirir. Metan emisyonları gibi çevresel sorunların da önlenmesine yardımcı olur.

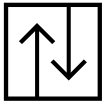
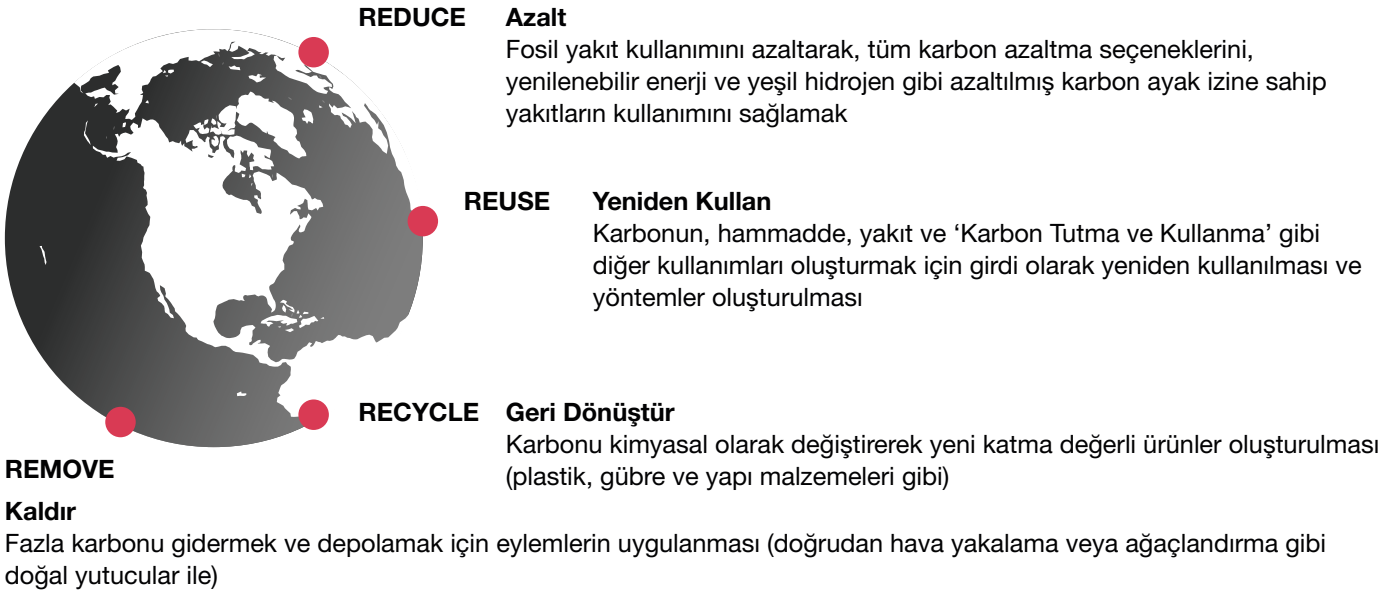


Sıfır Karbon

Her sektörde sıfıra ulaşma hedefi olsa da, şu anda yalnızca çok az sayıda sektörde tasarlanmış seçenekler sıfır CO₂ emisyon hedefleri ile tutarlıdır.

4'R'

Döngüsel Karbon Ekonomisi



Azalan talep ve iyileştirilmiş enerji verimliliği

Enerji verimliliği, davranış ve süreç değişiklikleri, yer değiştirme ve döngüsel ekonomik ilkeleri uygulamak gibi dizi eylem yoluyla enerji ve malzeme talebi ve kullanım yoğunluğunu azaltılabilir.



Doğrudan temiz elektrik kullanımı

Enerji gereksinimlerini karşılamak için ağırlıklı olarak yenilenebilir kaynaklardan sağlanan temiz elektriği doğrudan kullanmak hem mevcut fosil yakıt bazlı elektrik kullanımının hem de "elektrifikasyon" yoluyla diğer enerji talebinin yerini alabilir.



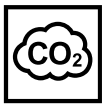
Yenilenebilir ısı ve biyokütlenin doğrudan kullanımı

Karbon yakalama ve depolama kombinasyonu içeren sürdürülebilir biyokütle kullanımı ile ısı için doğrudan biyoenerji kullanımı, biyoyakıt ve biyo-hammadde üretimi artırılmalıdır.



Sentetik yakıtlar ve hammaddeler ile temiz elektriğin dolaylı kullanımı

Hidrojenden, sentetik yakıtlar veya hammaddelerden elde edilen kaynak enerji ve hammaddeler fosil olmayan yakıt kaynaklarından yakalanan CO₂ ile üretilmelidir.



Karbondioksit giderme önlemlerinin kullanımı

Fosil yakıt bazlı enerji üretiminden veya diğer süreçlerden CO₂ emisyonlarının yakalanması veya tutulmasıyla CO₂ kalıcı olarak depolanabilir ya da daha sonra salınmayacağı şekillerde kullanılabilir.

Net Sıfır Dönüşümü

Hedef: En geç 2050'ye kadar Küresel net sıfıra ulaşmaya uyum, & ısınmayı 1,5°C ile sınırlamak

- Net sıfır vizyon belirlenmesi ve bilime dayalı yaklaşım
- Değer zinciri boyunca toplam emisyon etkisini anlaşılması
- Taahhütler için eylemlerin önceliklendirilmesi
- Güvenilir bir karbon dengelemesi

Yönetim: Baştan sona sorumluluk

- Net sıfır ve iklim değişikliğinin yönetici düzeyinde daimi gündem maddeleri olması
- Net sıfır teşvik yapısını değerlendirilmesi

Net sıfır şirket stratejisi haline getirmek

- Net sıfırın piyasa dinamikleri ve değeri nasıl değiştirdiğinin anlaşılması
- Net sıfır stratejisinin sağlanması için seçeneklerin belirlenmesi
- Net sıfır için iş senaryosu geliştirilmesi ve işletim modelinin planlanması

Kurumsal dönüşümü destekleyen model değişiklikleri

- Net politikalar, süreçler ve bir ölçüm çerçevesi oluşturulması
- Müşterilerle etkileşim kurulması
- Teknolojiden ve dijitalleştirme programlarından yararlanılması

Tedarik zinciri

- Emisyonları azaltmak için mevcut tedarik zincirinin dönüştürülmesi
- Tüm tedarik zincirinde emisyon ve iklim etkilerinin değerlendirilmesi
- Tedarikçilerin emisyon azaltmaya teşvik edilmesi
- Tedarikçiler arasında bağlantılı ve akıllı bir tedarik zinciri ekosistemi oluşturulması

Gelişmiş inovasyon ve teknolojiler

- Ar-Ge ve inovasyona net sıfırın yerleştirildiğinden emin olunması
- Yenilikçi net sıfır çözümleri geliştirmek için finansman sağlanması
- Net sıfır sağlayan ürün ve hizmetler geliştirmek için yenilikler yapılması
- Ortaklıklar yoluyla inovasyon ekosistemi oluşturulması

Dönüşümü finanse etmek

- Uygun yatırım stratejisi geliştirilmesi
- Finansman kaynaklarının belirlenmesi ve önceliklendirilmesi

Şeffaflık: İletişim

- Net sıfır stratejilerine göre ilerlemenin açıklanması
- Açık ve şeffaf bir raporlamanın yapılması

Katılım ve etki: Net sıfır eyleminin hızını ve ölçeğini geliştirmek

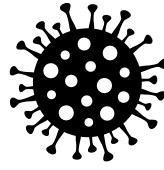
- Katılım stratejisi geliştirilmesi
- İlham verilmesi ve örnek olunması
- Değer zincirinin etkilenmesi
- İlerlemeyi mümkün kılan ve hızlandıran politika ve davranışların teşvik edilmesi

COVID-19 salgını, dünya çapında birçok alanda büyük etki göstermiştir. Virüsün hızla yayılmasını önlemek adına çeşitli önlemler uygulanmış ve bu önlemler birçok sektör ve ekonomi üzerinde etkili olmuştur.

Enerji sektörünün, küresel çapta ulaşım, ticaret ve ekonomik faaliyetleri oldukça yavaşlatan bu krizden etkilenmesiyle birlikte enerji talebi dünya genelinde %18-25 oranında azalmıştır.

%18

Kısmi kısıtlamaların
olduğu bölgelerde



%25

Tam kısıtlamaların
olduğu bölgelerde

COVID-19 Salgını ve Biyoenerji

Salgının yayılmasının ve yayılmayı kontrol etmek amacıyla alınan önlemlerin, küresel çapta biyoenerji sektörü üzerinde önemli etkileri olmuştur.

Sektörde genel olarak salgından en çok etkilenen biyoyakıtlar olmakla birlikte düşük petrol fiyatları, biyoyakıtların fosil yakıtlarla rekabet etmesini zorlaştırmaya başlamıştır. Bazı üreticiler farklı ürün gruplarına (el dezenfektanları gibi) yönelerek üretimde esneklik göstermiş olsa da, genel olarak yakıt talebinin düşmesi, biyoyakıt üretiminin düşmesine neden olmuştur. Yakıt talebi ve fiyatlarındaki düşüşün bir diğer etkisi ise, biyokütlenin diğer ısı yağları ile rekabetinde zorluklara neden olmasıyla birlikte ısı sektöründe meydana gelmiştir.

Katı biyokütle üreticilerinin (odun peletleri gibi) çoğu kısıtlamalardan etkilenmediği için salgına karşı direnç gösterdiği gözlemlenmiştir. Diğer taraftan sektördeki üreticilerin bir kısmı kısıtlamalardan etkilenen tedarikçilere bağlı olduğu için genel olarak hammadde tedariği konusunda zorluklar yaşamıştır.



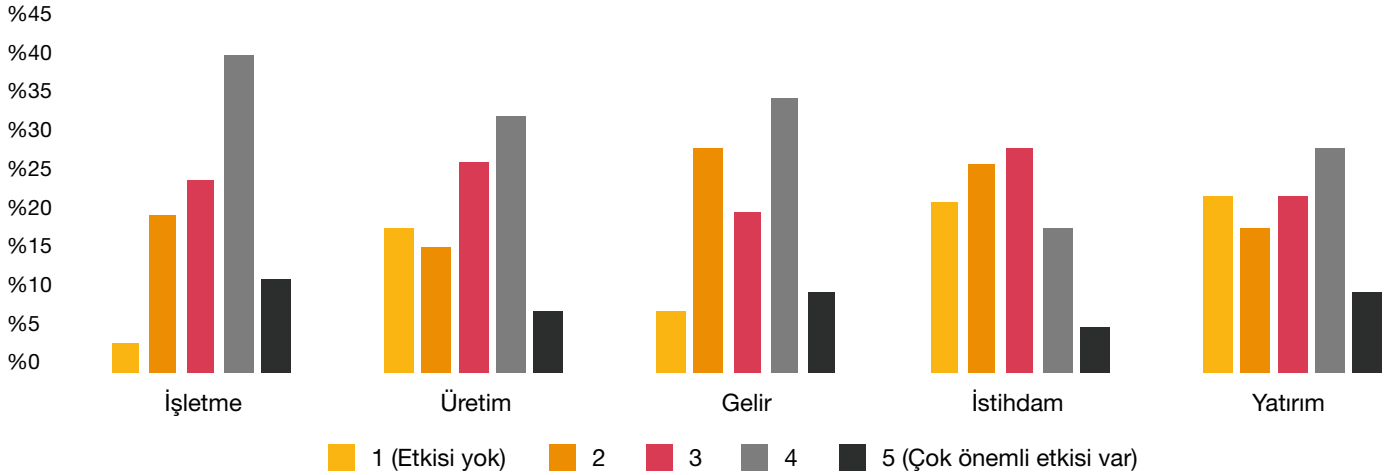
COVID-19 Salgınının Biyokütle Sektörü Üzerindeki Etkileri

Dünya Biyoenerji Derneği (WBA), COVID-19 salgınının çeşitli faktörler üzerindeki etkilerini analiz etmek için biyoenerji paydaşlarına yönelik bir anket düzenlemiştir. Anket katılımcılarının büyük bir bölümü, ekipman üreticileri, işlenmiş biyokütle, enerji ve yakıt üreticilerinden oluşmaktadır.

Yapılan anket sonuçları salgının biyokütle sektöründe iş, gelir, üretim, yatırım ve istihdam faktörleri üzerindeki etkilerini göstermektedir.

Üretim

Biyoenerji üreticilerinin yaklaşık %40'ı, salgının sektörü önemli-çok önemli ölçüde etkilediğini belirtmiştir. Sıvı biyoyakıt üreticileri için düşük yakıt fiyatları ve nakliye yakıtı talebindeki düşüş etkili olurken biyoenerji üretimi için ekipman üreticilerin karşılaştığı en büyük güçlük, ekipmanların kısıtlamalardan dolayı taşınmasındaki zorluklardan kaynaklanmıştır. Kısıtlamalar, insan kaynağı konusunda da birtakım zorluklara neden olmuş, sosyal mesafe kurallarının uygulanması nedeniyle biyogaz ünitelerindeki çalışma şartları değişmiştir. Yeni projelerin ertelenmesi de biyogaz ve biyoenerji üreticilerini etkilemiş olsa da uzun vadeli alım anlaşmalarına ve esnek tedarik zincirlerine sahip olan üreticiler, üretimde önemli değişimler yaşamamıştır.



İşletme

Genel olarak katılımcıların %52'si, pandeminin biyoenerji işletmeleri üzerinde önemli-çok önemli etkisi olduğunu belirtmiş, bu etkide özellikle düşük yakıt fiyatlarından kaynaklanan rekabet zorlukları önemli derecede etkili olmuştur. Ayrıca, bazı ülkelerde biyoenerji sektörü için desteklerin yeterli düzeyde olmaması sektörü olumsuz etkilemiştir.

Yatırım

Anket katılımcılarının %38'inden fazlası, özellikle karar vermede aksamalara neden olan belirsizlikten dolayı yeni yatırımların azaldığını belirtmiştir.

Gelir

Anket katılımcılarının %44'ü gelirlerinde büyük bir düşüş gerçekleştiğini ve sektörde böyle bir düşüş beklentisinin olduğunu belirtmiştir. Bazı katılımcılar, müşterilerinden gelen ödemelerin aksadığını ve bu durumun şirketlerin nakit akımını yönetmede zorluklara neden olabileceğini belirtmiştir.

İstihdam

COVID-19 salgınının, diğer faktörler ile karşılaştırıldığında istihdam üzerinde çok büyük bir etkisi olmamış, katılımcıların yalnız %6'sı sektörde işten çıkarma riskinin olduğunu belirtmiştir.

COVID-19 salgının biyokütle sektörü üzerinde kısa ve uzun vadeli etkileri bulunmaktadır.

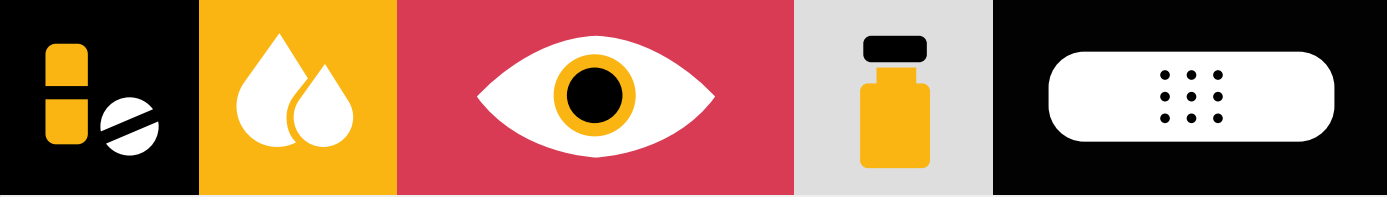
Biyokütle sektöründe faaliyet gösteren şirketler, personel işe alınımının ve eğitiminin yanı sıra mevcut çalışanların salgın süresince üretim sahalarında çalışma şartlarını yönetmekte çeşitli zorluklar yaşamaktadır. Diğer taraftan, yatırımcıların mevcut belirsizlikte “bekleyip görme” yaklaşımını benimsemelerinden dolayı yeni siparişlerde düşüşler gerçekleştiği belirtilmektedir.

Katı biyokütle tedarikçileri, uzun vadeli alım anlaşmaları sayesinde salgından büyük ölçüde etkilenmese de bazı bölgelerdeki büyük kısıtlamaların etkisiyle tedarik zincirlerinde çeşitli zorluklarla karşılaşmıştır. Biyoenerji sektörünün belediye ve idareler tarafından temel bir sektör olarak görülmemesinden dolayı ise yeni projelerin uygulanması konusunda da çeşitli zorluklar ve aksamalar yaşanmaktadır.

Uzun vadede, dünya çapında kısıtlamaların hafifletilmesi ve enerji talebinde beklenen artışla birlikte işletmelerin normale dönmesi beklenmektedir.

Biyoenerji ve yenilenebilir enerji sektörünün dayanıklılığı, sektörün küresel enerji sistemindeki büyük aksaklıkların üstesinden gelebildiğini göstermekle birlikte gelecekte biyokütle sektörünün güçlü bir şekilde büyümesi beklenmektedir.

Düzenleyici kurumlar, özellikle mevzuat ve teşvikler aracılığıyla enerjinin üretimi ve tüketimi konusunda önemli değişiklikler yapma fırsatına sahiptir. Biyoenerji sektörü de, alınabilecek kararların temiz ve yeşil bir ekonomiye yönelik olmasını beklemekle birlikte, dikkate almanın faydalı olabileceği birtakım konulara dikkat çekmektedir.



Biyoenerjinin temel bir hizmet ve sektör olarak kabul edilmesi

Biyoenerji, temiz ve kriz zamanında bile anında enerji sağlayabilmekle birlikte, elektrik, ısıtma, nakliye yakıtları gibi temel kullanım alanlarına fayda sağlamaktadır.

Biyoenerjinin geleceğine dikkat çekilmesi

Düzenleyici kurumlar, biyoenerjinin fosil yakıt kullanımını azaltma, istihdam yaratma, yerel ekonomik kalkınmaya yararlı olma ve iklim değişikliği gibi konulardaki faydalarına dikkat çekerek yatırımcıları ve toplumları etkileyebilmektedir.

Fosil yakıtlara teşviğin azaltılması

Düşük yakıt fiyatları, yenilenebilir enerji kaynaklarının düşük maliyeti ve temiz enerjiye yönelme gibi faktörler yenilenebilir enerjiye yönelimi artırmakla birlikte, düzenleyici kurumların karbon fiyatlandırma politikaları ve fosil yakıtları teşvik etmeyen kararları, fosil yakıtların gelişimini yavaşlatma fırsatı sunmaktadır.

Biyoenerji ile daha iyi gelişime dikkat çekilmesi

Küresel enerji karışımında biyoenerjinin önemini kabul eden hükümetlerin, sürdürülebilir biyoenerji teknolojileri ve yöntemlerine desteği ekonomik iyileşme politikaları içerisinde kilit konu olarak kabul etmeleri ve fosil yakıtlara desteği azaltmaları gerekmektedir.

Harekete geçilmesi

Tüm paydaşların, iklim değişikliği ile karşı karşıya olduğumuzu kabul edip biyoenerji ve yenilenebilir enerji için uzun vadeli ve istikrarlı hedefler belirlemesi gerekmektedir.

ESG Nedir?

ESG, bir şirketin, yatırımın sürdürülebilirliğini ve toplumsal etkisini ölçmekte kullanılan üç temel faktörü ifade eder. Bu kriterler, şirketlerin gelecekteki finansal performansının daha iyi belirlenmesine yardımcı olur.

E

Çevresel (Environmental)

- Karbon Emisyonları
- Enerji Verimliliği
(Yenilenebilir kaynakların kullanımı)
- Küresel Isınma ve İklim Değişikliği
- Doğal Kaynakların Tükenmesi
- Hava Kalitesi ve Sera Gazı Emisyonu
- Toprak Kalitesi ve Verimliliği
- Ormansızlaşma
- Su Kalitesi ve Tüketimi
- Biyoçeşitlilik
- Temiz Teknoloji Yatırımları
- Atık ve Doğaya Zararlı Madde
(çevre kirliliği)

S

Sosyal (Social)

- Çeşitlilik ve Kapsayıcılık
- İnsan Hakları
- Veri Güvenliği ve Gizliliği
- Sağlık Hizmetlerine Erişim
- Ücret Eşitliği
- Çalışan Eğitimleri ve Gelişimi
- Çalışan Hakları (ücretlendirme ve yan haklar)
- Çocuk İşçi
- Yerel Topluluk İlişkileri
- Etik ve İş Ahlakı
- Dijitalizasyon

G

Yönetişim (Governance)

- Yönetim Kurulu Yapısı (kadın oranı, etnik çeşitlilik, yaş grubu farklılıkları)
- Yönetici Sorumlulukları
- Kurumsal Risk Yönetimi
- Tedarik Zinciri Yönetimi
- İklim Konularında Yönetim Kurulu Gözlemi
- İş Davranış Kuralları
- Rekabete Uygun Davranış
- Yolsuzlukla Mücadele
(rüşvet, lobicilik)
- Vergi Şeffaflığı
- Şirketin amacının belirlemesi
(önceliklere ve stratejiye uygun kapsam), paydaşların ihtiyaçlarının dengelemesi, başarının nasıl ölçülüp aktarılacağına karar verilmesi
- Amaca yönelik, anlamlı ve ölçülebilir bilgilerin raporlaması
(hesaplama metodolojileri ve süreçleri açıklayarak marka hakkında tutarlı, eksiksiz, doğru tanımlanmış, hesap verebilirliği destekleyecek veriler ile)
- Yeni değer ölçütleriyle ortak bir anlayış oluşturulması ve benimsenmesinin teşvik edilmesi
(bağımsız güvence)

Günümüze göre 2030 küresel talep öngörüsü



%50

daha fazla enerji



%40

daha fazla su



%35

daha fazla gıda

ESG Kavramının Temel Etkenleri

Toplumda artan güvenilirlik ve amaç arayışı, farkındalık, inceleme ve aktivizm ile çevre, sağlık, insan ve hayvan hakları gibi konularda duyarlılık insanların davranışlarında, karar almalarında, beklentilerinde ve satın alma modellerinde değişikliğe sebep olmaktadır. Değişen yatırımcı tercih ve ihtiyaçlarıyla sermayeye uygun koşullarda erişim şirketlerin ESG performansına ve gelecekteki görünümüne giderek daha fazla bağlı olacaktır. Operasyonel güç ve risk getirisi gibi kurumsal yatırımcılar için öncelikli kriterler arasına ESG de dahil olmaktadır.

ESG, özel sermaye ve kurumsal müşterilerin odak noktası olarak büyümektedir. Düzenleyici ve denetleyici kuruluşlar, müşteriler, yatırımcılar, hissedarlar ve diğer paydaşlar, çalışanlar ve tedarikçiler şirketlerin sürdürülebilir bir şekilde çalışabileceklerini göstermelerini talep etmektedir. Benzer şekilde vatandaşlar da devletlerinden ESG konusuna yönelik beklenti içindedir.

Örneğin Birleşik Krallık'ta, iklim değişikliğinin etkilerinin, risklerinin ve sunduğu fırsatların dikkate alınmasıyla ilgili etkili yönetişimi sağlamak için kayımlara yeni görevler yükleyecek değişiklikleri içeren emeklilik planı tasarısı parlamentoda ilerlemektedir.

Goldman Sachs CEO'sunun açıklamasına göre, en az bir farklı etnik kökene sahip yönetim kurulu üyesi bulunan ve kadın odaklı şirketler halka açılacaktır.

En büyük 50 küresel varlık yöneticisinin %90'ı PRI imzacısıdır.

SPK, Ekim 2020'de halka açık kurumların ESG göstergelerini raporlamaya teşvik etmek adına Sürdürülebilirlik İlkeleri Uyum Çerçevesi'ni yayımlanmıştır.

IKEA, 2030 yılına kadar iklim pozitif hale gelme çalışmalarını hızlandırmak için 200m EUR yatırım yapmıştır.

BP, 2050 yılına kadar net sıfır şirket olmak için yeni bir hedef belirlemiş, emisyon azaltımı üzerine teknoloji geliştirmek için beş yıllık 400m USD değerinde bir İklim Yatırım Programı açıklamıştır.

2030'a kadar Microsoft karbon negatif olacak ve 2050'ye kadar ise şirketin kurulduğu 1975'ten bu yana doğrudan ya da elektrik tüketimi yoluyla yaydığı tüm karbonu çevreden kaldıracaktır.

Citi, iklim değişikliği ile mücadele için 100 milyar USD çevre finansmanı hedefi koymuştur.

Goldman Sachs

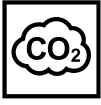
PRI Principles for Responsible Investment



ESG Dönüşümü

ESG'nin yükselişyle henüz tamamen sürdürülebilir metrikler ile çalışmasa dahi 'sürdürülebilir bir geçiş' planı yansıtan şirketler benzeri görülmemiş bir ölçekte değer yaratacaktır.

Sürdürülebilir Geçişin Temel Unsurları



- 'Net Zero' taahhütleri
- Hızlı dekarbonizasyon
- Plastik ve kaynaklar ile 'Döngüsel geçiş'
- Tarımda, ormancılıkta 'Nature Positive' devrimi



- 'Black Lives Matter' kapsamında çeşitlilik, kapsayıcılık ve eşitlik ilkelerinin benimsenmesi
- Yoksulluk sınırı, insan hakları, modern kölelik konularına değinilmesi



- COVID-19 etkisi
- Sistematik çevre sorunları ve eşitsizlikler üzerine 'Build Back better' eylemi

Değer zincirine ESG etkilerinin analizi yapıldığında, bazı endüstrilerin önemli geçişler yaptığı görülmektedir. Otomotiv sektöründe havayı kirleten ve sera gazı emisyonuna sebep olan içten yanmalı motorlardan uzaklaşan, tütün sektöründe daha az zararlı olan elektronik sigaraya dönüş yapan ve elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelen endüstrilerde ciro artışı yaşanmaktadır. Müşteri, operasyonel ve tedarik zinciri taraflarında gerçekleşen ESG etkisiyle artan satışlar son on yılda endüstri dönüşümü için bir göstere olmuştur. Bu eğilime yakın gelecekte daha çok katılacağı düşünülen sektörler ise kimyasal, gıda, havacılık, giyim, imalat, eğlence, perakende, sağlık ve hizmet olarak sıralanabilir. Bu fırsatlar sadece şirket davranışlarını değil, yatırımcı alışkanlıklarını da etkilemektedir. Devletler de bu akıma dahil olmaya başlamıştır, aralarında Birleşik Krallık ve Fransa da bulunan 73 ülke 2050'ye kadar ulusal Net Sıfır Karbon emisyonu taahhüdünde bulunmuştur.

Dönüşüme Katılmak İçin



Kurumunuzu tekrar konumlandırın, ESG alanında güvenilir ve tutarlı bir yaklaşım edinin



Ürün ve hizmet seviyesinde ESG entegrasyonu sağlayın



Yatırımcılara doğru raporlama yapın



ESG risk ve fırsatlarını belirleyin, risk yönetimi çerçevenize dahil edin



Sıcaklık değişimi senaryo analizleri yapın



Stratejinize uygun ve hazırlığını yaptığınız alanlarda taahhütte bulunun



Doğru takip ve yönetim mekanizmaları oluşturun



Ücretlendirme politikalarında finansal olmayan KPI'lara yer verin



Değerleme ve modellemede ESG risk ve avantajlarına yer verin



Yatırım portföyüne yeşil ve sürdürülebilir araçlar ekleyin

ESG Veri Sağlayıcıları

ESG verileri karar alımı için oldukça kritiktir, sürdürülebilir yatırımlara artan talep ESG veri tabanlarının da artmasını sağlamıştır.



ESG derecelendirme kuruluşları, sermayeyi sürdürülebilir şirketlere yönlendirmeye yardımcı olmaktadır.



ESG derecelendirme şirketleri, finansal KPI'lar için kredi derecelendirme kuruluşları kadar finansal olmayan KPI'lar için de önemlidir.



ESG derecelendirmeleri, sürdürülebilirlik analizi için bir "başlangıç noktası" görevi görmektedir.

Yüksek ESG derecelendirmeleri daha yüksek getiri ile ilişkilidir.



ESG derecelendirmeleri bir sağlayıcıdan diğerine farklılık gösterebilir.



Zamanla ESG verileri daha standart ve güvenilir hale gelecektir, değerlendirme uygulamaları için bu oldukça önemlidir.



Tüm sektörlerde olmasa da, sermaye piyasaları ESG risklerini fiyatlandırma eğilimindedir. Bununla birlikte, bazı sektörler için mali açıdan ilgili ESG faktörleri, ürün/hizmetlerin doğası göz önüne alındığında henüz sermaye piyasası duyarlılığına göre ölçülemeyebilir (kaynakların yetersizliği, müşteri davranışındaki değişiklikler, katı düzenlemeler gibi dış etkenlerin olmaması vb.)



ESG Uyumunun Nitel ve Nicel Faydaları

ESG puanının yüksek olması şirketlerin hisse değerlemeleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

1	Büyüme	- Marka gelişimi, tanınırlık artışı ve müşteri kazanımı - Gelecekteki kesinti riskinin azaltılması - Yeni pazarlara, müşterilere ve gelir kaynaklarına erişim
2	Maliyet azaltma ve verimlilik artışı	- Kaynak verimliliğine odaklanmasıyla daha düşük enerji tüketimi, daha az su alımı ve yakıt tüketimi, kağıdın ortadan kaldırılması, - Çalışanları elde tutma ve yeni yetenekleri çekme - Tedarik zinciri esnekliği
3	Daha az düzenleyici müdahale	- Düzenleme gereksinimlerine daha iyi uyum sağlandığından daha fazla stratejik özgürlük elde edilmesi - Devlet desteği kazanılması
4	Sermaye maliyeti	- Bir işletme için mevcut olan finansman aralığını artması ve daha uygun finansman şartlarına erişim - Fon verenlerin risklere maruz kalmasının azalması kaynaklı daha düşük sermaye maliyeti
5	Yatırım ve varlık optimizasyonu	- Uzun vadede daha iyi sermaye tahsis ederek yatırım getirilerinin artması - Uzun vadeli çevre sorunları nedeniyle karşılığının alınamayacağı yatırımlardan kaçınılması - Stratejik dayanıklılık - Değişen yatırımcı / tüketici tercihleri doğrultusunda değerlendirme primleri

ESG'nin Değerlemelere Etkisi



Yapılan çalışmaların **%90**'i iyi sürdürülebilirlik standartlarının sermaye maliyetini düşürdüğünü gösteriyor.

Lider ESG şirketlerin hisseleri daha az dalgalı ve daha düşük sistematik riske (Beta faktörü) maruzdur, böylece karşılaştırılabilir şirketlerden daha düşük sermaye maliyetine sahiptir. Ayrıca daha iyi operasyonel performans sergilediklerinden daha yüksek serbest nakit akımına da erişirler.



Araştırmaların **%88**'i, sağlam ESG uygulamalarının daha iyi operasyonel performansla sonuçlandığını gösteriyor.

Sağlam ESG şirketleri benzerlerinden daha yüksek uç değer (terminal value) büyüme oranına sahiptir.

Yapılan çalışmaların **%80**'i, hisse senedi fiyatının iyi sürdürülebilirlik uygulamalarından olumlu etkilendiğini göstermektedir.



Yapılan çalışmaların **%63**'ü, ESG performansının öz sermaye getirilerini olumlu etkilediğini bulmuştur.



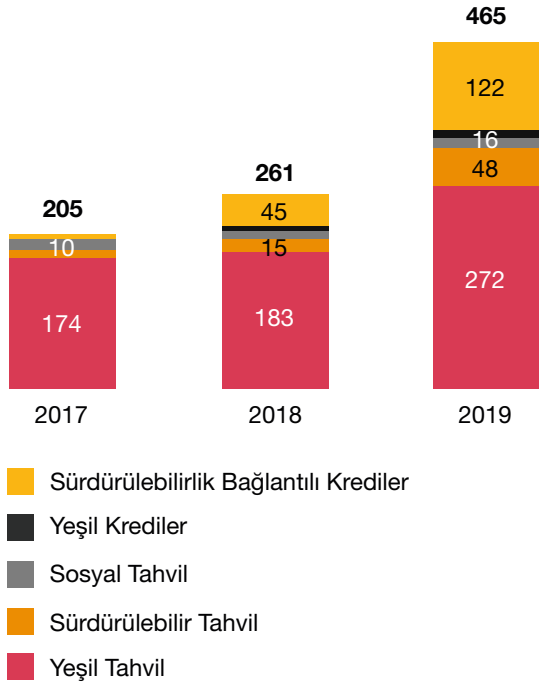
ESG ile Sürdürülebilir Finans

Çevreye ve iklime verilen zarar azaltmayı, sosyal katılımı teşvik etmeyi ve sürdürülebilir kurumsal yönetişimi yükseltmeyi amaçlayan finansal hizmet sağlayıcıların tüm faaliyetlerini kapsar.

Borç Aracı	İlk İhraç	Gereklilik	Rehber
Yeşil Tahvil	2007	Gelirlerin kullanımı (use of proceeds)	Green Bond Principles (GBP)
Sürdürülebilir Tahvil	2014	Gelirlerin kullanımı	Sustainability Bond Guidelines (SBG)
Sosyal Tahvil	2015	Gelirlerin kullanımı	Social Bond Principles (SBP)
Yeşil Krediler	2016	Gelirlerin kullanımı	Green Loan Principles
Sürdürülebilir Bağlantılı Krediler	2017	ESG Performansı	Sustainability-Linked Loan Principles

Grafik 3

Küresel sürdürülebilir borçlanma piyasasındaki ihraçlar (milyar USD)



ESG devriminin finans sektöründeki sıçrayışının temel nedenleri:

- Gönüllü düzenleme ve mevzuatlarda zorunluluğa geçiş
- ESG bağlantılı yatırımlardan alınan üstün performans
- İş dünyasında değişen beklentiler
- Artan yatırımcı beklentisi
- Artan çevre, sosyal ve sağlık krizleri

Sürdürülebilirlik ve iklime entegre portföyler yatırımcılara daha iyi risk ayarlı getiri sağlayabilir. Sürdürülebilirliğin yatırım getirileri üzerindeki etkisinin artmasıyla birlikte, sürdürülebilir yatırımın ileriye dönük müşteri portföyleri için en güçlü temel olduğuna inanılmaktadır.

ESG ile Değer Yaratmak

Bir şirketin mevcut değer köprüsüne yeni unsurlar eklemesi iş ile ilgili kapsayıcı görüşler sağlamaktadır. Sürdürülebilirlik ve ESG çoklu etki ve amaç sağlayarak şirketin tam potansiyel değerine yaklaşmasına imkan sunmaktadır.

Değer yaratma ve artırma akışında ESG uyumluluğu gibi şirketin amaç tabirlerinde geleneksel olmayan kavramlar günümüzde oldukça üzerine düşülen ve kontrol edilmediği takdirde şirketin değerini önemli ölçüde etkileyebilen değer kaynaklarıdır.



İklim değişikliği ile mücadele için alınacak önlemler ve aksiyonların 2025 sonrasına ertelenmesi durumunda maliyetler

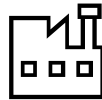
%37 artacaktır.



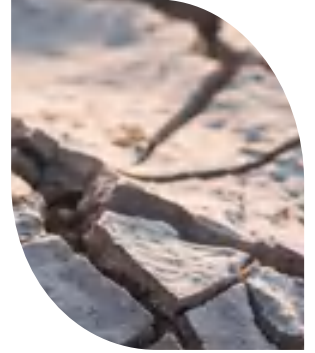
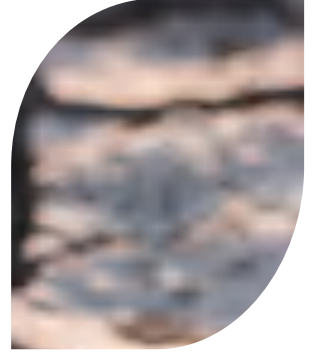
Paris Anlaşması'nın hedefleri doğrultusunda küresel sıcaklık artışını kontrol altına alabilmek adına gerekli politikaları ve yatırımları finanse etmek için AB tarafından yıllık

180 milyar €'nin üzerinde bir mali boşluk belirlenmiştir.

Finansal faktörler artık değerın tek itici gücü olarak görülmemekte, yatırımcılar sadece geleneksel finansal performansa değil, aynı zamanda ESG performansına da odaklanan karar alma kriterleri uygulamaktadır. ESG kriterlerine uymayan yatırım geçmişleriyle bilinen yatırım şirketlerinden finansman sağlayan işletmeler müşterilerinin tepkisiyle ve itibar zedelenmesi riskiyle karşılaşmaktadır. Usulsüz iş yürüten şirketler hukuki yaptırımlara da maruz kalabilmektedir.



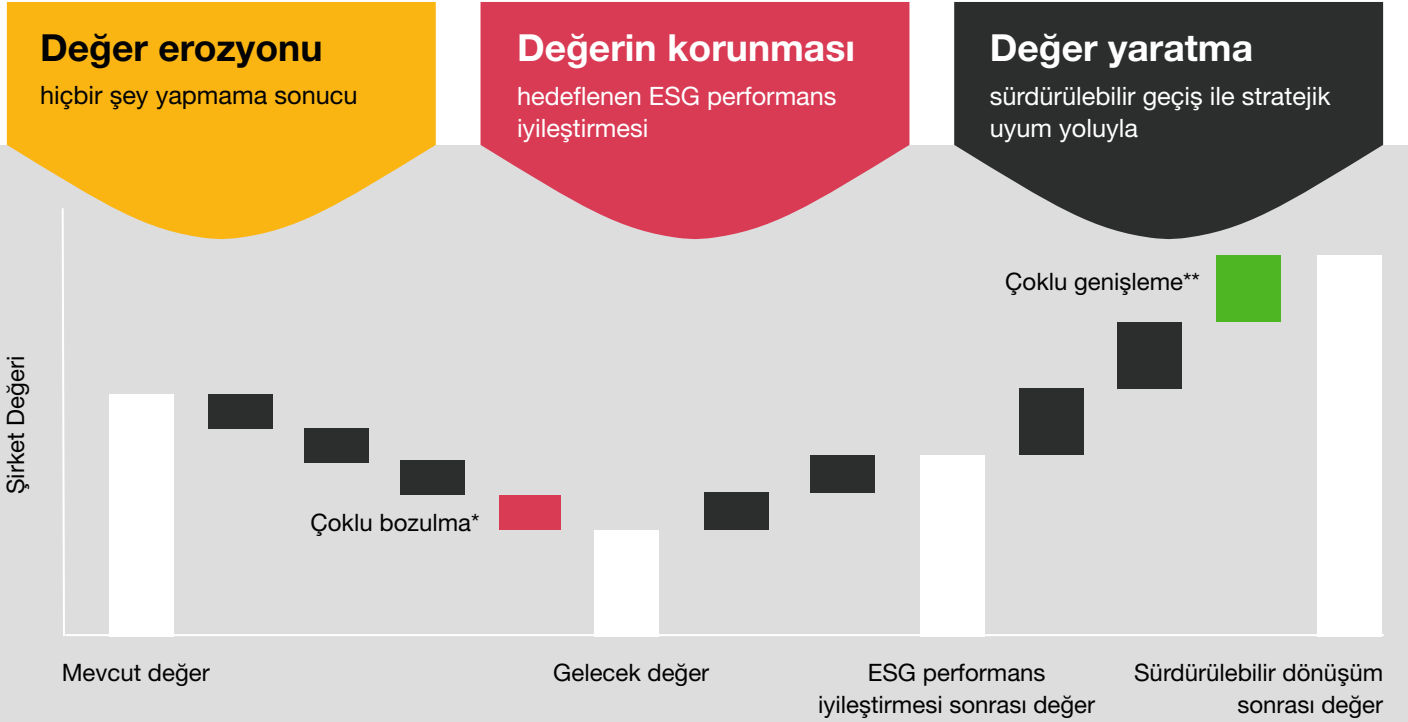
Fosil yakıtlardan erken uzaklaşan ve yeşil gelir elde eden firmalar daha iyi performans göstererek ESG uygunluğunun hissedar getirilerini pozitif etkilediğini göstermektedir.



ESG aracılığıyla değer yaratmak için pek çok fırsat mevcuttur, temel ESG faktörleri, doğrudan değerlendirme modellerine de eklenebilir:

- Finansal tahminlemelere ESG faktörleri dahil edilebilir (ESG durum tespiti gibi).
- Şirketin sürdürülebilirlik raporları incelenebilir
- Şirketin işletme lisansı sorgulanabilir.
- Şirketin ESG verileri harici kaynaklar kullanılarak doğrulanabilir (farklı ESG derecelendirmeleri).
- ESG derecelendirmesine sahip benzer şirketler ile karşılaştırma yapılabilir.
- İşletme birimlerinin ESG ile ilgili faktörler nedeniyle ayrı olarak ele alınması gerekip gerekmediği değerlendirilebilir ('Sum of the parts' yerine 'Company as a whole' görüşü).

ESG'yi içeren bir değer yaratma yaklaşımı, ESG bağlantılı değer erozyonunu nicelleştirir, değeri korumak için eylemleri tanımlar ve sürdürülebilir geçiş yoluyla değer yaratmak için stratejiler geliştirir.



- Düzenleyicilerin ve yatırımcılar ESG'ye odaklanan duyarlılığının artmasıyla sermaye gereksinimlerinde artış
- ESG riskleri ortaya çıktıkça kredi notunda potansiyel düşüşlerin tetiklenmesi ve yatırım getirisinin azalması
- Daha iyi ESG uygulamaları talep eden müşteriler ve düzenleyiciler nedeniyle rekabet gücü kaybı
- Artan düzenleyici maliyetleri (karbon maliyeti gibi)
- Piyasaya kısıtlı erişim
- İklimsel zarar oluşturma
- Atık fazlalıkları oluşması
- Müşteri kaybı
- Daha az çalışanın elde tutulması

- Önlenebilir yasal para cezalarından tasarruf
- Eko-verimlilik önlemleri (sel ve hava akımına dayanıklılık önlemleri gibi)
- Operasyonel verim artışı
- Sağlık ve güvenlik iyileştirmeleri
- Çalışma ruhsatının korunması için ESG yönetmeliğine yanıt verilmesi
- Portföy etki analizi ile ESG yatırım riskinin azaltılması

- Stratejik yeniden düzenleme, değişen müşteri ihtiyaçlarını tahmin etmek için iş/işletme modeli dönüşümü ve gelecekteki büyüme için konumlanma
- ESG'yi entegre etme konusunda operasyonel verimliliği artırmak için farklılaştırıcı ESG veri tabanları satın alınması/oluşturulması ve alternatif, veriye dayalı bir gelir akışı hedefleme
- Portföy senaryo testi ve proaktif yönetim ile sermaye ve risk profili optimizasyonu (varlık dönüşümü)
- Çalışan çekmekte artış
- Tercihli pazar erişimi, yeni ürünler/ servisler ve sürdürülebilir satışlarında artış

*multiple degradation **multiple expansion



Biyokütle Sektörünün Genel Görünümü



Biyokütle ve Biyoenerji

Biyokütle, hızla artan nüfus ve sanayileşme ile birlikte artan enerji talebini sürdürülebilir olarak karşılayabilen önemli bir enerji kaynağıdır. Tarımsal atıklar, hayvansal atıklar, ormansal atıklar, kentsel atıklar ve endüstriyel atıklar gibi tüm organik maddeler biyokütle, bu kaynakların dönüştürülmesi sonucu elde edilen enerji türü ise biyokütle enerjisi olarak tanımlanabilmektedir.

Biyokütle Potansiyeli

Biyoenerji üretiminindeki önemli adımlardan biri kaynak değerlendirmesi ile biyokütle potansiyelinin tahmin edilmesidir. Kaynak değerlendirmesi, biyoenerji hammaddesi olarak kullanılabilecek organik madde türlerinin, miktarlarının ve kullanılabilirliğinin değerlendirmesidir.

Teorik Potansiyel

Biyoenerji üretimi için teorik olarak mevcut olduğu düşünülen toplam biyokütle miktarıdır.

Teknik Potansiyel

Teorik potansiyelin mevcut altyapı, kapasite, teknoloji gibi faktörlere bağlı olarak değerlendirilebilen miktarıdır.

Sürdürülebilir Potansiyel

Teknik potansiyelin, ekonomik, çevresel ve sosyal olarak sürdürülebilir kısmını ifade etmektedir.

Biyokütle Kaynakları

Biyokütle kaynakları, birçok alanda karşımıza çıkan ve hemen her yerde bulmanın mümkün olduğu kaynaklardır. Tarımsal ve hayvansal atıklar gibi doğal olarak elde edilen kaynaklarla birlikte enerji bitkileri, atıklar ve algler gibi enerji kaynağı olarak kullanılabilen farklı kaynaklar da elde edilmektedir. Biyokütle kaynakları, genel olarak tarımsal atıklar, hayvansal atıklar, ormansal atıklar, kentsel atıklar ve endüstriyel atıklar olarak sınıflandırılabilir.



Endüstriyel Atıklar



Kentsel Atıklar



Ormansal Atıklar



Tarımsal Atıklar



Hayvansal Atıklar

**Biyokütle
Kaynakları**

Biyokütle, uygulanan çeşitli çevrim yöntemleri sonucunda biyoenerjiye dönüştürülmektedir. Uygulanan teknolojiler, hammaddelerin fiziksel yapısına, kimyasal bileşimine ve gerekli enerji hizmetlerine göre uyarlanmaktadır.

Termokimyasal Çevrim

Doğrudan Yakma

Biyokütlenin doğrudan yakılarak enerji üretilmesi bilinen en eski ve yaygın yöntemlerden biridir. Bu yöntemde, yanma sonucunda ısı ve buhar üretilmekte, oluşan buhar sonrasında buhar türbinleri ile elektrik enerjisine dönüştürülmektedir.

Piroliz

Odun ve orman atıkları gibi organik katı maddelerin, oksijensiz ortamda yüksek sıcaklıklarda ısıtılması ile oluşmaktadır. Bu işlem sonucunda katı, sıvı ve gaz çıktılar meydana gelmektedir.

Gazlaştırma

Bu yöntemde, karbon içerikli biyokütle, çok yüksek sıcaklıklarda kısmi oksijenli ortamda bozunmakta ve işlem sonucunda yanabilir gaz elde edilmektedir. Üretilen gaz sonrasında çeşitli uygulamalar ile birlikte doğal gaz gibi kullanılabilir.

Biyokimyasal Çevrim

Havasız (Anaerobik) Çürütme

Oksijensiz ortamda yaşayabilen mikroorganizmaların organik maddeleri çürütmesi işlemi kapsamaktadır. Bu işlem, biyokütlenin metan ve karbondioksit dönüştürülmesi olarak da ifade edilmektedir.

Fermantasyon

Bu işlemde organik maddenin içerisinde bulunan nişasta, ısı kullanılarak şekere dönüştürülmektedir. Ortaya çıkan şekerin mayalanması sonucunda ise etanol elde edilmektedir.

Fiziksel Çevrim - Transesterifikasyon

Esterleşme

Bu çevrim yönteminde bitkisel ve hayvansal yağlar kullanılarak biyodizel (yağ asidi esterleri) ve gliserin elde edilmektedir. Esterleşme ile birlikte yağlar, araç motorları ve yakıt sistemleri için uygun yakıtlara dönüştürülmektedir.



Biyokütle hammaddelerine uygulanan farklı çevrim yöntemlerine göre biyogaz, biyodizel, biyoetanol ve sentetik gaz gibi çıktılar elde edilmektedir.

Bu çıktıların ise; ısı, elektrik ve ulaşım gibi kullanım alanları bulunmaktadır.

Biyokütlenin Kullanım Alanları

Biyokütlenin temel kullanım alanları elektrik, ısı ve ulaşım olmakla birlikte, biyokütle işlemleri sırasında elde edilen yan ürünlerin tekrar kullanılması veya pazarlanması biyokütlenin diğer kullanım alanları arasında yer almaktadır.



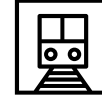
Biyokütlenin Kullanım Alanları



Elektrik



Isı



Ulaşım

Elektrik üretimi için genellikle katı veya gaz biyokütle kullanılmaktadır. Büyük ölçekli tesislerde, tek başına katı biyokütlenin doğrudan yakılması ile ortaya çıkan ısı da buhar türbinleri aracılığıyla elektrik üretimi için kullanılabilir.

Biyokütlenin ısı için en yaygın kullanımı, çoğunlukla gelişmekte olan ülkelerde pişirme amaçlı kullanımıdır. Bununla birlikte, biyokütle önemli miktarlarda ısı (sıcak su veya buhar) tüketen ve büyük hacimlerde biyokütle kalıntısı barındıran sektörlerde de kullanılmaktadır.

Biyoyakıt üretimi için çeşitli teknolojiler mevcuttur. Şeker ve nişasta bazlı hammaddeler fermantasyon ile etanole, yağlı bitkiler ise transesterifikasyon ile biyodizele dönüştürülebilmektedir.

Biyokütlenin Kullanıldığı Sektörler

Enerji

Katı, sıvı ve gaz halindeki biyokütlerle, elektrik üretimi için kullanılmaktadır.

Sanayi

Sanayi sektöründe biyokütle ile elde edilen enerji, buhar üretimi, kojenerasyon, proses ısıtma, soğutma, aydınlatma ve ısıtma gibi çeşitli amaçlarda kullanılmaktadır.

Ulaşım

Biyoyakıtlar, özellikle karayolu ve havayolu taşımacılığında kullanılmak üzere alternatif yakıtlar sunmaktadır.

İnşaat/Bina

Biyokütle kullanımı, inşaat sektöründe temel olarak ısıtma ve pişirme alanlarında kullanılmaktadır.

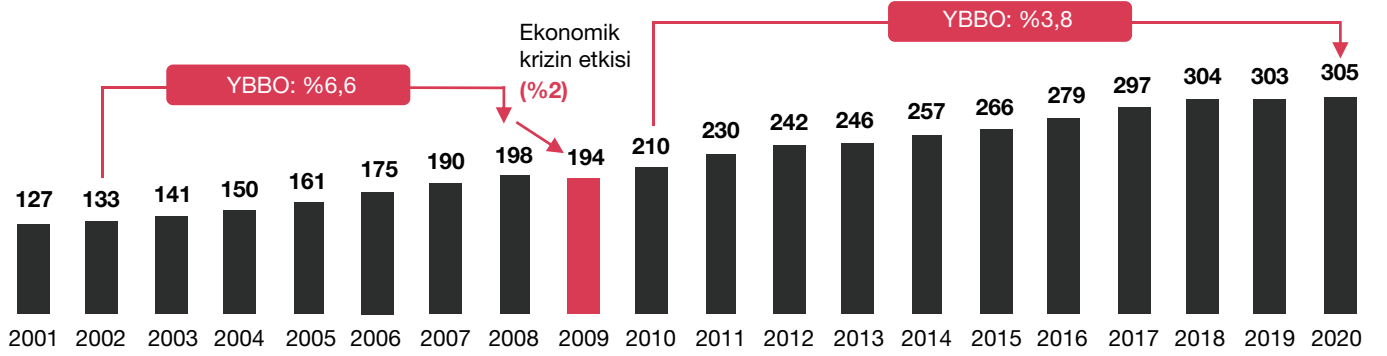
Elektrik Piyasasındaki Talep

Elektrik piyasasındaki talep büyümesi, hızlı sanayileşme süreci ile birlikte 2000'li yılların ilk yarısında yüksek seviyelerde gerçekleşmiştir. Büyüme hızının 2000'li yılların ikinci yarısında, azaldığı gözlemlenmektedir.

Küresel ekonomik kriz öncesinde Türkiye'nin **2001-2008** arasında elektrik talebi yıllık olarak %6,6 oranında büyümüştür. **2009** yılındaki küresel ekonomik kriz sonucunda ülkedeki elektrik talebi azalma göstermiştir. 2009 krizi sonrası talep artışının kriz öncesi seviyelere ulaşamadığı gözlemlenmektedir.

Grafik 4

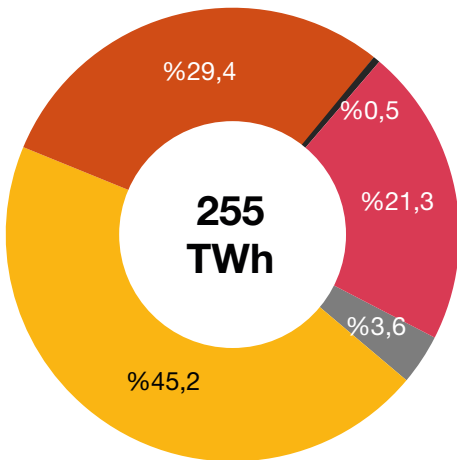
Türkiye'de Elektrik Talebi (TWh)*



*Brüt elektrik talebi gösterilmektedir.

Grafik 5

Sektörlere Göre Net Elektrik Talebi (% , 2019)**



Hizmet

Elektrik Talebi: 75.007 GWh-Pay: %29,4



Ulaşım

Elektrik Talebi: 1.183 GWh-Pay: %0,5



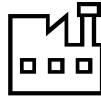
Konut

Elektrik Talebi: 54.262 GWh-Pay: %21,3



Tarım

Elektrik Talebi: 9.223 GWh-Pay: %3,6



Sanayi

Elektrik Talebi: 115.267 GWh-Pay: %45,2

**ETKB tarafından yayımlanan en güncel enerji denge tablosu çalışmamız kapsamında dikkate alınmıştır.

Kaynak: EPIAŞ, EPDK

Gelecekte elektrik talebini etkileyeceği öngörülen beş faktör bulunmaktadır. Bu faktörler arasından; büyüme odaklı devlet politikalarının ve güçlü sanayi büyümesinin en büyük etkiye sahip olacağı öngörülmektedir



Sanayinin Gelişimi ve Ekonomik Büyüme

Sanayi sektörü farklı enerji kaynakları (elektrik, ısı) aracılığıyla katma değerli ürünler oluşturmaktadır. Bu prensibe göre sanayi üretimdeki artış, elektriğin kullanımında ve dolayısıyla talebinin artışında doğrudan etkilidir. Sanayi üretimindeki artışın uzun vadede elektrik talebini artıracığı öngörülürken elektrik verimliliğinin ve ekonomik duraklamaların ters yönlü bir etki yaratabileceği tahmin edilmektedir.



Devlet Politikaları

Devlet, çeşitli teşvikler aracılığıyla elektrik talebini doğrudan ve dolaylı olarak etkileyebilmektedir. Örneğin 2019 yılında Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı tarafından düzenlenen bir uygulama ile 2 milyon hane halkının yararlanması için elektrik tüketim desteği verilmeye başlanmıştır.



Refah ve Nüfus

Küresel elektrik talebindeki artışın önemli bir bölümü Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerle ilişkilendirilmektedir. Bu talep artışının iki farklı temel sebebi bulunmaktadır: (i) artan refah seviyesinin tüketici ürünlerine yönelik talebi artırması, (ii) nüfusun artması sonucunda daha fazla elektrik tüketicisi olmasının etkisiyle talebin artması.



Elektrik Kullanımında Verimlilik

Elektrik talebi artan nüfus ve refah seviyesiyle yükselirken, teknolojik gelişmeler ve devlet politikalarının sağladığı verimlilik ters yönlü bir etki yaratarak elektrik talebini azaltabilmektedir. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'nın elektrik talebinde uzun vadede önemli bir etkiye sahip olacağı beklenmektedir.



Elektriklendirme Süreci

Elektriklendirme süreci, doğal kaynakların yakılması sonucu elde edilen enerjiden elektrik enerjisine geçilmesi sürecidir. Elektrikli araçların kullanımının yaygınlaştırılması, elektrikli ark fırınlarının geliştirilmesi ve evlerde elektrikli ısıtmanın kullanılması bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Ülkenin ithal enerji kaynaklarına olan bağımlılığını azaltmak amacıyla, elektrikleendirme faaliyetlerine enerji politikalarında giderek daha fazla yer verileceği öngörülmektedir.

Enerji Kaynağı Türleri

Türkiye’de hidroelektrik santrallerinin yanı sıra termik santraller de yoğun bir şekilde kullanıldığından kaynak bazında kurulu güç dağılımını fosil yakıtları da göstererek tanıtmak daha anlamlıdır.

Türkiye’nin kurulu elektrik üretim gücü rüzgar, güneş, ve jeotermal enerjilerinin devreye girmesi, gaz ve ithal kömür kurulu güç kapasitelerinin artırılması ile önemli ölçüde büyümüş ve çeşitlenmiştir. Türkiye’nin toplam kurulu gücü 2001 ile Kasım 2020 arasında 28,3 GW’dan 94,8 GW’a yükselerek yılda ortalama %6,7 oranında büyümüştür.

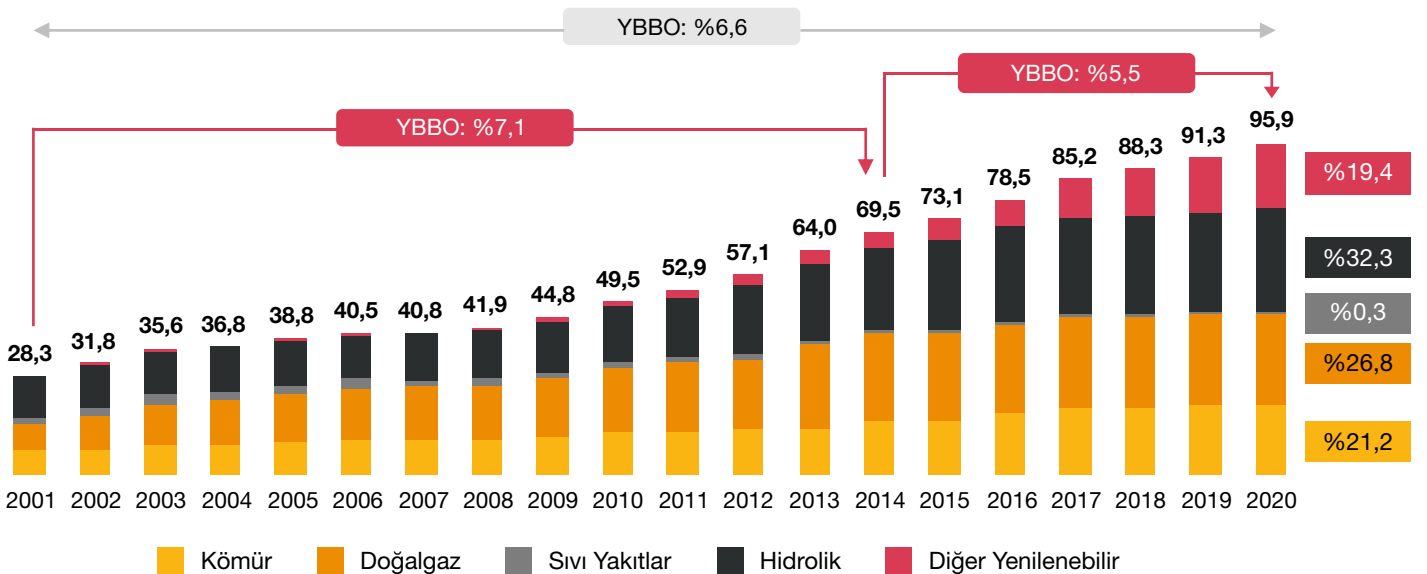
Termik santrallerde kullanılan başlıca fosil yakıt türleri:

- Doğalgaz
- Fuel Oil
- İthal Kömür
- Linyit
- LNG
- Motorin
- Nafta
- Taş Kömür
- Asfaltit Kömür

Aşağıdaki grafikte fosil yakıt türleri ana başlıklar altında gruplanarak kaynak bazında kurulu güç dağılıma dahil edilmiştir.

Grafik 6

Kaynak Türüne Göre Kurulu Güç (GW, 2001-2020)

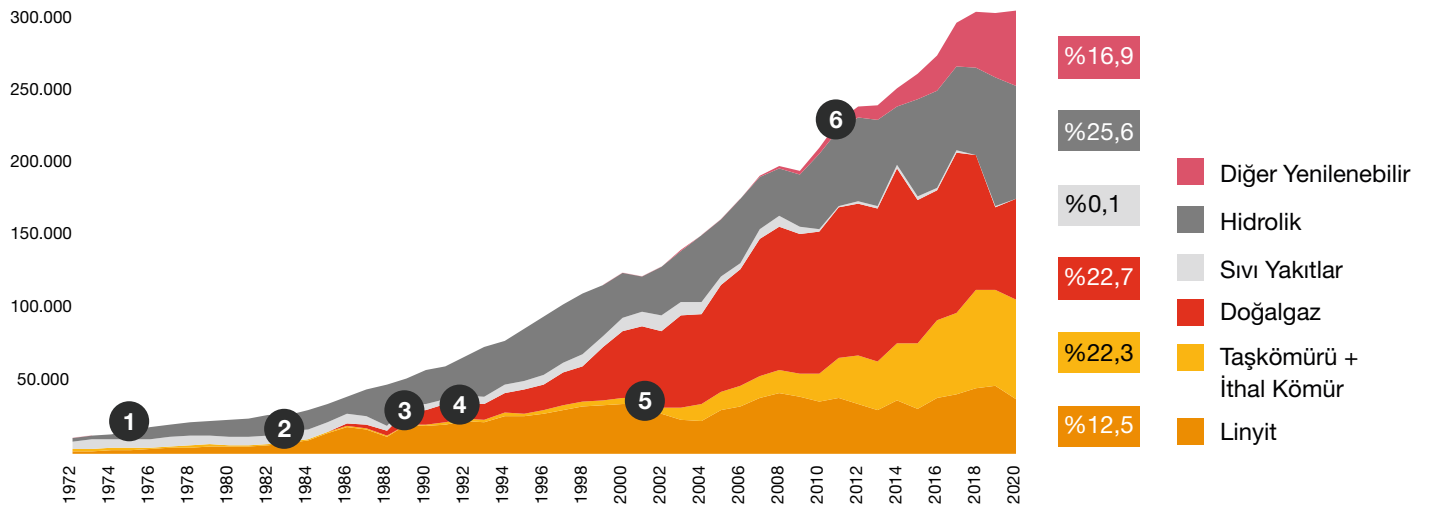


Türkiye'nin elektrik üretimi son 50 yıl içerisinde hızla büyümüş, elektrik üretim kaynakları da çeşitlenmiştir.



Grafik 7

Kaynaklarına Göre Brüt Elektrik Üretimi (GWh)



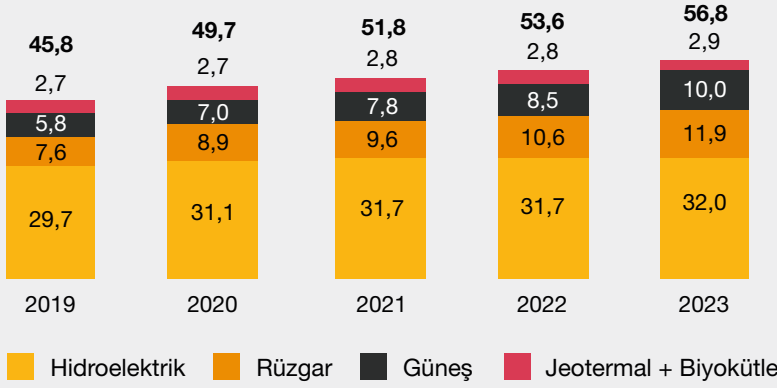
Türkiye’de Yerli ve Yenilenebilir Enerjinin Payı ve Artırılması

Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim içindeki payının artırılması, ETKB tarafından hazırlanan 2019-2023 Stratejik Plan ve devletin enerji politikasının önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

ETKB’nin Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı ve 2019-2023 Stratejik Planı, 2023 yılına kadar yenilenebilir enerjiye dair hedefleri ortaya koymaktadır. Bu belgelere göre, kısa ve orta vadede elektrik kurulu gücüne en önemli katkının güneş ve rüzgar teknolojileri aracılığıyla gerçekleştirilmesinin planlandığı anlaşılmaktadır.

Grafik 8

ETKB Stratejik Planı Yenilenebilir Kurulu Güç Hedefleri (GW, 2019-2023)



Plan kapsamında 2019’dan 2023’e yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik kurulu gücünün toplam kurulu güce oranının %59’dan %65 seviyesine yükseltilmesi amaçlanmaktadır.



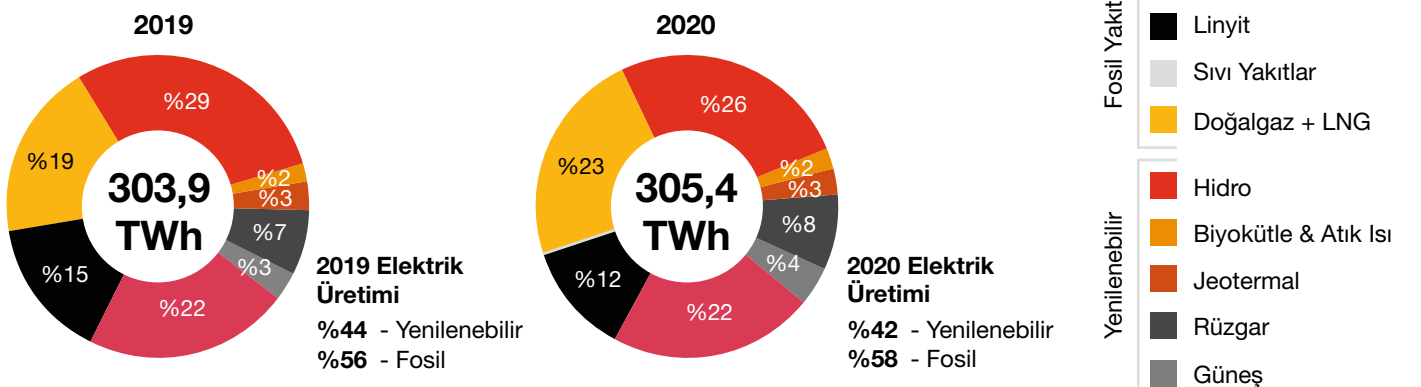
Sürdürülebilir Enerji Arz Güvenliğini Sağlamak

- Nükleer enerjinin arz kaynakları arasına dahil edilmesi
- Doğalgaz ve elektrik altyapısının güçlendirilmesi
- Elektrik sektöründe teknolojik dönüşüm uygulamaları yapılması

Türkiye’deki elektriğin bir kısmı ithal enerji kaynakları aracılığıyla üretilmektedir. İthal enerji kaynaklarına (ithal kömür, ithal doğalgaz, fuel-oil ve motorin) duyulan bağımlılığı azaltmak amacıyla, ülkenin enerji politikasının temel hedeflerinden biri, elektrik üretiminde yerli kaynakların kullanımını artırmaktır. Bu yöntem ile dış ticaret açığının azaltılması hedeflenmektedir.

Grafik 9

Brüt Elektrik Üretimi Dağılımı



Kaynak: ETKB, Enerji Atlası

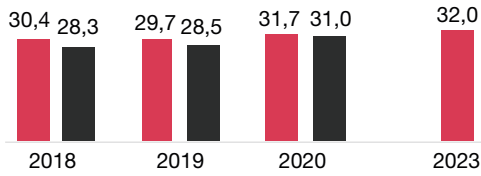
Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerjiler Hidroelektrik santralleri (barajlı, akarsu), rüzgar santralleri, güneş santralleri, jeotermal santralleri ve biyokütle (atık ısı) santralleri ile sağlanmaktadır.



Hidrolik

Kurulu Güç (GW)

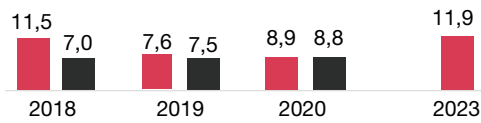


Türkiye'nin hidrolik kaynakları, diğer yenilenebilir enerji türlerine kıyasla daha yaygın ve verimli bir şekilde kullanılmaktadır. Mevcut potansiyel hidrolik enerji kapasitesinin önemli bir kısmından yararlanıldığı için ilerleyen dönemlerde sınırlı kurulu güç kapasite artışları öngörülmektedir.



Rüzgar

Kurulu Güç (GW)

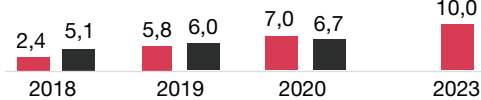


Türkiye'nin yüksek oranda yararlanılmayan rüzgar enerjisi potansiyeli bulunmaktadır. Bu potansiyele deniz üstü rüzgar santralleri de dahildir. 2023 hedefi, kullanılmayan kapasitenin belirli bir kısmının devreye alınmasını öngörmektedir.



Güneş

Kurulu Güç (GW)

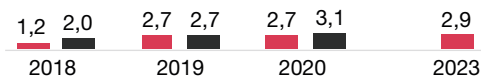


Güneş enerjisi, özellikle çok sayıda küçük ölçekli lisanssız proje sayesinde en hızlı büyüyen alanlardan birisi olmuştur. Kurulu güç hedefleri; GES yatırım maliyetlerinin düşmesi, artan verimlilik ve YEKDEM kapsamında sunulan satın alım tarifesinin piyasa fiyatlarının üzerinde olması sebebiyle 2019 yılında önemli ölçüde aşılmıştır.



Biyokütle ve Jeotermal

Kurulu Güç (GW)



■ Hedef ■ Gerçekleşen

En güncel kurulu güç hedefleri 2019-2023 dönemlerini kapsayan Stratejik Plan'da paylaşılmaktadır. Bu dokümanda Jeotermal ve Biyokütle hedefleri 2019-2023 dönemlerinde konsolide edilmiştir.

Ülkede bulunan jeotermal kaynaklar, turizm, ısıtma ve endüstriyel kullanım için yaygın olarak kullanılan düşük-orta entalpi bölgeleridir ve kaynakların %10'u elektrik üretimi için kullanılabilir. Mevcut kapasitesiyle Türkiye dünyada jeotermal enerji potansiyeli en yüksek ülkeler arasına girmektedir.

Biyokütle teknolojisi, güneş ve rüzgar ile çalışan yenilenebilir enerji kaynaklarına göre bugüne kadar yatırımlar açısından daha az tercih edilmiştir.

2017-2018 dönemlerine ait hedefler, 2014 yılında yayınlanan Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Eylem Planı'ndan derlenmiştir. ETKB tarafından yayınlanan ve 2019-2023 dönemlerini kapsayan Stratejik Plan, 2019-2023 yıllarına ait hedeflerini güncellemiştir.

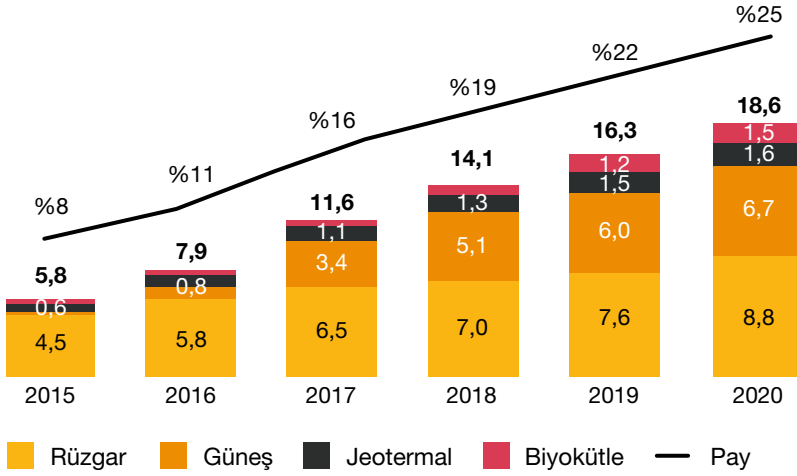
Kaynak: Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı, EPDK

Kurulu Güç Dağılımı ve Elektrik Üretimi

Türkiye'deki kurulu güç son on yılda, özellikle 2013-2020 arasında yenilenebilir enerji kaynaklarının devreye girmesi sonucu hızla büyümüş ve çeşitlenmiştir.

Grafik 10

Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç Gelişimi (GW)

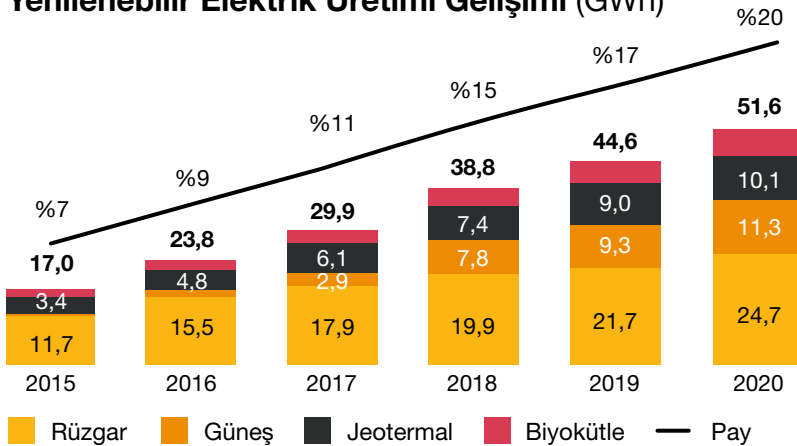


2015 - 2020 yılları arasındaki dönemde her yıl ortalama 2,6 GW kurulu güç devreye girmiştir. Aynı yıllar arasında devreye alınan yenilenebilir enerji santrallerinin yıllık ortalama kurulu gücü 3,0 GW seviyesinde gerçekleşmiştir.

Güneş ve rüzgar enerjisi santrallerine yönelik talepten biyokütle diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla yatırımlar açısından geride kalmıştır.

Grafik 12

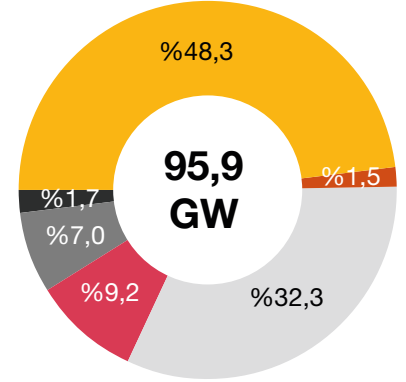
Yenilenebilir Elektrik Üretimi Gelişimi (GWh)



Kaynak: TSKB Ekonomik Araştırmalar, TEİAŞ

Grafik 11

Toplam Kurulu Güç Dağılımı (% , 2020)



Termik Biyokütle Hidroelektrik
Rüzgar Güneş Jeotermal

2020 itibariyle toplam kurulu güç, 95.891 MW seviyesine ulaşmıştır ve kurulu gücün %51,7'sini yenilenebilir enerji kaynakları oluşturmaktadır.

Yenilenebilir Enerji Santralleri Kapasite Kullanım Oranları

Yenilenebilir enerji kapasite faktörleri, özellikle HES'lerde olmak üzere, yıllar arasında değişkenlik göstermektedir.

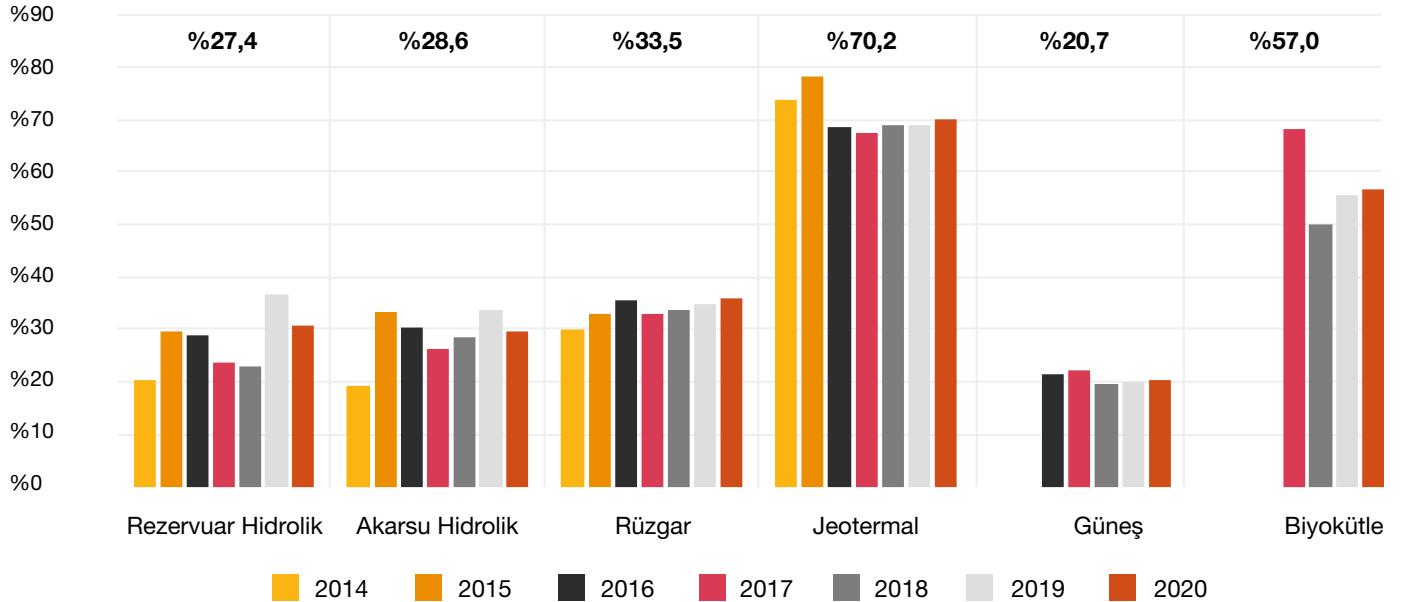
Kapasite faktörü, enerji santralleri için önemli bir performans göstergesidir. Santralin gerçekleşen elektrik üretiminin teorik maksimum üretim kapasitesine bölünmesi sonucu hesaplanan kapasite faktörü, santralin toplam kullanım oranına işaret etmektedir.

EÜAŞ, ülkedeki rezervuar hidroelektrik santrallerinin büyük bir kısmının faaliyetlerinden sorumludur. Bu sebepten ötürü, toplam HES kapasite faktörü EÜAŞ'ın kapasitesine dair planları doğrultusunda değişiklik gösterebilmektedir. Aynı zamanda, rezervuar doluluk oranları ve yıllık su girişlerinin de HES üretimine önemli etkisi bulunmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi, dolayısıyla kapasite faktörleri PTF'yi tek yönlü olarak ve ithal enerji kaynaklarının fiyatlamalarındaki gelişmelerden bağımsız olarak etkileyebilmektedir.

Grafik 13

Kapasite Faktörleri (% , 2014-2020)



Kaynak	Yıllık Çalışma Saati	Kapasite Faktörü (%)
Rüzgar	4.000	%45
Güneş	2.000	%23
Biyokütle	7.500	%85
Jeotermal	8.000	%92

EPDK'nın Haziran 2020 tarihli Kurul Kararı'na göre biyokütle enerji santrallerinin yıllık azami üretim miktarı yılda 7 bin 500 saat ile %85 kapasite faktörüne karşılık gelen üretim miktarı olarak kabul edilmiştir.

Santral Kuruluş Aşamaları ve Yatırımlar

Son yıllarda gerçekleştirilmiş ihalelerde yatırımcıların izledikleri süreçler aşağıda özetlenmiştir.



Başvuru Öncesi Aşamalar

Öncelikli olarak, kurulacak olan santraller için uygun niteliklere sahip (tarımsal değeri bulunmayan, yeraltı zenginlikleri potansiyeli olmayan, askeri ya da farklı kullanım amacı olan bölgelere yeterli mesafede, elektrik iletim ve dağıtım ağlarına yakın) ve ilgili yenilenebilir enerji kaynağı açısından makul yeterliliğe sahip arazi bulunmalıdır.

Yatırım lokasyonunun belirlenmesinden sonra yenilenebilir güç potansiyelinden emin olmak için ölçüm şarttır. Mevcut lisanslama prosedürü, başvuru sahiplerinin başvuru tarihinden en az bir yıl öncesine ait sayaç verisine sahip olmalarını gerektirmektedir.



Başvuru Süreci

İhaleye katılabilmek için belirtilen tarihe kadar yatırımcı EPDK'ya ön lisans başvurusu için gerekli belgeleri teslim etmekle yükümlüdür.

İhale esnasında aynı şebeke bağlantısı / bölgeler için EPDK'ya başvuran birden fazla yatırımcı bulunması halinde yarışma düzenlenir. Yarışmanın usulü, bir önceki sayfada belirtildiği, 2011 ve 2017 yılları arasındaki ihalelerde ve YEKA ihalelerinde farklı şekillerde gerçekleşmiştir.



Ön Lisans Süreci

Yarışmayı kazanan yatırımcıların ön lisansa hak kazandıktan sonra lisans alımına kadar geçen süreyi ifade etmektedir. Bu dönem boyunca yatırımcılar, ÇED raporu hazırlanması gibi birtakım yükümlülüklerini yerine getirerek yatırımlarının lisans almaya yeterli olduğuna dair gerekli dokümantasyonu oluşturmak ve EPDK'ya iletmekle yükümlüdür. Bu süreç, öngörülen kapasiteye bağlı olarak, 24 ila 36 ay arasında değişiklik gösterebilmektedir.

2017 yılında, ön lisans sürecindeki şirketlerin hisselerinin satışına dair getirilen bir sınırlama ile, lisansı bulunmayan şirketlerin satışının önüne geçilmiştir.

Kaynak: EPDK, ETKB



İnşaat Süreci

Lisans alındıktan sonra başlayan bu süreç aynı zamanda hem inşaat hem de yatırım finansman faaliyetlerinin gerçekleştirildiği süreçtir. Bu süreç, öngörülen kapasiteye bağlı olarak, 24 ila 36 ay arasında değişiklik gösterebilmektedir.

Santralin şebekeye bağlanması süreci ile inşaat süreci tamamlanmaktadır. Santralin şebekeden uzakta olması ve bağlantı için gerekli harcamalarının şebekenin genişlemesine katkıda bulunması durumunda bu tarz harcamalara yatırımcı katlanmaktadır. Sonrasında yatırımcıların yaptıkları harcamalar şebeke işletmecisi tarafından karşılanmaktadır.

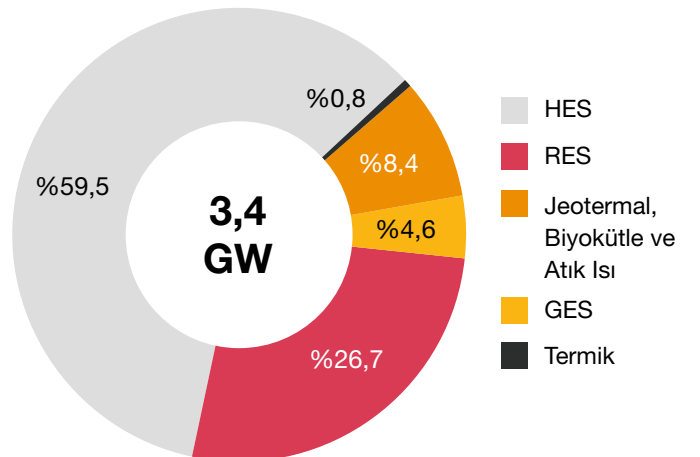


Faaliyet Süreci

İnşaat sürecinin tamamlanmasından sonra, santral, anlaşılan garanti satın alım anlaşmasındaki fiyata ve süreye göre elektrik üretip satmaya başlar.

Grafik 14

Enerji Yatırımlarının Kurulan Güç Bazında Dağılımı (% , 2020)



2020 yılında toplamda 3.438 MW kurulu güç yatırımı yapılmıştır.

Biyokütlenin Diğer Yenilenebilir Enerjilerden Farkı

Biyokütle santralleri emreamadeliği, verimi ve kapasitesi yüksek tesislerdir, kesikli değil sürekli enerji sağlayabilirler.

Biyokütlenin enerji üretiminde diğer enerji kaynaklarına karşı önemli avantajları vardır:

- Sera gazı emisyonlarına azaltıcı ve iklim değişikliğine yavaşlatıcı etkisinin olması
- Toprak koruma, su ve besin üretimini güvence altına alması (aksi taktirde girdi olarak kullanılan tarımsal ve ormansal organik atıklar azalacaktır)
- Peyzaj değeri oluşturmaları
- Sürekli iş olanağı oluşturmaları
- Devlete ekonomik avantajlar sağlaması

Elektrik enerjisi talebi dış faktörlere (hava durumu, zaman, mevsim gibi) bağlı olarak günlük bazda dalgalanmaktadır. **'Base-load'** (temel yük, sürekli yük) nispeten sabit ve 24 saatlik bir süre boyunca minimum elektrik talebi miktarını ifade etmektedir.

Açılıp kapanmayan sabit bir güç kaynağı gerektiren cihazlar (IT, alarm ve güvenlik sistemleri, bazı makineler vs.) talebin tipik olarak altına düşmediği düzey veya her zaman gerekli olan temel enerji miktarını belirlemektedir. **'Peak-load'** (tepe yük) kısa süreli yüksek talebi ifade eder, daha az tahmin edilebilirdir ve peak elektrik daha pahalıdır. Base-load santrallerinin kapatılmadan sürekli ve tutarlı bir şekilde çalışması gerekmektedir. Bu tesislerin açılıp çalışmaya başlaması uzun sürece de nadiren çevrim dışı duruma getirilmeleri sorun teşkil etmemektedir. Üretilen kW başına yakıt maliyetleri düşük olma eğilimindedir ve bu nedenle son kullanıcılar bu dönemlerde sağlanan enerji için daha az ödeme yapmaktadır. Biyokütle santralleri base-load çalışan santraller arasında yer almaktadır. Peak-load santraller bir artış olduğunda başlatılıp talep azaldığında durdurulmaktadır.

Hidro, güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji türleri, özellikle daha güvenilir hale geldiklerinde ve daha yaygın olarak kullanıldıklarında, talebin yoğun olduğu zamanlarda da kullanılabilirler.



Biyokütle santrali kurulum öncesi yapılması gereken değerlendirmeler diğer yenilenebilir santrallere kıyasla daha azdır. Ayrıca biyokütle enerjisi çalışma prensibi gereği bağlı olduğu koşullar da yine diğer yenilenebilir santrallerin çalışma şartlarına göre daha esnekler. Atıkların homojen olmaması ve bazen bulmasının zor olması nedeniyle, kurulum öncesi fizibilitesinin yapılması gerekmektedir. Çöpler yıllık stoklamalar ile tesiste muhafaza edildiği sürece biyokütle santrallerinde hammadde gereksinimleri sürekli olarak karşılanmaktadır.



Güneş enerjisi santrallerinde çalışma prensibi, üzerine ışık düşen malzemelerde gerçekleşen elektron hareketi (fotovoltaik etki) ilkesine dayanır. Bu durumda santral verimliliğini etkileyen temel koşullardan biri kurulacak bölgenin güneş enerji potansiyelidir. Alanın güneş ışınım düzeyi üretilen enerji miktarı ile doğrudan orantılıdır. Yerel iklim koşulları müsait olmayan aşırı hava olaylarının yaşandığı (ani yağışlar, aşırı rüzgar ve kar gibi) bölgelerde tesis zarar görüp verimin düşmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle kurulum öncesi bölgeye hakim rüzgar yönleri ayrıntılı şekilde belirlenmelidir. Benzer şekilde arazi yapısı da verimliliği etkilemektedir; düz (eğim değeri %1 ile %3 arası) ve güney yönlü alanlar seçime daha uygundur. Arazideki dalgalılar gölgelenmeyi arttırdığı için verimi düşürür ve kurulum zorlaştığı için maliyet artar. Eğimin hiç olmadığı tamamen düz arazilerde ise su birikmesi riski tahliye problemi yarattığı için tercih edilmemektedir. Kurulum yapılacak alandaki arazi kullanım durumu da önemlidir; doğal bitki örtüsü sebebiyle gölgelenmeyi arttıracak alanlar verimliliği düşürmektedir.



Rüzgar santrali kurulumu öncesi de bölgenin rüzgar kapasitesinin ölçülmesi gerekmektedir. Ekonomik RES yatırımları için rüzgar hızının 7 m/s'den fazla olması ve farklı yüksekliklerdeki ölçülen hızların ayrı ayrı incelenmesi gerekmektedir. Arazi yapısı da rüzgar hızını etkilemektedir; pürüzlük kat sayısı arttıkça hız azalmaktadır. Pervane uzunluğu, kanat sistemi ve türbin modeli rüzgar basıncına göre ayarlanmalıdır. Tasarım ve malzeme ihtiyacını büyük ölçüde bölgenin gereklilikleri belirlemektedir. Rüzgar optimize edilmezse pervaneler bozularak verimi azaltabilmektedir. Rüzgar türbinlerinin ekosistemi etkilemeyecek biçimde konumlandırılması da önemli olmakla birlikte, türbinler kuşların göç yollarını etkileyebilecek yerlerde kurulmamalıdır.

Biyokütle Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları

Avantajlar

Sera Gazı Emisyonu Biyokütlenin kullanımı, doğal döngünün bir parçası olduğu için, diğer fosil yakıtlara göre atmosfere salınan karbon miktarını azaltmaktadır.

Yenilenebilirlik Toplum tarafından sürekli atık üretildiği için, biyokütle yenilenebilir bir enerji kaynağıdır.

Çok Yönlülük Biyokütle, farklı uygulamalara sahip birçok enerji çıkışına dönüştürülebilmektedir.

Bulunabilirlik Biyokütle kaynakları, hemen her yerde bol miktarda bulunabilmektedir.

Potansiyel Biyokütle, kaynak potansiyeli açısından en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir.

Verimlilik ve emreamadelik Biyokütle santralleri base-load çalışabildiği için emreamadeliliği yüksek santrallerdir ve diğer enerji türlerinin aksine sürekli çalışabilmektedir. Diğer taraftan, biyokütle santrallerinin verimlilik oranlarının da daha yüksek olduğu söylenebilmektedir.

Çevresel etkiler Biyokütle, sürdürülebilir uygulamalar kullanıldığında, toprak, hava ve su kalitesine katkıda bulunmaktadır. Örneğin, biyokütle hammaddelerinin kullanılması bozulmuş arazilerin rehabilitasyonunu sağlayarak toprağı iyileştirebilmektedir. Biyokütlenin sağlayabileceği birçok çevresel faydanın yanı sıra iklim değişikliğini yavaşlatıcı etkisi de bulunmaktadır.

Ekonomik katkı ve yerli üretim Biyokütle yakıtı yerel olarak üretildiği ve işlendiği için enerji tüketiminde ithalata olan bağıllığı azaltmakta ve bölge ekonomisinde istihdam yaratmaktadır.

Atık birikimin azaltılması Katı atıkların kullanılmasıyla biriktirilen çöp miktarı azalmaktadır. Böylece hem bertaraf maliyetleri hem de düzenli depolama için gerekli arazi miktarı da azalmaktadır.

Dezavantaj ve Riskler

Biyokütle sektörünün karşılaştığı en önemli sorun, uzun vadeli ve tutarlı politikalarındaki eksiklikler ve gelecekteki yönetmelikler ve teşviklerin tahmin edilememesinin yarattığı belirsizliklerdir.

Verimlilik Biyoenerji, yeterince verimli olmamakla birlikte, bazı biyoyakıtların verimliliklerinin artırılması için fosil yakıtlarla kuvvetlendirilmeleri gerekmektedir.

Tam temizlik Biyokütle karbon nötr olsa da, bazı atıklarının kullanımında, çevreye zarar veren metan gazı oluşmaktadır.

Arazi kullanımı ve biyoçeşitlilik Enerji üretimi için alan yaratmak adına ormanların kesilip yok edilmesi orman alanlarına zarar vermekle birlikte biyoçeşitliliği azaltma riski oluşturmaktadır. Dikkat edip titizlikle yönetilmesi gereken bu risklerin oluşmaması için biyoenerji üretiminin sürdürülebilir yöntemlerle yapılması gerekmektedir. Türkiye’de biyokütle hammaddesi olarak halihazırda oluşmuş orman atıkları ve yangın geçirmiş bölgeler kullanılmakta ve böylece arazi kullanımı konusunda riskler azalmaktadır.

İşletme deneyimi eksikliği Biyoenerji santrallerini işletebilecek yönetim ve personelin sektör bilgisindeki yetersizlikleri üretim kayıplarına neden olabilmektedir.

Atıkların ayrıştırılması Her atık direkt biyokütle olarak kullanılamamaktadır. Bu nedenle, atığın daha verimli kullanılabilmesi için atıkların ayrıştırılması desteklenmelidir.

ATY (Atıktan türetilmiş yakıt) kullanımı ATY kullanımını destekleyen uygulamalar elektrik üretimi ile sınırlı olup, elektrik üretimi dışındaki teşvikler yeterli değildir. Globalde, fosil yakıt kullanılan fabrikalara belirli oranda yenilenebilir yakıt zorunluluğu getirilmekte, benzer uygulamaların Türkiye’de de geliştirilmesi yenilenebilir enerji ve biyokütlenin gelişimi için önem taşımaktadır.

Teşvikler YEKDEM’e ek teşvik mekanizmaları yerel üretimi korumak ve geliştirmek için yerli mal kullanımı ile sınırlı olup, enerji dışındaki teşvikler yeterli değildir. Çevresel konuları da dikkate alan farklı destek uygulamalarının geliştirilmesi gerekmektedir.

Biyokütle Sektörünün Ortaya Çıkışı

Yaşam kalitemizi korumak için sürdürülebilir enerji kaynağına ihtiyaç vardır ancak küresel enerji kullanımımızı yenilenemeyen fosil yakıtlardan düşük karbonlu, sürdürülebilir enerji teknolojilerine dönüştürmek neslimizin en önemli zorluklarından biridir.

Biyokütle, insanın ateşi keşfinden itibaren bir ısı enerjisi kaynağı olarak kullanılmıştır. Ağaçlar ve bitkiler havadan karbondioksiti emer, karbonu izole etmek için fotosentez yapar ve ardından bunu ağaç gövdesi kabuğu ve yaprakları yapmak için kullanır. Fotosentez, bitkiler ve diğer organizmalar tarafından, güneş enerjisini organizmaların faaliyetlerine enerji sağlamak ve organik madde üretmek için daha sonra serbest bırakılabilecek kimyasal enerjiye dönüştürmek için kullanılan bir işlemdir. Ancak bitki öldüğünde, çürür ve karbonun çoğu karbondioksit olarak atmosfere geri salınır. Eski çağlardan beri enerji üretmek için ölü bitkilerde depolanan enerjiden yararlanıldığından biyokütle kullanılan ilk enerji türü sayılabilir.

Sanayi devriminden önce biyokütle, insanın neredeyse tüm enerji taleplerini karşılamaktaydı. Sanayi Devrimi sırasında, enerji üretmek için yapılan büyük ormansızlaşma nedeniyle odun kıtlasmaya başladı. İnsanoğlu, alternatif enerji kaynakları aramak zorunda kaldı ve o zamanlar bol miktarda bulunan, yenilenebilir olmayan kömür ve petrol yükselişe geçti.

Biyokütle, kömürün popülerlik kazanmaya başladığı 1800'lerin ortalarına kadar tek enerji kaynağıydı. 1860'lara kadar Amerika Birleşik Devletleri, tüm enerji tüketiminin yaklaşık %91'i için odun biçiminde biyokütleyi kullanmıştır. Şu anda dünya enerji ihtiyacının çoğu fosil yakıt yakma ile karşılanırsa da pek çok insan, kış aylarında birincil ısı kaynağı olarak hala odun yakmaktadır.

Dünyadaki nüfus artışı ve gelişen teknolojiyle beraber enerjiye olan gereksinim günden güne artmaktadır. Bu durum yeni enerji kaynakları bulma ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Ayrıca fosil yakıtların olası ortadan kalkması (ham petrol rezervlerinin tükenmesi gibi) ve yanmanın neden olduğu kirlilik insanı enerji kaynağı olarak odun ve biyokütlenin yararlılığını "yeniden keşfetmeye" sevk etmiştir. Son yıllarda, biyokütle ve biyoyakıtlar, benzin gibi fosil yakıtlara alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Kurşunsuz benzin ve dizel gibi fosil bazlı yakıtların aksine biyoyakıtlar, yenilenebilir biyolojik hammaddelerden üretilmektedir.



Biyokütlenin Geleneksel Kullanımdan Modern Kullanıma Geçişi

Biyokütle kullanımı, klasik (geleneksel) ve modern yöntemler olarak iki kategoride incelenmektedir.

Biyokütlenin Geleneksel Kullanımı

Biyokütlenin geleneksel kullanımı, genellikle yerel olarak toplanan odun, odun kömürü, tarımsal atıklar ve hayvansal atıkların temel çevrim yöntemleriyle üretilmesidir. Genel olarak verimi daha düşük olan geleneksel kullanımının çıktıları daha çok ısıtma ve pişirme amaçlı kullanılmaktadır.

Geleneksel biyokütle kullanımının azaltılması, özellikle birçok ülkede artan nüfus eğilimleri dikkate alındığında, önemli bir zorluk olmaya devam etmektedir. Biyokütle kaynaklarının daha sürdürülebilir ve verimli kullanılması için biyokütlenin modern kullanımı konusunda teşvikler önem taşımaktadır.

Biyokütlenin Modern Kullanımı

Biyokütlenin modern kullanımında hammadde elde etmek için bitki yetiştiriciliği ön plana çıkmaktadır. Biyokütlenin modern kullanımı, üretilen biyokütlenin doğrudan yakılması ile elektrik ve/veya ısı üretimi için yüksek enerji yoğunluğuna sahip, önceden işlenmiş katı biyokütlelerinin dolaylı kullanımını kapsamaktadır.

Modern biyoenerji kullanımı, yatırım destekleri, düşük faizli krediler ve vergi teşvikleri gibi çeşitli politikaların olduğu Avrupa'da oldukça gelişmiştir. Bununla birlikte, modern biyoenerji kullanımının dünya genelinde artması için, biyoenerji teknolojilerine destek ve teşviklerin her ülkede artması gerekmektedir.

Modern biyokütlenin en büyük kullanım alanı ısı olmakla birlikte, modern biyokütle, ısı için yenilenebilir enerji kullanımının %70'ini oluşturmaktadır. Isı kullanımının en büyük kısmını %63 oranındaki payı ile sanayi oluştururken onu sırasıyla %34 ile inşaat/bina ve %3'lük oran ile tarım takip etmektedir.

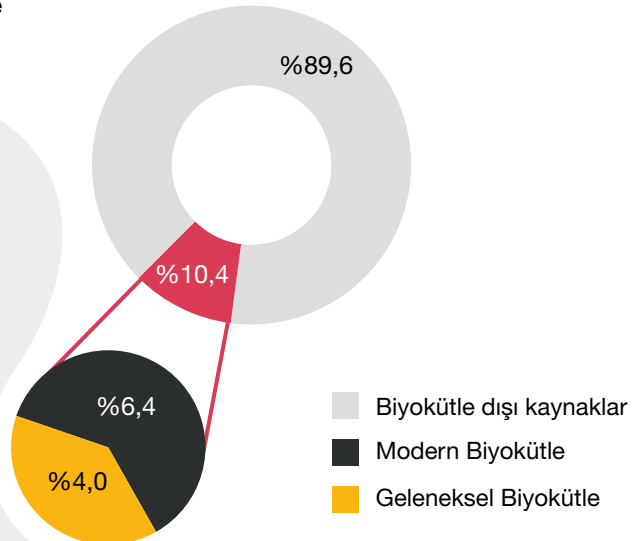
Yakıt türüne göre enerji talebi incelendiğinde, biyokütlenin 2019 yılı toplam enerji talebinin

%10,4'ünü oluşturduğu görülmektedir.

Kaynak: IEA, Frankfurt School - UNEP Centre

Grafik 15

Enerji Talebinin Yakıtı Göre Dağılımı (% , 2019)



Yeşil Sertifikasyonlar

Yeşil sertifikalar, emisyon sertifikalarının tersi olarak değerlendirilebilir. Emisyon sertifikaları yenilenemeyen üretime bir maliyet yüklerken ve toplam emisyonları maksimum olarak belirlerken, yeşil sertifikalar yenilenebilir üretim için ekstra bir gelir yaratmakta ve minimum yenilenebilir üretimi garanti etmektedir.

Dünyanın dört bir yanındaki ülkeler, sera gazı emisyonunu azaltmayı amaçlayan Kyoto Protokolü adlı anlaşmaya imza atmıştır. Anlaşmaya göre, ülkelere yaymalarına izin verilen miktarda CO₂ tahsis edilmiştir. Emisyon değerleri yüksek olan ülkelere CO₂ kredisi kullanma zorunluluğu getirilmiştir, kullanılmamış emisyon birimlerine sahip ülkeler limitini aşmış veya aşması muhtemel ülkelere boş kotalarını satabilmektedir. Sera gazı emisyonunu belirtilen hedeften daha fazla azaltan ülkelerin gerçekleştirdiği bu ek indirimi başka ülkelere satmasıyla CO₂ emisyon ticareti ve borsasını ortaya çıkarmıştır.

Emisyon azaltımlarının ulusal yükümlülük kapsamı dışında, devletlerin belirlediği politikalar ve hedeflerden bağımsız olarak gönüllülük esasında gerçekleştirildiği gönüllü karbon piyasaları da ortaya çıkmıştır. Bu piyasada ticareti yapılan emisyon sertifikalarına Gönüllü Emisyon Azaltım (Voluntary Emission Reduction-VER) sertifikası adı verilmektedir. Faaliyetleri kapsamında oluşturdukları sera gazı emisyonlarını dengelemek isteyen firmalar emisyon miktarlarını hesaplamakta ve emisyon azaltımı sağlayan başka yenilenebilir enerji projelerinin üretmiş olduğu karbon sertifikalarını sosyal sorumluluk çerçevesinde satın almaktadır.

Yenilenebilir enerji sertifikaları (REC*) veya diğer isimleriyle Yenilenebilir Yükümlülük Sertifikası (ROC**), Menşé Garantisi (GoO***) gibi yeşil sertifikalar ise tüketilen elektriğin fiziksel olarak ispat edilmesi mümkün olmayan kaynağının belirlenebilmesini mümkün kılan ve ticareti yapılabilen varlıklardır. Çevreye duyarlı tüketiciler için yenilenebilir kaynağı garanti edilmiş elektrik tedariki sunmaktadırlar. Bu sayede temiz elektrik tüketmek isteyen tüketicilerin 'yeşil' elektrik talepleri karşılanmaktadır. Yeşil sertifikalar, çevre politikalarına uygunluk (tedarikçilerin tedarik portföylerinde belirli bir yenilenebilir üretim yüzdesine sahip olmalarını gerektiren hükümet politikaları gibi) nedeniyle veya gönüllü olarak (CO₂ ayak izlerini azaltmak isteyen işletmeler gibi) alınıp satılmaktadır. Yeşil sertifikalarla, hükümetler bir ülkedeki yenilenebilir üretim düzeyine ilişkin kesin hedefler belirleyebilir ve pazar oyuncuları da bu hedeflere ulaşmak için verimli bir yol elde etmiş olur. Kurumlar için yeşil sertifika satın almanın ticari faydaları da bulunmaktadır; itibarlarını artırır ve çevresel farkındalığının giderek arttığı bir toplumda rekabet avantajı sağlar.

Türkiye’de geliştirilen karbon piyasaları da 29003 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “Sera Gazı Emisyonları Takibi Hakkında Yönetmelik” ve 28790 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “Gönüllü Karbon Piyasası Proje Kayıt Tebliği” gibi düzenlemeler ile büyümektedir. Mevcut durumda yenilenebilir enerji ile üretim yapan birkaç Türk firmasının da VER sertifikaları ile yurtdışındaki gönüllü karbon piyasalarında işlem görerek ek gelir elde ettikleri bilinmektedir.

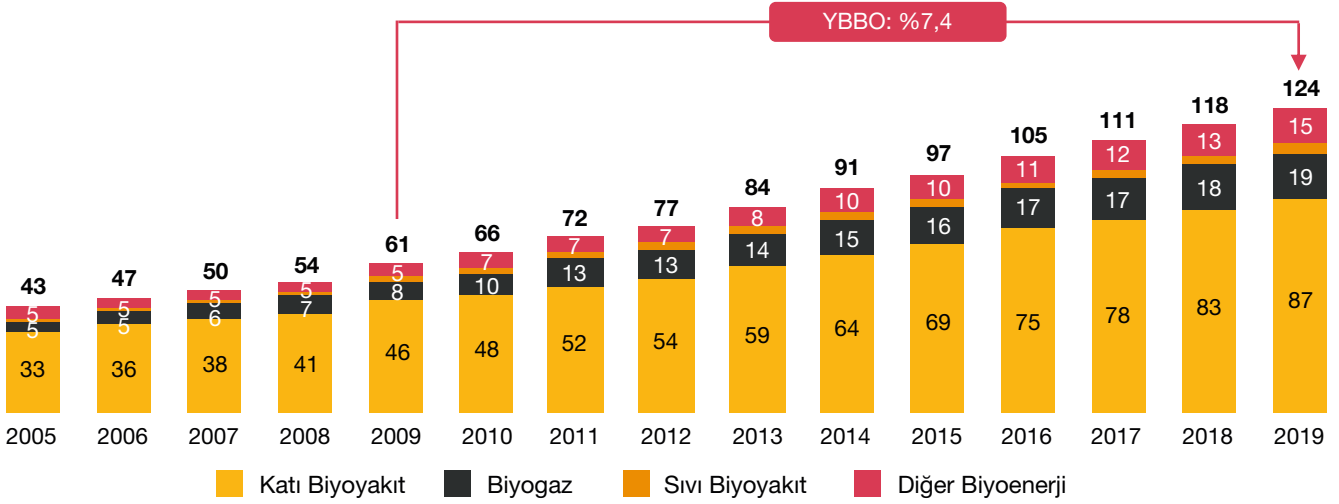
*Renewable Energy Certificate
**Renewable Obligation Certificate
***Guarantee of Origin

Dünyada Biyokütlenin Yeri

2019 yılında biyokütle elektrik üretim tesislerinin kurulu gücü 2018 yılına göre **%5,3** oranında artarak **124 GW** seviyesine ulaşmıştır. Toplam biyokütle kurulu gücü 2009-2019 arasında yıllık ortalama **%7,4** büyümüştür

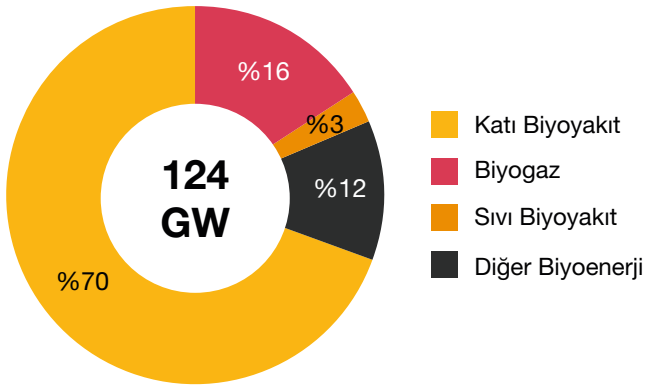
Grafik 16

Yıllara Göre Biyokütle Kurulu Gücü (GW, 2005-2019)



Grafik 17

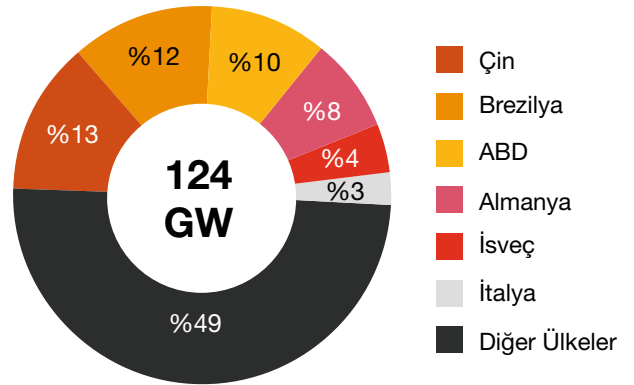
Yakıt Türüne Göre Kurulu Güç Dağılımı (% , 2019)



Kurulu gücün dağılımı incelendiğinde, katı biyoyakıtların toplamın %70'ini oluşturarak en büyük paya sahip olduğu görülmektedir. Katı biyoyakıtları sırasıyla biyogaz, diğer biyoenerji kaynakları ve sıvı biyoyakıt takip etmektedir.

Grafik 18

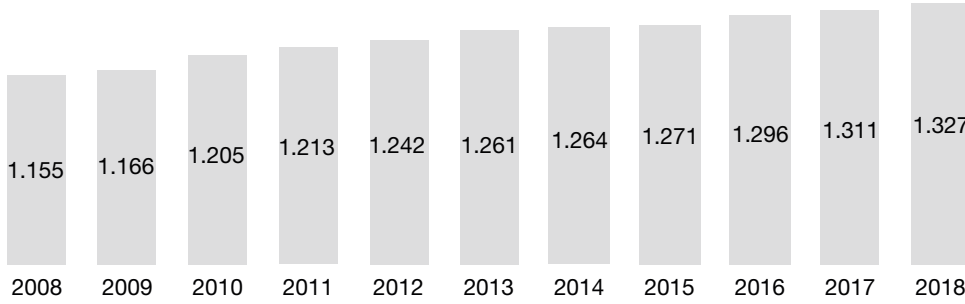
Ülkeler Bazında Kurulu Güç Dağılımı (% , 2019)



Toplam biyokütle kurulu gücü içerisindeki en büyük kısmı %13,3 oranındaki payı ve toplam 16,5 GW kurulu güç ile Çin oluşturmaktadır. Çin'in son yıllarda artış gösteren atıktan enerji projeleri küresel biyoenerji içerisindeki payının artmasını sağlamıştır. Japonya ve Türkiye, toplam kurulu güç içerisinde çok büyük bir pay oluşturmamakla birlikte son yıllarda büyüme gösteren piyasaları oluşturmaktadır.

Grafik 19

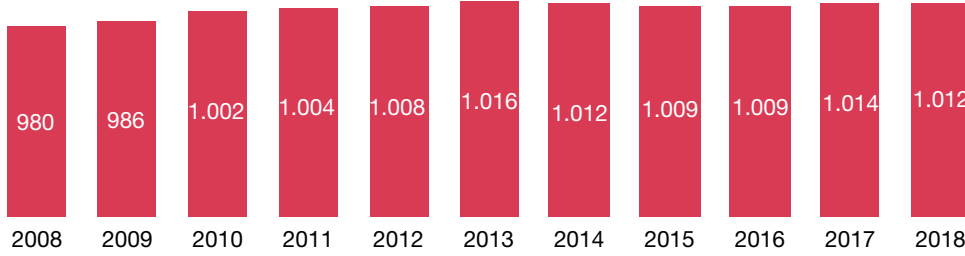
Yıllara Göre Biyoenerji Arzı (mtoe, 2008-2018)



2018 yılı biyoyakıt ve atıklar, **1.327 mtoe** ile toplam enerji arzının **%9,3** oranındaki payını oluşturmaktadır.

Grafik 20

Yıllara Göre Biyoenerji Tüketimi (mtoe, 2008-2018)

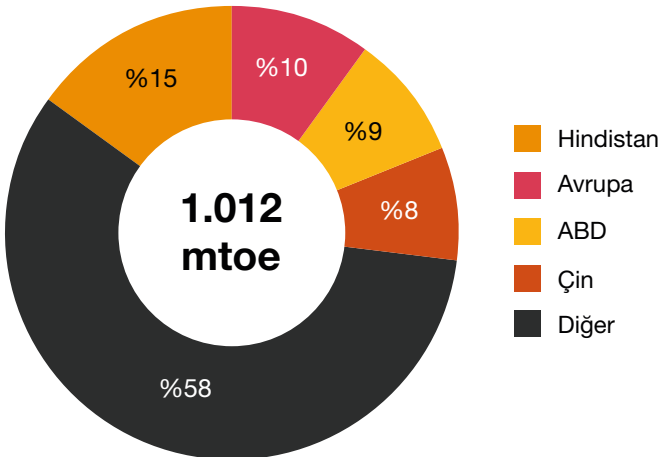


2018 yılı biyoyakıt ve atıkların tüketimi **1.012 mtoe** seviyesine ulaşmakla birlikte toplam enerji tüketimin **%10,2'sini** oluşturmaktadır.

2018 yılında biyoenerji tüketimi en yüksek olan ülke **%15,4** oranındaki payı ve **155,6 mtoe** seviyesindeki tüketimi ile Hindistan olmuştur.

Grafik 21

Bölgelere Göre Biyoenerji Tüketimi (% , 2018)



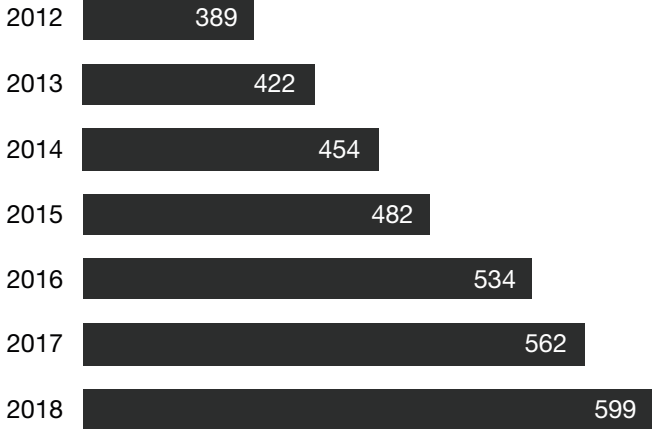


Dünyada biyokütle kaynaklarına dayalı elektrik üretimi 2018 yılında bir önceki yıla göre **%6,7** oranında artarak **599 TWh** seviyesine ulaşmıştır. Biyokütle kaynaklı elektrik üretimi içerisindeki en büyük payı **%70**'lik oranı ve **421 TWh** ile katı biyoyakıtlar oluşturmaktadır.

2018 yılı biyokütle kaynakları ile elektrik üretiminin bölgesel dağılımına bakıldığında, ilk sırada toplam üretimin **%17,4**'ünü oluşturan Çin yer alırken, onu sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri ve Almanya takip etmektedir. En fazla elektrik üretimi gerçekleştiren altı ülke, toplam elektrik üretiminin **%64**'ünü oluşturmaktadır.

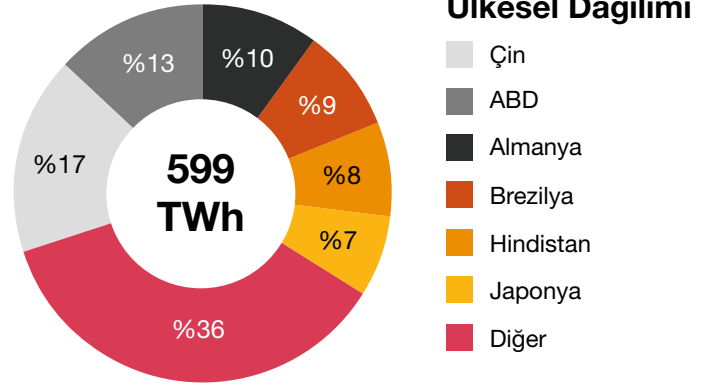
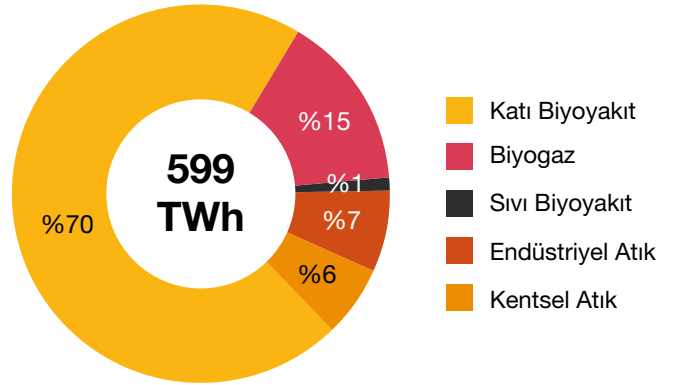
Grafik 22

Biyokütle Kaynaklı Elektrik Üretiminin Gelişimi (TWh, 2012-2018)



Grafik 23

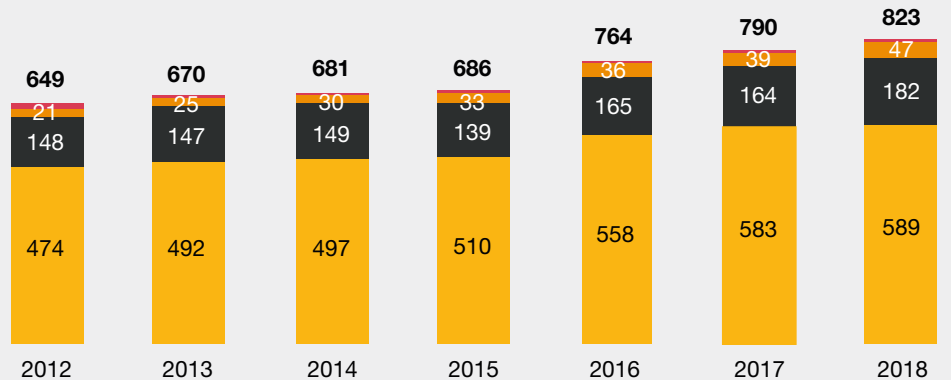
Biyokütle Kaynaklarına Dayalı Elektrik Üretimi (TWh, 2018)



Grafik 24

Biyokütle Kaynaklı Isı Üretimi (PJ, 2012-2018)

Biyokütle kaynaklarının kullanımı ile ısı üretimi, 2018 yılında bir önceki yıla göre **%4,1** artış göstererek toplam **822.809 TJ** seviyesine ulaşmıştır. Katı biyoyakıtlar, **%72** oranındaki payı ile toplam ısı üretimi içerisindeki en büyük bölümü oluştururken onu sırasıyla endüstriyel atık ve biyogaz takip etmektedir.



Biyoenerji yatırımlarında geçtiğimiz yıllarda düşüş söz konusu olmakla birlikte, yatırımların önümüzdeki dönemlerde yeniden artması beklenmektedir.

Biyoenerji, 9,7 milyar USD büyüklüğünde kapasite yatırımı ile 2019 yılında yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en fazla yatırım alan kaynaklardan biri olmuştur. Yıl boyunca özellikle İngiltere ve Çin’de atık yakma tesislerinde büyük yatırımlar gerçekleşmiştir.

Toplam biyoenerji kapasite yatırımları içerisinde en büyük payı Avrupa oluştururken onu Çin takip etmektedir.

Toplam yatırımlara bakıldığında, biyoenerji yatırımlarının 2019 yılında %2,6 oranında düştüğü ve 11,2 milyar USD seviyesinde gerçekleştiği görülmektedir.

Kapasite yatırımları ile birlikte, Ar-Ge yatırımları ve özel sermaye yatırımları gibi diğer yatırımlar da gerçekleşmiştir.

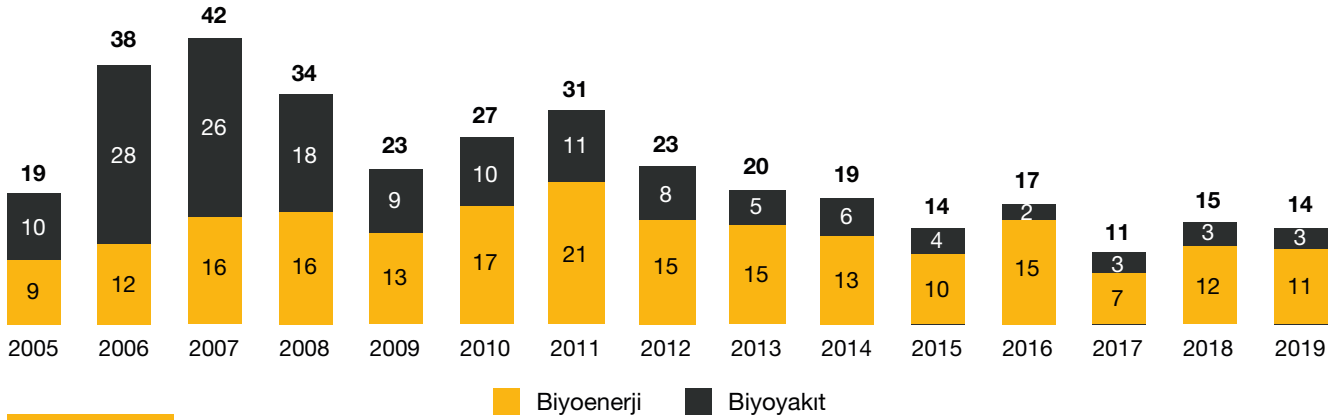
Toplam biyoyakıt yatırımlarında 2019 yılında bir önceki yıla göre %9,1 oranında düşüş gerçekleşmiş olup toplam yatırım 3 milyar USD seviyesinde gerçekleşmiştir.

Biyoyakıtlar için kapasite yatırımı, 2019 yılında bir önceki yıla göre %43 azalarak 500m USD seviyesinde gerçekleşmiştir. Bu yatırım son üç yılın en düşük seviyesinde olmuştur.

Biyoyakıt kapasite yatırımları içerisindeki en büyük payı ise ABD oluşturmaktadır.

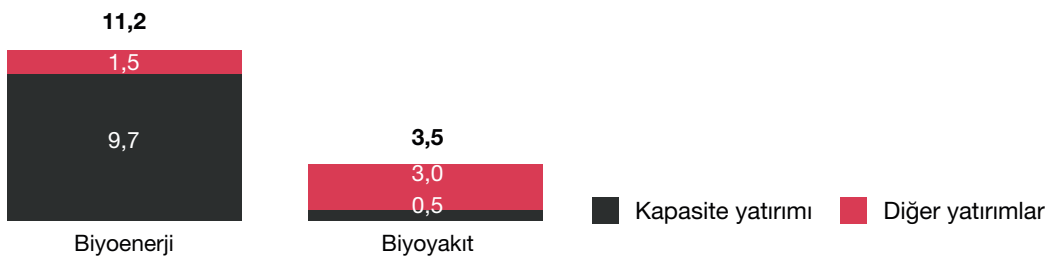
Grafik 25

Yapılan Yatırımların Dağılımı (milyar USD, 2005-2019)



Grafik 26

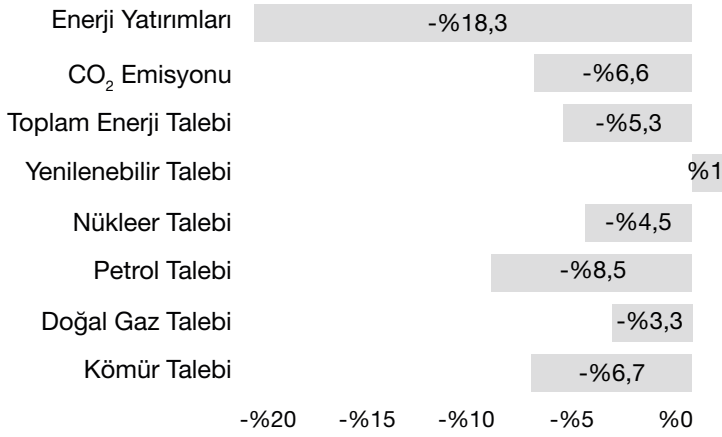
Yapılan Yatırımların Dağılımı (milyar USD, 2019)



Biyokütle Enerjisinde Arz ve Talep

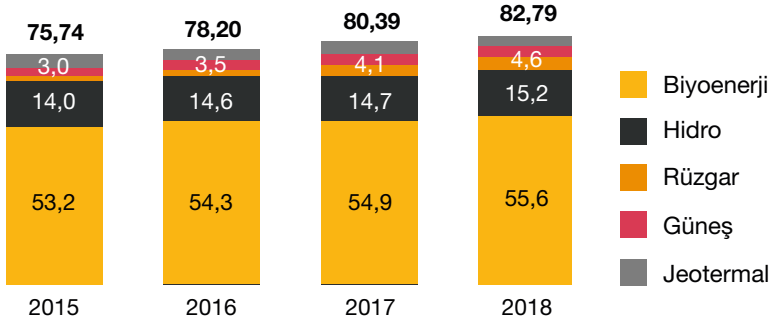
Grafik 27

2020 Temel Göstergelerin 2019'a Göre Tahmini Değişimi (%)



Grafik 28

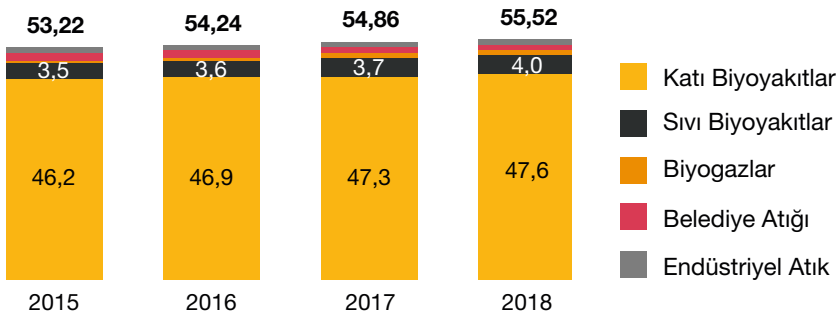
Küresel Toplam Birincil Yenilenebilir Enerji Arzı (EJ, 2015-2018)



2018 yılında, biyokütle arzı dünya genelinde 55,6 EJ olarak gerçekleşmiştir.

Grafik 29

Küresel Biyokütle Arzı (EJ, 2015-2018)



Arzın %85'i odun yongaları, odun peletleri ve geleneksel biyokütle kaynakları gibi katı biyokütle kaynaklarından sağlanmıştır. Liste %7 ile sıvı yakıtlar, %5 ile belediye ve endüstriyel atıklar, %3 ile biyogaz şeklinde devam etmektedir. 2019 yılında dünya genelinde 1,9 milyar m³ odun yakıtı üretildi.

Biyokütle Kaynak Potansiyeli

Teorik Potansiyel

Yalnızca biyofiziksel koşullarla sınırlı olan biyokütle arzını ifade eder.

Teknik Potansiyel

Biyokütle üretimi uygulamalarının sınırlamaları, gıda, yem, ot, orman ürünleri ve insan altyapısı için alan gereksinimleri dikkate alınır. Doğanın korunması ve toprak, su, biyolojik çeşitliliğe ilişkin kısıtlamalar da bu kapsamda ele alınabilir. Bu sebeple sürdürülebilir potansiyel olarak da kullanılır.

Pazar Potansiyeli

Teknik potansiyelin, üretimdeki ekonomik kar düzeyi için belirlenmiş bir gereksinim verildiğinde üretilebilen kısmını ifade eder. Bu sadece üretim maliyetine değil aynı zamanda biyokütle dönüştürme teknolojilerinin özellikleri, rakip enerji teknolojilerinin fiyatı ve geçerli politika rejimi gibi bir dizi faktör tarafından belirlenen biyokütle hammaddesinin fiyatına da bağlıdır.

Biyokütle	Açıklama	2050 Teknik Potansiyeli (EJ/yıl)
Tarım atıkları	Hem birincil (hasattan elde edilen tahıl samanı gibi) hem de ikincil (pirinç öğütme işleminden elde edilen pirinç kabuğu gibi) artıkları olan gıda/yem üretimi ve işlemeyle ilişkili yan ürünler.	15-70
Fazla tarım arazisinde özel biyokütle üretimi	Yağ bitkileri, odunlu selülozik otlar, kısa rotasyonlu baltalıklar ve ağaç dikimleri dahil olmak üzere hem geleneksel tarım ürünlerini hem de özel biyoenerji bitkilerini içerir. Sadece gıda, yem veya diğer tarımsal emtia üretimi için gerekli olmayan arazinin biyoenerji için uygun olduğu varsayılmaktadır.	0-700
Marjinal arazilerde özel biyokütle üretimi	Ormansızlaştırılmış, bozulmuş veya geleneksel tarım için uygun olmadığı ancak bazı biyoenerji şemaları için uygun olduğu düşünülen (yeniden ağaçlandırma gibi) marjinal alanlarda biyokütle üretimini ifade eder.	0-110
Orman Biyokütlesi	Hem budama ve kesim gibi birincil kalıntıları hem de ağaç işlemeden talaş ve ağaç kabuğu gibi ikincil kalıntıları içeren orman sektörü yan ürünlerini içerir. Ayrıca, doğal rahatsızlıklardan kaynaklanan ölü odun ve öngörülen biyomateryal talebini (kesilmiş odun, kağıt ve karton gibi) karşılamak amaçlı endüstriyel odun üretimi için gerekli olmayan doğal/ yarı doğal ormanlardaki biyokütle büyümesi de bu kategoride ele alınır.	0-110
Gübre	Hayvan gübresinde nüfus gelişimi, beslenme düzeni ve hayvansal üretim sistemleri kritik belirleyicilerdir.	5-50
Organik atıklar	Ev, restoran ve belediyelerdeki organik atık, kağıt ve ahşap ürünler gibi malzemelerin kullanımıyla ilişkili biyokütleyi ifade eder. Uygulanması kullanım oranlarına ve toplama sistemlerine bağlıdır.	5-50

2019 yılında, katı, sıvı ve gaz yapılı biyoenerji alanlarında farklı gelişme ve trendler öne çıkmaktadır.

Modern biyoenerji, toplam küresel enerji talebinin yaklaşık **%6,4**'ünü karşılamakla birlikte, bu oran tüm yenilenebilir enerjinin yaklaşık yarısını oluşturmaktadır.

Katı Biyoenerji

Katı biyokütle kaynaklarından elektrik ve / veya ısı üretiminde, çoğunlukla tarımsal ve ormansal atıklar ve belediye atıkları gibi yerel kaynaklı hammaddeler kullanılmaktadır. Katı biyokütle kaynakları, mevcut piyasanın en karlı olduğu yerlere taşınmakta (çoğunlukla odun peletleri şeklinde) ve işlenmektedir.

Isı ve elektrik üretimi için uluslararası pazarlara hizmet edecek biyokütle pelet üretiminin büyümesi, sektörde önemli gelişme sağlamaktadır.

Biyoyakıt

Küresel sıvı biyoyakıt üretimi 2019 yılında 161 milyar litreye (4 EJ) ulaşmıştır. **ABD**, toplam üretim içerisindeki %41 oranındaki payı ile en büyük üretici olurken, onu sırasıyla **Brezilya** (%26), **Endonezya** (%4,5), **Çin** (%2,9) ve **Almanya** (%2,9) takip etmektedir.



Gaz Biyoenerji

Gaz yapılı biyoenerji içerisinde genel olarak elektrik üretimi için kullanılan ve çeşitli teşviklerle önemli ölçüde desteklenen biyogaz öne çıkmaktadır.

Bununla birlikte, özellikle Kuzey Amerika, Avrupa ve Çin bölgelerinde nakliye ve ısıtma yakıtı olarak kullanılması için biyogaz artırılarak biyometan üretilmektedir.

Biyoelektrik

Biyoelektrik üretiminin bölgesel dağılımı incelendiğinde, Asya'nın en büyük payı oluşturduğu ve üretimin önemli bir kısmının **Çin**'de gerçekleştiği görülmekle birlikte biyoelektrik üretiminin yüksek olduğu diğer bölgeler sırasıyla **Avrupa** ve **Kuzey Amerika** olmuştur.

Sıvı Biyoenerji

Sıvı biyoyakıt sektöründe, küresel biyoyakıt üretiminin ve kullanımının büyük bir kısmını oluşturan etanol, biyodizel ve giderek artan HVO (hidrojenize bitkisel yağ) / HEFA (işlenmiş ester ve yağ asidi) biyoyakıtları öne çıkmaktadır. 2019 yılında özellikle Amerika Birleşik Devletleri gibi bazı piyasalarda üretimi kısıtlayan çeşitli yaptırımlar, sektörü olumsuz etkilemiş olsa da, önümüzdeki yıllarda sektörün büyüyeceği öngörülmektedir.

Biyoyakıt sektöründe, karayolu taşımacılığı ile havacılığın artan biyoyakıt talebini karşılamak adına atık, kalıntı ve işlenmiş bitkisel yağlara dayalı hammaddelerin üretildiği tesislere yatırımlar artmıştır.

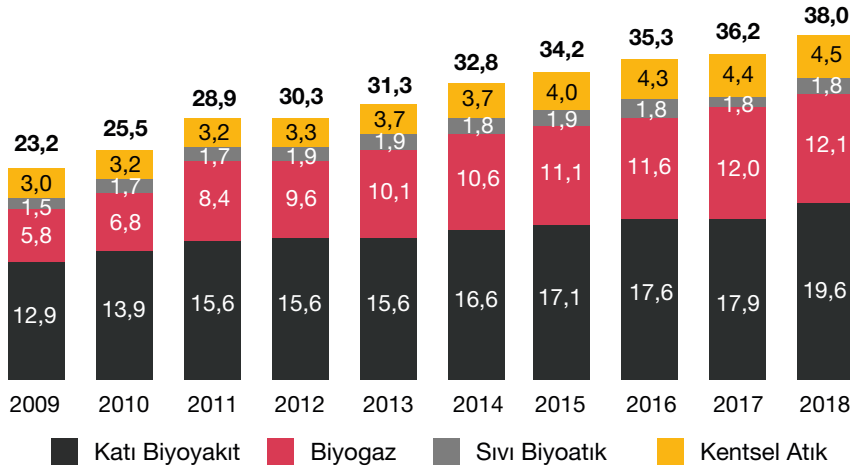
Biyoisı

Biyokütle, birçok farklı alanda ısı sağlamak için kullanılmaktadır. Geleneksel kullanımının yanı sıra, doğrudan ısı kullanımı veya bölgesel ısıtma gibi farklı kullanımlar da sağlayan biyokütle, sanayi ve inşaat/bina sektörleri için önemli bir enerji kaynağıdır.

Avrupa'da Biyokütle Kurulu Güç

Grafik 30

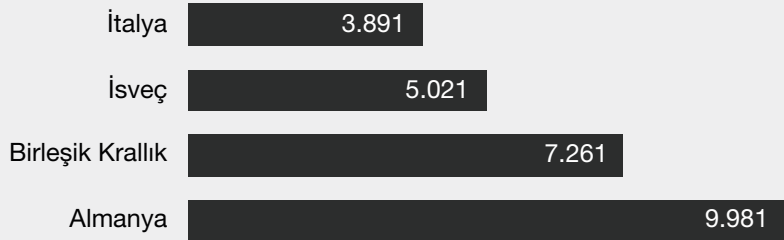
AB-28 Yıllara Göre Biyokütle Bazlı Kurulu Güç Gelişimi (GW)



Avrupa Birliği ülkelerinde 2018 yılı yenilenebilir enerji toplam kurulu güç 466.403 MW'dır. Biyoenerji kaynaklı kurulu güç 38.091 MW ile toplam yenilenebilir enerji kapasitesinin %8,2'sini oluşturmaktadır. Almanya 2019 verilerine göre AB-28'de en yüksek biyoenerji kapasitesine sahip ülkelerdendir.

Grafik 31

Seçilmiş Ülkelerde Biyoenerji Kapasitesi (MW, 2019)



İsveç

Stokholm'de ısı ve gücün birlikte üretilmesiyle (kojenerasyon yöntemiyle) bölgesel ısıtma hakim ısıtma sistemidir. Enerjinin sadece %20'den daha az bir kısmı fosil kaynaklıdır, kalanı biyokütle, atık ve ısı pompalarıyla sağlanmaktadır. Ayrıca ulaşımda %20 oranıyla yenilenebilir enerji kullanan öncü şehirlerdendir. Göteborg'da ise gazlaştırma tesisinde orman kalıntılarından metan üretme konusunda eşsiz bir proje yürütüyor.



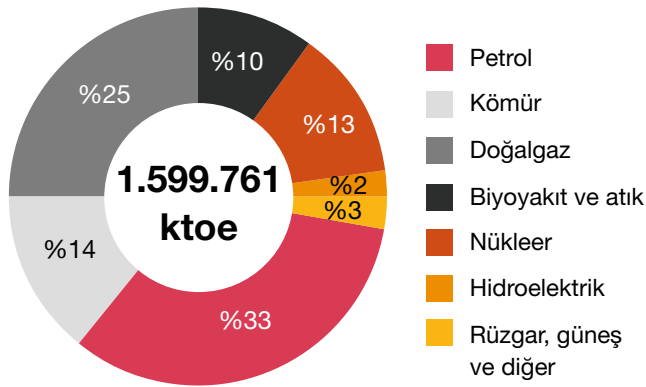
Almanya

Ulm'da bölgesel ısıtma sistemi %75 oranıyla biyokütle ve organik atık gibi yenilenebilir hammadde kaynaklıdır.

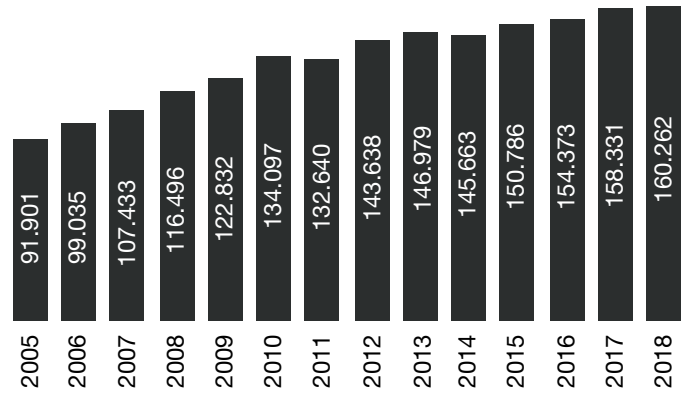
Avrupa'da Biyoenerji Arzı

Grafik 32

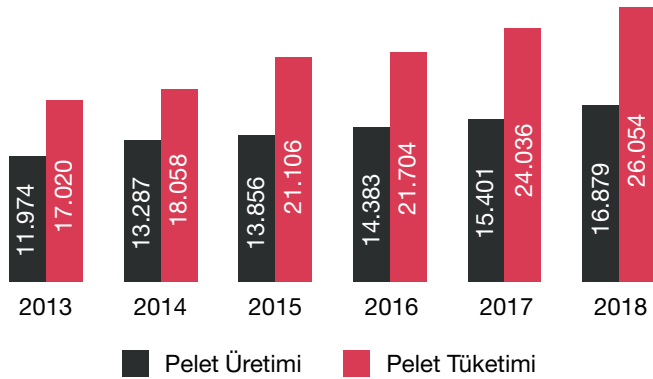
AB-28 Toplam Enerji Arzı Kaynak Kırılımı
(%, 2018)


Grafik 33

AB-28 Yıllara Göre Toplam Biyoenerji Arzı
(ktoe, 2005-2018)


Grafik 34

AB-28 Yıllara Göre Odun Peleti Üretimi ve Tüketimi
(bin ton, 2013-2018)



Danimarka: Kopenhag'da kurulu Avedore güç istasyonu CO₂ emisyonlarını yılda yaklaşık 500 bin ton azaltma beklentisiyle santralin bir kısmı kömür ve doğalgazdan odun peleti ve samanla çalışan bir birime dönüştürdü.

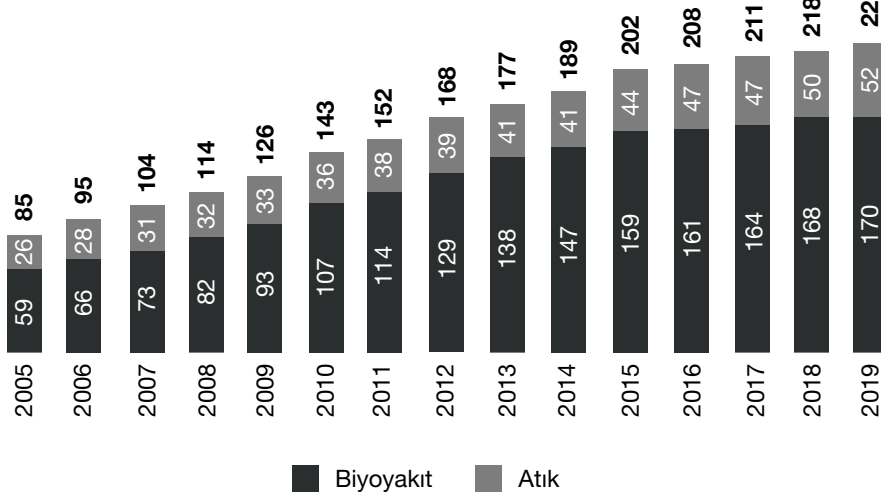
Macaristan: Pecs şehrinde ısı ve elektrik %100 biyokütle kullanılarak üretiliyor.

Fransa: 2016 yılında Paris, kapsamlı bölgesel ısıtma ağında kömür kullanımını yarı yarıya azalttı. Isıtma ağının %50'sini yenilenebilir ve geri kazanılmış enerji sağlamaktadır; %1 jeotermal, %2 biyoyakıt, %10 biyokütle ve %41 atığın ısıl işleminden geçirilmesiyle üretilen ısı.

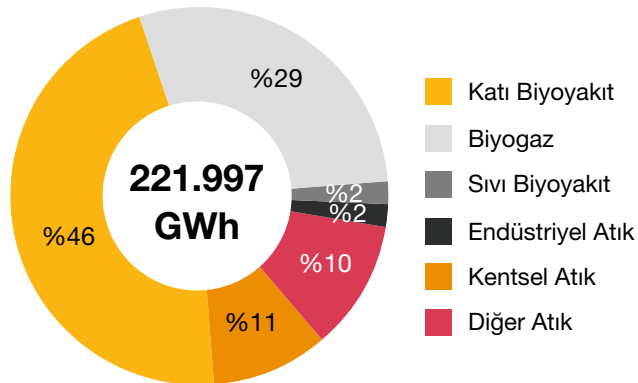
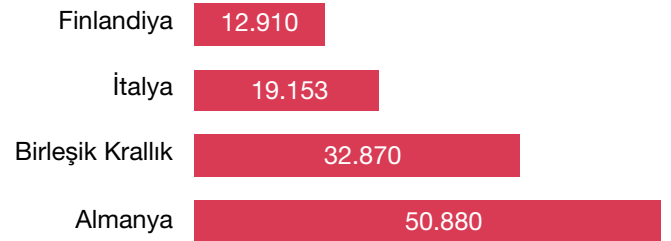
Faaliyetteki Üretim Tesisi Sayısı: **719**

Üretim Kapasitesi: **23.352.903 ton**

Avrupa'da Biyokütleden Enerji Üretimi

Grafik 35
AB-28 Yıllara Göre Toplam Biyokütle Bazlı Elektrik Üretimi (TWh, 2005-2019)


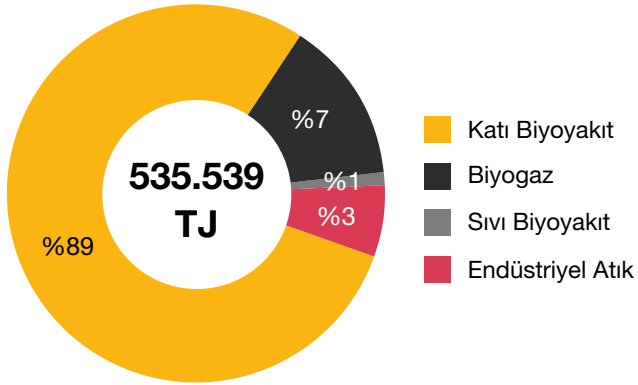
Avrupa Birliği ülkelerinde 2019 yılı toplam elektrik üretimi 2.416.617 GWh olarak gerçekleşmiştir. Biyokütle bazlı elektrik üretimi toplam elektrik üretiminin %9,2'sine karşılık gelmektedir.

Grafik 36
AB-28 Toplam Biyokütle Bazlı Elektrik Üretimi Kaynak Kırılımı (% , 2019)

Grafik 37
Seçilmiş Ülkelerde Biyoenerji Bazlı Elektrik Üretimi (GWh, 2018)


Almanya 2018 verilerine göre AB-28'de en yüksek elektrik üretimi gerçekleştirmiş ülkelerdendir.

Grafik 38

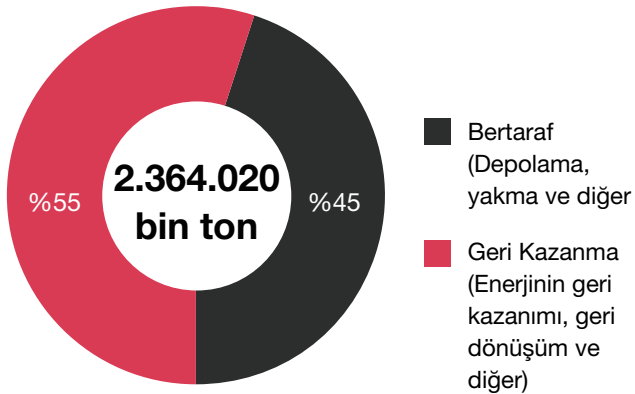
**AB-28 Toplam Biyokütle Bazlı Isı Üretimi
Kaynak Kırılımı (% , 2019)**



Avrupa Birliği ülkelerinde 2019 yılı toplam ısı üretimi 549.707 TJ olarak gerçekleşmiştir. Biyokütle bazlı ısı üretimi toplam ısı üretiminin %97,4'ünü karşılamaktadır. 2004'den 2018'e AB-28 ülkelerinde ulaşım sektöründe biyoyakıt tüketiminin payı %0,01 seviyesinden %0,05 seviyesine yükselmiştir. Pek çok sektörde kullanılan kömürün tüketiminde de her yıl ciddi bir azama söz konusudur. Böylece ülke hedeflerini de destekleyecek şekilde CO₂ emisyonu da azalma eğilimindedir.

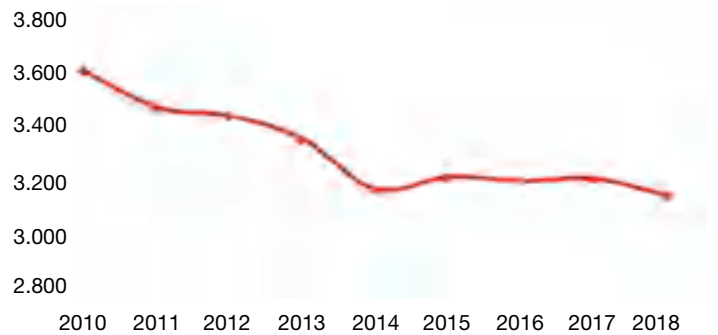
Grafik 39

AB-28 Atık Yönetimi (% , 2018)



Grafik 40

AB-28 Yıllara Göre CO₂ Emisyonu (milyon ton)



Avrupa'da Teşvikler ve Fiyatlandırma



Fransa

Yenilenebilir enerji politikasının temeli, kamu yetkilileri için bağlayıcı bir operasyonel araç olan **Çok Yıllı Enerji Programının (PPE)** yerine getirilmesidir. Biyokütle hedefleri 2023 için 145TWh ve 2028 için 157-169TWh şeklindedir.

2017'den bu yana ana destek mekanizması, açık pencere prosedürü veya rekabetçi bir ihale prosedürü yoluyla verilen piyasaya dayalı primlerdir. Piyasaya dayalı prim, kademeli olarak **tarife garantili (FIT) mekanizmanın** yerini almıştır. Prim mekanizması, KWh başına hedef tarifeler ile yönetim priminin eklendiği referans tarifeler arasındaki farka eşit bir hesaplama. Açık pencere piyasası prim prosedürü, kurulu gücü 500KW ile 12MW arasında olan biyogaz tesisleri için geçerlidir. Prim mekanizmasının yürürlüğe girdiği tarihte FIT PPA'dan yararlanan kuruluşlar sözleşmeye tabi kalmıştır.

Birleşik Krallık

Ocak 2019'da Birleşik Krallık'ın 2021 - 2030 arası Ulusal **Enerji ve İklim Planı (NECP) taslağı** yayımlanmıştır.

Fark Sözleşmeleri (CfD), düşük karbonlu elektrik üretimini teşvik eden birincil mekanizmadır. CfD, uygun bir jeneratör ile Enerji Yasası uyarınca kurulmuş, tamamı devlete ait bir şirket olan Düşük Karbon Sözleşmeleri Şirketi (LCCC) arasında yarı güç satın alma anlaşmasıdır. CfD'ye sahip üreticiler, elektriklerini normal şekilde toptan elektrik piyasasına satmakta; CfD daha sonra elektrik piyasa fiyatı tahmini ile jeneratörün belirli bir teknolojiyi geliştirme, finanse etme ve çalıştırma maliyetleri için en düşük tahmini (kullanım fiyatı) arasındaki farkı ödemektedir. Piyasa fiyatı kullanım fiyatının altında olduğunda, jeneratör LCCC'den ek tutar için bir kontör ödemesi almaktadır. Ancak, piyasa fiyatı kullanım fiyatının üzerinde olduğunda, jeneratör farkı LCCC'ye geri ödemek zorundadır.

Tarife Garantisi (FIT), 5 MW kapasiteye kadar küçük ölçekli yenilenebilir ve düşük karbonlu elektrik üretim projelerine yatırımı desteklemektedir. Projelere uzun vadeli destek sunmakta; solar PV, kara rüzgar gücü, hidroelektrik, anaerobik çürütme ve mikro-kombine ısı ve güç teknolojiler için üretim maliyetlerine dayalı üretim ve ihracat tarifeleri sağlamaktadır. FIT programı 31 Mart 2019'da yeni girenlere kapanmıştır, ancak 25 yıla kadar mevcut üretimi desteklemeye devam etmektedir.

Akıllı İhracat Garantisi (SEG), FIT planının yeni kurulumlara kapatılmasının ardından 1 Ocak 2020'de tanıtılmıştır. SEG kapsamında, lisanslı elektrik tedarikçilerinin şebekeye ihraç edilen elektrik için küçük ölçekli düşük karbonlu jeneratörlere KWh başına bir fiyat teklif etmesi gerekmektedir. Solar PV, rüzgar, anaerobik çürütme ve hidro 5 MW kapasiteye kadar, mikro-kombine ısı ve güç kurulumları ise 50 kW'a kadar ücretlendirilebilmektedir. Yetkili tedarikçilerin en az bir SEG uyumlu tarife sağlaması gerekmektedir, ücretin her zaman sıfırdan büyük olması şartıyla sözleşmenin fiyatını ve uzunluğunu belirleyebilmektedirler.

Biyoenerji (biyokütle veya atık yakıtlı tesis) projeleri, Birleşik Krallık'ın yenilenebilir enerji üretiminde ikinci sırada yer almaktadır. Teşviklere rağmen yenilenebilir enerji sektörü ile ilgili uzun vadeli yasalar ve politikalar belirsizlik yaratabilmektedir; kaldırılan hükümet sübvansiyonları gibi. Bu durumlar herhangi bir yatırım modellemesi için zorluk yaratmaktadır. Yenilenebilir enerji projeleriyle ilgili teknolojinin çoğu yeni veya hızla gelişme aşamasındadır. Bu nedenle, dağıtım sorunları ve eskime riski dahil olmak üzere yeni ortaya çıkan teknolojilerle ilişkili bir yatırım riski de bulunmaktadır.



Türkiye’de Biyokütle

Enerji tüketiminde ithalata olan bağıllığı azaltmakla birlikte enerji arzının çeşitlenmesini de sağlayan biyokütle, kaynak potansiyeli açısından Türkiye’nin en önemli yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır.

Türkiye’nin coğrafik yapısı, topraklarının biyokütle üretimi için uygun olması ve tarımsal faaliyetlerin yaygın olması gibi faktörler ile birlikte özellikle kırsal bölgelerde taleplerin artması, biyokütle enerjisinin önemini öne çıkarmaktadır.

Geleneksel biyokütle kullanımının dışında modern biyokütle enerji yöntemlerinin de gelişmesi için, Türkiye’de enerji bitkileri yetiştiriciliğinin ve kullanılan alternatif atıkların artış göstermesi gerekmektedir.

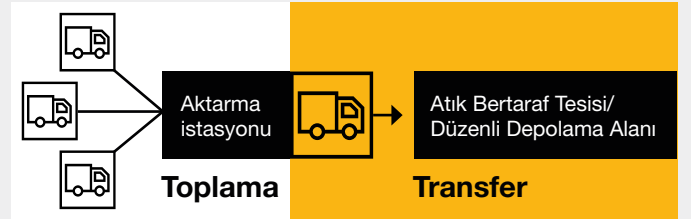
Biyokütle çeşitli çevrim teknolojileri kullanılarak katı, sıvı, ve gazlı yakıtlara dönüştürülmektedir. Türkiye’de yer alan biyokütle tesislerinde hayvansal atık, tarımsal atık, ormansal atık, kentsel ve endüstriyel atık kullanımının yanı sıra enerji bitkilerinin kullanımı ile de enerji üretilmektedir.

Hayvan gübreleri ve ormansal atıklar gibi kaynakların doğrudan yakılması Türkiye’deki ısı üretimi içerisinde önemli bir paya sahiptir. Diğer taraftan tarımsal atıkların kullanılması ile yakıt üretilmektedir. Türkiye’de biyoyakıt, genel olarak mısır, şeker pancarı, melas ve buğdayın fermantasyonu ile üretilmekle birlikte, son yıllarda, alglerden biyodizel üretimine yönelik çalışmalar da gerçekleştirilmektedir. Biyodizel hammaddelerinin bulunmaması veya pahalı olması, biyodizel tesislerinin karşılaştığı en büyük sorundur.

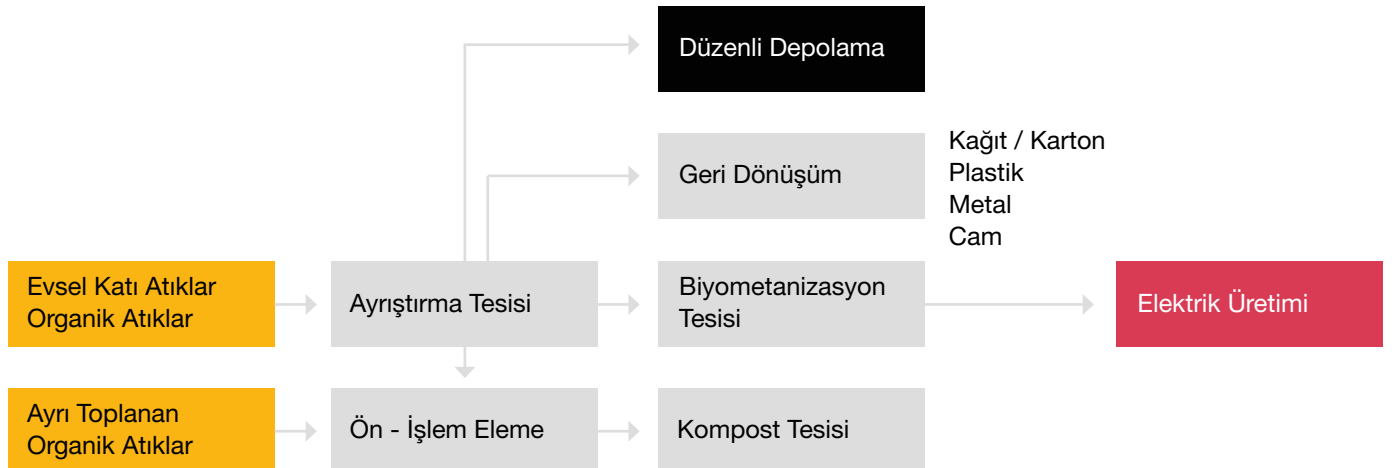
Entegre Katı Atık Yönetimi

Türkiye’nin ilk evsel katı atıktan enerji üretim tesisi 2010 yılında kurulmuş olup sonraki yıllarda biyokütle tesisi yatırımları hız kazanmıştır.

Türkiye’de atıkların toplanması ve genellikle sıkıştırılmalı çöp kamyonları ile aktarma istasyonlarına veya bertaraf tesislerine taşınması ilçe belediyelerinin sorumluluğundadır.



Mekanik Ayırma

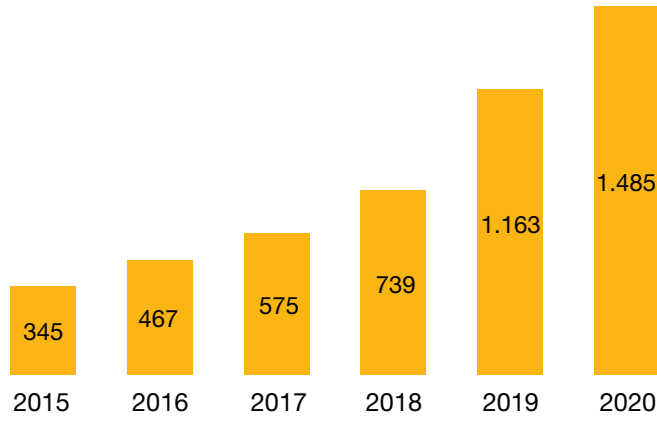


Türkiye’de Biyokütlenin Gelişimi

2020 yılında Türkiye’de bulunan biyokütle üretim tesislerinin toplam lisanslı kurulu gücü 2019 yılına göre **%27,7** artarak **1.485 MW** seviyesine, toplam biyokütle ve atık ısı üretim tesislerinin sayısı ise **358**’e ulaşmıştır. Türkiye’de toplam biyokütle kurulu gücü 2015-2020 yılları arasında yıllık ortalama **%33,9** büyümüştür.

Grafik 41

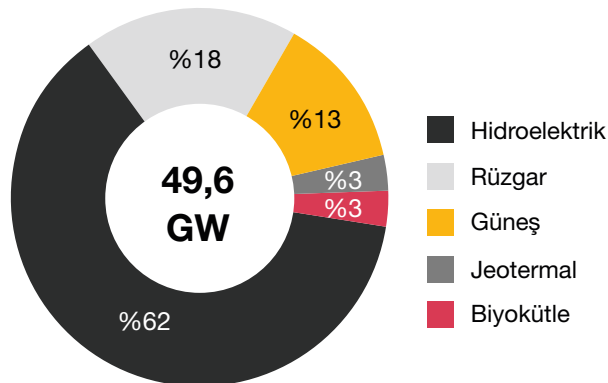
Türkiye Lisanslı Biyokütle Kurulu Gücü (MW)



2020 yılında biyokütle tesislerinin kurulu gücü, toplam enerji kaynakları kurulu gücünün **%1,5**’ini oluşturmakla birlikte, yenilenebilir enerji kaynakları kurulu güçleri içerisinde **%3** oranında paya sahip olmuştur.

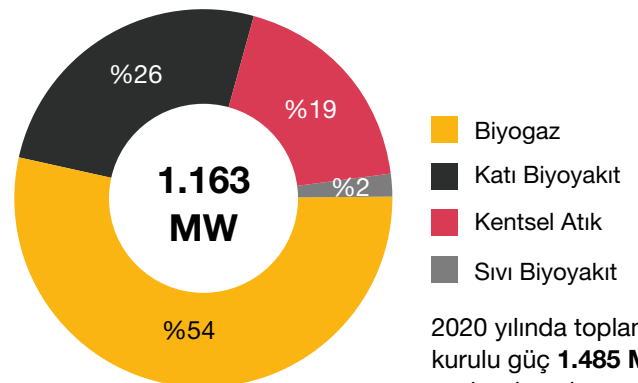
Grafik 42

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kurulu Güç Dağılımı (% , 2020)



Grafik 43

Biyokütle Kurulu Güç Dağılımı (% , 2019)



2020 yılında toplam kurulu güç **1.485 MW** seviyesine ulaşmıştır.

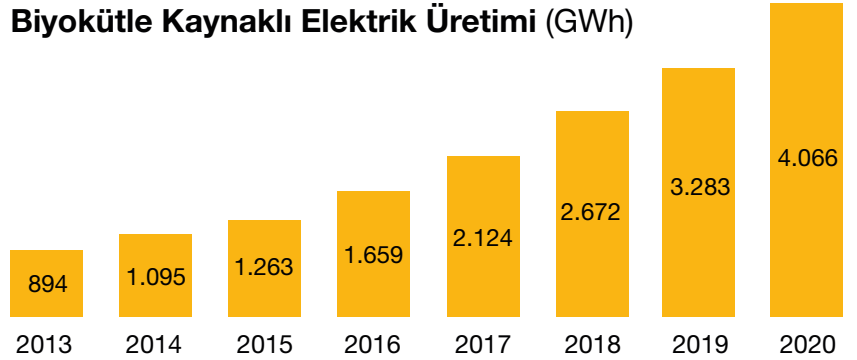
Son yıllarda biyokütle kaynaklı elektrik üretimi önemli bir artış göstermiştir.

Elektrik Üretimi

Elektrik üretimi 2020 yılında %23,9 artarak **4,1 TWh** seviyesine ulaşmıştır. Biyokütle kaynaklı elektrik üretiminin, yenilenebilir enerji kaynakları içerisindeki payı %4 oranında gerçekleşmiştir. Biyogaz, elektrik üretimi içerisindeki en büyük payı oluştururken, 2019 yılındaki toplam artışı da etkilemiştir.

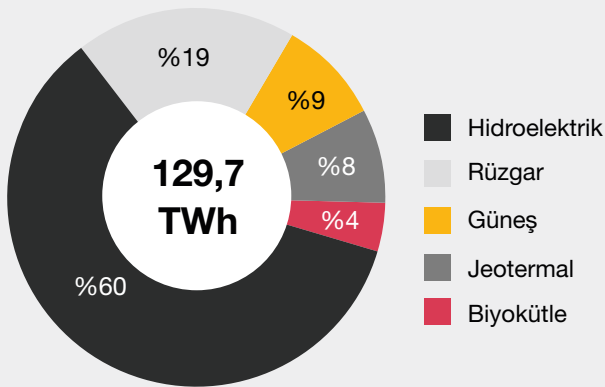
Grafik 44

Biyokütle Kaynaklı Elektrik Üretimi (GWh)



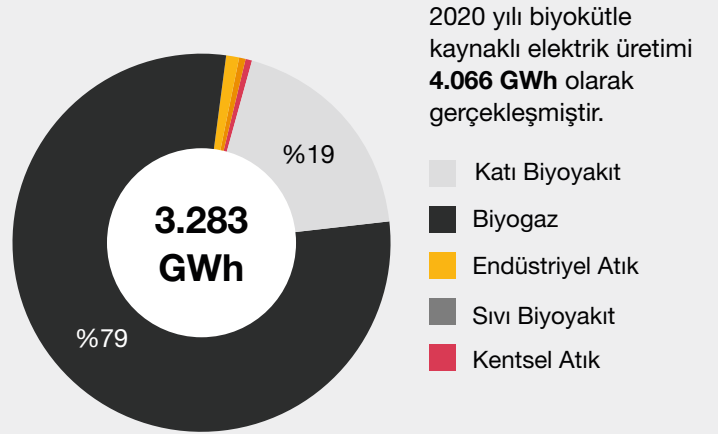
Grafik 45

Yenilenebilir Enerji Kaynakları Bazlı Elektrik Üretim Dağılımı (% , 2020)



Grafik 46

Biyokütle Kaynaklı Elektrik Üretimi (% , 2019)

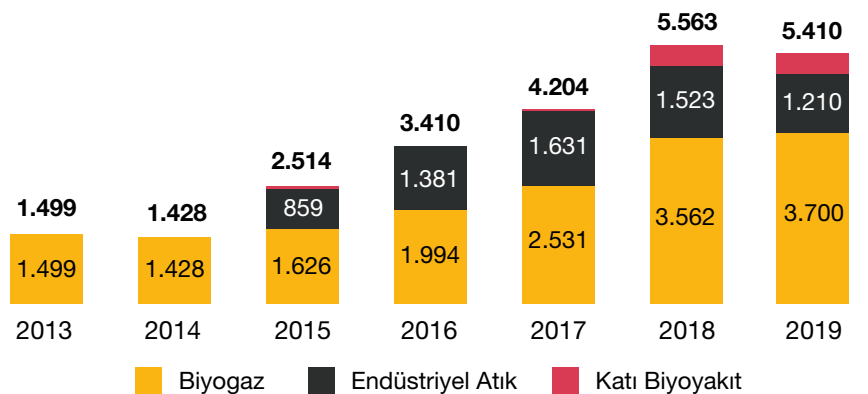


Isı Üretimi

Türkiye biyokütle kaynaklı ısı üretimi 2019 %2,8 oranında azalarak **5.410 TJ** seviyesinde gerçekleşmiştir. Bu düşüş, büyük oranda endüstriyel atıklardan ısı üretiminde meydana gelen düşüşten kaynaklanmaktadır. 2019 yılı ısı üretimi kaynaklarına göre incelendiğinde, biyogazın %68 oranında payı ile en büyük kısmı oluşturduğu ve onu endüstriyel atıkların takip ettiği görülmektedir.

Grafik 47

Biyokütle Kaynaklı Isı Üretimi (TJ)



Atık Yönetimi

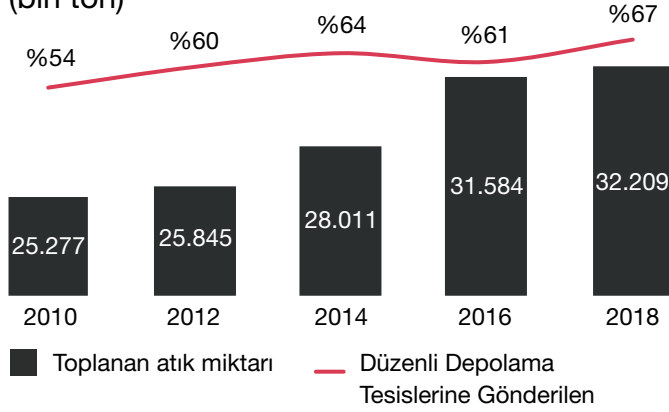
Belediye Atıkları

Belediye atıkları, belediyeler tarafından veya belediyeler adına toplanan atıkları temsil etmekle birlikte, genel olarak evsel atıklardan oluşmaktadır.

2018 yılında toplam belediye sayısını %99,7'sini oluşturan 1.395 belediyenin atık hizmeti verdiği ve oluşan atıkların %93,3'ünün belediyeler tarafından toplandığı belirtilmektedir.

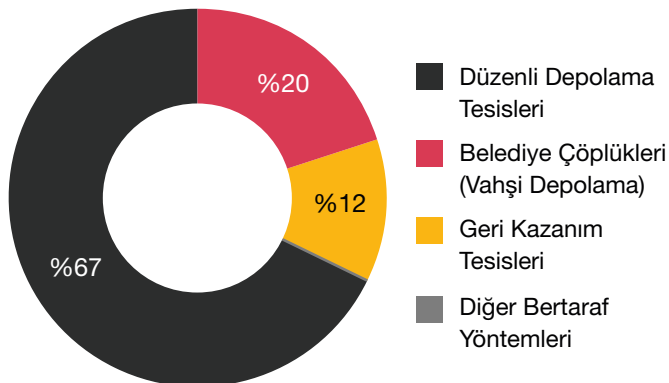
Grafik 48

Türkiye Belediye Atık Miktarları Gelişimi (bin ton)



Grafik 50

Belediye Atıklarının Bertaraf Yöntemlerine Göre Dağılımı (% , 2018)



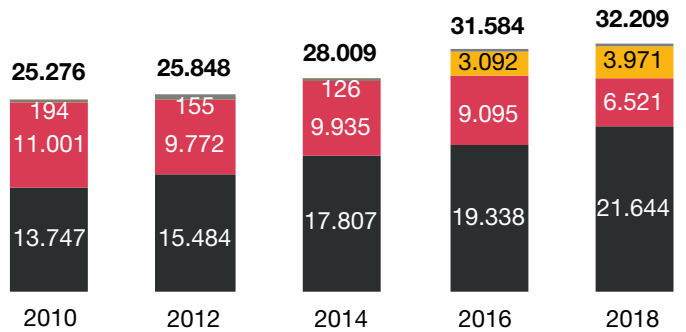
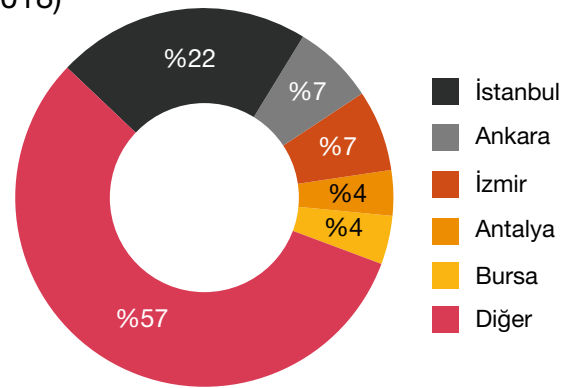
2018 yılında, belediye atıklarının %67,2'si (21,6 milyon ton) düzenli depolama tesislerine gönderilmiştir. Diğer taraftan, toplam atıkların %20,2'si (6,5 milyon ton) belediye çöplüklerine, %12,3'ü (4,0 milyon ton) kompost tesisleri gibi geri kazanım tesislerine gönderilirken, %0,2'si (74 bin ton) çeşitli yöntemlerle (açıkta yakma, gömme, dereye veya araziye dökme gibi) bertaraf edilmiştir.

Kaynak: TÜİK

Belediyeler, 2018 yılında toplamda 32.209 bin ton atık toplamıştır. Toplanan atık miktarının en fazla olduğu şehir İstanbul olurken, onu sırasıyla Ankara, İzmir, Antalya ve Bursa takip etmektedir.

Grafik 49

Belediye Atıklarının Bölgesel Dağılımı (% , 2018)



2010-2018 yılları arasında düzenli depolama tesislerine gönderilen atık miktarları yıllık ortalama %5,8 oranında, geri kazanım tesislerine gönderilen atık miktarları ise %45,8 oranında artış göstermiştir. Diğer taraftan, belediye çöplüklerine gönderilen ve çeşitli yöntemlerle bertaraf edilen atık miktarları azalmıştır.

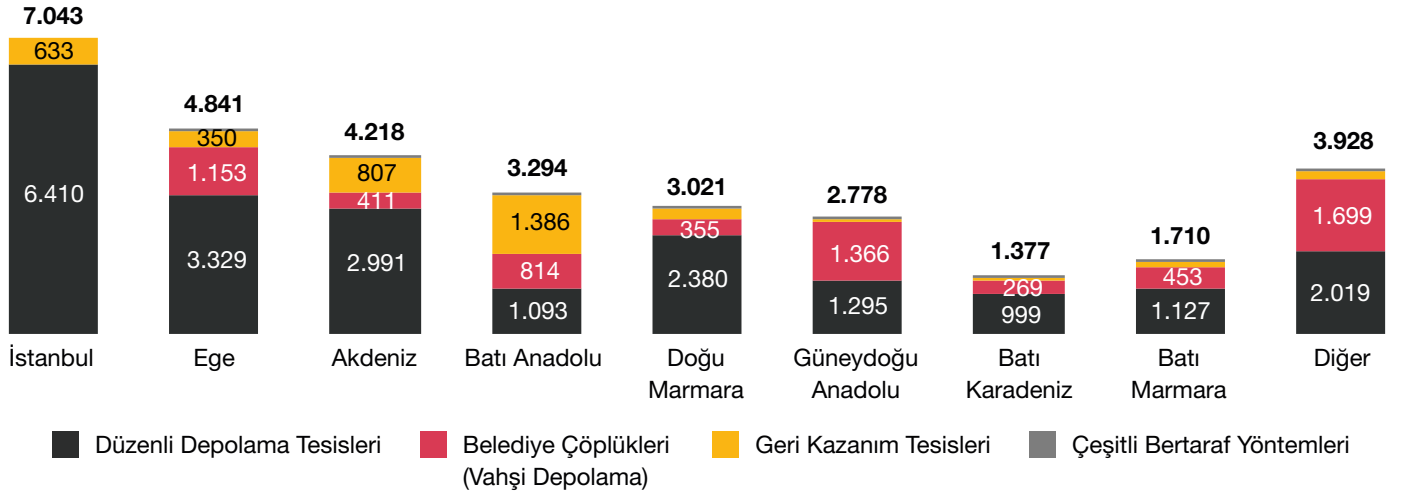
Toplanan belediye atık miktarının bölgesel dağılımı incelendiğinde, İstanbul'un %21,9 ile en yüksek payı oluşturduğu ve onu sırasıyla Ege, Akdeniz ve Batı Anadolu'nun takip ettiği görülmektedir.

2018 yılında toplanan belediye atık miktarı içerisinde düzenli depolama tesislerine gönderilen atık oranının en yüksek olduğu bölge %91 oranıyla İstanbul olarak gerçekleşmiştir.

Düzenli depolama tesislerine gönderilen atık oranının yüksek olduğu diğer bölgeler arasında %78,8 ile Doğu Marmara, %72,6 ile Batı Karadeniz ve %72,4 ile Orta Anadolu yer almaktadır.

Grafik 51

Belediye Atık Miktarının Bölgelere Göre Gelişimi (milyon ton, 2018)*



Grafik 52

Kişi Başı Günlük Ortalama Belediye Atık Miktarı (kg/kişi)

Şehir	2010	2012	2014	2016	2018
Antalya	1,46	1,43	1,27	1,38	1,48
İzmir	1,26	1,20	1,12	1,32	1,36
İstanbul	1,20	1,13	1,16	1,30	1,28
Ankara	1,18	1,06	1,10	1,14	1,18
Bursa	0,99	0,96	1,00	1,11	1,08
Türkiye ortalama	1,14	1,12	1,08	1,17	1,16

Türkiye’de kişi başı günlük ortalama atık miktarı 1,16 kg seviyesinde gerçekleşmiştir. Üç büyük şehirde toplanan kişi başı günlük ortalama atık miktarı İstanbul için 1,28 kg, Ankara için 1,18 kg ve İzmir için 1,36 kg olarak hesaplanmakla birlikte, en yüksek kişi başı günlük ortalama atık miktarı 2,01 kg ile Bartın’da gerçekleşmiştir.

2018 yılı kişi başı günlük ortalama atık miktarının bölgesel dağılımı incelendiğinde, ortalamanın en yüksek olduğu bölge Batı Marmara, en düşük olduğu bölge ise Güneydoğu Anadolu olmuştur.

Yıl	İstanbul	Ege	Akdeniz	Batı Anadolu	Doğu Marmara	Güneydoğu Anadolu	Batı Karadeniz	Batı Marmara	Doğu Karadeniz	Kuzeydoğu Anadolu	Orta Anadolu	Ortadoğu Anadolu
2010	1,20	1,30	1,13	1,12	1,04	0,85	1,16	1,50	0,84	1,11	1,15	1,00
2012	1,13	1,27	1,04	1,06	1,04	1,00	1,24	1,51	0,89	1,22	1,05	1,15
2014	1,16	1,20	0,99	1,09	1,01	0,97	1,10	1,37	0,83	1,13	1,01	1,05
2016	1,30	1,35	1,07	1,12	1,10	1,02	1,17	1,48	0,96	1,14	0,99	1,04
2018	1,28	1,32	1,14	1,14	1,08	0,94	1,10	1,44	0,99	1,16	1,00	1,04

*Bölgelerin hangi şehirleri kapsadığı raporun Ekler bölümünde gösterilmektedir.

Kaynak: TÜİK

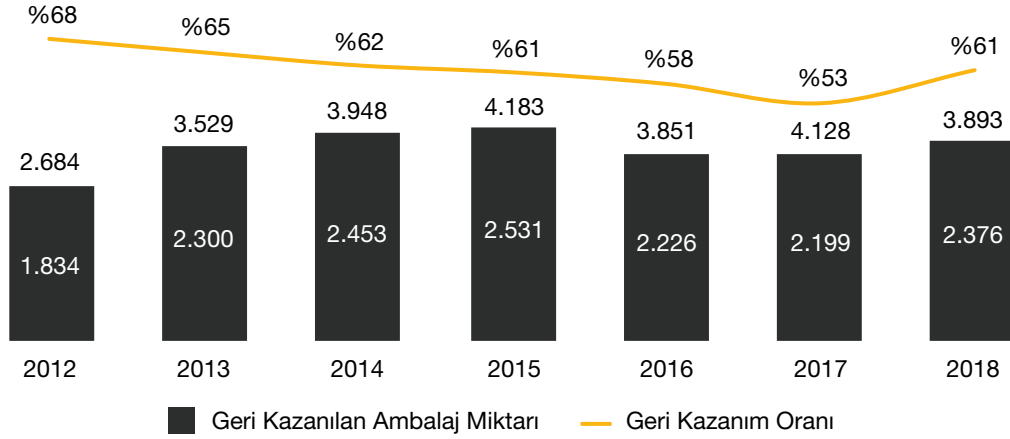
Ambalaj Atıkları

Ambalaj atıkları, üretim artıkları hariç, özellikle ürünlerin sunumu için kullanılan ve ürünlerin kullanımından sonra oluşan atıkları kapsamaktadır. Ambalaj Atıkları Kontrolü Yönetmeliği, 27.12.2017 tarihli ve 30283 sayılı Resmi Gazete’de yürürlüğe girmiştir.

Bu kapsamda, ambalaj atıkları diğer atıklardan ayrı toplanıp geri dönüştürülmeye başlanmıştır. Ambalaj atıkları, ayırma tesislerinde toplanarak malzemelerine göre ayrılmaktadır.

Grafik 53

Ambalaj Atık Miktarı ve Geri Kazanım Oranları (bin ton)

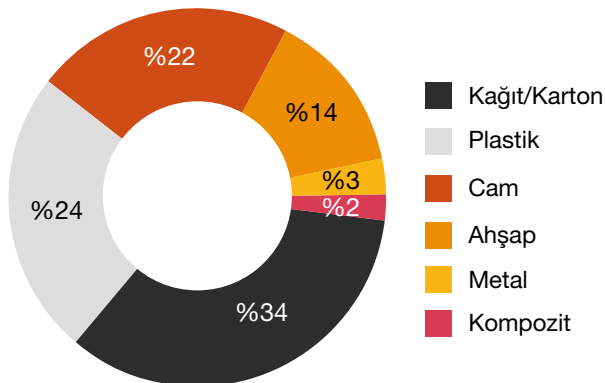


2018 yılında bertarafı AAK Yönetmeliği kapsamında gerçekleştirilen ambalajlar incelendiğinde, toplamda 3.893 bin ton ambalaj atığı piyasa sürülmüş, bu ambalajların %61'i geri kazanılmıştır.

Piyasaya sürülen ambalaj atıklarının malzemeleri içerisinde en büyük oranı kağıt/karton atıkları oluşturmakta ve onu sırasıyla plastik ve cam atıkları takip etmektedir. Bununla birlikte, 2018 yılında geri kazanım oranı en yüksek olan ambalaj atığı da kağıt/karton atıklar olmuştur.

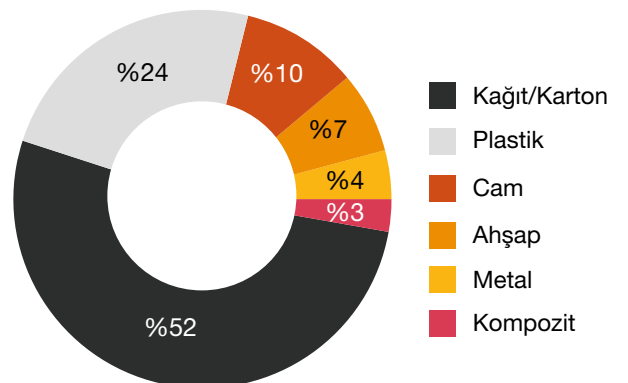
Grafik 54

Piyasaya Sürülen Geri Dönüştürülebilir Atık (% , 2018)



Grafik 55

Geri Kazanılan Atık (% , 2018)



Ambalaj Atıklarının Geri Kazanım Oranları (%, 2018)

2018 yılında ambalaj atıkları içerisinde en yüksek geri kazanım kağıt/karton atıkları için olurken, cam atıkların geri kazanımı en düşük seviyede gerçekleşmiştir.

Kağıt/Karton %93,4

Plastik %62,6

Metal %68,3

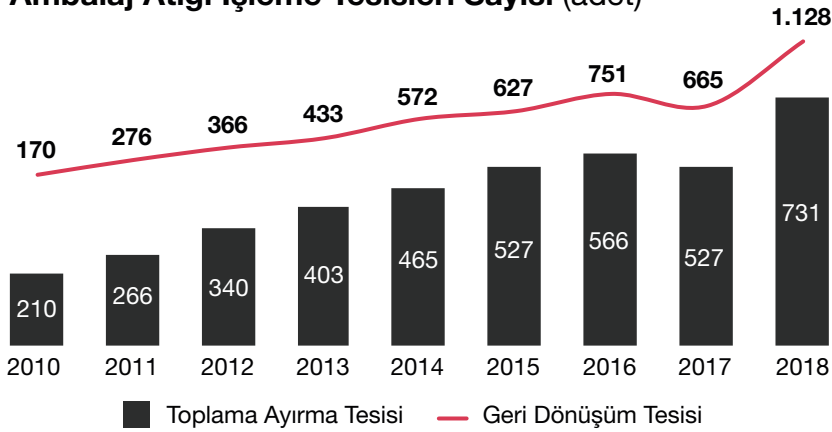
Ahşap %31,2

Kompozit %64,2

Cam %27,3

Grafik 56

Ambalaj Atığı İşleme Tesisleri Sayısı (adet)

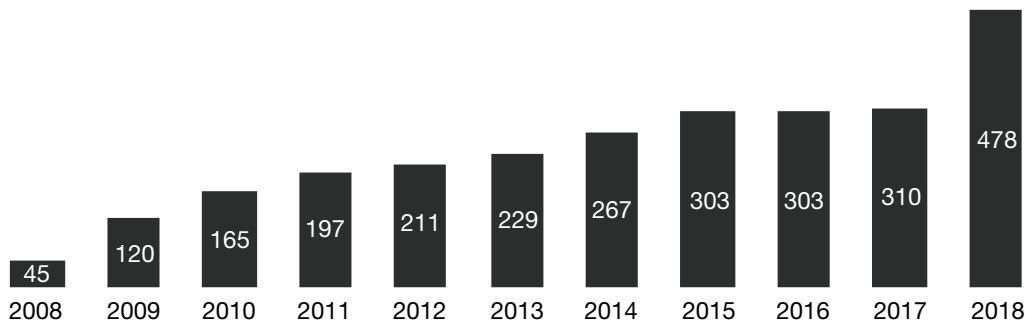


Yönetmeliğe göre, ambalaj atığı toplama-ayırma ve geri dönüşüm tesislerinin lisans almaları gerekmektedir. 2018 yılı itibarıyla toplam toplama ayırma tesislerinin sayısı 731, geri dönüşüm tesisi sayısı ise 1.128 seviyesine ulaşmıştır.

Yönetmeliğe göre, ambalaj atıkları belediyeler tarafından veya belediyeler adına toplanmaktadır. Ambalaj atıklarını diğer atıklardan ayırarak biriktiren, toplayan ve taşınmasını sağlayan belediyeler, bu süreçlerin planlamasını hazırlayarak Bakanlığa sunmaktadır. Ambalaj atığı yönetim planı onaylı belediye sayısı 2008 yılında 45 seviyesindeyken 2018 itibarıyla bu sayı 478'e ulaşmıştır.

Grafik 57

Ambalaj Atığı Yönetim Planı Hazırlayan Belediye Sayısı (adet)

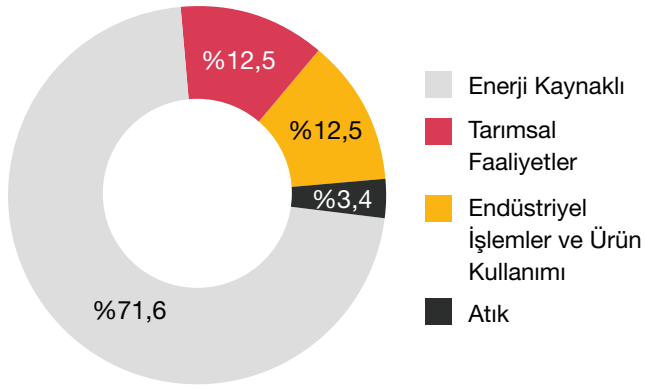


Tehlikeli Atıklar

İmalat sanayi işyerleri, termik santraller, organize sanayi bölgeleri, maden işletmeleri ve sağlık kuruluşları 2018 yılında 15,1 milyon tonu tehlikeli olmak üzere 66,8 milyon ton atık oluşturdu.

Grafik 58

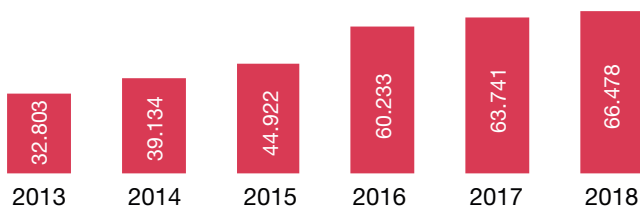
Sera Gazı Emisyonu Faaliyet Dağılımı (%, 2018)



Sera gazı emisyon envanteri sonuçlarına göre, 2018 yılında toplam sera gazı emisyonu 520,9 milyon ton CO₂ eşdeğeri olarak hesaplandı. Türkiye’de 2018 yılı için kişi başı CO₂ eşdeğer emisyonu 6,4 ton/kişi, sera gazı emisyonu yoğunluğu ise 0,14 kg CO₂ eşdeğeri/GSYH (TL) olarak belirlendi.

Grafik 59

Yıllara Göre Atık Beyanında Bulunan Tesis Sayısı (adet)

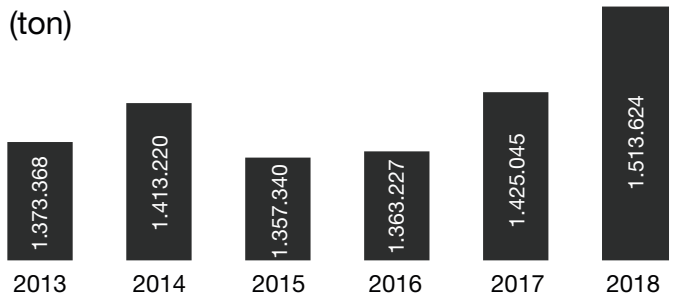


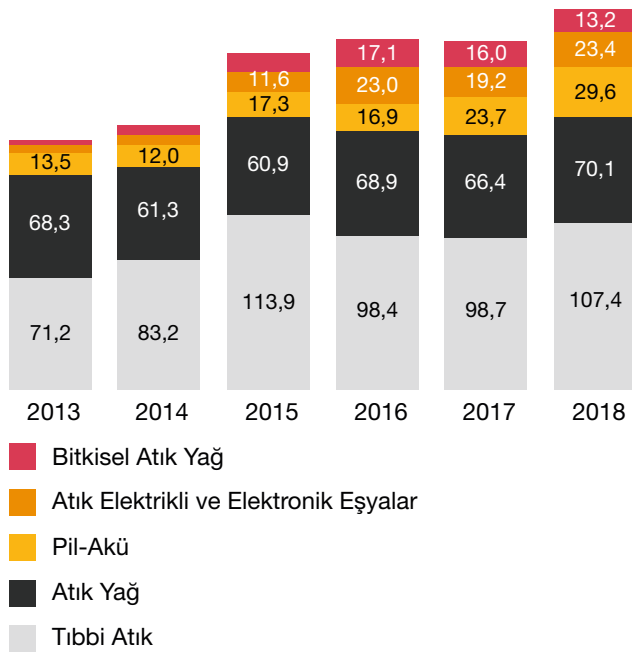
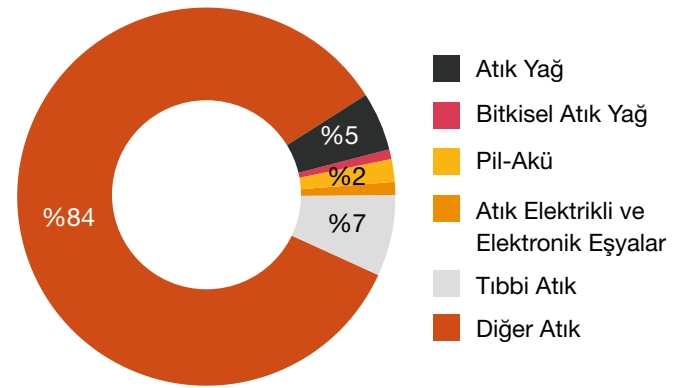
Canlılar ve çevre için tehlike oluşturabilecek kanserojen, yakıcı, yanıcı, patlayıcı, tahriş edici ve zararlı atıklara tehlikeli atık denilmektedir. Kullanım süresi geçen veya standart dışı ürünler, kontamine olmuş/kirlenmiş, niteliği bozulmuş, dökülmüş veya yanlış kullanıma maruz kalmış maddeler, endüstriyel kalıntılar, yüzey işlemleri kalıntıları, değerini kaybetmiş cisimler tehlikeli atıklara örnektir.

- Biyolojik kökenli organik atıklar
- Enfekte atıklar (tehlikeli madde ile kontamine olmuş ambalajlar, boya kutuları, kimyasal kaplar, bez ve eldiven, yağ teneke ve varilleri gibi)
- İnorganik atıklar (asit ve baz, siyanür içeren atıklar, asbest kalıntıları gibi)
- Madeni yağ atıkları
- Kimyasal kökenli organik atıklar (kirlenmiş klorlu solventler, boya ve reçine atıkları, vernik kalıntıları, biosid ve pestisitler, eski piller ve aküler, cıvalı ve floresan ampuller, kartuş ve tonerler gibi)
- Motor, makine, mineral ve benzeri atık yağlar (yağlı araç parçaları, metallerin mekanik olarak işlenmesi esnasında oluşan ve yağ bulaşmış metal talaşları, metalik çamurlar gibi)

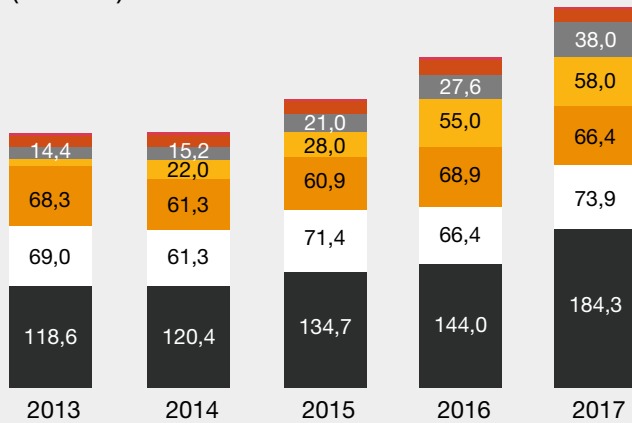
Grafik 60

Yıllara Göre Tehlikeli Atık Miktarları (ton)



Grafik 61**Yıllara Göre Beyan Edilen Tehlikeli Özel Atık ve Tıbbi Atık Miktarları (bin ton)****Grafik 62****Tehlikeli Özel Atık ve Tıbbi Atık Dağılımı (% , 2018)**

Özel Atıklar olarak değerlendirilen maddelerin çoğu geri dönüştürülebilir malzemelerden oluşur ve tehlikeli atık kapsamına girerler. Sağlık kuruluşlarından toplanan enfeksiyöz, patolojik ve kesici-delici atıklara tıbbi atık denmektedir ve tehlikeli atık kapsamındadırlar. Tıbbi atıkların bulaşıcı hastalık yayması mümkündür.

Grafik 63**Yıllara Göre Toplanan Özel Atık Miktarları (bin ton)***

*Beyan edilen ve toplanan atık sayıları farklıdır, ömrünü tamamlamış araçlar için 'adet', diğer atıklar için 'ton' kullanılmıştır.

Kaynak: TC. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

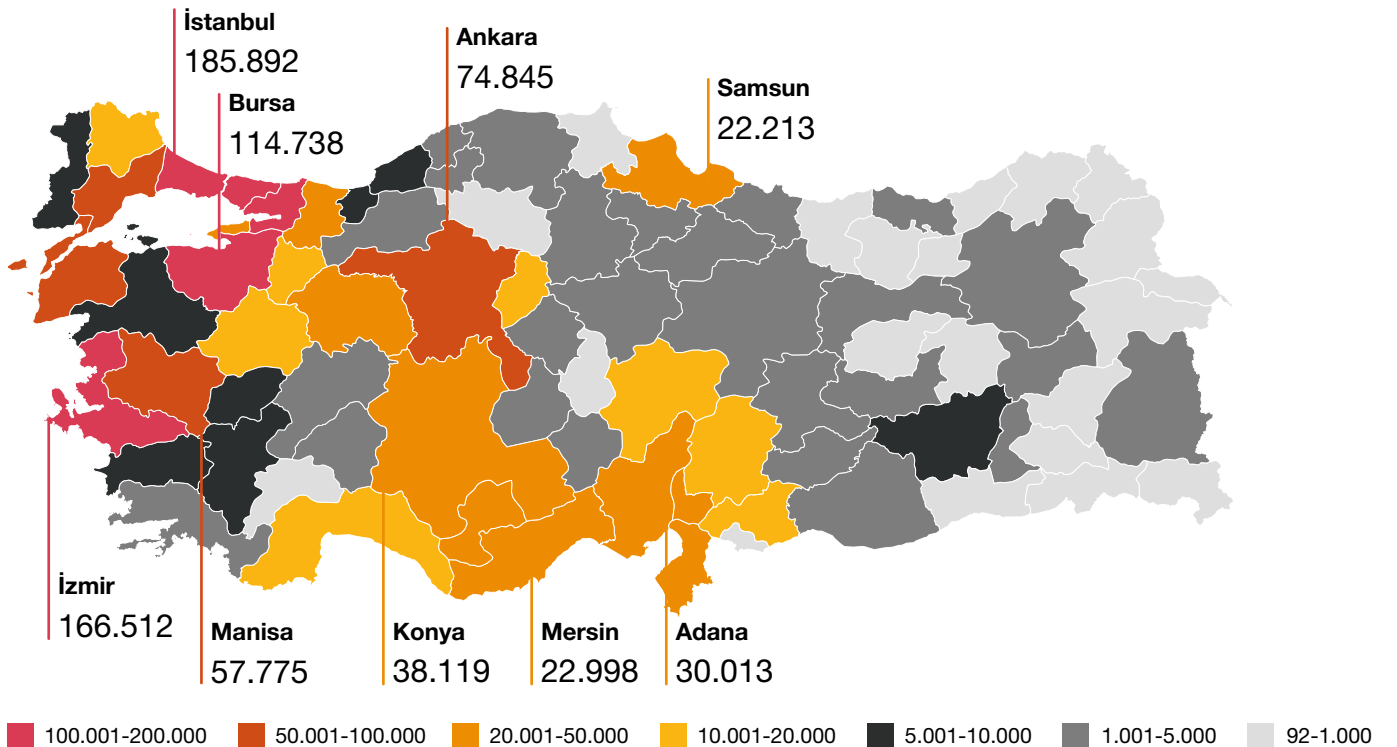
En Çok Tehlikeli Atık Üreten Faaliyet Alanları (ton, 2018)

En yüksek atık oluşumu imalat sektörü/ana metal sanayiye aittir.

Faaliyet Alanı	Atık Miktarı (Ton)
Ana metal sanayi	360.824
Kimyasal ve kimyasal ürün imalatı	122.368
Motorlu kara taşıtı ve römork imalatı	100.768
Fabrikasyon metal ürünleri imalatı (makine ve teçhizat hariç)	84.681
Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipmanlar	52.764
Elektrikli teçhizat imalatı	39.308
İnsan sağlığı hizmetleri	110.742
Elektrik, gaz, buhar ve havalandırma sistemi üretimi ve dağıtımı	105.165
Atığın toplanması, ıslahı ve bertaraf faaliyetleri, maddenin geri kazanımı	89.672
Kanalizasyon	45.586

İllere Göre Tehlikeli Atık Miktarı Dağılım Haritası (ton, 2018)

Sanayi tesislerinin daha yoğun olduğu bölgelerde tehlikeli atık miktarının da yüksek olduğu görülmektedir.



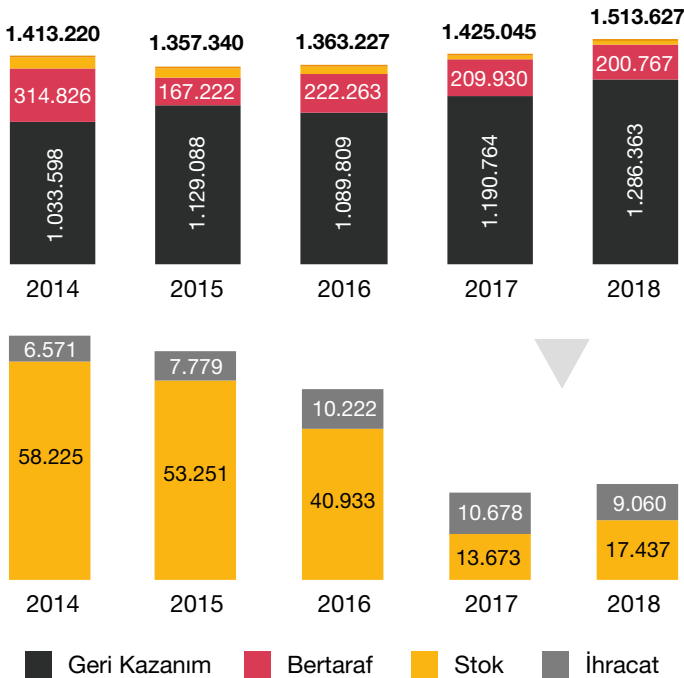
En Çok Beyanı Gerçekleştirilen 10 Atık Kodu (2018)

Tehlikeli maddeler içeren gazların arıtımı sonucu ortaya çıkan katı atıklar demir ve çelik endüstrisinden kaynaklanmaktadır.

Atık Tanımı	Atık Miktar (Ton)
Tehlikeli maddeler içeren gazların arıtımı sonucu ortaya çıkan katı atıklar	285.734
Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	106.573
Enfeksiyonu önlemek amacı ile toplanmaları ve bertarafı özel işleme tabi olan atıklar	103.453
Tehlikeli maddeler içeren öğütme parçaları ve öğütme maddeleri	97.707
Endüstriyel atık suyun diğer yöntemlerle arıtılmasından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	80.543
Tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtre malzemeleri (başka şekilde tanımlanmamış ise yağ filtreleri), temizleme bezleri, koruyucu giysiler	58.696
Sıyırma asitleri (parlatma asitleri)	48.573
Kum odacığınan ve yağ/su ayırıcılarından çıkan karışık atıklar	31.562
Endüstriyel atık suyun biyolojik arıtılmasından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	30.062
Kurşunlu piller ve akümülatörler	28.755

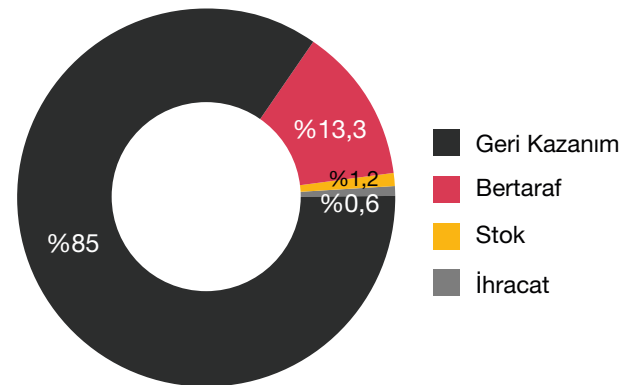
Grafik 64

Yıllara Göre Tehlikeli Atık Miktarı İşleme Dağılımı (ton)



Grafik 65

Tehlikeli Atık İşleme Dağılımı (% , 2018)

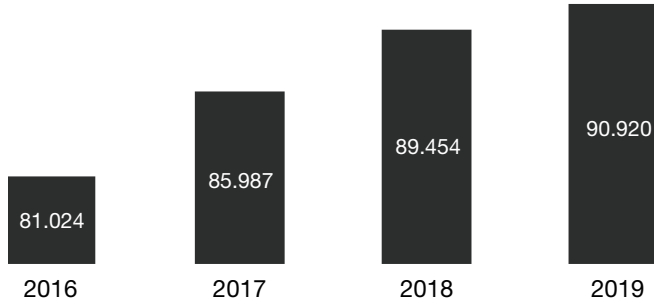


2018 yılında beyan edilen tehlikeli atığın %84,99'u geri kazanılmak üzere atık işleme tesislerine gönderilirken %13,26'sı bertaraf edilmek üzere sterilizasyon, düzenli depolama ve yakma tesislerine gönderilmiştir. Tehlikeli atığın %1,15'i tesislerde stok olarak tutulmuş ve %0,60'ı ise ihracat edilmiştir.

2017 yılında Tehlikeli Atık Beyan Sistemi'ne 15.136 adet tesis 98.729 ton tıbbi atık beyanında bulunmuştur. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın verilerine göre beyan edilen tıbbi atık miktarı 2018 yılında 107.400 tona ulaşmıştır. Türkiye'de 2008 yılından bu yana kurulan sterilizasyon tesisleri ile tıbbi atıkların zararsız hale getirilme işlemi uygulanmaktadır.

Grafik 66

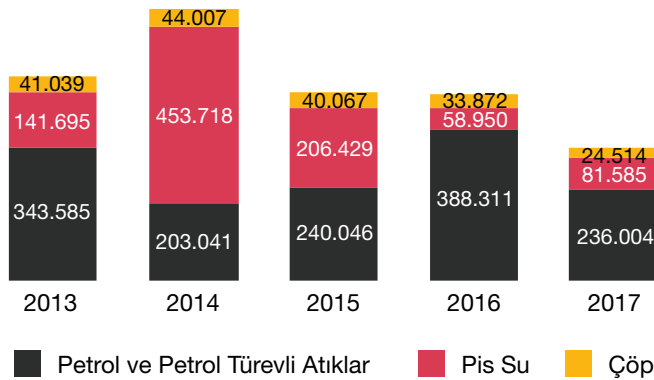
Yıllara Göre Sağlık Kuruluşlarından Toplanan Tıbbi Atık Miktarları (ton)



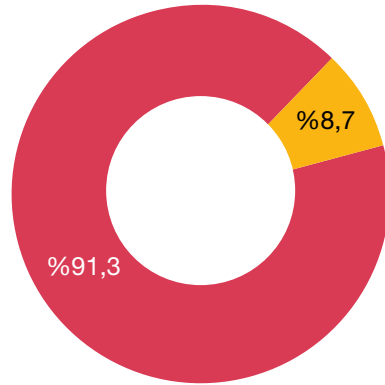
TÜİK'in tıbbi atık istatistikleri kapsamında, 2019 yıl sonu itibarıyla faaliyette olan 1.524 sağlık kuruluşundan yaklaşık 91 bin ton tıbbi atık toplanarak bir önceki yıla göre %1,6 artış yaşanmıştır.

Grafik 67

Yıllara Göre Gemi Kaynaklı Atık Miktarları (m³)

**Grafik 68**

Sağlık Kuruluşlarından Toplanan Tıbbi Atıkların Bertaraf Yöntemi Kırılımı (% , 2019)



Sterilize edilerek depolama alanlarında

Yakma tesislerinde

2019 yılında sağlık kuruluşlarından toplanan tıbbi atığın %82,8'i otuz büyükşehirde toplandı. Toplam tıbbi atığın %38,4'ü üç büyükşehirde bulunan sağlık kuruluşlarından toplandı.

İstanbul %24,6

Ankara %7,0

İzmir %6,7

2019 yılında sağlık kuruluşlarından toplanan tıbbi atığın %82,8'i otuz büyükşehirde toplandı. Toplam tıbbi atığın %38,4'ü üç büyükşehirde bulunan sağlık kuruluşlarından toplandı.



Biyokütle Kaynakları ve Kullanım Alanları



Biyokütle Kaynakları

Biyokütlenin birincil, ikincil ve üçüncül kaynaklardan elde edilebilen farklı türleri bulunmaktadır.

Birincil biyokütle kaynakları enerji üretimi için bitki yetiştiriciliğini kapsamakta ve yetiştirilen bu bitkiler için başka bir kullanım öngörülmemektedir. Birincil kaynaklar genel olarak plantasyon ağaçları (örneğin, okaliptüs) gibi odunsu biyokütleleri ve enerji otu veya tahılları gibi otsu biyokütleleri kapsamaktadır.

İkincil biyokütle kaynakları enerji üretimi için kullanılan yan ürünleri ifade etmektedir. Hasat edilen ana ürün (örneğin gıda ve yem için tahıl) enerji üretimi için kullanılmazken herhangi bir artık (saman, kabuk gibi) kullanılmaktadır. Benzer şekilde, odunsu biyokütle için de ana ürün enerji üretimi için kullanılmazken (örneğin, odun kağıt üretiminde kullanılabilir veya kalas olarak hasat edilebilir) odunun yan ürünleri enerji üretimi için kullanılmaktadır.

Üçüncül biyokütle kaynakları ömrünü tamamlamış kaynaklar olan her türlü atığı kapsamaktadır. Bu atıklar; ormansal, hayvansal, tarımsal, kentsel ve endüstriyel atıklar olarak sınıflandırılabilir.

Biyokütle türünün sınıflandırılmasında temel olarak biyokütle veya hammaddenin alternatif kullanımı dikkate alınmaktadır.

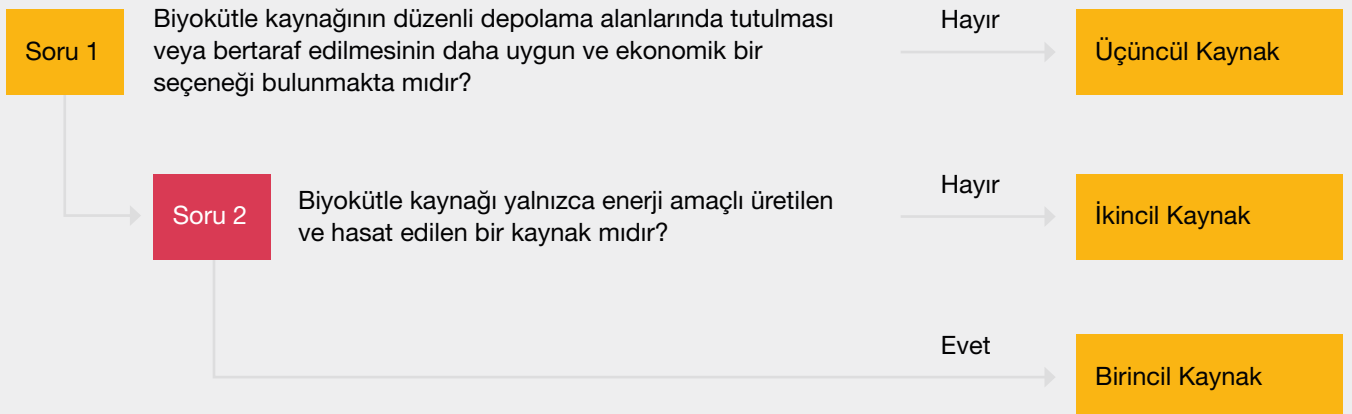
Biyokütle enerjisi genel olarak iki ayrı grupta incelenmektedir: verimi daha düşük ve geleneksel biyokütle ile verimi daha yüksek ve modern biyokütle. Tarımsal biyokütle olarak da kabul edilen biyokütlenin geleneksel kullanımı, genel olarak tarımsal, hayvansal ve ormansal atıkların kullanımıyla enerji üretimini kapsamaktadır. Biyokütlenin modern kullanımında ise daha çok kentsel ve endüstriyel atıkların kullanımı ve hammadde elde etmek için bitki yetiştiriciliği öne çıkmaktadır.

Geleneksel Biyokütle

- Ormansal atıklar(odun, odun kömürü, vb.)
- Tarımsal ürün ve atıklar(çeşitli hasat kalıntıları, bitki yaprakları, kabukları ve çekirdekleri vb.)
- Hayvansal atıklar

Modern Biyokütle

- Atık su
- Kentsel atıklar
- Endüstriyel atıklar
- Arıtma çamuru
- Enerji üretimi için bitki yetiştiriciliği



Biyokütle kaynağı olarak kullanılan ürün ve atıklar genel olarak; tarımsal, ormansal, hayvansal, endüstriyel ve kentsel olarak sınıflandırılmaktadır.

Tarımsal ürün ve atıklar

Çeşitli tarımsal ürünlerin (mısır, buğday, pamuk, şeker kamışı, vb.) gıda için kullanılan kısımlarının hasadından sonra kalan artık ve atıkları kapsamaktadır. Tarımsal atıklar bitki yaprakları, kabukları, kökleri ve gövdelerini de içermektedir.

Mısır hasat edildiğinde enerjiye dönüştürülebilen biyokütle, koçan şeklinde tarlada kalmaktadır. Benzer şekilde, buğday, pamuk, soya, bezelye, şeker kamışı, zeytin, ceviz gibi tarımsal ürünlerin hasatları sonucunda da biyokütle kaynağı olarak kullanılabilir kabuk, çekirdek ve lifler ortaya çıkarmaktadır.

Mevcut tarımsal uygulamalarda genellikle bu kalıntılar toprağa geri sürülmekte, yakılmakta veya çürümeye bırakılmaktadır. Bu kalıntılar, çeşitli çevrim yöntemleri ile elektrik ve ısı üretmek için kullanılabilir. Ek olarak, biyoyakıt dönüştürülmek üzere nişasta, şeker veya yağ kullanılması için yetiştirilen tarımsal ürünler de mevcuttur.

Dünya çapında her yıl önemli miktarlarda mahsul kalıntısı üretilmektedir. Tarımsal kalıntıların biyokütle kaynağı olarak kullanılmasının bir avantajı, gıda mahsulleri ile birlikte yetiştirildikleri için ek arazi kullanımına ihtiyaç duyulmamasıdır.

Ormansal ürün ve atıklar

Ormansal atıklar, tarlaların inceltilmesi, küspe ve kereste için kök odununun çıkarılması ve doğal aşındırma gibi işlemlerle oluşmaktadır. Hasat işlemleri genel olarak hacmin yaklaşık %50'sini kaldırmakta ve kalıntılar biyokütle olarak kullanılabilir durumda bırakılmaktadır. Orman kalıntıları nakliye maliyetleri yüksek, yoğunluk ve yakıt değerleri düşük kalıntılardır. Bu nedenle bu kalıntıların ormanın kendi içinde biyokütle olarak bırakılması daha ekonomiktir.

Hayvansal atıklar

Balıkçılar, mezbahalar ve çiftliklerden gübre ve arıtma çamuru sağlanmaktadır. Hayvansal atıklar çeşitli yöntemler kullanılarak yakıt, elektrik ve ısıya dönüştürülmektedir. Biyokütle enerji kaynağı olarak kullanılabilir çok çeşitli hayvansal atık bulunmakla birlikte en yaygın olanı gübredir. Atıklar genellikle gübre olarak satılmakta veya tarım arazilerinde kullanılmaktaydı. Ancak, koku ve su kirliliği gibi konularda çevresel kontrollerin getirilmesi atık yönetiminin önemini öne çıkarmış ve enerji dönüşümünü gerekli kılmaya başlamıştır.

Kaynak: IEA, FAO

Endüstriyel atıklar

Gıda sektörü biyokütle enerji kaynağı olarak kullanılabilir çok sayıda kalıntı ve yan ürün üretmektedir. Katı atıklar; meyve ve sebze artıkları, kalite kontrol standartlarını karşılamayan gıda ürünleri, şeker ve nişasta ekstraksiyonundan elde edilen posa ve lifler, kahve telvesi gibi ürünleri içermektedir. Bu atıklar genel olarak çöp sahalarında toplanmaktadır. Sıvı atıklar; et, meyve ve sebzelerin yıkanması, kümes hayvanlarının ve balıkların pişirilmesi ve temizlenmesi gibi işlemler sonucunda oluşmaktadır. Oluşan atık sular; şeker ve nişasta gibi organik maddeler içermekte ve enerji üretimi için kullanılabilir.

Kağıt endüstrisi ise yüksek derecede enerji ve su tüketmekte olup üretim sonrasında heterojen yapıda atık su bırakmaktadır. Bırakılan atık su, sıvı biyokütle kaynağı olarak kullanılabilir.

Kentsel atıklar

Çöpe atılan veya geri dönüşüme gönderilen atıkları kapsamaktadır. Özellikle kağıt, karton ve atılmış gıda ürünleri gibi kentsel katı atıklar, biyokütle hammaddesi için önemli kaynaklardır. Bununla birlikte, bazı kentsel atıkların (özellikle metal ve plastik atıklar) biyokütle kaynağı olarak kullanımı uygun değildir. Her yıl milyonlarca ton evsel atık toplanmakta ve çoğunlukla açık sahalarda bertaraf edilmektedir. Kentsel katı atıklar, çeşitli çevrim yöntemleriyle enerjiye dönüştürülmekte depolama sahalarında üretilen gaz ısı ve elektrik üretimi için kullanılmaktadır.

Arıtma çamuru, hayvansal atıklara benzer bir enerji kaynağı olarak biyogaz üretiminde kullanılmaktadır.

Biyokütle yetiştiriciliği

Enerji üretiminde biyokütle hammaddesi olarak kabul edilen atıkların yanı sıra bitki yetiştiriciliği ile elde edilen mahsuller de biyokütle kaynakları arasında yer almaktadır. Biyokütle için hammadde elde etme amacıyla geliştirilen biyokütle yetiştiriciliğinde enerji ormanları ve enerji tarımı kullanılmaktadır.

Enerji bitkileri, özellikle enerji kaynağı olarak yetiştirilen bitkiler olarak tanımlanmaktadır. Biyokütle kaynağı olarak yalnızca enerji üretimi için yetiştirilen tarımsal ürünler yüksek verimlilik ve daha düşük çevre kirliliği sunmaktadır. Enerji bitkileri arasında; kara kavak, şeker kamışı, okaliptüs ağaçları, söğüt, titrek kavaklar, fil otu, dev kamışlar gibi bitkiler yer almaktadır. Bu bitkiler periyodik olarak ekilir ve hasat edilir.

Özel enerji bitkileri, enerji açısından zengin önemli bileşenler (yağ, şeker, nişasta ve lif) içermekle birlikte, normal biyokütle kaynaklarına göre daha fazla potansiyel sunmaktadır. Bunun yanı sıra, enerji bitkilerinin karbon nötr olması, var olan ormanları koruması ve çevre kirliliğini azaltması sürdürülebilir enerji verimliliğini sağlamaktadır.

Biyokütle kaynağına erişim konusunda kaçınılmaz engeller olmasına karşın bu engellerin kaldırılması veya azaltılması, biyokütlenin tam potansiyelini elde etmek için önem taşımaktadır.

Tedarik Riskleri

Ürün yetiştirme riskleri

Biyokütle sektörünün, gıda ve ormancılık sektörleriyle paylaştığı temel risk, üretime ilişkin risklerdir. Biyoyakıt üretimi için bu riskler doğrudan mahsul üretimi ile ilgiliyken, biyoısı ve biyoenerji için bu riskler genellikle orman ve odun endüstrisinden gelen atıkların tedarikleriyle ilgilidir. Diğer taraftan, kuraklık ve hava ile ilgili diğer etmenler, yangın ve zararlı canlılar (böcekler, bitki hastalıkları ve omurgalılar gibi) biyokütle hammaddelerinin kullanılabilirliğini azaltabilmektedir.

Bu riskler, uygun planlama ve yönetim ile azaltılsa da tamamen ortadan kaldırılamamaktadır.

Daha uzun vadeli riskler ise, iklim değişikliğinin etkileriyle ortaya çıkan belirsizlikleri içermektedir. Artan sıcaklıklar ve değişen yağmur trendleri, dünyanın farklı bölgelerinde belirli mahsullerin üretimini etkilemektedir. Ek olarak, yanlış sulama uygulamaları veya mahsul kalıntıları giderilirken yapılan hatalar nedeniyle toprak ve su bozulması da üretkenliği ciddi şekilde etkileyebilir.

Tedarik riskleri

Hammadde tedarikinde piyasa ihtiyaçlarının, kalitenin ve fiyatın güvence altına alınması önem taşımakla birlikte, farklı biyoenerji hammaddeleri için farklı zorluklar bulunmaktadır.

Geleneksek biyokütle kullanımında gıda ve ormancılık sektörleri ile yaşanan rekabet, arz-talep dengelerini ve hammadde fiyatlarını etkileyerek risk oluşturmaktadır.

Enerji için özel bitki yetiştiriciliği de birtakım engellerle karşı karşıyadır. Bu biyokütle kaynaklarının büyük bir çoğunluğu için teknik, ticari, politik, ekonomik ve kültürel engeller bulunmaktadır. Çeşitli kavak ve kamış üretiminde kullanılan teknolojiler doğrudan kullanılabilirken odunsu ürünler özel tarım ve ormancılık ekipmanları gerektirmektedir.

Biyokütle artıkları orman ve tarım endüstrilerinin yan ürünleridir. Bu ürünler üretimdeki değişimlerden etkilendiği için biyokütle artıklarının mevcudiyetini tahmin etmek ve güvence altına almak zordur.

Teknik Riskler

Hammadde Değişkenliği

Biyoenerji çevrim yöntemlerinin birçoğu hammadde kalitesindeki ve nem içeriğindeki değişikliklere karşı çok esnek değildir. Bu durum, üretim performansını, güvenilirliğini ve dolayısıyla ekonomisini etkilemektedir.

Hammadde kullanımı

Katı biyokütle hammaddesinin düşük yoğunlukta ve çeşitli yapılarda bulunması, teknik olarak işlenmesini ve depolanmasını zorlaştırmaktadır. Kazan besleme sistemlerinin güvenilirliği özellikle basınç altında çalışan gazlaştırma üniteleri için önemli sorunlardan biridir.

Zehirli emisyonlar

Zehirli emisyonlar konusunda gittikçe artan sınırlamaları ve standartları karşılamak için baca gazı temizliği ve daha fazla Ar-Ge faaliyeti gerekmektedir. Bu, daha basit ve uygun fiyatlı çözümlere ihtiyaç duyan küçük ölçekli tesisler için özellikle önem taşımaktadır.

Teknolojilerin Ticarileştirilmesi

Yetersiz kaynak mevcudiyeti, dağıtım ve lojistik konularındaki zorluklar nedeniyle hammaddelerin büyük tesislere taşınması konularında riskler bulunmaktadır.

Bu risklerin giderilmesi, gelişmiş ekonomiye sahip teknolojilerin ticarileştirilmesi ve biyokütlenin kullanılabilirliği ve lojistiği konusunda iyileştirmeler gerektirmektedir.

Biyokütle kaynakları konusundaki bir diğer risk ise özellikle rekabet, düzenlemeler ve yatırımcı güveni konularını içerek piyasa riskidir.

Piyasa Riski

Rekabet

Biyoenerji, tüm pazar segmentlerinde alternatif kaynakların neden olduğu rekabet içerisinde yer almaktadır. Biyoenerji, çoğu alternatif yenilenebilir kaynaktan genel olarak daha uygun maliyetli olsa da çeşitli destekler olmadığı sürece fosil yakıtlarla rekabet gücü yüksek değildir. Biyoenerjinin rekabet gücü büyük ölçekte biyokütlenin maliyetine bağlı olmakla birlikte; altyapı, alternatiflerin maliyeti ve düzenleyici konular (örneğin şebeke erişebilirliği) gibi birçok faktör de biyoenerjinin rekabet gücünü etkilemektedir.

Biyoenerji sektöründeki rekabet

Biyoenerji sektöründe kullanılabilen biyokütle türleri bölgesel mevcudiyet ve teslim edilen nihai ürün açısından nispeten benzer olan ticari teknolojiler arasında henüz rekabet bulunmamaktadır. Ancak, yeni teknolojilerin gelişmesi, özellikle bitki yetiştiriciliği ile geliştirilen hammaddelerden enerji üretimi, bu durumu değiştirebilir.

Kanun ve düzenlemeler

İstikrarlı ve destekleyici bir politika ortamı biyokütlenin farklı uygulamalarda geliştirilebilmesi için büyük önem taşımaktadır. Benzer şekilde, planlama, düzenleme ve emisyon standartları gibi düzenleyici konularda netlik ve öngörüye ihtiyaç duyulmaktadır.

Yatırımcı güveni

Hammadde mevcudiyeti ve fiyatı gibi çeşitli riskler yatırımcılar için önemli bir endişe kaynağı oluşturmaktadır. Hammadde maliyetleri, biyoenerji üretim maliyetlerinin büyük bir bölümü oluşturduğu için, biyokütle projelerinin belirsizliklerinin ortadan kaldırılması için, uzun vadeli tedarik sözleşmelerinin sağlanması fayda sağlayabilmektedir.

Hammadde değişkenliği ve bunların çevrim yöntemleri üzerindeki etkisi yatırımcıların güvenliğini etkilemektedir. Öte yandan, hammadde ve teknoloji seçeneklerinin çeşitliliği yatırım kararlarına karmaşa katmaktadır.

Biyokütlenin gıda ve ormancılık gibi diğer sektörlerle etkileşimi ve bunları etkileyen politikalar da bir risk kaynağı olmakla birlikte biyoenerji sektörünün gelecekteki gelişimine daha fazla belirsizlik getirmektedir.



Biyokütlenin Sektörlerde Kullanımı

Biyokütle enerjisi üç temel alanda kullanılmaktadır; elektrik, ısı ve biyoyakıt. Bu enerji türlerinden hali hazırda pek çok sektörde yararlanılmaktadır. Özellikle artan bilinçle biyoenerjiye dönüş kapsamında iklim dostu karbon ekonomisi oluşturabilmek için karbondan arındırılması zor olan sektörlerde (uzun mesafeli/ ağır yük taşımacılığı, demir ve çelik, çimento ve kireç, alüminyum ve kimyasallar ve petrokimya gibi endüstriler) biyokütle kullanımı daha da önemli rol alacaktır.

Biyoenerji, günümüzde yenilenebilir enerji kullanımının büyük bir bölümünü oluşturmaktadır ve özellikle enerji, sanayi, ulaşım ve inşaat/yapı sektörlerinde bir enerji kaynağı ve yakıt olarak kilit bir noktadadır. Bunlara ek olarak biyobazlı malzeme (inşaat yapı malzemeleri, mobilya, plastik gibi) üretimi de gelişerek yeni kullanım alanları yaratmaktadır. Nihai kullanımlar açısından, toplam biyoenerji kullanımının (modern ve geleneksel) en büyük payı, pişirme ve alan ısıtmayı içeren inşaat sektöründedir. İkinci en büyük pay sanayi sektöründedir, bunu enerji sektörü ve çoğunlukla şeker kamışı ve mısır gibi mahsullerden elde edilen sıvı biyoyakıtlar şeklinde kullanılan ulaşım sektörü takip etmektedir.



İnşaat

İnşaat sektöründe biyokütleyi kullanmanın iki farklı yolu vardır, alan ısıtma ve pişirme. Binalar biyokütle kullanılarak şehir ölçeğindeki bölgesel ısıtma sistemleri veya bina ölçeğindeki fırınlar ile odun yongaları ve peletler gibi hammaddelerin verimli bir şekilde kullanılmasıyla ısıtılabilir. Biyokütle ile yemek pişirme, tipik olarak gelişmekte olan ülkelerde biyokütlenin geleneksel kullanımlarından biridir. Katı yakıtlar ve gazyağı kullanılan verimsiz geleneksel fırınlar iç mekan dumanı yaymaktadır. Bu zararlı pişirme uygulamaları yerine odun, biyogaz veya etanol gibi sürdürülebilir şekilde üretilmiş biyoenerji kullanan ocaklara, temiz ve verimi yüksek modern sistemlere geçiş artmaktadır. Modern biyoenerji kombine ısı ve güç (CHP*) tesislerinde elektrik ve ısı üretimi için de önemli bir potansiyele sahiptir.



Sanayi

Sanayi sektörü enerjiyi işleme, montaj, buhar üretimi, kojenerasyon, ısıtma ve soğutma, aydınlatma ve iklimlendirme gibi çok çeşitli amaçlar için kullanır. Bununla birlikte, sanayide tüketilen enerjinin çoğu, özellikle demir-çelik, kimya-petrokimya, metal olmayan mineraller, kağıt hamuru-kağıt ve gıda endüstrisinde, ısı biçimindedir.

Endüstride mevcut doğrudan yenilenebilir enerji kullanımı, ağırlıklı olarak biyoyakıtlar ve atıktan enerji biçimindedir.

Biyokütle, düşük, orta, yüksek sıcaklıklarda ısı sağladığı için fosil yakıtlara alternatiftir ve endüstri sektörünün dekarbonizasyonunda önemli bir konuma sahiptir.

Biyokütle, selüloza dayalı doğal sentetik elyafların ve biyolojik olarak parçalanabilen biyoplastik üretmek için biyomalzemelerin üretimi yoluyla endüstri sektöründe karbon emisyonlarının azaltılması için de kullanılmaktadır.

Diğer potansiyel endüstriyel uygulamalar, kağıt hamuru ve kağıt, kereste, gıda ve biyoyakıt gibi biyokütle esaslı endüstrilerde üretilen biyokütle artıklarının kullanımını içermektedir.

Buna ek olarak, biyorefineri sistemleri, kimyasal üretimin yanı sıra, kombine ısı ve güç ve biyoyakıt şeklinde enerji üretimi için azaltılmış çevresel etkileri olan alternatif yollar sunmaktadır.

* Combined Heat and Power



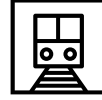
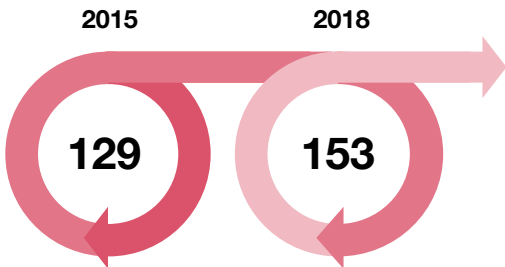
Enerji

Katı, sıvı ve gaz halindeki biyokütle ve atık yakıtlar halihazırda enerji sektöründe ısı ve elektrik üretmek için kullanılmaktadır. Hammaddeler ve teknolojiler çok kapsamlıdır; tarım ve ormancılık artıklarının yakılması gibi olgun ve düşük maliyetli seçeneklerin yanı sıra gazlaştırma veya sıkı emisyon kontrollerine sahip belediye katı atık üreteçleri gibi henüz olgunlaşmamış ve pahalı seçeneklere de bulunmaktadır. Bunlarla birlikte, biyokütleden elektrik üretimi çoğunlukla kombine ısı ve güç sistemleri aracılığıyla sağlanır. Biyokütleden enerji üretimi esnek, değişken rüzgar ve güneş enerjisi payının yüksek olduğu elektrik şebekelerindeki üretimi dengelemeye yardımcı olmaktadır.

Kağıt hamuru ve kağıt, kereste, gıda işleme ve biyoyakıt gibi biyo bazlı endüstriler enerji üretimi için kullanılabilecek büyük miktarlarda biyokütleye sahiptir. Bu endüstrilerden yeterince gelişmiş olanlar bağımsız uygulamalarda veya kojenerasyon sistemlerinde, çoğunlukla elektrik ve ısı üretimi için üretilen biyokütle artıklarından ve atıklarından yararlanmaktadır.

Biyogaz, yemek pişirmede katı biyokütlenin geleneksel kullanımını azaltabilir; iyi şebeke erişiminin olmadığı veya ısı gereksinimlerinin yalnızca elektrikle karşılanamadığı alanlarda toplu enerji ihtiyaçlarını karşılamak için sürdürülebilir bir yol sunmaktadır.

Sıvı Biyoyakıt Üretimi (milyar litre)



Ulaşım

Karayolu taşımacılığında içten yanmalı motoru olan binek araçlar ve kamyonlar için alternatif bir yakıt olan, çoğunlukla biyoetanol ve biyodizel olmak üzere, sıvı biyoyakıtlar kullanılmaktadır. Sıvı biyoyakıtlar fosil kaynaklarla beslenen nakliye, havacılık ve denizcilik sektörlerinin karbondan arındırılmasına da yardımcı olabilir. Bu ulaşım türlerinin karbondan arındırılması, ulaştırmadan kaynaklanan toplam enerji talebinin %20'sini oluşturduğundan ve sektörün en hızlı büyüyen segmentleri olduğundan çok önemlidir.

Gelişmiş biyoyakıtlar, benzin ve dizele kıyasla emisyon azaltımı sunar, gıda ve yem dışı biyokütleden elde edilebilirler; atık maddeler (bitkisel ve hayvansal yağlar gibi) ve marjinal/bozulmuş topraklarda yetiştirilen enerji mahsulleri gibi. Gıda kaynakları üzerinde daha düşük bir etkiye sahip olduklarından direkt/dolaylı arazi kullanım değişikliğine neden olma olasılıkları düşüktür. Avantajlara rağmen teknolojik gelişim eksikliği, yüksek üretim maliyetleri, olgunlaşmamış tedarik zincirleri ve devlet destek programlarına bağımlılık gibi engellerle karşı karşıyadır.

Biyoyakıtlar, elektrifikasyonun daha fazla kullanımını tamamlayabilir. Ulaşım çok daha elektrikli hale gelmektedir ancak tüm sektörlerde aynı anda değil. Uzun mesafeli taşımacılığın, ihtiyaç duyduğu daha yüksek enerji yoğunluğu nedeniyle tam olarak elektrikli hale gelmesi oldukça zordur. Bu nedenle, yağ bazlı, karbonhidrat bazlı ve odunlu-selülozik biyoyakıtların bir karışımı geliştirilmelidir.

Biyometan, ticari araçlar, şehir içi otobüsler ve servis filoları gibi araçlarda doğal gaz yerine kullanılabilir. Bazı kamyon üreticileri, ağır ve uzun yol taşımacılığı için biyogaz yakıtlı kamyonlar geliştirmeyi düşünmektedir. Ticari yük taşımacılığında biyogaz kullanımına ilişkin örnekler mevcuttur.

Biyoenerji Formları

Çeşitli çevrim işlemleriyle elde edilebilecek temel biyoenerji türleri ısı, elektrik, sıvı ve gaz yakıtlardır. Enerji uygulamalarının yanı sıra bu hammaddelerin birçoğunun başka yararlı kullanımları da vardır: gıda ve yem, kimyasallar, kağıt, inşaat malzemeleri gibi.

Biyokütle hammaddesini nihai enerji ürününe dönüştürmek için kullanılabilecek birçok biyoenerji çevrim yolu vardır. Bu çevrim teknolojileri hammaddelerin farklı fiziksel yapısına ve kimyasal bileşimine uyarlanarak geliştirilmiştir. Biyoenerji zinciri, biyokütle hammaddesinden nihai bir enerji ürünü elde edilene kadar izlenen bir dizi dönüştürme adımından oluşur. Çok çeşitli biyokütle hammaddelerinin (odun, çimen, yağ, nişasta, katı yağ vb.) ve olası son kullanım çeşitliliğinin sonucu olarak birçok potansiyel biyoenerji zinciri vardır.

Çevrim işleminde temel amaç gereken enerji hizmetini sağlamaktır

- Isı
- Güç/Elektrik
- Yakıt

Ham biyokütleyi tüketilebilir biyoenerji ürünlerine ve hizmetlerine dönüştürmek için bir veya daha fazla dönüştürme adımı gereklidir. Bazı yollar basit olsa da (örneğin, ısı üretimi için orman odununun doğrudan yakılması), içten yanmalı motorlarda kullanılabilen sıvı yakıtların üretimi için gerekli olanlar birkaç ön işlem, iyileştirme ve ikincil işlemlere gereksinim duyabilir.

Biyokütle enerji için kullanıldığında, ya doğrudan kullanılır (örneğin, ocakta yakılır) ya da ilk olarak nakliye ve kullanım için uygun bir forma dönüştürülür (odun peletleri ve yağ gibi) ve daha sonra tekrar ısı veya elektrik üretimi için kullanılabilir. Bitkilerde depolanan kimyasal enerji, yakma yoluyla doğrudan ısı olarak açığa çıkarılabilir (ve ardından bir motor veya türbin yoluyla güce/elektriğe dönüştürülebilir) veya çeşitli ara kimyasal ve enerji ürünlerine dönüştürülerek pazarlanabilir.

Biyokütleden elde edilen ikincil enerji ürünleri

Katı Yakıtlar

Odun peleti/briketi, odun kömürü vb.

Sıvı Yakıtlar

Biyodizel, biyoetanol, sentetik dizel/yenilenebilir dizel, metanol, Dimetil ether (DME), diğer yakıtlar ve yakıt katkı maddeleri (furanik yeni yakıtlar, biyobütanol vb.)

Gaz Yakıtlar

Biyogaz, biyomethan, sentez gazı, hidrojen vb.

Biyokütlenin daha kapsamlı bir şekilde işlenmesiyle elde edilen sıvı yakıt veya metan gibi gaz halinde bir biyoürün ulaşım biyoyakıtı olarak kullanım dahil olmak üzere çeşitli enerji uygulamalarında kullanılır. Biyokütle stoğunun bir kısmı da kimya endüstrisinde hammadde olarak kullanılabilir.

Biyoenerji Formları



Isı

Biyokütleden ısı üretimi, biyokütlenin geleneksel enerji kullanımınıdır. Biyokütlenin doğrudan yakılmasıyla ısı üretimi, dünya çapında önde gelen biyoenerji uygulamasıdır ve genellikle fosil yakıt alternatifleriyle maliyet açısından rekabetçidir. Teknolojiler, sobalardan modern cihazlara kadar uzanmaktadır.

Yanma: Biyokütlenin ısı için yakılması, katı biyokütleyi enerjiye dönüştürmenin en eski ve en yaygın yoludur. Yanma, basit ve iyi anlaşılmış bir süreç olduğundan biyokütlenin özelliklerine ve uygulamanın ölçeğine göre uyarlanmış çok çeşitli ticari teknolojilere sahiptir.

Gazlaştırma: Doğrudan ısı uygulaması için gazlaştırıcıların kullanımı gelişmekte olan ülkelerle sınırlıyken, daha yüksek değerli enerji ürünlerinin (elektrik ve ulaşım yakıtı) üretimi için gazlaştırma, gelişmiş ülkeler için daha büyük önem taşımaktadır.

Biyokütle kaynağının daha enerji verimli kullanımı için büyük ölçekli ısı uygulamaları genellikle kombine ısı ve güç sistemlerinde elektrik üretimi ile birleştirilmektedir.



Elektrik

Biyokütle tabanlı enerji santrallerinde kazanda doğrudan biyokütle yanması ile üretilen ısı, bir buhar türbini veya motor aracılığıyla elektrik üretmek için kullanılabilir. Kullanılan hammaddeler genelde tarımsal kalıntılar, küspe, kağıt hamuru ve kağıt endüstrisinden odun artıkları, bitkiler, odun ve saman kalıntılarıdır. Atıktan enerji üretim tesislerinde kullanılan kentsel katı atıklar ise heterojen ve kontamine birer hammaddedir. Güçlü teknolojiler ve emisyon kontrolleri gerektirdiğinden daha yüksek maliyetlidir. Elektrik üretiminde rekabetçi olmayan maliyet, uygun bir atık hiyerarşisinin ve ilgili teşviklerin yokluğunda önemli potansiyeline rağmen atıkları büyük ölçüde kullanılmayan bir enerji kaynağı yapmaktadır.

Elektrik santralinin genel verimliliğini ve rekabet gücünü önemli ölçüde artırmanın ana yolu atık ısı için ekonomik bir uygulama bulmaktır. Kombine ısı ve güç santrallerinde (CHP, cogeneration) çok sayıda hammadde ve dönüştürme teknolojisi kombinasyonu vardır.

Biyokütleden elektrik üretmek için farklı teknolojiler de mevcuttur. Kömüre dayalı enerji santrallerinde birlikte yakma/ortak yakma (co-combustion/co-firing) ısı ve güç üretimi için ısı işlemlerde sıvı ve katı biyokütle malzemelerinin fosil yakıtlarla birlikte yakılmasıdır. Enerji üretimi için biyokütlenin en uygun maliyetli kullanımıdır.



Yakıt

Ulaştırma, taşımacılık ve lojistik sektörlerinde, **1. nesil biyoyakıtlar** birçok ülkede yaygın olarak kullanılmaktadır; nişasta ve şeker mahsullerinden biyoetanol, yağ mahsuller/ yağ bitkileri, atık yağlar, katı/hayvansal yağlardan elde edilen biyodizel ve ıslak biyokütlenin anaerobik sindiriminden elde edilen biyometan gibi.

Elektrik üretmek için biyogazın yakılmasına alternatif olarak biyogaz biyometana yükseltilebilir ve gazla çalışan araçlarda kullanılmak üzere doğal gaz şebekesine enjekte edilebilir. Mevcut biyoyakıtların üretim maliyetleri, kullanılan hammaddeye (ve bunların değişken fiyatlarına) ve tesis ölçeğine bağlı olarak değişir. Sürdürülebilir arazi kullanım kriterlerinin karşılanmasına bağlı olarak

1. nesil teknolojilerin uygulanma potansiyeli yüksektir. 1. nesil biyoyakıtlar, büyük ölçüde gıda fiyatlarında artışa ve dolaylı yoldan gıda mahsülü ve arazi kullanımında değişikliğe yol açabileceğinden hem sosyal hem de çevresel risklere sahiptir. Bu tür riskler düzenleme ve sürdürülebilirlik güvencesi ve sertifikasyonu ile azaltılabilir.

Teknoloji gelişimiyle gıda dışı biyokütle (organik atıklar, kentsel atıklar, ormancılık kalıntıları, yüksek verimli enerji mahsulleri/özel yetiştirilen tahıllar, odunsu selülozik hammaddeler, saman ve çimen gibi lifli biyokütle) dayanan yeni nesil süreçler ilerlemektedir. Bu hammaddelerin **2. nesil biyoyakıt** üretimi için kullanılması, arazi kullanımı üzerindeki potansiyel baskıyı azaltacak, bazı 1. nesil biyoyakıtlara kıyasla sera gazı emisyonlarının azaltılmasını destekleyecek ve daha düşük çevresel ve sosyal riskle sonuçlanacaktır. Ağırlıklı olarak biyoetanol, sentetik dizel ve havacılık yakıtlarının üretimi için lignoselülozik hammaddelerin kullanıldığı 2. nesil teknolojiler henüz olgunlaşmamış ve ticari ölçekte güvenilir çalışma göstermek ve ölçek büyütme/çoğaltma yoluyla maliyet düşürmek için daha fazla yatırıma ihtiyaç duymaktadır. Mevcut faaliyet seviyesi, önümüzdeki on yıl içinde ticari hale gelme ihtimalinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Gazlaştırma, biyokütlenin birkaç yanıcı gaz karışımı olan yakıt gazına dönüştürüldüğü termokimyasal bir süreçtir. Doğrudan yanmaya göre iki önemli avantajı vardır; biyokütle hammaddesi yüksek verimlilikle yakıt gazına dönüştürülebildiği için gazlaştırma oldukça çok yönlü bir süreçtir ve yakıt gazı doğrudan ısı veya güç uygulamaları için kullanılabilir veya biyoyakıt üretimi/sıvı biyoyakıtlara dönüşüm için sentez gaza yükseltilebilir.

Gazlaştırma aynı zamanda ısı ve elektrik gibi bir dizi nihai ürünü, sıvı yakıtlar ve muhtemelen biyorafineriler içindeki diğer ürünlerle birlikte üretebilir. Bu tür gelişmiş kavramlar henüz pilot tesislerde araştırılmaktadır.

Anaerobik sindirim, biyokütlenin oksijensiz koşullarda biyolojik olarak parçalanmasıdır. Anaerobik sindirimin ana ürünü, metan açısından zengin bir gaz olan biyogazdır. Biyogaz elektrik üretim cihazlarında yakılabilir, biyometan olarak doğal gaz şebekesine enjeksiyon için doğal gaz standartlarına yükseltilebilir veya otobüsler gibi gaz motoru tabanlı filolarda doğrudan gazlı biyoyakıt olarak kullanılabilir.

Alg ve yosunlardan üretilen yağ ve biyokütleden elde edilen hidrojen gibi gelecek **3. nesil biyoyakıtlar** ise uygulamalı Ar-Ge aşamasındadır ve enerji piyasalarına rekabetçi katkı sağlayabilmeleri için önemli ölçüde gelişime ihtiyaç duymaktadır.



İşlem Artıkları ve Yan Ürünler

Her biyoenerji dönüşüm zinciri, temel bir enerji ürününe ek olarak ortak ürünler üretir. Ortak ürünler, tüm sürece önemli ekonomik değer katabilir. Örnekler arasında hayvan yemi, gıda katkı maddeleri, özel kimyasallar, odun kömürü (biyokömür), kül ve organik gübre bulunmaktadır.

Biyoenerjileri maliyet açısından daha rekabetçi hale getirmenin bir yolu, biyorafinerilerdeki aynı hammaddelerden diğer yüksek değerli ürünleri birlikte üretmektir. Biyorafineriler büyük ölçüde kavramsal aşamadır ve potansiyel olarak yeni ürünler ve rotalar hala tanımlanmaktadır. Biyorafineri, biyokütlenin pazarlanabilir bir ürün ve enerji yelpazesi halinde işlenmesidir. Bu kavram şunları kapsamaktadır;

- farklı işlem aşamaları: yukarı akış işleme, dönüştürme, fraksiyonlama, termokimyasal/biyokimyasal dönüştürme, ekstraksiyon, ayırma, sonraki işlemler
- herhangi bir biyokütle hammaddesinin kullanımı: mahsuller, organik kalıntılar, orman artıkları, odun, sucul biyokütle
- kabul edilebilir hacim ve fiyatlara, mevcut (veya kısa süre içinde beklenen) bir pazara sahip birden fazla ürün üretimi
- hem ara hem de nihai ürünler: gıda, yem, kimyasallar ve malzemeler
- enerjinin yakıt, güç ve ısı olarak birlikte üretimi

Biyoenerji teknolojilerinin daha fazla geliştirilmesi, temel olarak biyoenerji zincirlerinin verimliliğini, güvenilirliğini ve sürdürülebilirliğini artırmak için gereklidir. Isı sektöründe iyileştirme, daha kaliteli yakıt beslemelerine bağlı daha temiz ve daha güvenilir sistemlere yol açacaktır. Elektrik sektöründe, daha küçük ve daha uygun maliyetli elektrik veya CHP sistemlerinin geliştirilmesi, yerel kaynak kullanılabilirliği ile daha iyi eşleşebilir. İyileştirmeler daha yüksek kaliteli ve daha sürdürülebilir biyoyakıtlara olanak sağlayabilir.

Nihayetinde, biyoenerji üretimi, biyoyakıtlar, güç, ısı, kimyasallar ve diğer pazarlanabilir ürünlerin hepsinin birlikte üretilmediği biyorafinerilerde giderek artabilir. Enerji üretimi ile diğer malzemeler arasındaki bağlantı, teknik ve ticari olarak daha fazla üzerine düşülecek yüksek potansiyele sahip bir alandır. Biyorafinerileri sıvı yakıtlar, kimyasallar, lifler, polimerler, gıda ve yem, kağıt ve kağıt hamuru gibi ürünler dahil olmak üzere geniş bir ürün yelpazesi üretilmesi açısından petrol rafinasyonuna benzer. Günümüzün ilk nesil biyorafinerileri gıda ve yem üretimiyle ilişkili çeşitli ürünler sunmaktadır. Örneğin, şeker kamışı etanol biyorafinerileri çoklu enerji ürünleri üretebilir, sürdürülebilir lignoselülozik biyorafineri enerji ve malzeme akışlarının entegrasyonunu artırabilir. Biyoyakıtlar, biyorafinerilerde üretilir ancak her zaman en yüksek değerli ürün değildirler, malzemeler ve kimyasallar genellikle yakıtlardan daha yüksek katma değere sahiptir. Başlıca örneklerden biri, biyodizel üretiminin bir yan ürünü olan gliserindir; gıda, ilaç ve kişisel bakım endüstrilerinde birçok uygulamaya sahiptir ve kimyasal bir ara üründür.



Diğer Ürünler: Biyo Bazlı Malzemeler

Biyo bazlı ürünler, biyokütleden elde edilen gıda dışı ürünler olarak tanımlanır. Terim tipik olarak biyo bazlı plastikler, yağlayıcılar, yüzey aktif maddeler, çözücüler ve kimyasal yapı taşları gibi malzemeler için kullanılır. Plastikler, toplam petrokimya ürün karışımının %73'ünü temsil etmektedir, ardından sentetik elyaflar, çözücüler, deterjanlar ve sentetik kauçuk (bioscrubber) gelmektedir. Bu nedenle biyo bazlı ürünlerin, bu ürün kategorilerinde, özellikle plastikler ve elyaflarda çok önemli bir rol oynaması beklenmektedir.

Biyoplastik, fosil yakıtlardan elde edilen plastiğe göre sürdürülebilir ve karbon nötrdür. Biyoplastik üretmenin iki temel yolu vardır: biyo bazlı yapı taşları (olefinler ve aromatikler gibi) ve özel biyo-bazlı polimerler. Petrokimyasallar hidrokarbon hammaddelerine ihtiyaç duyduğundan, bunları sürdürülebilir şekilde üretmenin tek yolu biyokütle hammaddelerini kullanmak veya havadan ya da biyokütle yanmasından yakalanan karbondioksiti kullanmaktır. Plastik üretiminde biyokütle hammaddelerinin kullanılması, CO₂'in ürünlerde on yıllarca depolanmasını ve böylece karbon nötrlüğü ya da negatif karbon emisyonu sağlayabilir.

Özel Biyo Bazlı Polimerler

Biyo bazlı yapı taşlarının aksine özel biyo bazlı polimerler geleneksel kimyasal reaksiyonlarla elde edilemez.

- Polihidroksialkanoatlar (PHA'lar), termoplastik davranışları (eriyebilme ve şekillendirilebilme yetenekleri) nedeniyle özellikle ilgi çekici olan bir polimer grubudur. Prensipte olarak, herhangi bir değişiklik yapılmadan doğrudan plastik olarak kullanılabilirler. Bu gruptan keşfedilen ilk polimer olan polihidroksibutirat (PHB), bazı mikroorganizmaların hücrelerinde doğal olarak düşük miktarlarda bulunur ve fermentasyon yoluyla elde edilebilir.
- PEF (polietilen furanoat), PET ile karşılaştırılabilir ancak %100 biyo temellidir. Üstün bariyer ve termal özelliklere sahip olduğu için içeceklerin, yiyeceklerin ve gıda dışı ürünlerin ambalajlanması için ideal bir malzeme olabileceği düşünülmektedir.

- Biyo-bazlı PUR, çok yönlülüğüyle geleneksel poliüretanlardan daha hızlı büyümesi beklenen bir polimer grubudur.
- PLA, şeker ve nişastanın fermentasyonu yoluyla üretilen termoplastik alifatik bir polyesterdir. Klasik termoplastiklere (örneğin polistiren) benzer olan PLA, ambalaj malzemeleri (filmler, şişeler), tek kullanımlık tabaklar ve elyaflar için kullanılabilir.

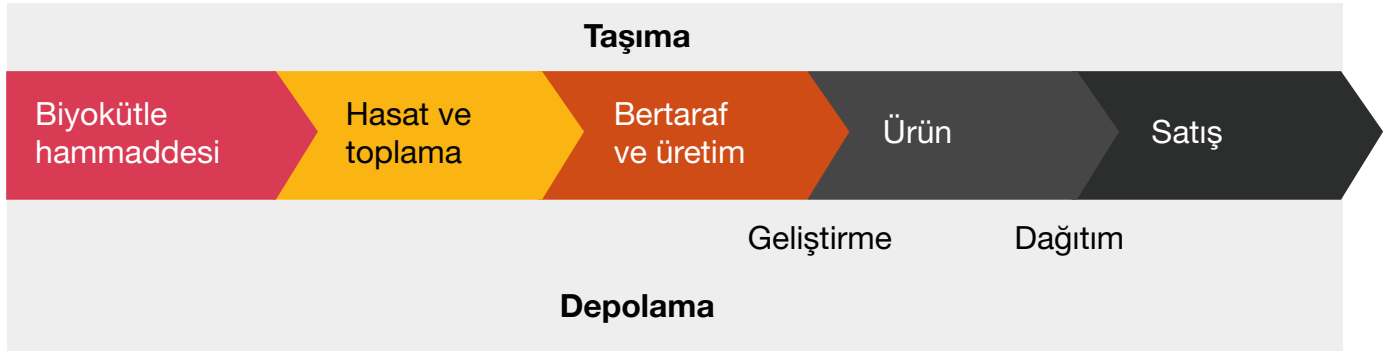
Biyo Bazlı Yapı Taşları

Biyokütleden üretilen kimyasallar, plastik gibi kimyasal türevli ürünlerin yapı taşı olan fosil yakıtların yerini alabilir. Alternatif yapı taşları arasında olefinler ve aromatikler bulunur.

- Biyoplastikler için olefin üretmenin bir yolu, metanolü olefinlere (MTO) dönüştürmektir. Bu yol için gereken biyometanol üretimi; bitkisel ve hayvansal yağ işlemlerinden elde edilen kalıntılar kullanılarak ham gliserinin buharla yeniden biçimlendirilmesiyle, odunsu biyokütle veya atıklardan biyokütle gazlaştırma yoluyla ve organik maddelerin anaerobik sindirimiyle sağlanabilmektedir. Biyometanol üretimi geleneksel doğal gaz metanolü üretimine göre galon başına 1,00 ila 2,50 USD daha maliyetlidir.
- Diğer bir yol, bir olefin olan etileni oluşturmak için biyoetanölün dehidre edilmesidir. Biyobazlı etilen üretiminde hacim toplam küresel etilen üretiminin %0,5'inden azdır. Üretim maliyetleri petrokimyasal etilen için olduğundan daha yüksektir.
- Aromatikler, çözücü olarak ve nakliye yakıtlarının bileşenleri olarak kullanılmalarının yanı sıra önemli kimyasal yapı taşlarıdır. Biyokütle, kimyasal olarak işlevsel aromatlara benzer, katalitik doğrudan dönüşüm kullanılarak biyokütleden aromatik üretmek mümkündür.

Biyokütle Tedarik Zinciri

Biyoenerjinin tam potansiyeline ulaşabilmek için biyokütle tedarik zinciri büyük önem taşımaktadır. Uygulanan teknolojiler hammadde çeşitliliği, çevrim yöntemleri, nihai ürünler ve çeşitli sektör kullanımları gibi konularda önemli esneklikler sunmaktadır. Hasat ve toplama, ön işlemler, üretim, geliştirme, depolama ve nakliye dahil olmak üzere tüm bileşenlerin verimli çalışması, istikrarlı bir tedarik zincirinin sağlanması ve maliyetlerin düşürülmesi için önem göstermektedir.



- Biyokütle tedarik zincirlerindeki ilk adım, hammaddenin hasat edilmesi ve toplanmasıdır. Ormansal atıkların kullanımında, hammaddeden yüksek enerji elde etmek için, yabancı maddelerin dışarıda tutulması önem taşımakla birlikte tedarik zincirindeki diğer engelleri önleyebilmektedir. Tarımsal biyokütlelerde ise hasat genellikle rahat erişilebilen alanlarda yapılmakta ancak bu hammaddeler önemli ölçüde tarım sektörünün mevsimsel değişimlerine bağlılık göstermektedir.
- Biyokütlenin hasat edilip toplanmasından sonra, yüksek standartta yakıt ve enerji sağlamak amacıyla ön işlem uygulanmaktadır. Bu tür işlemler, taşıma ve depolamayı kolaylaştırmakla birlikte, daha uygun biyokütle özellikleri sağlamaktadır. Hammadde miktarlarına ve nakliye maliyetine bağlı olarak karayolu, demiryolu ve denizyolu dahil olmak üzere çeşitli taşıma türleri kullanılmaktadır.
- Biyoenerji üretimi veya atıkların bertarafı, hammaddeleri çeşitli çevrim yöntemleriyle enerji çıktılarına dönüştürmekle birlikte en önemli değer yaratma süreci olarak kabul edilmektedir.
- Üretilen biyoenerjinin saflaştırılması ve geliştirilmesi ile birlikte üretilen enerji çıktıları doğrudan piyasada kullanılabilir hale getirilmektedir.
- Değer zincirinin son adımı, biyoenerji ve yan ürünlerinin dağıtımı ve satışlarıdır. Biyoenerji üretiminden değer yaratılmaktadır; üretilen enerji ise ulaşım, tarım, enerji ve sanayi gibi birçok farklı sektörde kullanılabilir.

Lojistik, ürünlerin tedarik zincirinin ilk adımından son adımına kadar olan tüm süreçteki taşıma ve depolama hareketlerini kapsamaktadır.

Depolama

Biyokütle ve biyoyakıt genel olarak tedarik zincirinin farklı aşamalarında ve üretim için kullanılmadan önce depolanmaktadır. Bazı bölgelerde, ısı ve elektrik talebi mevsimsellik gösterirken, ormancılığın yıl boyunca etkin olduğu söylenebilir. İstikrarlı bir biyokütle tedariki sağlamak ve talebi her zaman karşılayabilmek için depolama büyük önem taşımaktadır.

Katı yakıtı ve hammaddeyi kuru tutmak, özellikle yağmur ve yeraltı sularından korumak, çoğu zaman temel sorunlardır. Belirli ortam ve amaç için tasarlanmış yer üstü veya yer altı yapıları, nakliye konteynırları, belirli yakıtlar için hazırlanmış prefabrik birimler gibi farklı ve uyarlanmış depolama çözümleri bulunmaktadır.

Depolama alanı ve büyüklüğü

Büyük depolama birimleri, tek seferde daha büyük miktarların satın alınmasına izin verip daha düşük birim fiyatı sağladığı için sıklıkla tercih edilmekle birlikte teslimat planlamasında daha fazla esneklik sağlamaktadır.

Drenaj

Suyun depolama alanına girmesi durumunda drenaj dahil edilmesi ve alanın temizlenmesi gerekmektedir. Yeterli havalandırma ve drenajı sağlamak, yer üstü çözümlerinden maliyetli olan yer altı çözümleri için daha zordur.

Havalandırma

Kuru biyokütlenin depolanmasındaki bir diğer önemli konu, yoğunlaşmayı ve sağlık tehlikesi oluşturan ve biyokütle ayrıştırmasını aza indiren küfü önlemek için yeterli havalandırmanın sağlanmasıdır.

Nemli biyokütle

Aritma çamuru ve sıvı biyoyakıtlar gibi nemli yapıda biyokütle, tanklarda depolanmakta ve boru hatlarına pompalanmaktadır. Biyokütle kalitesini etkilemeden depolanabileceği sürenin dikkate alınması gerekmektedir.

Taşıma

Biyokütle hammaddeleri her zaman enerji tesisine yakın konumlarda bulunmamaktadır. Bu nedenle, hem işlenmemiş hammadde hem de iyileştirilmiş yakıt için taşıma işlemi büyük önem göstermektedir. Biyokütlenin genel olarak düzensiz şekle ve düşük enerji yoğunluğuna sahip olması, taşıma aşamasının daha karmaşık ve maliyetli olmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte, hammaddeler genellikle, taşıma, kullanım ve depolamayı kolaylaştırmak için, odun yongaları veya pelet gibi farklı şekillerde işlenebilmektedir.

Biyokütle ve biyoyakıtın taşınması için birçok farklı seçenek olmakla birlikte en uygun taşıma şekli, biyokütle türü, tedarik zincirindeki aşamalar, taşıma mesafesi, coğrafi ve altyapı koşulları gibi faktörlere göre değişiklik göstermektedir.

- Damperli römork ve kamyon
- Düz yataklı römork
- Tanker
- Kereste taşıma vagonu
- Konteynır
- Kapalı römorklar
- Rampalı kamyonlar
- Demiryolu
- Gemi

Biyokütle taşımasının lojistik maliyetleri konusunda dikkate alınması gereken hacim, değer, kırılabilirlik ve bozulabilirlik gibi birçok faktör olmakla birlikte, bu özelliklerin dağıtım sistemi üzerinde de etkisi bulunmaktadır. Bunların yanı sıra; araç boyutu, taşıma mesafesi ve yükleme ile boşaltmada harcanan süre de tedarik sistemlerine göre farklılık göstermekte ve taşıma maliyetlerini etkilemektedir.

Biyoenerji ve Yan Ürünlerinin Ticareti

Birçok ülkenin sahip olduğu düşük maliyetli biyokütle kaynakları, biyoenerji taleplerini karşılamakta yeterli olmadığı için, küresel biyokütle ticareti gelişmektedir. Biyokütle ticaretinin gelişimi; coğrafi şartlar, tarımsal üretkenlik, endüstriyel yapı gibi birçok faktöre bağlı olarak bölgesel değişkenlik göstermektedir.

Biyoenerji ticareti, doğrudan ve dolaylı olarak yapılan ticareti kapsamaktadır. Dolaylı ticaret, genel olarak biyokütlenin materyal amaçla yapılan ve işlem kalıntıların kullanıldığı kısmını içermektedir. Bu tür dolaylı ticareti yapılan biyokütle ile biyoenerji genellikle sadece bir yan ürün olarak üretilmektedir.

Diğer taraftan, odun peletleri ve biyoetanol, doğrudan enerji üretimi için yaygın olarak ticareti yapılan biyoyakıt türleridir. Sıvı biyoyakıt (biyoetanol ve biyodizel gibi) tarımsal ürünlerle bağlantılıdır genellikle nakliye yakıtları olarak kullanılmaktadır. Katı biyoyakıtlar ise (odun peletleri gibi) daha çok ormancılık sektöründen elde edilmekte ve ağırlıklı olarak yenilenebilir elektrik ve ısı üretiminde kullanılmaktadır. Katı biyoyakıtların sıvı yakıtlar kadar karmaşık olmaması, ticaret dinamiklerini daha belirgin kılmaktadır.

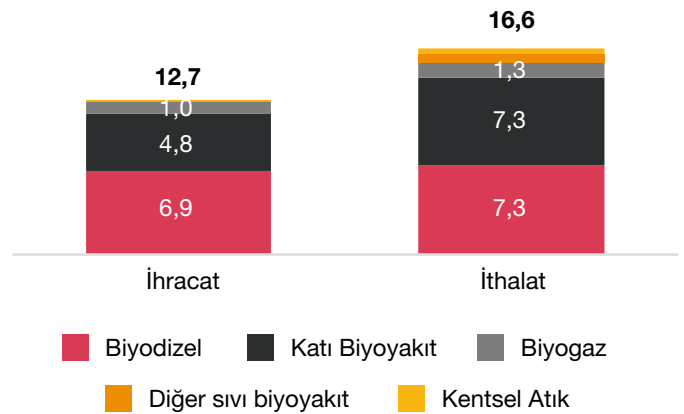
2018 yılı biyoenerji ticaretine bakıldığında, Avrupa Birliği ülkelerinin net ithalatçı oldukları görülmekte ve toplam ithalat içerisindeki en büyük payı biyodizel oluştururken, onu katı biyoyakıtlar takip etmektedir.

2014-2018 yılları arasında hem ithalat hem de ihracatın genel olarak bir yükseliş trendinde olduğu görülmektedir.

Avrupa Birliği ülkelerinin 2018 yılındaki toplam biyokütle ithalatı, toplam biyoenerji arzının %1,3'ünü oluşturmaktadır.

Grafik 69

AB Ülkeleri Biyokütle Ticareti (ktoe, 2018)



Biyokütlenin ve özellikle modern biyoenerjinin küresel ticareti hızla artmaktadır. Son yıllarda ticaretinin hız kazandığı çok sayıda biyokütle kaynağı ve biyoenerji çıktısı bulunmaktadır.

Odun peletleri sundukları teknolojik ve ekonomik avantajlar nedeniyle ticareti başarıyla yapılmaktadır.

Biyoetanol dünya çapında büyük miktarlarda üretilen ve ticareti yapılan bir üründür, birçok ülkede altyapısı ve lojistiği gelişmiştir. ABD ve Brezilya, dünyanın en büyük biyoetanol üreticileri ve tüketicileridir.

Ağaç yongalarının genel olarak odun hamuru üretiminde hammadde olarak ticareti yapılmaktadır.

Atık odun genel olarak Avrupa'da, özellikle Hollanda, Almanya ve İsveç arasında ticareti yapılmaktadır.

Yuvarlak odun biyoenerji ticaretine dolaylı katkıda bulunmaktadır. Örneğin, Finlandiya'da biyoenerjinin büyük bir kısmı ithal yuvarlak oduna dayanmakta, yuvarlak odunun bir kısmıyla (talaş gibi) enerji üretilmektedir.

Çeşitli tarımsal atıkların yanı sıra hurma yağı, soya fasulyesi yağı ve diğer **bitkisel yağlar, yağlı tohumlar ve biyodizelin**, AB'de ve dünyanın birçok bölgesinde artan talebe yanıt olarak küresel ticareti artmaktadır.

Biyokütlenin, enerji üretimi dışında ek gelir kaynakları da oluşturan farklı kullanımları bulunmaktadır.

Biyokütle kullanımı ile ortaya çıkan ana ürünler elektrik, ısı ve biyoyakıt olmak üzere üç başlıkta incelenebilmektedir. Ana ürünlere ek olarak, biyokütlenin enerjiye çevrim işlemleri sırasında oluşan yan ürünler de pazarlanıp satılarak gelir kaynağı oluşturabilmekte veya tekrar bir işleme dahil edilerek farklı çıktılarının üretiminde kullanılabilir. Genel olarak karbon bazlı olan bu yan ürünler arasında organik gübre, biyokömür ve kül gibi oldukça değerli ürünler bulunmaktadır. Elde edilen diğer ürünler arasında çeşitli kullanım alanları bulunan, gliserin, selüloz elyaf, karbonlu malzeme, biyoplastik ve furfural gibi ürünler de bulunmaktadır.

Yan Ürün	Oluşumu ve Kullanım Alanları
Kül	Biyokütlenin yakılması ile oluşan atık kül gübre olarak toprak ıslahı, çimento hammaddesi, çimento ve beton dolgu maddeleri ve yeraltı madenciliği gibi alanlarda kullanılmaktadır.
Organik Gübre	Özellikle hayvansal atıkların anaerobik çürüme işlemi sonucunda oluşan organik gübre tarımın yanı sıra saksı yetiştiriciliğinde de kullanılmaktadır.
Biyokömür	Biyokütle piroliz işlemi sonucunda yanıcı gazlar ve yağların yanı sıra biyokömür üretmektedir. Biyokömür, enerji kaynağı olarak veya toprak ıslahı için katkı maddesi olarak kullanılabilir.
Gliserin	Transesterifikasyon yöntemi ile biyodizel oluşturma işlemi sırasında yan ürün olarak ortaya çıkan gliserin, özellikle gıda ve kozmetik sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.
Biyoplastik	Biyoplastikler; şeker kamışı ve mısır gibi biyokütle kaylarından oluşmakta ve günümüzde paketlenme, tarım, çiçekçilik, kompost poşetleri ve biyomedikal gibi birçok sektörde kullanılmaktadır.
Selüloz elyafı	Buğday samanı, pirinç samanı, mısır sapları gibi biyokütle kaynaklarının kullanımı sonucunda oluşan selüloz elyafları tekstil, kağıt ve kağıt hamuru gibi çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır.

Biyokütle kaynaklarının kullanımı sonucunda oluşan yan ürünlere yönelik fırsatların küreselde olduğu gibi Türkiye’de de gelişmesi beklenmektedir.

Yan ürünlerin yanı sıra, biyokütlenin sunduğu fırsatlardan biri de karbon sertifikasıdır. Konu ile ilgili ayrıntılı bilgi raporun yeşil sertifikasyonlar bölümünde yer almaktadır.

Biyokütle Sektörünün Ekonomik Faydaları

Küresel enerji talebinin karşılanmasına önemli bir katkıda bulunan biyokütle, çevresel faydaların yanı sıra, enerji güvenliği, ticaret dengelerinin iyileştirilmesi, kırsal topluluklarda sosyal ve ekonomik kalkınmanın geliştirilmesi ve kaynak ve atıkların daha iyi yönetilmesi gibi fırsatlar sunmaktadır.

Biyokütle potansiyelinin etkili ve yaygın bir şekilde kullanılması, biyokütlenin kullanımıyla ortaya çıkan enerjinin elektrik, ısı ve yakıtı olarak kullanılması ülke ekonomisine önemli bir katkı sağlamaktadır.

Biyokütlenin yerel ekonomi üzerinde potansiyel etkilerinin yanı sıra, makroekonomi üzerinde de çeşitli olumlu etkileri bulunmaktadır.

- Yerel biyokütle talebinin bir sonucu olarak yerel çiftçilerin gelirinde artış sağlayabilmesi
- Biyokütle tesislerinden yerel sabit enerji kaynağının sağlanabilmesi
- Yerel üretim ve istihdamın artırılması (özellikle üretim tesislerinde veya tarım sektöründe)
- Şebeke bağlantısı veya biyokütle taşımacılığı için altyapı iyileştirmeleri sağlayabilmesi
- Fosil yakıtlar için ayrılan bütçeyi azaltabilmesi
- Enerji ithalatına olan bağılılığı azaltması ve ulusal enerji arz güvenliğinin artırılması
- Sağlanan çevresel faydalar ve iyileştirilmiş hava kalitesi ile birlikte daha düşük sağlık maliyetleri

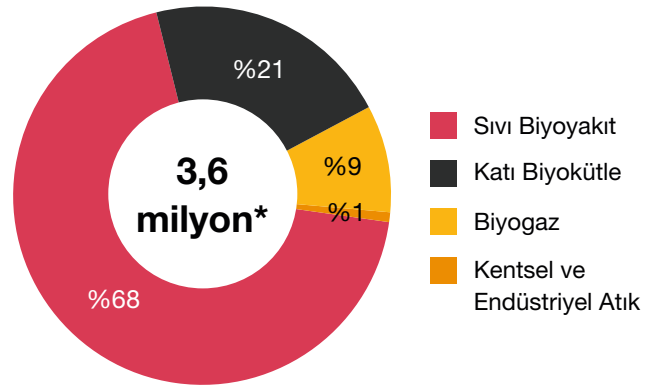
Makroekonomik bağlantılar, ekonomik büyümeyi canlandırabilmektedir. Örneğin, biyokütle ürünlerinin net ihracatçısı olan ülkelerde biyoyakıt ihracatı döviz kısıtlamalarını hafifletebilmektedir. Bu faktörler ile birlikte, yalnızca biyoenerji sektöründe üretilenlerden çok daha büyük kazançlar sağlanabilmektedir.

Biyoenerji gelişiminin gelir yaratma, istihdam artırma ve bölgesel ekonomileri güçlendirme gibi yerel konularla birlikte; ticaret dengesi ve güvenli enerji arzı gibi ulusal konularda da önemli etkisi bulunmaktadır.

Sektörünün yarattığı istihdama bakıldığında, biyokütlenin küresel toplam yenilenebilir enerji içerisinde %31,6 oranında, Türkiye’de ise %3,9 seviyesinde bir pay oluşturduğu görülmektedir. Globalde, istihdam içerisinde en büyük kısmı sıvı biyoyakıt, Türkiye’de ise kentsel ve endüstriyel atık oluşturmaktadır.

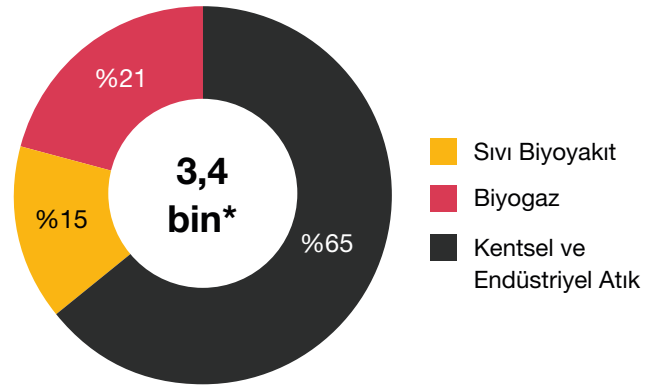
Grafik 70

Biyokütlenin Yarattığı Küresel İstihdam
(%, 2018)



Grafik 71

Türkiye’de Biyokütlenin Yarattığı İstihdam
(%, 2018)



*İstihdam sağladığı kişi sayısını göstermektedir.



Biyokütle ve Biyoenerji

Teknolojileri

Temel Çevrim Yöntemleri/ İşlemleri

Ham biyokütleyi tüketilebilir biyoenerji ürünlerine ve hizmetlerine dönüştürmek için bir veya daha fazla dönüştürme adımı gerekir. Bir biyoenerji zinciri (yolu), biyokütle hammaddesinin nihai bir enerji ürününe dönüştürüldüğü bir dizi dönüştürme adımından oluşur. Isı üretimi için orman odununun doğrudan yakılması benzeri basit yollar olabileceği gibi, içten yanmalı motorda kullanılabilen sıvı yakıtların üretimi için gereken ön işlem, iyileştirme ve dönüştürme aşamalarının birbirini takibiyle oluşan daha kompleks yollar da mevcuttur.

Tercih edilen biyoenerji yolu, teknoloji imkanı, hammadde türü, erişilebilir hacimlerin ve gereken enerji hizmeti

gibi birçok faktöre bağlıdır. Dönüşüm yolları üç temel başlık altında sınıflandırılabilir: termokimyasal dönüşüm, biyokimyasal dönüşüm ve fiziksel dönüşüm. Biyoküteller doğrudan çevrim yöntemlerine katılmadan önce birtakım iyileştirme süreçlerine girebilmektedir. Biyokütle yükseltme, yoğunlaştırma proseslerinden herhangi birini içermektedir (peletleme, piroliz, torefikasyon gibi).

Biyokütle Hammaddesi

Yağ bitkileri (ayçiçeği gibi),
atık yağlar, hayvansal yağlar

Şeker ve nişasta bitkileri

Odunlu-selülozik (orman
odunu,saman, enerji mahsülü,
katı belediye atığı gibi)

Biyoçözünür katı belediye atığı,
lağım pisliği, gübre, ıslak tarım
ve yiyecek atıkları, makro-alg

Fotosentetik mikroorganizmalar
(mikro-alg ve bakteri gibi)

Çevrim Yolu

(Biyokütle Yükseltme) +
Yanma

Transesterifikasyon /
Hidrojenasyon

(Hidroliz) + Fermantasyon

Gazlaştırma + (İkincil İşlem)

Piroliz + (İkincil İşlem)

Anaerobik çürüme (sindirim) +
(Biyogaz Yükseltme)

Diğer Kimyasal /
Biyolojik Çevrimler

Biyo-fotokimyasal Çevrimler

Son Ürün

Isı / Güç

Biyodizel

Bioetanol

Sentetik Dizel /
Yenilenebilir Dizel

Metanol, DME

Diğer Yakıt ve Yakıt
Katkı Maddeleri

Biyometan

Hidrojen

Sıvı Yakıtlar

Gaz Yakıtlar

Küçük renkli dikdörtgenler akışı göstermektedir.

Kaynak: IEA



Biyokütle Hammaddesi

Yağ bitkileri (ayçiçeği gibi),
atık yağlar, hayvansal yağlar

Şeker ve nişasta bitkileri

Odunlu-selülozik (orman
odunu,saman, enerji mahsülü,
katı belediye atığı gibi)

Biyoçözünür katı belediye atığı,
lağım pisiği, gübre, ıslak tarım
ve yiyecek atıkları, makro-alg

Fotosentetik mikroorganizmalar
(mikro-alg ve bakteri gibi)

Çevrim Yolu

(Biyokütle Yükseltme) +
Yanma

Transesterifikasyon /
Hidrojenasyon

(Hidroliz) + Fermantasyon

Gazlaştırma + (İkincil İşlem)

Piroliz + (İkincil İşlem)

Anaerobik çürüme (sindirim) +
(Biyogaz Yükseltme)

Diğer Kimyasal /
Biyolojik Çevrimler

Biyo-fotokimyasal Çevrimler

Son Ürün

Isı / Güç

Biyodizel

Biyometanol

Sentetik Dizel /
Yenilenebilir Dizel

Metanol, DME

Diğer Yakıt ve Yakıt
Katkı Maddeleri

Biyometan

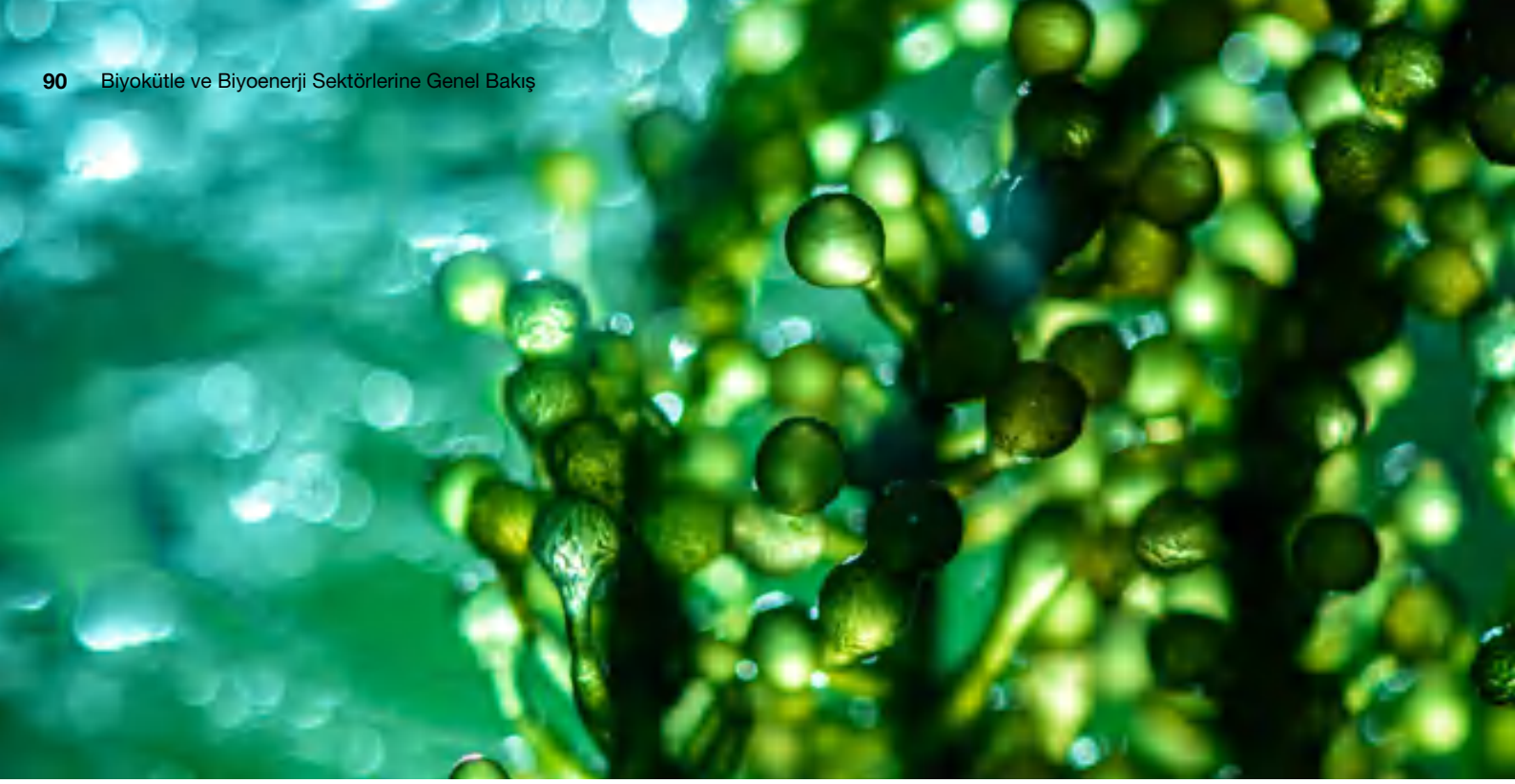
Hidrojen

Sıvı Yakıtlar

Gaz Yakıtlar

Küçük renkli dikdörtgenler akışı göstermektedir.

Kaynak: IEA



Biyokütle Hammaddesi

Yağ bitkileri (ayçiçeği gibi),
atık yağlar, hayvansal yağlar

Şeker ve nişasta bitkileri

Odunlu-selülozik (orman
odunu,saman, enerji mahsülü,
katı belediye atığı gibi)

Biyoçözünür katı belediye atığı,
lağım pisiği, gübre, ıslak tarım
ve yiyecek atıkları, makro-alg

Fotosentetik mikroorganizmalar
(mikro-alg ve bakteri gibi)

Çevrim Yolu

(Biyokütle Yükseltme) +
Yanma

Transesterifikasyon /
Hidrojenasyon

(Hidroliz) + Fermantasyon

Gazlaştırma + (İkincil İşlem)

Piroliz + (İkincil İşlem)

Anaerobik çürüme (sindirim) +
(Biyogaz Yükseltme)

Diğer Kimyasal /
Biyolojik Çevrimler

Biyo-fotokimyasal Çevrimler

Son Ürün

Isı / Güç

Biyodizel

Biyometanol

Sentetik Dizel /
Yenilenebilir Dizel

Metanol, DME

Diğer Yakıt ve Yakıt
Katkı Maddeleri

Biyometan

Hidrojen

Sıvı Yakıtlar

Gaz Yakıtlar

Küçük renkli dikdörtgenler akışı göstermektedir.

Kaynak: IEA



Biyokütle Hammaddesi

Yağ bitkileri (ayçiçeği gibi),
atık yağlar, hayvansal yağlar

Şeker ve nişasta bitkileri

Odunlu-selülozik (orman
odunu,saman, enerji mahsülü,
katı belediye atığı gibi)

Biyoçözünür katı belediye atığı,
lağım pisiği, gübre, ıslak tarım
ve yiyecek atıkları, makro-alg

Fotosentetik mikroorganizmalar
(mikro-alg ve bakteri gibi)

Çevrim Yolu

(Biyokütle Yükseltme) +
Yanma

Transesterifikasyon /
Hidrojenasyon

(Hidroliz) + Fermantasyon

Gazlaştırma + (İkincil İşlem)

Piroliz + (İkincil İşlem)

Anaerobik çürüme (sindirim) +
(Biyogaz Yükseltme)

Diğer Kimyasal /
Biyolojik Çevrimler

Biyo-fotokimyasal Çevrimler

Son Ürün

Isı / Güç

Biyodizel

Bioetanol

Sentetik Dizel /
Yenilenebilir Dizel

Metanol, DME

Diğer Yakıt ve Yakıt
Katkı Maddeleri

Biyometan

Hidrojen

Sıvı Yakıtlar

Gaz Yakıtlar

Küçük renkli dikdörtgenler akışı göstermektedir.

Kaynak: IEA



Biyokütle Hammaddesi

Yağ bitkileri (ayçiçeği gibi),
atık yağlar, hayvansal yağlar

Şeker ve nişasta bitkileri

Odunlu-selülozik (orman
odunu,saman, enerji mahsülü,
katı belediye atığı gibi)

Biyoçözünür katı belediye atığı,
lağım pisiği, gübre, ıslak tarım
ve yiyecek atıkları, makro-alg

Fotosentetik mikroorganizmalar
(mikro-alg ve bakteri gibi)

Çevrim Yolu

(Biyokütle Yükseltme) +
Yanma

Transesterifikasyon /
Hidrojenasyon

(Hidroliz) + Fermantasyon

Gazlaştırma + (İkincil İşlem)

Piroliz + (İkincil İşlem)

Anaerobik çürüme (sindirim) +
(Biyogaz Yükseltme)

Diğer Kimyasal /
Biyolojik Çevrimler

Biyo-fotokimyasal Çevrimler

Son Ürün

Isı / Güç

Biyodizel

Biyometanol

Sentetik Dizel /
Yenilenebilir Dizel

Metanol, DME

Diğer Yakıt ve Yakıt
Katkı Maddeleri

Biyometan

Hidrojen

Sıvı Yakıtlar

Gaz Yakıtlar

Küçük renkli dikdörtgenler akışı göstermektedir.

Kaynak: IEA

Biyokütle Ön Arıtma ve Yükseltme Teknolojileri

Biyokütle, fosil yakıtlara kıyasla daha düşük bir enerji yoğunluğuna sahiptir ve fiziksel yapısı bakımından daha değişkendir. Bu sebeple biyokütlenin taşınması ve depolanması daha karmaşık ve pahalıdır. Ayrıca, biyokütle hammaddelerinin kimyasal bileşiminin ve nem içeriğinin değişken olması uygulanacak dönüştürme teknolojisinin kalite ve homojenlik gereksinimlerini karşılar hale gelebilmesi için ön işlem gerekebilir. Bu nedenlerden dolayı, tedarik zincirini kolaylaştırmak ve maliyetini düşürmek, verimliliğini artırmak için ham biyokütleyi daha kolay, daha yoğun ve daha homojen (katı veya sıvı) yakıtlara dönüştüren biyokütle ön arıtma ve yükseltme teknikleri kullanılmaktadır. Biyokütlenin enerji yoğunluğunu artırmak için kullanılan ana yükseltme teknolojileri; peletleme, piroliz, torefikasyon (karbonlaştırma, kavurma) ve hidrotermal iyileştirme.

Peletleme

Basitçe ufalanmış katı biyokütle parçacıklarının sıkıştırılmasıyla yapılan peletler, hem evlerde hem de endüstride kullanılabilir. Peletler, büyük miktarlarda standartlaştırılmış katı yakıt tedarikine olanak sağlamaktadır. Belirli kalite standartlarının benimsenmesi, pelet kullanımına ve uluslararası ticaretine katkıda bulunmaktadır.

Piroliz ve Hidrotermal Yükseltme

Piroliz, oksijenin yokluğunda (anaerobik ortamda) yaklaşık 500°C'de meydana gelen sıvı biyo-yag, gaz (sentez gazı) ve odun kömürü (biyokömür) karışımı oluşacak şekilde biyokütlenin kontrollü termal ayrışmasıdır. Bio-yagın kullanımı, depolanması ve taşınması katı biyokütleye kıyasla daha ucuzdur. Ayrıca, biyo-yagın enerji yoğunluğu (birim hacim başına) peletlerinkinden daha yüksektir ve potansiyel olarak biyo-yag yükseltilecek ulaşım yakıtı olarak kullanılabilir.

Biyo-yaglar yüksek basınçta ve nispeten ılımlı sıcaklıklarda (300-400°C) su ve muhtemelen ilave çözücüler (örneğin metanol) varlığında sıvılaştırma yoluyla da üretilir. Bu işlem, hidrotermal yükseltme (HTU) olarak bilinir. Bu işlemin avantajlı bir özelliği, ıslak biyokütlenin doğrudan kullanılabilmesi ve bu biyo-yagın, pirolizden elde edilen biyo-yagın aksine suda daha az çözünür olmasıdır.

Torefikasyon

Torefikasyon, biyokütlenin (genellikle odun) kimyasal olarak görünüşte kömüre benzeyen kuru bir ürüne yükseltildiği, 200-300°C'de gerçekleşen yüksek verimli bir termal işlemdir. Tozlaştırılmış biyokütle, yüksek enerji yoğunluğuna sahiptir ve hidrofobiktir. Bu özelliği uzun mesafelerde taşınabileceği ve önemli miktarda su absorbe etmeden dışarıda depolanabileceği, dolayısıyla kalorifik değerini düşmeden depolanabileceği anlamına gelmektedir. Katmanlı biyokütle, işleme ve nakliye maliyetlerini daha da azaltmak için peletlenebilir. Toz haline getirilmiş peletlerin ise, geleneksel peletlerden maliyet açısından daha da rekabetçi olması beklenmektedir.

Termokimyasal Çevrim

Biyokütlenin yüksek sıcaklığın etkisiyle kimyasal bozunmaya uğratılmasına termokimyasal dönüşüm denmektedir. Dört termokimyasal yol yanma, gazlaştırma, piroliz ve torefikasyon olup, bunlar esas olarak sıcaklık aralıkları, ısıtma hızı ve reaksiyonda bulunan oksijen miktarı bakımından farklılık göstermektedir.

Yanma (Doğrudan Yakma)

Yakma işlemi, biyokütlenin bünyesindeki yanabilir maddelerin sıcaklığın da etkisiyle, oksijenle hızlı bir şekilde kimyasal tepkimeye girmesi olarak tanımlanmaktadır. Biyokütlenin ısı için yakılması, katı biyokütleyi enerjiye dönüştürmenin en eski ve en yaygın yoludur. Odunsu hammaddelerin doğrudan yakılması, medeniyetin doğuşundan beri kullanılmaktadır ve küresel enerji arzına en büyük katkıyı yapan biyokütle dönüştürme teknolojisidir. Çok ısı tüketen endüstrilerde yakma kazanı sayısı giderek artmaktadır, buna bağlı olarak büyük miktarlarda biyokütle kalıntısı da ortaya çıkmaktadır. Endüstriyel sektör potansiyel olarak biyokütle ile ısınma için büyük bir pazardır, ancak farklı endüstrilerin teknik gereksinimlerini karşılayan özel çözümler gerektirir, örneğin ısıtma sıcaklıkları ve baca gazı kalitesi gibi. Bir kazanda doğrudan biyokütle yanması ile üretilen ısı, bir buhar türbini veya motor aracılığıyla elektrik üretmek için de kullanılmaktadır.

Gazlaştırma

Yapısında karbon içeren biyokütlerin yüksek sıcaklıkta bozunması sonucunda yanabilir gaz elde etme işlemine bu süreç termo-kimyasaldır. Gazlaştırma işleminde yakıt hücresine kontrollü bir şekilde hava verilmesiyle biyokütle yakılmaktadır. Bu işlem sonucunda hidrojen ve metan gibi yanabilir gazların yanı sıra azot, karbonmonoksit ve karbondioksit gibi gazlar da ortaya çıkmaktadır. Doğrudan ısı uygulaması için gazlaştırıcıların kullanımı gelişmekte olan ülkelerle sınırlıdır, daha yüksek değere sahip enerji ürünlerinin (elektrik ve ulaşım yakıtı) üretimi için gazlaştırma ise gelişmiş ülkeler için önem taşımaktadır. Doğrudan yanmaya göre iki önemli avantajı vardır. Neredeyse her biyokütle hammaddesi yüksek verimlilikle yakıt gazına dönüştürülebildiğinden, gazlaştırma oldukça çok yönlü bir süreçtir. İkinci olarak ise, yakıt gazı doğrudan ısı veya güç uygulamaları için kullanılabilir veya biyoyakıt üretimi için sentez gazı yükseltilebilir. Bu nedenle, gazlaştırma teknolojisi, çeşitli pazar segmentlerinde birkaç olası uygulamaya uyabilir. Bir güç üretim cihazı ile birlikte, gazlaştırma, yanmaya dayalı rotalara kıyasla daha yüksek genel dönüşüm verimliliği sağlayabilir. Gazlaştırma, ısı ve elektrik gibi bir dizi nihai ürünü, sıvı yakıtlar ve muhtemelen biyorafinerideki diğer ürünlerle birlikte de üretebilir.

Piroliz

Biyokütlenin oksijensiz ortamda yüksek sıcaklık altında termokimyasal bozunması işlemine piroliz denir. Bu bozunma sonucunda sıcaklığın etkisiyle malzemelerin yapısında bağ kopmaları veya zincir kırılmaları meydana gelir ve böylece katı, sıvı ve gaz fazlarında ürünler elde edilir. Bu ürünlerden sıvı olanı biyoyağ, katı olan ise biyokömür olarak isimlendirilir. Piroliz işleminde atıkların tamamı ürün olarak geri dönüştürülebildiğinden, her türlü organik atık veya organik maddeye uygulanabildiğinden, kendi ürettiği gaz ile ısıtılarak enerji tüketimini azalttığından, parametreler değiştirilerek elde edilmesi istenen ürün ayarlanabildiğinden sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Piroliz işlemi yavaş, hızlı ve ani (flaş) piroliz olmaz üzere 3 şekilde yapılabilmektedir; hedeflenen ürün katı ürün ise atık yavaş piroliz işlemine; sıvı ise atık hızlı piroliz işlemine tabi tutulmalıdır.

Biyokimyasal Çevrim Yöntemleri

Biyokimyasal çevrim yöntemleri, biyokütlenin biyolojik ön işlemlerden geçerek dönüştürülmesini ifade etmektedir. Bu ön işlemler, biyokütlenin farklı mikroorganizma veya enzimlerin ayrılması ile ürün ve ara ürünlere dönüştürülmesini amaçlamaktadır. İşlem sonucunda; biyogaz, hidrojen, etanol, butanol, aseton, çeşitli organik asitler ve kimyasallar elde edilmektedir. Anaerobik çürütme ve fermentasyon yöntemlerini kapsayan biyokimyasal çevrim yöntemleri temiz ve oldukça verimlidir.

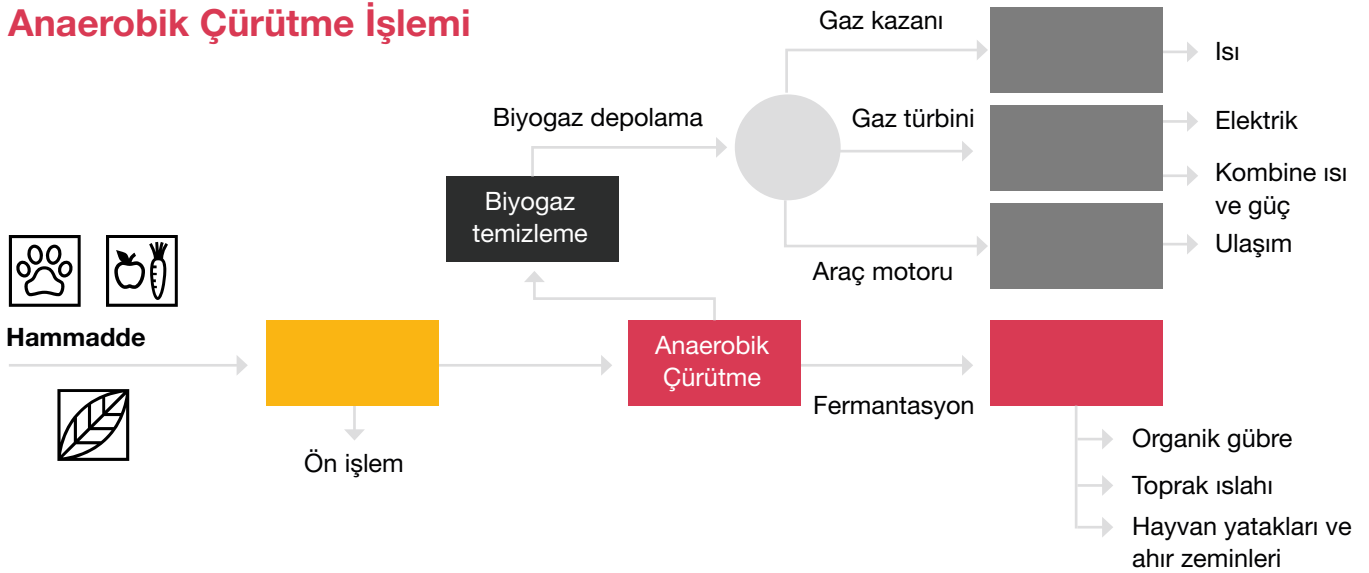
Anaerobik (Havasız) Çürütme

Anaerobik çürütme, biyokütlenin oksijensiz ortamda biyolojik olarak parçalanması işlemidir. Bu işlemde hayvansal atıklar, arıtma çamuru, tarımsal atıklar, kentsel atıklar, gıda işleme atıkları gibi çeşitli atıklardaki organik maddeler parçalanarak kapalı bir konteynıra (biyogaz çürütücüsü) alınmakta ve anaerobik koşullar altında metan açısından zengin biyogaz üretilmektedir. Üretilen biyogaz, ısıtma veya pişirme amaçlı veya gaz ve buhar türbinleri aracılığıyla enerji üretimi için kullanılabilir. Biyogaz ayrıca zenginleştirilerek daha yüksek ısı içerikli biyometan gazına dönüştürülebilmekte veya doğal gaz şebekesine verilebilmektedir. Diğer taraftan, anaerobik çürütme işlemlerinin ardından ortaya çıkan artıklar, organik toprak ıslahı veya gübre olarak kullanılabilir veya satılabilir.

Hayvansal atıklar, arıtma çamuru, nemli tarımsal atıklar ve kentsel atıkların organik kısımları gibi nemli hammaddeler için uygun olan anaerobik çürütmede hayvanların sindirebileceği hemen hemen tüm biyokütle (odunsu malzemeler haricinde herhangi bir biyokütle) biyolojik olarak parçalanabilmektedir. Anaerobik çürütme aynı zamanda depolama alanlarında çöp gazı ile enerji üretiminde kullanılmaktadır.

Anaerobik çürütme genel olarak 30-35°C veya 50-55°C sıcaklıkları arasında iki aşamada gerçekleştirilmektedir. İlk aşama, biyokütle içerisindeki karmaşık organiklerin asit oluşturan bakteriler tarafından daha basit bileşiklere ayrıştırılması işlemi kapsamaktadır. İkinci aşama ise, bu asitlerin metan üreten bakterilerin kullanımı ile biyogaza dönüştürülmesi işleminden oluşmaktadır. Üretilen biyogaz yaklaşık %60 metan, %35 karbondioksit ve %5 oranında hidrojen, amonyak, karbonmonoksit, hidrojen sülfür gibi diğer gazların karışımından oluşmaktadır.

Anaerobik Çürütme İşlemi

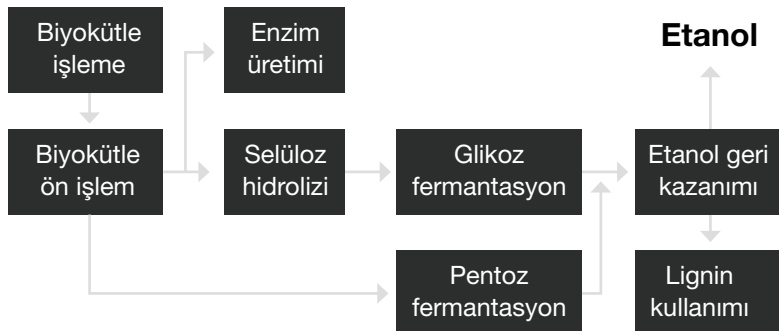


Fermantasyon

Fermantasyon, biyokütle hammaddesinin içerisinde bulunan basit şekerleri alkol ve asit gibi düşük moleküler ağırlıklı yapılara dönüştüren mikroorganizmalardan elde edilen enzimlerin salgılanması işlemidir. Fermantasyon sırasında organik madde içerisindeki nişasta ısı kullanımı ile şekere dönüştürülmekte, ortaya çıkan şekerin mayalanması ile birlikte etanol elde edilmektedir. Bu işlemler farklı süreçler ve işlem aşamalarında tamamlanmaktadır.

Biyokütlenin fermantasyon ile dönüştürülmesi, basit şartlar altında çeşitli çıktıların üretimini sağladığı için büyük önem taşımaktadır. Organik maddelerdeki fermantasyonun kapsamı, biyokütle hammaddesinin bileşimine ve yapısına bağlıdır. Bu süreç için dikkat edilmesi gereken bir konu, gıda maddeleri ile talep rekabeti olmayan hammaddelerin seçilmesi gerektiğidir. Bununla birlikte, tarımsal ve ormansal atıklar, en uygun biyokütle kaynakları olarak kabul edilmektedir.

Fermantasyon İşlemi



Fiziksel Çevrim Yöntemleri

Ekstrasyon ve Esterleşme

Fermantasyon, biyokütle hammaddesinin içerisinde bulunan basit şekerleri alkol ve asit gibi düşük moleküler ağırlıklı yapılara dönüştüren mikroorganizmalardan elde edilen enzimlerin salgılanması işlemidir. Fermantasyon sırasında organik madde içerisindeki nişasta ısı kullanımı ile şekere dönüştürülmekte, ortaya çıkan şekerin mayalanması ile birlikte etanol elde edilmektedir. Bu işlemler farklı süreçler ve işlem aşamalarında tamamlanmaktadır.

Biyokütlenin fermantasyon ile dönüştürülmesi, basit şartlar altında çeşitli çıktıların üretimini sağladığı için büyük önem taşımaktadır. Organik maddelerdeki fermantasyonun kapsamı, biyokütle hammaddesinin bileşimine ve yapısına bağlıdır. Bu süreç için dikkat edilmesi gereken bir konu, gıda maddeleri ile talep rekabeti olmayan hammaddelerin seçilmesi gerektiğidir. Bununla birlikte, tarımsal ve ormansal atıklar, en uygun biyokütle kaynakları olarak kabul edilmektedir.

Biyokütle Teknolojilerinde Yenilikler ve Trendler

Tedarik zincirinin ilk halkası olan biyokütle kaynağının üretimi konusundaki sorunlar, yönetmelik ve uygun planlamalar ile azaltılabilmekte, geliştirilen yeni uygulamalar ile birlikte bu sorunların ortadan kaldırılması hedeflenmektedir.

Enerji bitkisi yetiştiriciliği

Özellikle biyokütlenin modern kullanımı ile birlikte biyokütle yetiştiriciliği geliştirilmektedir. Biyokütle hammaddesi elde etmek için geliştirilen biyokütle yetiştiriciliğinde enerji ormanları ve enerji tarımı öne çıkmaktadır. Enerji açısından zengin bileşenleri içeren enerji bitkileri arasında; şeker kamışı, okaliptüs ağaçları, kara kavak gibi bitkilerin yanı sıra, farklı iklim bölgelerinde yetiştirilen saz kanarya otu, saz çimi, kenger otu gibi bitkiler yer almaktadır. Diğer taraftan, suda yetiştirilen biyokütle (yosun ve algler gibi) ve gıda dışı yağ tohum türleri (Jatropha) gibi ek biyokütle hammadde seçenekleri bulunmaktadır.

Suda yetiştirilen biyokütlenin en önemli kaynağı biyodizel ve biyogaza dönüştürülebilen alglerdir. 3. nesil biyokütle olarak kabul edilen algler, iki gruba ayrılmaktadır: makroalg ve mikroalg. Makro algler (deniz yosunu gibi); gıda, vitamin ve kozmetik gibi enerji dışı amaçların yanı sıra, diğer nemli biyoküteller gibi anaerobik çürütme ile biyometan üretiminde kullanılmaktadır. Makro algler; fermentasyon, hidrotermal iyileştirme veya gazlaştırma yolları ile biyoetanol ve biyodizel gibi biyoyakıtlara da dönüştürülmektedir. Çok küçük su bitkilerinden oluşan mikroalglerin yetiştirilip yönetilmesi, kullanımı ve enerjiye dönüştürülmesi konusunda bazı engeller bulunan makroalgler göre daha kolaydır. Diatomlar, altın rengi algler ve yeşil algler en yaygın mikroalg türleridir.

Zorlukları ve rekabeti önlemek adına, gıda ve yem talebi olmayan ve arazi kullanımı konusunda rekabet oluşturmeyen biyokütle hammaddeleri tercih edilmektedir. Jatropha, marjinal topraklarda yarı kurak iklimlerde yetiştirilebilen ve yenmeyen bir çalı türüdür. Bu bitkinin tohumları ezilerek biyodizel üretimi için işlenebilen yağ çıkarılabilmektedir. Pres sonrası kalıntı ise ayrıca işlenebilmekte ve elektrik santrallerine enerji sağlamak için biyokütle hammaddesi olarak veya gübre olarak kullanılabilir.

Hayvansal atıkların depolanması ve satışı

Hayvansal atıklar ve arıtma çamuru gibi kaynakların anaerobik çürütme işlemi sonucunda organik gübre ortaya çıkmaktadır. İşlem sonrası oluşan artıklar kurutularak organik gübre haline getirilmekte ve sonrasında paketlenerek taşınmaya uygun hazır olmaktadır. Organik gübrenin kullanımı tarım ve saksı yetiştiriciliği gibi çeşitli alanlarda olmakla birlikte katma değeri oldukça yüksektir. Organik gübre kullanımının; maliyetinin az olması, toprak yapısı ve dokusunu iyileştirmesi, toprağın su tutma kabiliyetini artırması, sağlıklı kök gelişimini sağlaması gibi çeşitli avantajları bulunmaktadır. Piyasa fiyatı 300 USD'nin üzerinde olan organik gübrenin içeriği işlem süreçleri ile geliştirilip zenginleştirilmekte ve böylece piyasa fiyatı da yükselmektedir.

Atıkların toplanması

5393 sayılı Belediye Kanunu gereğince, evsel atıkların toplanması ilçe belediyelerinin sorumluluğundadır. Her bir ilçe atık toplama sistemlerini kurup belirlenen noktalara yerleştirilen konteynırlardan atıkları almakta ve sıkıştırılmalı çöp araçları ile Büyükşehir Belediyesi'ne ait Katı Atık Aktarma İstasyonu'na taşımaktadır. Kaynağında toplanan ve aktarma istasyonlarına getirilen atıklar sonrasında geri kazanım ve bertaraf tesislerine taşınmaktadır. Atık toplama faaliyetlerinin daha sistemli hale getirilmesi amacıyla ve evsel atıklar dışındaki atıkların da yönetiminin sağlanması için pilot toplama bölgeleri oluşturulmaktadır. İstanbul'da Pendik Belediyesi'nde Ambalaj Atıkları Toplama Ayırma Tesisi ve 1. Sınıf Atık Getirme Merkezi olması nedeniyle, ilçe genelinde evsel atıklar, ambalaj atıkları, tehlikesiz atıklar ve evsel kaynaklı tehlikeli atıkların yönetimi yapılabilmektedir. Bu uygulamanın diğer belediyelerde de geliştirilmeye devam etmektedir.

Mevcut durumdaki teknolojilerin hangi gelişim ve kullanım aşamasında olduğu aşağıdaki görsellerde ifade edilmiştir.

	Temel ve Uygulamalı Ar-Ge	Demo (Tanıtım, Gösteri)	Erken Ticari	Ticari
Biyokütle Yoğunlaştırma	HTU	Torefikasyon	Piroliz	Peletleme
Biyokütleden Isı			Küçük ölçekli gazlaştırma	Yanma (kazalarda ve sobalarda)
Yanma		ORC* veya Stirling motoru ile yakma		Yakma +Buhar döngüsü
Gazlaştırma	IGFC**	IGCC*** IGGT****	Gazlaştırma + Buhar döngüsü	
Co-firing (Birlikte yakma)		Dolaylı c0-firing	Paralel co-firing	Doğrudan co-firing
Anaerobik Çürütme (AÇ)	Mikrobiyal yakıt hücreleri		Biyogaz yükseltme	2 aşamalı AÇ 1 aşamalı AÇ Çöp gazı
Bioetanol		Odunlu-selülozik etanol		Şeker ve nişasta bitkilerinden elde edilen etanol
Dizel tipi biyoyakıtlar	Mikroalglerden biyodizel	Gazlaştırma + Fischer Tropsch ile sentetik dizel	Hidrojenasyon ile yenilenebilir dizel	Transesterifikasyon ile biyodizel
Biyometan		Gazlaştırma + metanasyon	Biyogaz yükseltme	
Diğer yakıtlar ve katkı maddeleri	Furanik gibi yeni yakıtlar	Biyobütanol gibi piroliz bazlı yakıtlar	DME	Metanol
Hidrojen	Diğer yeni yakıt rotaları	Reform ile gazlaştırma	Biyogaz reformu	

■ Biyokütle Yoğunlaştırma Teknikleri ■ Biyokütleden Isı ■ Biyokütleden Güç veya CHP ■ Sıvı Biyoyakıt ■ Gaz Biyoyakıt

Biyoyakıt tesisleri, kağıt hamuru/kağıt fabrikaları ve gıda işleme tesisleri gibi bazı mevcut biyokütle temelli endüstriler, **biyorafinerilerinin** “1. nesli” olarak düşünülebilir. Mısır nişastasından türetilen polilaktik asit gibi yenilenebilir malzemeler, ticari olarak giderek daha uygun hale gelerek gelecekteki biyo-araştırmaların önemli bir bölümünü oluşturabilir. Yeni biyorafineri konseptleri çok çeşitli biyokütle yapı taşlarından geniş bir malzeme ve kimyasal yelpazesi çıkarmayı amaçlıyor. Büyük ölçüde lignoselülozik hammaddelere dayanan yeni konseptler; malzeme, kimyasallar ve enerji üretmek için bir dizi işlemin teknik olgunluğuna bağlıdır.

Önemli geliştirme çalışmaları devam etmekte ve yeni biyorafineri konseptlerinin ticari olarak kullanılması beklenmektedir. Yeşil malzemeler/kimyasallar ve biyoenerji için pazar ve devlet desteğinin karışımı, biyorafinerilerin yayılmasında önemli rol oynayacaktır. **Sucul biyokütlenin** en önemli kaynağı alglerdir, 3. nesil biyokütle olarak kabul edilirler. Makroalglerin büyük bir potansiyeli vardır (arazi kullanımı yoktur ve geniş deniz alanları ile göller hazırda mevcuttur). Sucul biyokütle, biyodizele veya biyogaza dönüştürülebilmektedir ancak çeşitli üretim engelleri (nasıl kontrol altına alınır, nasıl hasat edilir) ve çevrim tekniklerinin henüz ticari olarak kanıtlanmamış olması gibi aşılması gereken bariyerler gelişimini zorlaştırmaktadır.

*Organic Rankine Cycle **Integrated Gasification Fuel Cell ***Integrated Gasification Combined Cycle ****Integrated Gasification Gas Turbine

Kaynak: IEA

İnovatif Projeler

Atıkların Toplama/Ayrıştırma Faaliyetleri

Atık fraksiyonlarının ayrı toplanması, yüksek kaliteli geri dönüşümü ve yüksek geri dönüşüm oranlarını teşvik etmek için bir ön koşul olarak görülmektedir. Farklı atık türlerini toplananın çok çeşitli yolları vardır. Avrupa’da faaliyette olan ayrı atık toplama çalışmaları, sağlanan avantajlar açısından hemfikirdir. Belirli belediye atık fraksiyonlarının zorunlu olarak ayrı toplanmasını başlatan ülkeler, yüksek kentsel atık geri dönüşüm seviyelerine sahiptir. Hem teknik altyapının genişletilmesi hem de toplama sistemlerini kullananların bilgilendirilmesi ve motive edilmesi oldukça önemlidir. Vatandaşlara uygulanan ana sistemler; kapıdan kapıya toplama, karma kapıdan kapıya toplama, getirme noktaları, sivil siteler ve, depozito iade sistemleri olarak kategorize edilebilir.

Kapıdan Kapıya Toplama Sistemleri

Kapıdan kapıya toplama tek bir kutu ile olabileceği gibi (sadece geri dönüştürülemez endüstriyel atıkları toplamak ve geri dönüştürülebilir maddeler ile biyolojik atıklar için ‘getir’ sistemlerine başvurmak), altıya kadar farklı tür (endüstriyel atık dahil) kutu/çuval ile de hizmet edebilir. Kağıt / karton, biyo-atık, cam, plastik, metal için tek akışlı kapıdan kapıya toplama yapılmaktadır. Kapıdan kapıya toplama sistemleri, en yüksek geri dönüşüm oranlarını ve en iyi kalitede geri dönüştürülebilir malzemeleri sağlar. Bu sistemlerin uygulamaya koyulmasıyla geri dönüştürülebilir malzemelerin toplanma yüzdesi artmaktadır. Bu tür programlar için toplama maliyetleri alternatiflerden daha yüksektir, ancak toplama oranları ve gelirleri genellikle daha yüksektir hem de atık artıma maliyetleri daha düşüktür. Kapıdan kapıya sisteme biyolojik olarak parçalanabilir maddelerin ayrı toplanması dahil edildiğinde, kuru geri dönüştürülebilir maddelerin (ve diğer fraksiyonların) genel sınıflandırması artmaktadır.

Birleştirilmiş Geri Dönüştürülebilir Toplama

Geri dönüştürülebilir maddelerin bir arada toplanması daha pratiktir ve düşük maliyetlerle sonuçlanma eğilimindedir. ‘İki akışlı birleştirilmiş’ toplama (örneğin plastikler ve metaller), maliyetleri düşürmenin ve iyi malzeme kalitesini korumanın makul bir yoludur. Ancak birkaç fraksiyonun birlikte karıştırılması, daha yüksek bir çapraz kontaminasyon riski taşır ve geri dönüştürülebilir malzemelerin kalitesi düşebilir. Karışık kapıdan kapıya toplama, tek bir kutuda metal ve plastik için en yaygın olanıdır. Bir bölmede ikiden fazla tür toplamak da mümkündür.

Kaynak: EC

Konteynerli Getir Sistemleri

Taşıma konteynerleri olan sistemler, genellikle bireyleri atıklarını ayırmaya teşvik etmekte yeterli olmamakta ve daha düşük bir saflık yüzdesi ile sonuçlanmaktadır. Bununla birlikte, ‘getir’ sistemleri belirli türler için (örneğin cam) makul çözümlerdir. Ülkelerin çoğu camın toplanması için getir sistemleri uygulamaktadır (çoğunlukla beyaz ve renkli cam için ayrıdır). Bazı ülkeler kağıt / karton, biyolojik atık, plastik ve metal getirme noktalarında da toplanmaktadır. Plastik, metal ile bir arada veya ayrı bir kapta olabilmektedir.

Sivil Tesis Sahaları

Sivil tesis sahaları, kullanıma uygun olmaları (yakın ve uygun açılış saatleri) ve ayrılan fraksiyonların sayısının çok olması koşuluyla, genel geri dönüşüm oranını iyileştirme potansiyeline sahiptir. Evsel atık geri dönüşüm merkezleri ek toplama sistemleri olarak kullanılır ve genellikle getirme kaplarında toplananlarla aynı fraksiyonları kabul etmektedir. Vatandaşlar ve küçük işletmeler, makul maliyetlerle geri dönüştürülebilir veya geri kazanılabilir atıkları buraya bırakabilmektedir.

Yerel ayrıştırma faaliyetlerinin yanı sıra, belediyesel katı atıklar için özel olarak geliştirilmiş ayrıştırma tesisleri bulunmaktadır. Atık karışımlarını ayırmakta ve atıklardan verimli çözümler üretilmektedir: bitkiler için gübre olarak kullanılacak besleyici toprak haline getirilebilmekte, plastikler geri dönüşümü gerçekleştirmek için plastik granüle işlenebilmekte, sınıflandırılmış kağıtlar tekrar kağıt üretmek için kullanılacak kağıt hamuruna dönüştürülebilmekte ve camlar ile metaller de geri dönüşüme dahil edilebilmektedir.

Çöp gazının doğal gaza dönüştürülmesi

Biyogazın elektrik üretimi için kullanımına alternatif olarak biyogaz biyometana yükseltilebilir ve doğal gaz şebekelerine enjekte edilerek otomotiv sanayide kullanılabilir. Sıkıştırılan çöp gazını, araçlarda kullanılmak üzere doğal gaza dönüştürmek, hem ekonomik hem de çevresel faydalar sağlamakla birlikte, ulaşım sektörünün fosilden “yeşil” yakıtlara dönüşmesine yardımcı olabilmektedir.

Biyogazı ısı ve elektrik üretimi için kullanan birçok ülkenin aksine, İsveç’te üretilen biyogazın büyük bir çoğunluğu araç yakıtı olarak kullanılmaktadır. İsveç’te vergi muafiyetini içeren sistem ve uygulamalar, biyometanın araç yakıtı olarak kullanımını artırmaktadır. Biyogazın ulaştırma yakıtı olarak kullanımının yaygın olduğu başka bir ülke ise Almanya’dır. Bununla birlikte; Fransa, Hollanda, Danimarka ve Güney Kore gibi ülkeler, karayolu taşımacılığı için biyometan kullanımını geliştirmektedir.

Atık gazdan sülfürün ayrıştırılması

Et ve kümes hayvanları sektöründen gelen organik atıklar, önemli bir biyokütle kaynağını temsil etmektedir. Anaerobik çürütme ile ilgili atıkların (gübre ve diğer hayvansal atıklar) özündeki enerji büyük ölçüde geri kazanılabilmektedir. Ancak, bu işlem ile birlikte, atıklardaki yüksek nitrojen ve sülfür konsantrasyonları, düşük metan verimine yol açmaktadır. Bu kalıntıların ve özel olarak yetiştirilmiş enerji mahsullerinin kullanımına alternatif oluşturan yöntemler genel olarak biyogaz işleminin ekonomik ve çevresel faydasını azaltmaktadır.

Bununla birlikte, anaerobik çürütme işleminde ince zarlara aracılığıyla enerji ve bileşenleri geri kazanmak için süreçler geliştirilmekte, organik gübre olarak besin maddelerinin geri dönüşümü ile birlikte gübre ve çeşitli hayvansal atıkların anaerobik tekli sindirimini sağlanmaktadır.

Verimliliği düşürücü maddelerin çıkarılması, biyogaz üretiminin ve metan veriminin artmasını sağlamaktadır. Bu nedenle, sülfür hidrojen sülfürün mikrobiyolojik oksidasyonu ile biyogazdan sülfürik aside geri kazanılmaktadır. Yüksek konsantrasyonlu asit, nitrojen giderimi sırasında absorpsiyon sıvısı olarak kullanılmakta ve amonyum sülfat olarak geri dönüştürülmektedir. Böylece, yüksek verimli ve kaliteli çıktılar üretilmektedir.

Avusturya'da önemli ölçüde kullanılan bu uygulamaların yaygınlaştırılması, Avrupa'daki biyogazdan elektrik üretimindeki verimi %20 oranında artırma potansiyeline sahiptir. Biyogazın verimli bir şekilde kullanılması ile birlikte fosil yakıtların kullanımı da azaltılabilmektedir.

Atık Isının Tarım ve Su Kültüründe Kullanımı

Tesislerdeki işlemler sonucu açığa çıkan atık enerji, ek enerjiye ihtiyaç duyulmadan diğer işlemlerde kullanılabilir. Bu enerjinin olası kullanımlarından diğerleri de tarımsal faaliyetler ve su kültürü yetiştiriciliğidir. Çeşitli tarımsal kullanımlar (örn. sprey sulama, toprak ısıtma ve hayvan barnakları ve seraların çevresel kontrolü) termal atığı kullanmak için bir yol sunmaktadır.

Sprey sulama ve toprak ısıtma, büyüme mevsimini uzatmak ve belirli bölgelerde donmaya karşı koruma sağlamak için kullanılabilir. Hayvan barnaklarının uygun sıcaklıklarda tutulması, büyüme suyunu ve yem verimliliğini artırabilir; özellikle kümes hayvanları ve domuz gibi daha küçük hayvanlar için önemlidir. Hem çiçeklerin hem de sebzelerin sera üretimi büyük ölçüde yapay ısıtma ve soğutmaya bağlıdır ve kondenser soğutma suyundan gelen atık ısının kullanımı sera işletmecilerinin yakıt maliyetlerini önemli ölçüde azaltabilmektedir.

Biyokütle santrallerindeki işlemler sonucu oluşan atık ısının israf edilmeden kullanıldığı en yenilikçi akımlardan birisi seracılıktır. Seraların ekinlerin ihtiyaç duyduğu iklim koşullarını yeniden yaratmak için büyük miktarlarda enerjiye ihtiyacı vardır, atık ısının bu anlamda kullanımı önemli bir tasarruf sağlamaktadır. Seraların ısıtılması ve soğutulması için santral atık ısısının kullanılması mahsul büyümesini ve verimi artırabilir ve işletme (yakıt) maliyetlerini azaltabilir. Sera iklim kontrolü için atık ısının kullanılması hem uygulanabilir hem de ekonomik olarak caziptir.

Balık ve deniz ürünleri türlerinin verimini ve verimini artırmak için ısıtılmış boşaltma suyunun kullanılması da dikkat çeken örneklerdendir. Temel veriler, yayın balığı ve karidesin daha yüksek derecelerde daha hızlı büyüdüğünü ve bunun da atık ısı ile korunabileceğini göstermektedir.

Bölgesel ısıtma ve soğutma

Bölgesel enerji sistemleri, bir ulaşım ağı ve aynı anda birden fazla binaya hizmet veren ısı üretim tesisinden oluşmakla birlikte merkezi bir tesiste buhar, sıcak su ve soğutulmuş su üretebilmektedir. Üretilen buhar ve su daha sonra ısıtma ve iklimlendirme için binaların yer altına boru ile döşenmektedir. Isıt ve soğutma sistemlerinde yaygın olarak kombine ısı ve elektrik santralleri, endüstriyel atık ısı ve biyokütle ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanılabilmektedir.





Bölgesel ısıtmanın temel amacı tüketicilerin ısıtma ve sıcak su ihtiyaçlarının karşılanması olmakla birlikte tüketiciler genel olarak konutlar, hastaneler ve endüstriyel tesislerden oluşmaktadır. Sıcak suyu binalara ulaştıran dağıtım şebekesi, tüm şehri kapsayacak şekilde kurulmakta ve şebekelerde ısı kaybını en aza indirecek yalıtımlı borular kullanılmaktadır. Bölgesel soğutma sistemleri de ısıtma sistemleri ile çok benzer özellikler göstermekte ve soğutma talebi şehir şebekelerindeki soğuk su ile karşılanmaktadır. Bölgesel ısıtma sistemlerinin ısı kaynağı kentsel atıklar, ormansal atıklar ve benzer biyokütle kaynaklarını yakan birleşik ısı ve elektrik üretim tesislerinden karşılanmaktadır.

Biyokütleden yararlanmak için iyi bir çözüm binalara ısı sağlayan ve biyokütle üretim sahalarına yakın konumlarda bulunan küçük büyüklükteki biyokütlelerle bölgesel ısıtmadır. Yerel olarak üretilen biyokütlelerde kaynakların yenilenmesine olanak sağlaması açısından tesislerin boyutu önem taşımaktadır. Büyük tesisler, arzın artmasına neden olmakta ve bu nedenle ekonomik ve çevresel maliyetler yükselmektedir.

Avrupa'da bölgesel ısıtma tesislerinin büyük bölümü, çoğunlukla kırsal ve ekonomik gelişmeye ihtiyaç duyan bölgelerde oluşturulmaktadır. Biyokütle kaynaklı bölgesel ısıtma, evsel biyokütle kazanları ile rekabeti olan bir uygulama olmamakla birlikte, tamamlayıcı bir teknoloji olarak kabul edilmektedir. Izgara kazanlı bölgesel ısıtma tesisleri, çok nemli ve ısı değeri düşük olmasına rağmen her türlü odun atığını da yakabilmektedir. Evsel odun kazanlarında kullanılamayan bu odun atıkları, aynı miktardaki kuru biyokütlelere göre daha az yer kaplamakla birlikte daha düzenli bir yanmayı ve daha basit bir nakliye ve depolama süreci sunmaktadır.

Biyokütle kaynaklı bölgesel ısıtma tesisinin yağımı konusunda aşağıda belirtilen koşulların karşılanması gerekmektedir.

- Taşıma, hammadde maliyetini ve salınan karbondioksit miktarını önemli ölçüde etkilediği için, tedarik edildiği konuma olan mesafe büyük olmamalıdır.
- Tedarik kaynağına yakınlık, bölgesel ısıtma tesisi içinde daha küçük bir depolama hacmine sahip olmasını sağlamakta ve böylece tedarikçinin yerinde depolama yapmasına olanak tanımaktadır.
- Kurulum ve depolama alanlarının inşaa edileceği yerin ulaşım ağına yakın, ısıtmanın sağlanacağı binalara uygun konumda ve yeterli alanlara sahip olması gerekmektedir.

Aritma Çamurundan Biyoenerji

Evsel arıtma çamurları ve tehlikesiz endüstriyel arıtma çamurları bir çeşit biyokütle kaynağıdır ve ısı değeri katı kuru halde oldukça yüksektir. Özellikle gelişmiş ülkelerde arıtma tesisleri kurulurken biyogaz üretim üniteleri de birlikte kurulmakta ve arıtma çamurundan elektrik enerji ve organik gübre elde edilmektedir. Atık su arıtma tesislerinde atık suların arıtımı sonucu meydana gelen çamurların yapısı, tesiste uygulanan fiziksel, kimyasal, biyolojik veya ileri arıtma proseslerine göre farklılık göstermektedir. Açığa çıkan arıtma çamurlarında yüksek karbonlu organik yapıda potasyum, azot, fosfor, kükürt ve metal bileşikler de bulunabilmektedir. Atık suların arıtımı sonucu meydana gelen arıtma çamurları ekonomik ve çevresel açıdan sorun olmaktadır. Artan arıtma tesislerinin bir sonucu olarak evsel atık su arıtma çamurlarının artırılması bu çamurların stabilizasyonu ve bertarafı için gerekli maliyetlerin artmasına ve zaten limitli kapasiteye sahip depo alanları ihtiyacının artmasına neden olmaktadır. Çamur bertarafında uygulanan yöntemler arasında stabilizasyon, minimizasyon, geri dönüşüm, yakma, çamurun araziye depolanması, kompostlaştırma ve tarımsal amaçlı kullanım yer almaktadır. Arıtma çamurlarının bertarafı büyük sorun teşkil etmekle birlikte, çamurun biyoenerji temin edilmesinde kullanılması atık yönetimi ve temiz enerji üretimi açısından önemli bir stratejidir.

Türkiye'de TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezince hazırlanan projeyle atık su arıtma tesislerinde oluşan arıtma çamuru biyolojik yöntemler kullanılarak biyogaza ve sıvı gübreye dönüştürülecek. Türkiye'de belediyelere ait su ve kanalizasyon idarelerince işletilen atık su arıtma tesislerinde günlük yaklaşık 4.500 ton arıtma çamuru oluşmaktadır. Bu çamurlar yakılır, düzenli depolanır ve az miktarı da tarım alanlarında bertaraf edilmektedir. Atıkların yeniden değerlendirilerek ekonomik katkısının somutlaştırılması "Sıfır Atık" konseptinin amaçlanmaktadır. Biyogaz üretiminin çamur bertarafında en çevreci yöntemlerdendir; yakmaya oranla 20 kat daha az karbon emisyonu sağladığı kaydedilmiştir. Türkiye'de bilinçsiz sulama ve gübre kullanımı nedeniyle tarım alanlarındaki topraklarda tuz oranının artmış, toprak içeriğindeki organik yapı miktarının ise azalmıştır. Geliştirilen proje ile işlemler sonrası enerjisi alınan çamur, azot ve fosfor açısından zengin olduğundan organik gübre olarak kullanılabilir. Proje yüksek maliyetlere neden olan sahadaki çamur miktarının azaltımı ve organik kirleticilerden temizlenmiş suyun tekrar tarım havzalarına deşarj edilmesini sağlayacaktır. Böylece tarım havzalarındaki ve tarlalardaki tuzluluk oranı düşecektir. İşlem sonrası deşarj edilecek sular tarım alanlarına yönlendirilmesiyle atık suyun daha efektif kullanımını sağlanmış olacaktır.



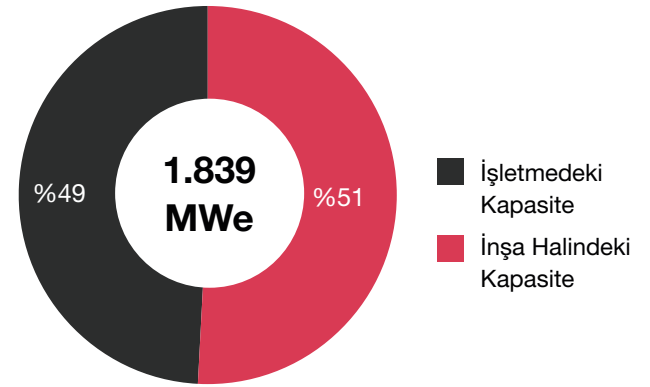
Sektördeki Önemli Oyuncular

Sektördeki Önemli Oyuncular

Sektördeki En Büyük Oyuncuların Lisanslı Kapasiteleri (MWe, Şubat 2021)

Şirket	Lisanslı Kapasite
ITC Türkiye	143
Biotrend	118
Oltan ve Köleoğlu	99
İSTAÇ	90
Ortadoğu Enerji	88
Bientaş	63
Gülsan Holding	61
İstanbul Enerji	52
Bemka Enerji	45
Panab Enerji	44
Global Yatırım Holding	41
Mutlular Enerji	41
Eren Holding	34
Era Çevre Teknolojileri	28
Arel Enerji	25

Lisanslı Kapasitenin Dağılımı (% Şubat 2021)



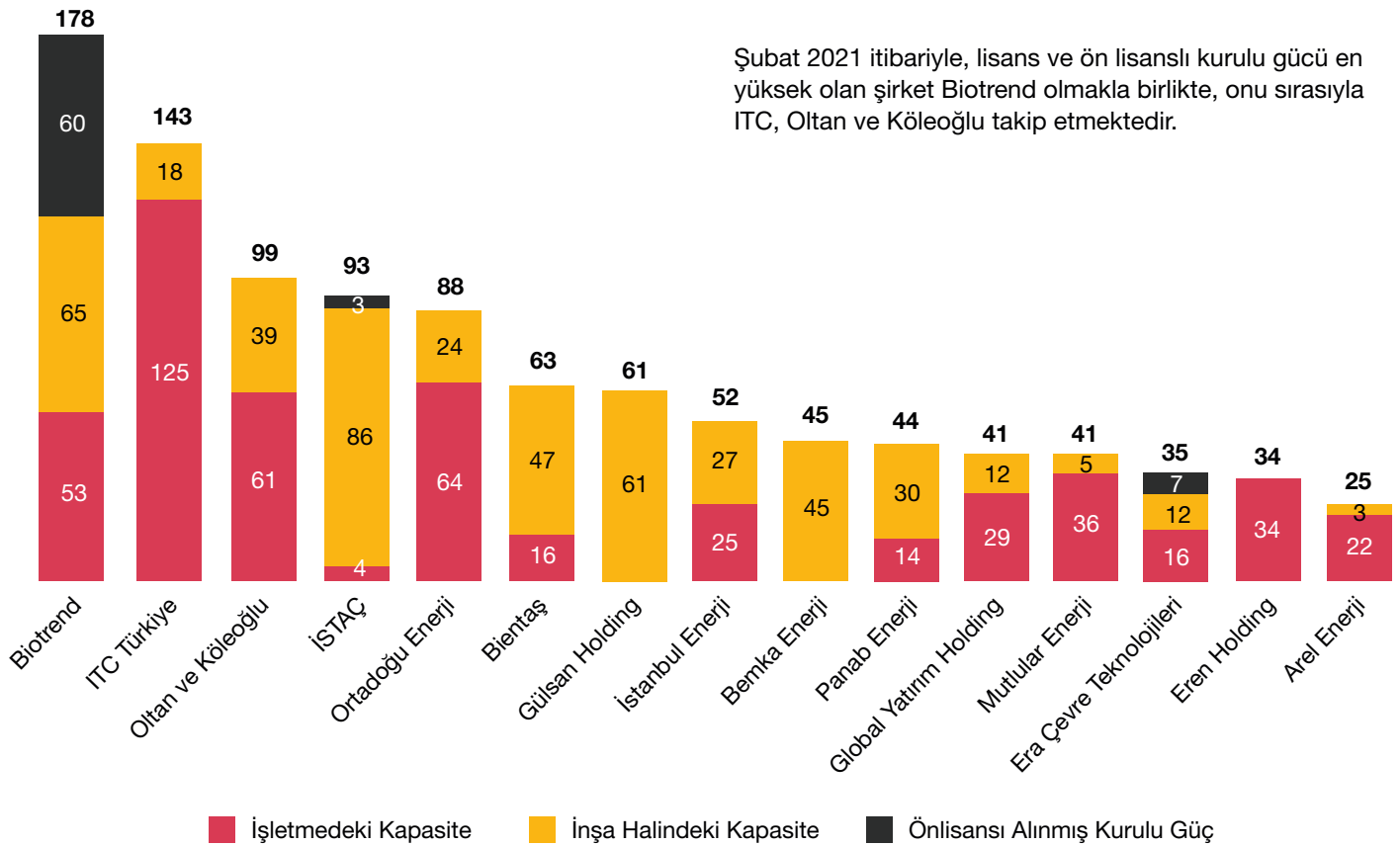
Şubat 2021 itibarıyla, toplam lisanslı kurulu güç 1.839 MWe seviyesindeyken, 893 MWe işletmedeki kapasite, 946 MWe ise inşa halindeki kapasiteyi ifade etmektedir.

1994 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin bir iştiraki olarak kurulan İSTAÇ, 1995 yılında ilk düzenli depolama alanı ve tıbbi atık toplama ve yakma tesisleri ile birlikte sektörde faaliyet göstermeye başlatan ilk kurum olmuştur.

Türkiye'de biyokütle sektöründe faaliyet gösteren en büyük 15 şirket, toplam lisanslı kurulu gücün yarısından fazlasını oluştururken, şubat 2021 itibarıyla lisanslı kurulu güç bakımından en büyük şirketler ITC Türkiye, Biotrend ve Oltan Köleoğlu olarak gerçekleşmiştir. Diğer taraftan, Biotrend en fazla üretim tesisine sahip şirket olmuştur.

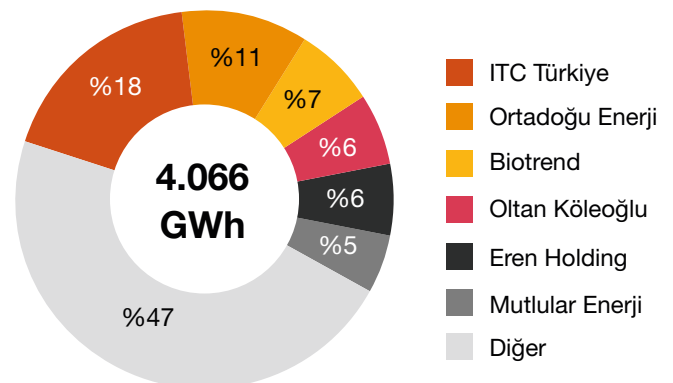
Grafik 72

Sektördeki Önemli Oyuncuların Kurulu ve Planlanan Kurulu Güç Dağılımı (MWe, Şubat 2021)*



Grafik 73

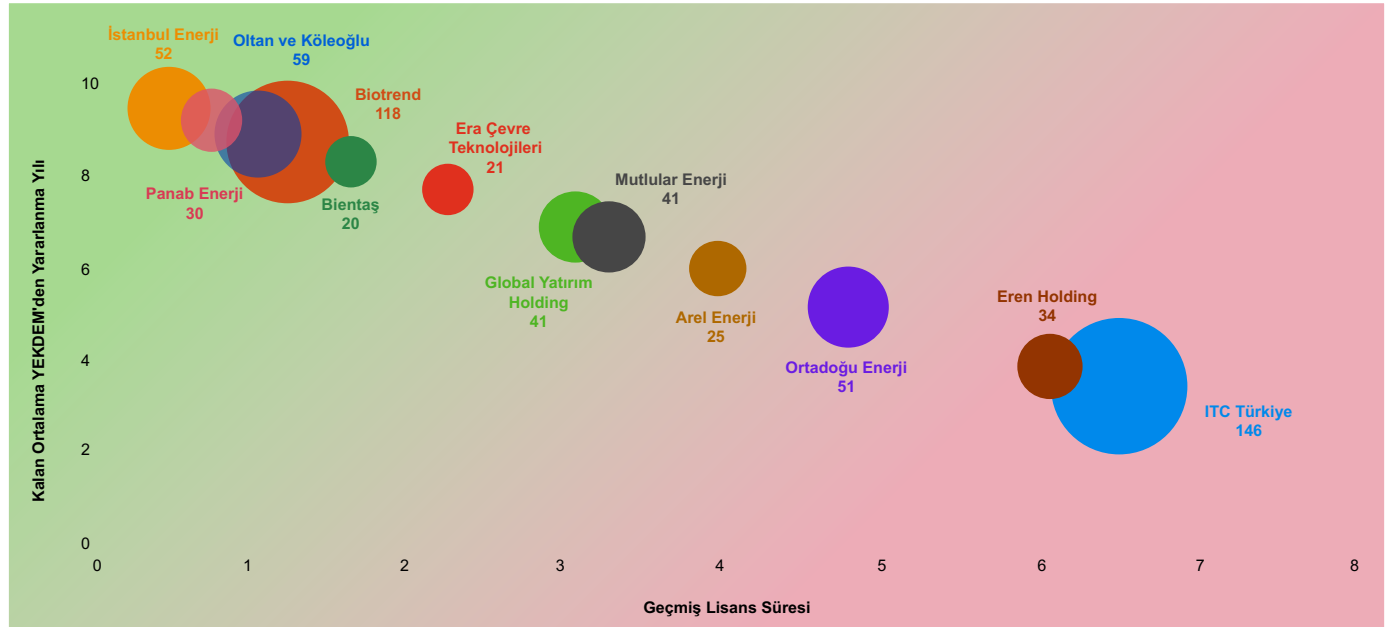
Sektördeki Önemli Oyuncuların Elektrik Üretim Dağılımı (% , 2020)



*Lisanslı işletmedeki ve inşa halindeki kapasite gösterilmektedir. Lisanssız kurulu güç dahil edilmemiştir.

Kaynak: EPDK, EPIAŞ, ETKB

Türkiye biyokütle sektöründeki oyuncuların yararlandığı önemli bir teşvik YEKDEM olmakla birlikte, özellikle genç santrallere sahip şirketlerin teşvikten yararlanma sürelerinin daha uzun olması bu şirketlere önemli bir katkı sağlamaktadır. Aşağıdaki grafikte, Türkiye biyokütle sektöründeki önemli oyuncuların tesis yaşları, kalan ortalama YEKDEM'den yararlanma süreleri ve kurulu güç büyüklükleri karşılaştırılmaktadır.

Grafik 74**Geçmiş Lisans Süresi* - Kalan Ortalama YEKDEM Süresi******Önemli Oyuncuların Elektrik Üretim Tesisi Sayıları**

Şirket	Tesis Sayısı	Pay
ITC Türkiye	15	%4
Biotrend	12	%3
Arel Enerji	9	%3
Bientaş	6	%2
Ortadoğu Enerji	5	%1
Diğer	311	%87
Toplam	358	%100

Türkiye'de bulunan önemli biyokütle oyuncuları arasında tesis sayısı en yüksek olan şirketler yandaki tabloda gösterilmektedir.

*Şubat 2021 itibarıyla EPDK lisans başlangıç tarihleri baz alınarak hesaplanmıştır.

**Balon büyüklüğü şirketlerin YEKDEM'e tabii kurulu gücünü (MWe) ifade etmektedir.

Biyokütle kaynağına erişim konusunda kaçınılmaz engeller olmasına karşın bu engellerin kaldırılması veya azaltılması, biyokütlenin tam potansiyelini elde etmek için önem taşımaktadır.



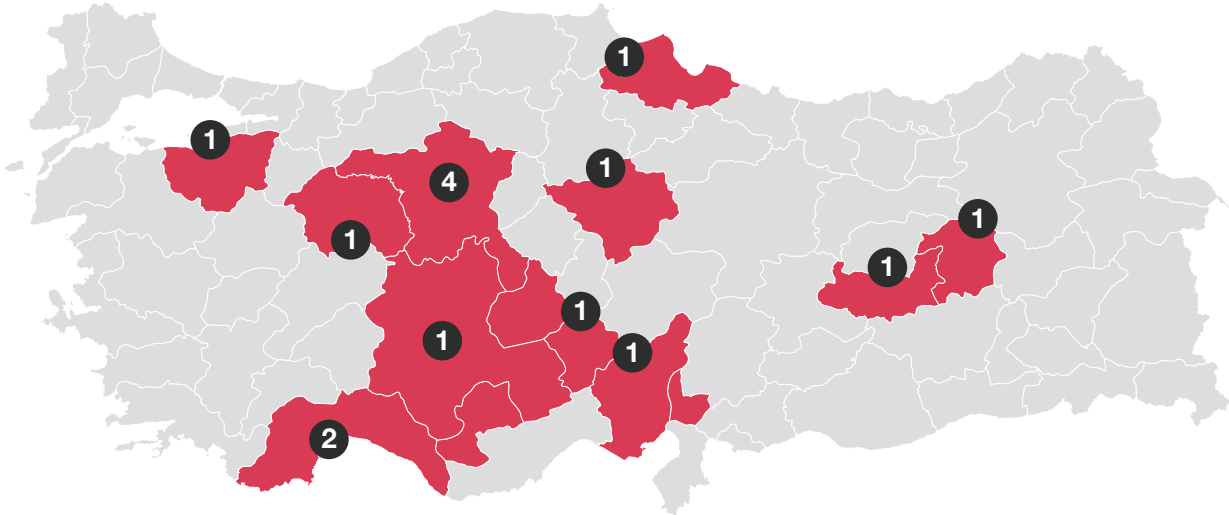
ITC Türkiye

Konumu	Ankara
Lisanslı Üretim Tesisi Sayısı	15
Kurulu Güç (MW)*	143
Toplam Lisanslı Kurulu Güç İçerisindeki Pay	%7,9

Faaliyet Alanları

- ☐ Kentsel Atık
- ☐ Endüstriyel Atık
- ☐ Tıbbi Atık
- ☐ Ambalaj Atıkları

Lisanslı Üretim Tesisleri



Ankara Sincan Biyokütle
Enerji Santrali (55 MW)*

En Büyük Santrali

*İnşa halindeki kapasite de dahil edilmiştir

Kaynak: Halka Açık Veriler (Şubat 2021 itibarıyla)

Türkiye’de oluşan toplam atığın %22’si ITC tesislerine geliyor	%22
ITC tesislerinde yıllık bertaraf edilen atık	6m ton
Türkiye’de atıktan üretilen enerjinin %39’u ITC tesislerinde üretiliyor	%39
Türkiye’nin en büyük kapasiteli tıbbi ve tehlikeli atık bertaraf tesisi	1.
Yıllık karbon emisyon azaltımı	2m ton

Hizmetler

- Belediye atıkları depolama alanı rehabilitasyonu ve bertarafı
- Endüstriyel atık bertarafı
- Ambalaj atıkları
- Tıbbi atık bertarafı
- Atık ısının değerlendirilmesi

Atık geri kazanımı, geri dönüşümü, toplama, bertarafı ve ıslahı konuları “ITC Entegre Katı Atık Yönetim Sistemleri” grup şirketleri tarafından yürütülmektedir. Karışık evsel atıkların toplanması ve ayrı toplanan kısımların geri kazanımı, endüstriyel ve tehlikeli atıkların uygun koşullarda depolanması veya nihai bertarafının sağlanması, tıbbi atıkların toplanarak nihai bertarafı gibi çeşitli atık tipleri için geniş bir atık değerlendirme sistemi kuruludur.

Sistemler kapsamında evsel atıkların depolandığı vahşi depolama sahalarının rehabilitasyonu, düzenli depolama alanlarının projelendirilmesi ve işletilmesi, biyometanizasyon, gazlaştırma-yakma ile enerji üretimi, Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) üretimi, ambalaj atıklarının ayrıştırılması, tehlikeli ve tıbbi atıkların bertaraf edilmesi gibi ıslah ve geri kazanım odaklı faaliyetler yürütülmektedir.

Atık yönetimi çerçevesinde depolanacak atık miktarını en aza indirerek depolama alanlarının ömrünü uzatmak amaçlı AR-GE çalışmaları yürütülmekte ve yenilikçi teknolojiler geliştirilmektedir.

Gazlaştırma/Yakma Tesisi



Kantar

Gelen araçlar dolu olarak kantara alınır. Laboratuvar tarafından yapılan doğrulama analizi sonucunda atık uygunsa kabulü yapılır, değilse firmaya iade edilir.



Bunker

Bunkerde yakmaya uygun atıkların kalorisine, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre menü hazırlanır.



Gazlaştırma

Döner fırında 800°C’de oksijensiz ortamda gazlaştırma gerçekleştirilir, kalan kısım kül olarak dışarı alınır.

İkinci yanma odasında 1100°C’de 2-3 saniye geçiş süresiyle tehlikeli ve kimyasal bileşen içerikleri parçalanarak bertaraf edilir.



Baca

Oluşan gazlar üç aşamalı baca gazı filtrasyon sisteminden geçirilerek sınır değerlerin altına düşürülmektedir.



Şebeke

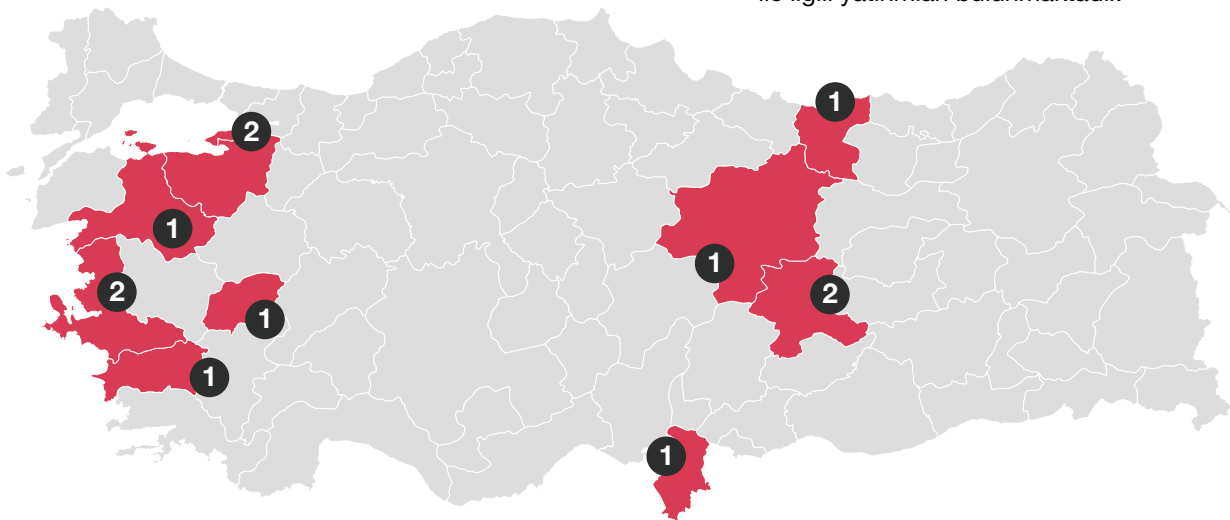
Atık ısı eşanjör yardımıyla gaz türbinine aktararak elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirilir.

Doğanlar Holding iştiraki Biotrend Enerji, alternatif enerji üretimi konusunda yatırımlar yaparak 2017 yılında kurulmuştur. Şirket, Türkiye genelindeki tesislerinde atıktan enerji üretimi ve entegre atık yönetimi faaliyetlerini sürdürmektedir.



Biotrend	
Konumu	İstanbul
Lisanslı Üretim Tesisi Sayısı	12
Kurulu Güç (MW)*	118
Toplam Lisanslı Kurulu Güç İçerisindeki Pay	%6,4
2020 yılı yaklaşık elektrik üretim miktarı	300.000 MWh
Yıllık Yaklaşık Karbon Azaltımı	2,3 ppm**
Elektrik ihtiyacını karşıladığı hane sayısı	200.000
Ülkenin evsel atıklarının işleme oranı	%20

Lisanslı Üretim Tesisleri



 İzmir Çöp Gaz Elektrik Üretim Tesisi (40 MW)*

En Büyük Santrali

*İnşa halindeki kapasite de dahil edilmiştir. **parts per million (milyonda bir anlamına gelen kütleli yoğunluk birimi)

Kaynak: Halka Açık Veriler (Şubat 2021 itibarıyla)

Faaliyet Alanları

Biotrend; çöp gazı, biyokütle, atıktan türetilmiş yakıt kaynaklarını enerjiye dönüştürerek yenilenebilir enerji üretimi alanında faaliyet göstermektedir. Türkiye genelinde;

- biyokütle,
 - evsel katı atık ayrıştırma,
 - geri dönüşüm,
 - ATY hazırlama,
 - ATY üretimi (evsel katı atıktan yenilenebilir enerji üretimi),
 - biyogaz/biyometanizasyon,
 - atık sahası işletimi ve çöp gazı (landfill gas - LFG) enerji dönüşümü,
 - biyokütle yakma tesisi/bertarafı
 - katı atık sahası işletmesi ve rehabilitasyonu,
 - sera
 - organik gübre üretimi
 - ıslak fermentasyon
 - aktarma istasyonları
 - mekanik ayırma tesisleri
 - kompostlaştırma teknolojileri
- ile ilgili yatırımları bulunmaktadır.

Hizmetler

Saha Rehabilitasyon

Hızlı kentleşme sonucunda şehir içerisinde kalmış düzensiz depolama sahaları ile ömrünü tamamlamış düzenli ve düzensiz depolama sahalarının Havaya, toprağa, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına, insan sağlığına etkilerini ve oluşmuş koku ve görüntü kirliliklerini ortadan kaldırmak için ilgili mevzuatlara uygun şekilde saha düzenleme, kapama ve rehabilitasyon çalışmalarının yapılmasını kapsamaktadır.

Biyogaz Enerji Üretimi

Düzenli depolama sahasına gelen atıklardan belli prosesler aracılığı ile üretilen metan gazının gaz motorları ile enerjiye çevrilerek ülke ekonomisine kazandırılmasıdır. 2021 yılı sonu itibarıyla kurulu gücün 88.7 MWe' ye çıkarılması planlanmaktadır. 2022 ve devam eden yıllarda ise, lisans ve ön lisans kapasitesinin tamamının işletmeye alınması hedeflenmektedir.

Aktarma İstasyonları

Katı atıkların düzenli depolama sahalarına ulaştırılmasında meydana gelen hava kirliliği, toz, koku, gürültü yoğun trafik oluşumu gibi çevresel etkileri en aza indirmek ve taşıma maliyetlerini ekonomik hale getirmek için katı atık aktarma istasyonlarının dizayn, kurulum, işletme çalışmalarını kapsamaktadır.

Mekanik Ayırma Tesisleri

Düzenli depolama sahasına gelen karışık katı atıkların yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir kısımlarının ayırmasının yapılarak ülke ekonomisine geri kazandırılmasıdır. Katı atık ayırma tesisleri, sahip oldukları teknoloji sayesinde normal şartlara göre çok daha verimli çalışarak organik ve inorganik atıkları birbirinden ayırır; cam, metal, alüminyum, plastik ve kağıt ürünleri ayırıcı yardımı ile ayrılmaktadır.

Biyometanizasyon Tesisleri

Mekanik ayırma sürecinden geçmiş organik maddelerin anaerobik mikroorganizmalar yardımıyla ayrışması sonucunda ortaya çıkan biyogazın elektrik üretiminde ana yakıt olarak kullanılarak ekonomiye kazandırılmasıdır.

Islak Fermantasyon

Havasız ortamda biyogaz üretiminde en önemli etken kuru madde miktarıdır. Kuru madde miktarı biyogaz verimini direk olarak etkileyen bir unsurdur. Biyogaz verimi kullanılan organik maddenin kuruluk oranına göre değişiklik gösterir. Kullanılan atıkların kuruluk oranına göre kullanılacak su miktarı ve tesisin hacmi belirlenir. Islak fermantasyonda tesislerde fermentöre yüklenen organik maddeler gerekli koşullar sağlandıktan sonra biyogaz üretimi gerçekleşir.

Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Hazırlama Tesisleri

Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) atıkların belirli proseslerden geçirilerek üretilen alternatif yakıt hammaddesine verilen isimdir. ATY, Türkiye'de geçerli olan mevzuat kapsamında atık olarak kabul edilmektedir. Avrupa Birliği mevzuatında ise bu yakıtlar belirli kriterleri sağlaması durumunda "End of Waste" prensibi ile yakıt ürünü olarak kabul edilmektedir. Bu uygulama ATY'nin ticari yönünü güçlendirmektedir. ATY, enerji tüketimi yoğun olan ve katı yakıt (genellikle kömür) kullanan sektörlerde tercih edilen alternatif bir yakıttır, yaygın olarak çimento fabrikalarında kullanılmaktadır.

Kompost Tesisleri

Kompostlaştırma, organik esaslı atıkların oksijenli veya oksijensiz ortamda ayrıştırılmasıyla ortaya çıkan ve toprak zenginleştirici olarak kullanılabilen ürünün ekonomiye kazandırılmasıdır.

Biyokütle

Tarım alanlarında hasat sonrasında ortaya çıkan pamuk çalısı ve mısır sapı gibi atıklar ve ormanda kesim sonrası toprağın altında kalan orman atıkları organik içerikleriyle biyokütle enerji kaynağıdır. İzgaralı yakma sisteminde biyokütle 850-900°C'de yakılmaktadır. İşlem sonucu ortaya çıkan sıcak gazlar ile su buharlaştırılır ve elde edilen kinetik enerji buhar türbininde mekanik enerjiye ve jeneratörde ise elektrik enerjisine dönüşür.

2014 yılında enerji sektöründe hizmet vermeye başlayan şirket, biyokütle de dahil olmak üzere yenilenebilir enerji kaynakları alanlarında faaliyet göstermektedir.



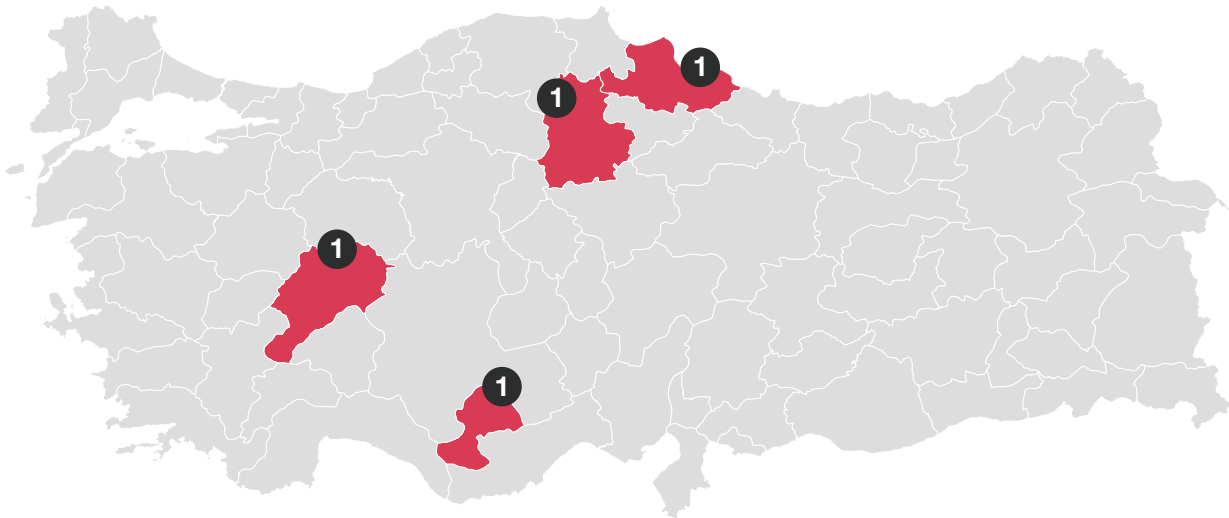
Oltan ve Köleoğlu Enerji

Konumu	Trabzon
Lisanslı Üretim Tesisi Sayısı	4
Kurulu Güç (MW)*	99
Toplam Lisanslı Kurulu Güç İçerisindeki Pay	%5,4

Faaliyet Alanları

- Tarımsal Atık
- Ormansal Atık

Lisanslı Üretim Tesisleri



Karaman Biyokütle
Enerji Santrali (40 MW)*

En Büyük Santrali

*İnşa halindeki kapasite de dahil edilmiştir

Kaynak: Halka Açık Veriler (Şubat 2021 itibarıyla)

Türkiye'nin ilk düzenli depolama sahasını işleten İstaç, İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin iştiraki olarak 1994 yılında kurulmuştur.



Şirket, endüstriyel atık yönetimi, gemi atıkları yönetimi, tıbbi atık yönetimi, çevre laboratuvarı, hafriyat ve toprağı yönetimi hizmetleri vermektedir. Bununla birlikte, İstaç, kentsel atık yönetimi kapsamında, atık lojistik yönetimi, geri kazanım ve kompost, düzenli depolama ve çöp gazından enerji üretimi faaliyetlerini sürdürmektedir.

İSTAÇ

Konumu	İstanbul
Lisanslı Üretim Tesisi Sayısı	2
Kurulu Güç (MW)*	90
Toplam Lisanslı Kurulu Güç İçerisindeki Pay	%4,9

Faaliyet Alanları

- ☐ Endüstriyel Atık
- ☐ Kentsel Atık
- ☐ Gemi Atıkları
- ☐ Tıbbi Atık

Yıllık organik atıktan üretilen kompost miktarı **17.000 ton**

Depolanan atık miktarı **6,4m ton**

Elektrik ihtiyacı karşılanan hane sayısı **250.000**

Atık geri kazanım miktarı **4.610 ton**

Lisanslı Üretim Tesisleri



İ.B.B Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisi (86 MW)*

En Büyük Santrali

*İnşa halindeki kapasite de dahil edilmiştir

Kaynak: Halka Açık Veriler (Şubat 2021 itibarıyla)

Ortadoğu Enerji 2007 yılında kurulmuş olup özellikle çöp gazından elektrik enerjisi üretimi faaliyetleri ile iştigal etmektedir.



Ortadoğu Enerji

Konumu	İstanbul
Lisanslı Üretim Tesisi Sayısı	5
Kurulu Güç (MW)*	88
Toplam Lisanslı Kurulu Güç İçerisindeki Pay	%4,8

Faaliyet Alanları

- ☐ Çöp Gazından Elektrik Üretimi
- ☐ Kentsel Atık
- ☐ ATY Gazifikasyonu

Lisanslı Üretim Tesisleri



Odayeri Çöp Gazı Santrali
(37 MW)*

En Büyük Santrali

*İnşa halindeki kapasite de dahil edilmiştir

Kaynak: Halka Açık Veriler (Şubat 2021 itibarıyla)

1967 yılında kurulan Biberici İnşaat, 2000 yılında depolanan çöplerin ıslahı ve ilerleyen yıllarda katı atıkları düzenli depolama ile bertaraf edilmesi faaliyetlerine başlamıştır. Şirket, 2008 yılı itibarıyla tıbbi atık sterilizasyon faaliyetlerini sürdürmektedir.



Biberici İnşaat - Bientaş

Konumu	Konya
Lisanslı Üretim Tesisi Sayısı	6
Kurulu Güç (MW)*	63
Toplam Lisanslı Kurulu Güç İçerisindeki Pay	%3,5

Faaliyet Alanları

- ☐ Çöp Gazından Elektrik Üretimi
- ☐ Kentsel Atık
- ☐ Tıbbi Atık

Lisanslı Üretim Tesisleri



Konya Termal Bertaraf Tesisi
(26 MW)*

En Büyük Santrali

*İnşa halindeki kapasite de dahil edilmiştir

Kaynak: Halka Açık Veriler (Şubat 2021 itibarıyla)

1934 yılında kurulan Gülsan Holding, 2016 yılı itibariyle biyokütle sektöründe faaliyet göstermeye başlamıştır.



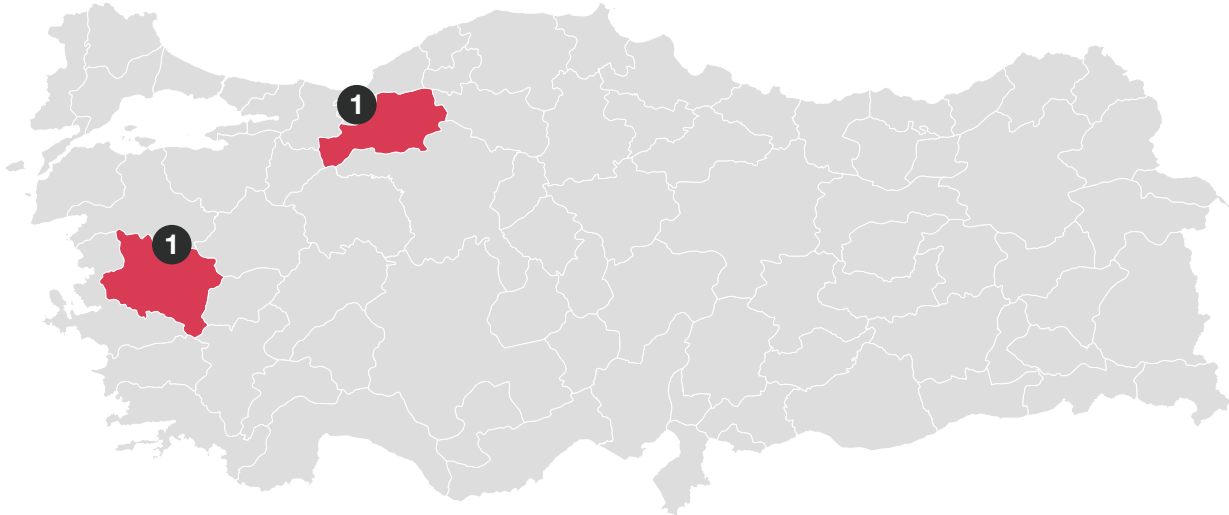
Gülsan Holding

Konumu	Gaziantep
Lisanslı Üretim Tesisi Sayısı	2
Kurulu Güç (MW)*	61
Toplam Lisanslı Kurulu Güç İçerisindeki Pay	%3,4

Faaliyet Alanları

- ☐ Çöp Gazı
- ☐ Hayvansal Atık
- ☐ Tarımsal Atık

Lisanslı Üretim Tesisleri



Kula Yenilenebilir
Enerji Üretim Tesisleri (31 MW)*

En Büyük Santrali

*İnşa halindeki kapasite de dahil edilmiştir

Kaynak: Halka Açık Veriler (Şubat 2021 itibarıyla)

1962 yılında Petrol Ofisi ve İstanbul Belediyesi adi ortaklığı ile kurulan İstanbul Enerji, günümüzde İstanbul Büyükşehir Belediyesi iştiraki olarak faaliyetlerini sürdürmektedir.



İstanbul Enerji

Konumu	İstanbul
Lisanslı Üretim Tesis Sayısı	1
Kurulu Güç (MW)*	52
Toplam Lisanslı Kurulu Güç İçerisindeki Pay	%2,9

Faaliyet Alanları

- Çöp Gazından Elektrik Üretimi
- Kentsel Atık

Üretim tesisinin 2038-2041 yılları arasında tam kapasiteye ulaşarak kurulu gücünün **90 MW** seviyesine yükselmesi planlanmaktadır.

Lisanslı Üretim Tesisleri



Seymen Enerji Üretim Tesis
(52 MW)*

En Büyük Santrali

*İnşa halindeki kapasite de dahil edilmiştir

Kaynak: Halka Açık Veriler (Şubat 2021 itibarıyla)

Bemka Enerji, 2016 yılında kurulmuş olup, biyokütleden elektrik enerjisi üretim tesislerinin kurulumu, elektrik enerjisi üretimi ve üretilen elektrik enerjisinin satışı faaliyetleri ile iştigal etmektedir.



Bemka Enerji

Konumu	İstanbul
Lisanslı Üretim Tesisi Sayısı	1
Kurulu Güç (MW)*	45
Toplam Lisanslı Kurulu Güç İçerisindeki Pay	%2,5

Faaliyet Alanları

- ☐ Ormansal Atık
- ☐ Tarımsal Atık

Lisanslı Üretim Tesisleri



Adana Kozan Beta Biyokütle
Enerji Santrali (45 MW)*

En Büyük Santrali

*İnşa halindeki kapasite de dahil edilmiştir

Kaynak: Halka Açık Veriler (Şubat 2021 itibarıyla)

2007 yılında Ankara’da kurulan Panda Grubu, 2019 yılı itibariyle biyokütle sektöründe faaliyet göstermeye başlamıştır.



Panda - Panab Enerji

Konumu	Ankara
Lisanslı Üretim Tesisi Sayısı	4
Kurulu Güç (MW)*	44
Toplam Lisanslı Kurulu Güç İçerisindeki Pay	%2,4

Faaliyet Alanları

- ☐ Çöp Gazından Elektrik Üretimi
- ☐ Kentsel Atık
- ☐ Hayvansal Atık – Atıktan Gübre

Lisanslı Üretim Tesisleri



Panab Tekirdağ
Elektrik Üretim Santrali (14 MW)*

En Büyük Santrali

*İnşa halindeki kapasite de dahil edilmiştir

Kaynak: Halka Açık Veriler (Şubat 2021 itibarıyla)

Global Yatırım Holding, lisanslı üç elektrik üretim tesisi ile biyokütle sektöründe faaliyet göstermektedir.



Global Yatırım Holding

Konumu	İstanbul
Lisanslı Üretim Tesisi Sayısı	3
Kurulu Güç (MW)*	41
Toplam Lisanslı Kurulu Güç İçerisindeki Pay	%2,3

Faaliyet Alanları

- ☐ Tarımsal Atık
- ☐ Hayvansal Atık
- ☐ Ormansal Atık

Lisanslı Üretim Tesisleri



Mavibayrak Biyokütle
Enerji Santrali (24 MW)*

En Büyük Santrali

*İnşa halindeki kapasite de dahil edilmiştir

Kaynak: Halka Açık Veriler (Şubat 2021 itibarıyla)

1950 yılında kurulan Mutlular Grubu'nun bünyesinde bulunan Mutlular Enerji, biyokütle faaliyetlerini Balıkesir'de bulunan iki üretim tesisinde sürdürmektedir.



Mutlular Enerji

Konumu	Balıkesir
Lisanslı Üretim Tesisi Sayısı	2
Kurulu Güç (MW)*	41
Toplam Lisanslı Kurulu Güç İçerisindeki Pay	%2,3

Faaliyet Alanları

- ☐ Hayvansal Atık
- ☐ Tarımsal Atık
- ☐ Ormansal Atık

Lisanslı Üretim Tesisleri



Mutlular Biyokütle
Enerji Santrali (30 MW)

En Büyük Santrali

*İnşa halindeki kapasite de dahil edilmiştir

Kaynak: Halka Açık Veriler (Şubat 2021 itibarıyla)

1997 yılında kurulan Eren Holding, 2014 yılında Modern Biyokütle Enerjisi Santrali'nin devreye girmesi ile birlikte biyokütle sektöründe faaliyet göstermeye başlamıştır.



Eren Holding

Konumu	İstanbul
Lisanslı Üretim Tesisi Sayısı	2
Kurulu Güç (MW)*	34
Toplam Lisanslı Kurulu Güç İçerisindeki Pay	%1,8

Faaliyet Alanları

- ☐ Ormansal Atık
- ☐ Evsel Atık

Lisanslı Üretim Tesisleri



Tekirdağ Orman Kaynaklı Yan Ürünlerden
Enerji Üretim Tesisleri (28 MW)*

En Büyük Santrali

*İnşa halindeki kapasite de dahil edilmiştir

Kaynak: Halka Açık Veriler (Şubat 2021 itibarıyla)

Era Çevre Teknolojileri 1999 yılında kurulmuştur. Şirket, 2003 yılında tıbbi atıkların sterilizasyonu konusunda Ar-Ge çalışmalarına başlamış olup, aynı zamanda gübre ve ATY üretimi yapmaktadır.



Era Çevre Teknolojileri

Konumu	İstanbul
Lisanslı Üretim Tesisleri Sayısı	4
Kurulu Güç (MW)*	28
Toplam Lisanslı Kurulu Güç İçerisindeki Pay	%1,6

Faaliyet Alanları

- ☐ Gübre Üretimi
- ☐ Katı Atık Yönetimi
- ☐ Tıbbi Atık Yönetimi
- ☐ ATY Üretimi

Lisanslı Üretim Tesisleri



Sakarya Biyogaz
Enerji Üretim Tesisleri (9 MW)*

En Büyük Santrali

*İnşa halindeki kapasite de dahil edilmiştir

Kaynak: Halka Açık Veriler (Şubat 2021 itibarıyla)

2011 yılında Ankara’da kurulan Arel Enerji, biyokütle sektöründe 9 lisanslı üretim tesisi ile faaliyet göstermektedir.



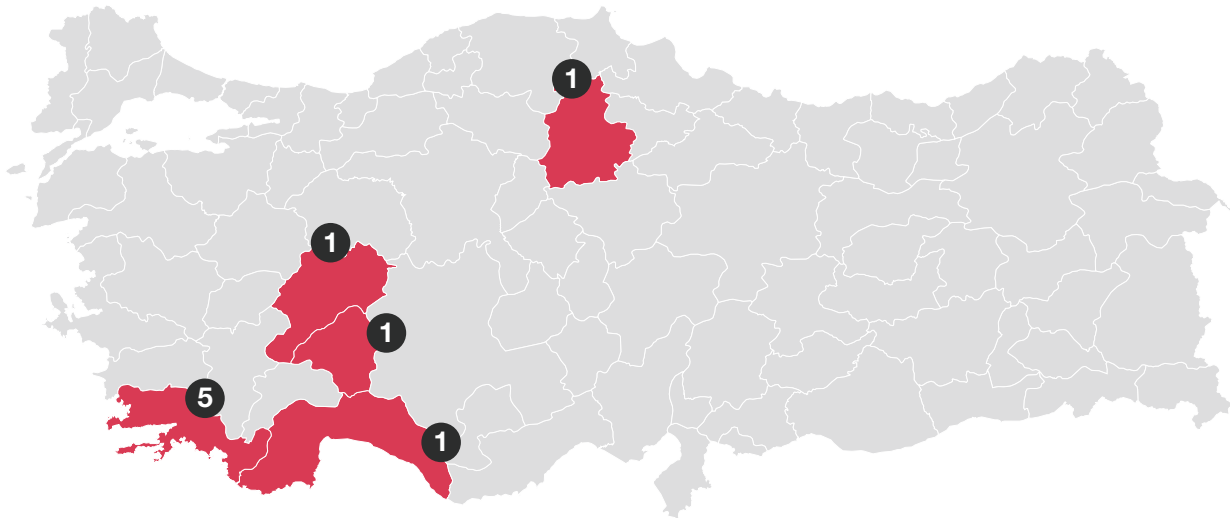
Arel Enerji

Konumu	Ankara
Lisanslı Üretim Tesisi Sayısı	9
Kurulu Güç (MW)*	25
Toplam Lisanslı Kurulu Güç İçerisindeki Pay	%1,4

Faaliyet Alanları

- Çöp Gazından Elektrik Üretimi
- Kentsel Atık

Lisanslı Üretim Tesisleri

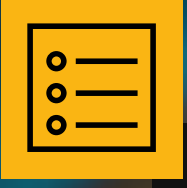


Afyonkarahisar Biyokütle Enerji Santrali (3,81 MW)*

En Büyük Santrali

*İnşa halindeki kapasite de dahil edilmiştir

Kaynak: Halka Açık Veriler (Şubat 2021 itibarıyla)



Biyokütle ve Biyoenerji Sektörlerindeki Temel Paydaşlar ve Diğer Etmenler



Biyokütle sektöründeki temel etmenlerin başında düzenleyici ve denetleyici kurumlar ile temel mevzuat ve yönetmelikler gelmektedir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı; çevre, kamu hizmetleri ve şehir planlamasından sorumlu bakanlıktır.

No
2872

Çevre Kanunu

Kanunun amacı, çevrenin sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını ve iyileştirilmesini sağlamaktır. Bu kanun çerçevesinde, koruma ilkeleri ile paralel olarak arazilerin doğru kullanımını sağlamak, su ve hava kirliliğini önlemek, doğal zenginlikleri korumak adına alınabilecek önlemleri ve düzenlemeleri belirlemek gibi amaçlar yer almaktadır. Kanun kapsamında, atık oluşumunun kaynağında azaltılması ve atıkların geri kazanımını sağlayan çevresel teknolojilerin kullanması esas kabul edilmektedir. İzin alma, arıtma ve bertaraf etme yükümlülükleri de Çevre Kanunu kapsamında belirlenmektedir.

No
20235

Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği (ÇED)

Geliştirilen veya geliştirilmesi planlanan projelerin çevre üzerindeki etkilerinin belirlendiği ve karar verme sürecini destekleyici bir süreçtir. ÇED kapsamında, bir proje veya gelişmenin çevreye olabilecek potansiyel etkileri ve olası olumsuz etkilerinin çözümleri değerlendirilmektedir.

No
20033

Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği

Bu yönetmeliğin amacı, Çevre Kanunu uyarınca alınması gereken izin ve lisansların alınması sürecindeki esasları düzenlemektir. Bu yönetmelik, ilgili faaliyet ve tesisler için Çevre Kanunu'na göre alınması gereken izin ve lisanslar ile ilgili gereklilikleri kapsamaktadır.

No
32659

Sıfır Atık Yönetmeliği

Yönetmelik kapsamında, sıfır atık yönetim sisteminin kurulup yaygınlaştırılması, geliştirilmesi, finansmanı, izlenmesi ve belgelendirilmesine yönelik esaslar belirlenmektedir.

No
24223

Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği

Bu yönetmelik, çevresel olarak belirli şart ve özelliklere sahip ambalajların üretimi, ambalaj atık oluşumunun engellenmesi, oluşan atıkların yeniden kullanımı veya geri kazanımının sağlanması gibi amaçları taşımaktadır.

No
20644

Atık Yönetimi Yönetmeliği

Atık oluşumundan bertaraf sürecine kadar olan sürecin çevre ve insana zarar vermeyecek şekilde yönetiminin sağlanması, atık oluşumunun azaltılması ve geri dönüşüm gibi yöntemler ile birlikte doğal kaynak kullanımının azaltılması amaçlanmaktadır. Yönetmelik kapsamındaki ürünlerin üretimi ile denetimine ilişkin esaslar da bu kapsamda belirlenmektedir.

No
34147

Geri Kazanım Katılım Payına İlişkin Yönetmelik

Bu yönetmelikte Çevre Kanunu kapsamında yer verilen ürünler (plastik poşet, lastik, akümülatör, piller, madeni ve bitkisel yağ, ilaç, gibi) için satış noktalarından veya piyasaya sürenlerden tahsil edilecek geri kazanım katılım payı tutarının belirlenmesi, açıklanması ve tahsil edilmesine ilişkin esaslar belirlenmektedir.

No
13887

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik

Yönetmeliğin amacı, atıkların düzenli depolama ile bertarafı sürecinde oluşabilecek sızıntı sularının ve depo gazlarının olumsuz etkilerinin en aza indirilerek çevre kirliliğini önlenmesi ve atık kabulü işlemlerinin ve tesislerin kontrol süreçlerine ilişkin esasların belirlenmesidir.

No
13184

Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği

Bu Yönetmeliğin amacı, sanayi ve enerji üretim tesislerinin faaliyeti sonucu atmosfere yayılan is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol halindeki emisyonları kontrol altına almak; insanı ve çevresini hava alıcı ortamındaki kirlenmelerden doğacak tehlikelerden korumaya; hava kirlenmeleri sebebiyle çevrede ortaya çıkan umuma ve komşuluk münasebetlerine önemli zararlar veren olumsuz etkileri gidermeye ve bu etkilerin ortaya çıkmasını engellemeye ilişkin usul ve esasları belirlemektir. Biyokütleyi katı yakıt olarak kullanan tesis bu Yönetmelik hükümlerine uymak zorundadır.

Tarım ve Orman Bakanlığı

Tarım ve Orman Bakanlığı, Türkiye’de tarım ve ormancılıkla ilgili işlerden sorumlu bakanlıktır.

No
6831

Orman Kanunu

Kanun, ormanların korunması, iyileştirilmesi, genişletilmesi ve tüm imkanlarından yararlanılmasını sürdürülebilir bir şekilde karşılamayı amaçlamaktadır.

Orman İzinleri

Kanun kapsamında; enerji, atık su, katı atık bertaraf ve düzenli depolama tesislerinin de dahil olduğu faaliyetlerin Devlet ormanları üzerinde bulunması veya yapılmasında kamu yararı olması halinde bedeli karşılığında Çevre ve Orman Bakanlığınca izin verilebilmektedir. Verilen izin kırk dokuz yılı geçmemekle birlikte, sona erdiğinde bedelsiz olarak Orman Genel Müdürlüğü’nün kullanımına geçmektedir.

Yerel Belediyeler

No
5393

Belediye Kanunu

Kanun kapsamında katı atıkların toplanması, taşınması, ayrıştırılması, geri kazanımı, bertaraf edilmesi ve depolanması ile ilgili hizmetler yapmak ve yaptırmak, belediyenin yetkileri ve imtiyazları arasında yer almaktadır.

No
14390

Atıksu Altyapı ve Evsel Atık Bertaraf Tesisleri Tarifelerinin Belirlenmesinde Uyulacak Usul ve Esaslara İlişkin Yönetmelik

Yönetmelik, arıtma çamuru bertarafına veya geri kazanımı, evsel katı atıklar için ise toplama, taşıma, aktarma, geri kazanım ve bertaraf tesisleri kurulması, işletilmesi, bakımı ve bu faaliyetlere ait maliyet esaslı tarifelerin belirlenmesinde uyulması gereken esasları kapsamaktadır. Yönetmeliğe göre, tarifeler kirlenen öder ilkesine göre belirlenmektedir. Bu kapsamda, atık üreticilerinin yönetmelik esaslarına uygun olarak belirlenen tarifelere göre faturalanan evsel katı atık ücretlerini ödemeleri gerekmektedir.

Kirlenen öder ilkesi: Atıkların oluşturduğu çevresel kirlilik ve bozulmaları önlemek ve gidermek adına yapılan ve yapılacak olan tüm yatırım ve harcamaları kirlenenlerin veya bozulmalara neden olan tarafların karşılaması ilkesidir.

No
5216

Büyükşehir Belediyesi Kanunu

Kanun kapsamında, Büyükşehir Belediyesinin görevleri arasında katı atık yönetim planını yapmak, atıkların kaynaktan toplanması ve aktarma istasyonuna taşınması dışında katı atıkların yeniden değerlendirilmesi, depolanması ve bertaraf edilmesini sağlamak ve bu faaliyetleri sürdürebilecek tesisler kurmak yer almaktadır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Cumhurbaşkanlığı’na bağlı olarak çalışan, enerji ve doğal kaynaklar ile ilgili işlerden sorumlu olan bakanlıktır.

No
6446

Elektrik Piyasası Kanunu

Bu kanun elektrik piyasasının belirleyici hükümlerini içermektedir. Kanunun belirtilen amacı, rekabetçi bir ortamda faaliyet gösteren istikrarlı ve şeffaf bir elektrik piyasasının kurulması ve tüketicilere yeterli düzeyde, kesintisiz, düşük maliyetli elektrik sağlamasını ve piyasanın bağımsız olarak düzenlenip denetlenmesini sağlamaktır. Bu kanun kapsamında elektrik üretimi, iletimi, dağıtımı, satışı, ithalatı ve ihracatı gibi faaliyetlerde bulunan gerçek ve tüzel kişiliklerin hak ve sorumlulukları gibi elektrik piyasasının tüm bölümleri yer almaktadır.

No
5346**Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun**

Bu kanun, yenilenebilir enerji kaynaklarının korunmasına yönelik esasları ve bu kaynaklardan üretilen enerjinin kullanılmasını kapsayan mevzuatın bir parçasıdır. Kanunun amaçları arasında yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi için kullanımının artırılması, bu kaynakların çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, çevrenin korunması ve atıkların değerlendirilmesi gibi konular yer almaktadır.

Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM)

Türkiye'nin yerli ve milli enerji politikası kapsamında kurulan ve 2011 yılından itibaren uygulanmaya başlayan YEKDEM, piyasa oyuncularına yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım için çeşitli teşvikler sağlamaktadır. Bu kapsamda, 5346 sayılı kanunun ilgili maddeleri gereğinde 3453 numaralı karar yürürlüğe konulmuş ve YEK belgeli yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesisleri için uygulanacak fiyat tarifeleri ve süreler açıklanmıştır.

No
18985**Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği**

Yönetmeliğin amacı, elektrik piyasasında faaliyet göstermek adına alınması zorunlu olan ön lisans ve lisans uygulamalarına ilişkin esasların ve lisans sahiplerinin hak ve yükümlülüklerin belirlenmesidir.

No
31502**Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği**

Yönetmelik kapsamında, elektrik piyasasında elektrik ihtiyaçlarının tüketim noktasına yakın üretim tesislerinden sağlanması, arz güvenliği adına küçük ölçekli üretim tesislerinin ekonomiye kazandırılması ve lisans alma veya şirket kurma yükümlülüğü olmadan elektrik enerjisi üretilmesine yönelik esasların belirlenmesi amaçlanmaktadır.

No
5627**Enerji Verimliliği Kanunu**

Kanun kapsamında enerjinin etkin kullanılması, enerji maliyetlerinin azaltılması ve çevrenin korunması adına enerji kaynaklarının ve kullanımının verimliliğinin artırılması amaçlanmaktadır.

No
15437**Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik**

Enerji verimliliğini amaçlayan yönetmelik kapsamında, atık ısılardan yararlanılmasına, biyoyakıt gibi alternatif yakıt kullanımının özendirilmesine ilişkin esaslar yer almaktadır.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)

EPDK; elektrik, doğalgaz ve sıvılaştırılmış petrol gazı piyasalarının düzenlenmesinden ve denetlenmesinden sorumlu olan bağımsız düzenleyicidir. Kurum, kanunlarla belirlenen görevlerini yürüterek yetkilerini kullanmaktadır. Bu kapsamda; elektrik, doğal gaz ve petrol gazının yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreye uyumlu şekilde tüketicilere sunulması için istikrarlı ve şeffaf bir enerji piyasasının oluşturulmasını, düzenlemesini ve denetlenmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Onaylı lisansların verilmesi, kanun kapsamındaki fiyatlandırma esaslarının tespit edilmesinin yanı sıra teşvik uygulamaları için girişimlerde bulunmak gibi faaliyetler EPDK'nın görevleri arasında yer almaktadır.

Elektrik Piyasaları İşletme A.Ş. (EPIAŞ)

Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında, Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi Teşkilat Yapısı ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik (no 20643) yayımlanmıştır. Enerji Piyasaları İşletme Şirketi, gün öncesi, gün içi ve dengeleme güç piyasalarından sorumludur. Piyasa hacminin derinleşmesine katkı sağlayan EPIAŞ, aynı zamanda serbest tüketicilere ilişkin faaliyetlerin yürütülmesinden ve YEKDEM'in işletilmesinden de sorumludur. EPIAŞ ayrıca; gerçek zamanlı, kapsamlı bir şekilde elektrik ve doğalgaz piyasalarına yönelik verilerin paylaşıldığı EPIAŞ Şeffaflık Platformu'nu da yönetmektedir. Piyasada şeffaflık sağlayarak tüm piyasa oyuncularının eşdeğer ölçekte veriye erişebilmesini mümkün kılan platformda piyasa takas fiyatları yer almaktadır. 1 Haziran 2021 tarihinde açılacak olan Vadeli Elektrik Piyasası (VEP) ile birlikte EPIAŞ piyasa katılımcılarına geleceğe yönelik fiyat görme imkanı da sağlayacaktır.

Ticaret Bakanlığı

Ticaret Bakanlığı, Türkiye'deki gümrük ve ticaret ile ilgili işlerden sorumlu bakanlıktır.

No
6831

Çevrenin Korunması Yönünden Kontrol Altında Tutulan Atıkların İthalat Denetimi Tebliği

Tebliğ kapsamında, Türkiye gümrük bölgesine girecek belirli atıklar için, özellikle çevrenin korunması yönünden uygunluk denetimine ilişkin usul ve esaslar düzenlenmektedir. İlgili atıkların Türkiye gümrük bölgesine girişinin yapılacağı gümrük kapıları Ticaret Bakanlığı tarafından tespit edilmektedir. Ürünlerin ithalat denetimine ilişkin vergiler, yılda iki defa Çevre Bakanlığı tarafından Ticaret Bakanlığına iletilmektedir.

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Türkiye'deki sınai ve ticari işlerden sorumlu bakanlıktır.

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın yatırım teşvik uygulamaları kapsamında, KDV istisnası, gümrük vergisi muafiyeti, vergi indirimi, sigorta primi işveren hissesi desteği gibi konuların da yer aldığı destekler bulunmaktadır. Biyokütle sektöründe yerli imalatlarda KDV teşviği, yurt dışından temin edilecek makine ve teçhizatlar için gümrük vergisi teşviği, Yatırım Teşvik Belgesi kapsamı yatırımla sağlanan ilave istihdam için ise sigorta primi desteği uygulanmaktadır.



Avrupa Ülkelerindeki Uygulamalar

Atıkların bertarafı ve arıtılması için ücretlendirme (düzenli depolama ve yakma)

Vergiler: Bir atık depolama sahasında atıkların bertarafı için kamu yetkilileri (genellikle ulusal ancak bazen bölgesel) tarafından alınan, genellikle çevre amacı göz önünde bulundurularak ve gelirin vergiden sorumlu kuruluşa tahakkuk ettiği vergilerdir. Kısaca, kamu otoritesi tarafından tahsil edilen bertaraf vergisi olarak isimlendirilebilir.

19 AB üye devleti halihazırda, yasal depolama alanlarına gönderilen tehlikeli olmayan belediye atıklarının bertarafı için düzenli depolama vergileri uygulamaktadır. 5 üye devlette belediye atığının bertarafı için yakma vergileri bulunmaktadır.

Kapı ücretleri (Gate Fees): Atık bertaraf hizmetinin sağlanması için düzenli depolama sahalarının operatörleri tarafından belirlenen ve onların maliyetlerini/karlarını karşılayacak şekilde tasarlanmış ücretlerdir. Bu ücretler kullanılan düzenli depolama sahasına, tesise ve mevcut atık depolama kapasitesi ve pazar değişiklikleri gibi diğer faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Hizmet bedeli, atık bertaraf operatörü tarafından alınır.

Atığın Kadar Öde sistemleri

Avrupa'da 'kirleten öder' düşüncesi hakimdir; ücret sistemi dahilinde atık toplama için Atığın Kadar Öde (PAYT) uygulaması, atık fraksiyonlarının başarılı bir şekilde ayrı toplanmasına yardımcı olmaktadır. PAYT programlarında, haneler ürettikleri atık miktarına göre ücretlendirilir. PAYT planlarını sabit oranlı ücretler veya vergiler ile değişken unsurların kombinasyonunu içerir; konteyner boyutları (hacme dayalı), çuval sayısı (çuval bazlı), toplama sıklığı, toplanan ağırlık gibi. Bu sistem genelde belediye atıkları için uygulanır. Karışık belediye atıkları, evsel atıklar ve benzeri ticari ve endüstriyel atıklar ile kamu kurumlarından gelen atıkları içermektedir. Bu sistemin amacı, biyo atık, kağıt, cam ve metal gibi geri dönüştürülebilir malzemelerin ayrı ayrı toplanmasının (kısmen veya tamamen) endüstriyel atıkların daha yüksek ücretlendirilmesi ile çapraz finanse edilmesidir; bu ücretli hizmet geliri diğer geri dönüşüm hizmetlerinin maliyetlerini karşılamakta kullanılır. Gelişmiş ülkelerde vatandaşlara uygulanan benzeri çöp vergilerinin dışında sanayilerden çıkan endüstriyel atıklar için de katı kuralları mevcuttur.

Üretici sorumluluk planları (belirli atık akışları için)

Piyasaya arz ettikleri ürünlerin atık yönetimi için üreticilere/ithalatçılara mali sorumluluk yükleyen şemalardır.

27 üye ülkenin tamamında ambalaj için üretici sorumluluk planları belirlenmiştir; vergilendirmeden depozito geri ödeme şemalarına ve "Yeşil Nokta" planlarına kadar çeşitlilik gösterir. Üye Devletlerin çoğunda, aboneli üreticiler tarafından finanse edilen bir program olan "Yeşil Nokta" yaklaşımı, genellikle tüketicilerin, ambalajın geri kazanımı ve geri dönüştürülmesi maliyetine üreticinin katkıda bulunduğu farkına varmasını sağlamak için ambalajın üzerine bir logo eklenmesini içerir. Üreticiler genellikle devam eden sabit ve değişken ücretlerle birlikte programa katılmak için bir ücret öderler. 'Lisans ücretleri', piyasaya sürdükleri ambalaj malzemesi tonajına göre üreticiler tarafından ödenir. Bu tür programların genel amacı ambalaj atık haline geldikten sonra toplama, ayırma ve geri dönüştürme maliyetlerini karşılamak için ambalajı azaltmaya teşvik etmektir. WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) uygulamalarıyla üreticiler tarafından piyasaya arz edilen miktara göre alınan ücretler ise buzdolabı, bulaşık ve çamaşır makinesi gibi büyük, mikrodalga fırın gibi orta ve küçük ev aletleri gibi ürünler için geçerlidir. Benzer uygulamalar araç, batarya, lastik, kağıt/karton, yağ (motor, mineral, yenilebilir) üreticileri ve kullanılmayan/tarihi geçmiş ilaçlar için de geçerlidir.

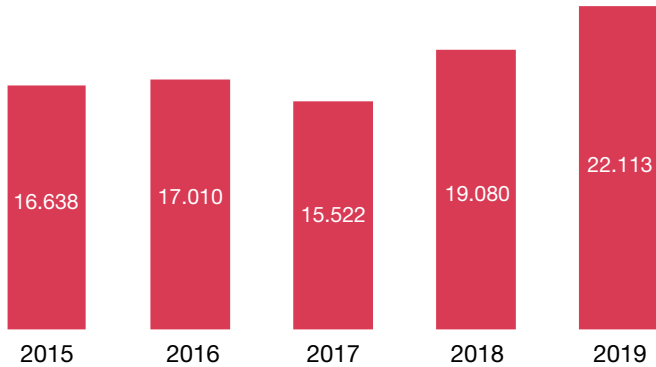
Türkiye’de Biyokütle Hammadde Tedariği ve Lojistiği

Orman Genel Müdürlüğü, ormanların devamlılığını sağlamak amacıyla teknik ve ekonomik gerekliliklerine göre idare etmek ve işletmek, aslı ve tali orman ürünlerinin üretim, taşıma, depolama, iş ve işlemlerini yapmak ve yaptırmak, bu ürünleri yurt içinde ve dışında pazarlamak, ormancılık hizmetleri ile ilgili gerekli araç ve gereçleri temin ve tedarik etmek ile görevlidir.

Asli ve tali orman ürünlerinin üretim, taşıma, depolama, imal ve pazarlamasına ait iş ve işlemlerin düzenlenmesi, yürütülmesi ve kontrol edilmesi ile bu hizmetler için inşası gerekli tesislerin belirlenmesi, depo yerlerinin tayin ve tespit edilmesine ait iş ve işlemlerin yürütülmesi hammadde tedariği ve dolaşımı kapsamındadır.

Grafik 75

Türkiye’de Yıllara Göre İşlenmemiş Endüstriyel Odun Üretimi (bin m³)



Ormanların üretim kapasitesi ve piyasa talepleri göz önüne alınarak yapılan üretim programı doğrultusunda, endüstriyel odun üretimi 2019 yılında bir önceki yıla oranla %16 artış göstererek 22.113.248 m³ üretim gerçekleştirildi. 2019 yılında orman emvali üretiminde çalışan orman köylülerinin üretim mekanizasyonuna yönelik taleplerini karşılamak için tomruk çekme vinci, traktör, motorlu testere vb. projelerin desteklenmesine başlandı. Bu kapsamda 2019 yılında 765 aileye 19.669.791 TL mekanizasyon desteği verilmiştir.

Orman Ürünlerinin Satış Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik’e göre devlet ormanlarından elde edilen ürünlerin satış işlemlerine ilişkin usul ve esaslar düzenlenmektedir. Öncelikle orman ürünlerinin bedel tespiti gereklidir; maliyet bedeli ve muhammen bedeller. Genel satış esaslarına göre orman ürünleri açık artırmalı satışlar veya tahsisli satışlar şeklinde gerçekleşir. Açık artırmalı ve pazarlıkla yapılacak satışlarda ihale ilanları yayınlanmaktadır.

Türkiye’de hammaddelerin takip edilmesinde zorluklar mevcuttur ancak gerekli destek ve tebliğler ile standartlaştırılmaları mümkündür. Yakıta erişim konusunda yapılacak bir fizibilite çalışması biyokütle santralinin kuruluşu aşamasında önemlidir. Uygun durumlarda işletmelerin işlem sonrası artıkları veya çiftçilerin, üreticilerin hasat sonrası ve hayvan atıkları takip edilebilir ve biyokütle santrallerine pazarlanabilirliği belirli mevzuatlar ile çerçevelenebilirse biyokütle ve biyoenerji sektörü bu durumda oldukça avantaj sağlayabilir. Biyokütle hammadde tedariği Türkiye’de yeni bir iş kolu haline gelmektedir, bunun yasal mevzuatlar ile pekişmesi önemli bir gelişme olacaktır.

Hammadde tedariğinde aksaklıklar ithalatı tetiklemektedir. Hammadde işleminden geçmiş ve kullanıma hazır olarak ithal edildikçe ayrıştırma ve ön işlem maliyetleri de ortadan kalkmaktadır. Bu da dışa bağımlılığı arttırmaktadır. Tedarikteki sıkıntılar taşıma ve depolama aşamalarını da dolaylı yoldan etkilemektedir.

Türkiye’de Biyokütle Hammadde Fiyatlaması

Orman Ürünlerinin Satış Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik’e göre, işletmelerce üretilen her çeşit orman ürününün maliyet bedeli; dağıtım gideri, tarife bedeli, satış masrafı, fiili masraf ve beklenmeyen giderlerden oluşur. Birim orman ürününe tekabül eden dağıtım giderleri; orman ürünlerinin cinsi, çeşidi ve kalitesi itibarıyla, her yıl Genel Müdürlükçe hesaplanır. Dağıtım giderleri hesaplanırken, o yılın ilgili işletmelerinin döner sermaye bütçesine konulan dağıtıma esas giderler ve bu giderlerin diğer gelirler ile karşılanma durumları dikkate alınır. Tarife bedeli; 6831 sayılı Kanunun 29. maddesi hükümleri gereğince Genel Müdürlükçe tespit edilen ve Bakan oluru ile belirlenen bedeldir. Beklenmeyen giderler; dağıtım gideri, tarife bedeli, satış masrafı ve fiili masraf toplamının yüzde yirmisine kadar Genel Müdürlükçe belirlenen orana göre hesaplanmaktadır.

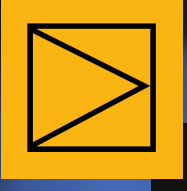
Muhammen bedel; orman ürününün tahmin olunan satış bedelini ifade etmektedir. Aynı cins ve nitelikteki orman ürünlerine ait muhammen bedeller ise satış yerlerinin tüketim merkezlerine olan uzaklığı ve pazarın gerekleri dikkate alınarak işletmeler ve satış yerleri itibarıyla belirlenmektedir.

Açık artırma ve pazarlık ile yapılacak orman ürünü satışlarına ait iş ve işlemler müdürlük satış komisyonu tarafından yürütülür. Piyasa fiyatı; ihale yolu ile satılan ürünlerin ağırlıklı ortalama satış fiyatını ifade eder. Açık artırmaya çıkarılıp satılamayan, tekrar açık artırmaya çıkarılmasında fayda umulmayan ve acilen satılması gereken her türlü orman ürünü, tahsisli satış yolu ile satılır. Biyokütleden elektrik enerjisi üreten tesislere yakacak odun, kesim artıkları, süceyrat odunu ve kökler tahsisli satış usulüyle satılabilir. Tahsis fiyatı; her türlü orman ürününün cins, nev’i, yaş, sınıf ve boyut itibarıyla son açık artırmalı satışlarının ortalamasına göre bölge müdürlüğünce veya lüzum görülen ürünlerde piyasa şartlarına ve satış icaplarına göre Genel Müdürlükçe tespit edilen fiyatı ifade etmektedir.

Pet şişe, karışık plastik, kirli naylon, teneke, metal-demir, alüminyum kutu, karton, krom tava, tencere, siyah moblen, çuval gibi atıkların piyasa satış fiyatları haftalık bile değişebilmektedir. Yakıt fiyatını sabitleyerek alım garantisi sağlamak biyokütleden enerji üretimi sektöründe oldukça önemli bir konumdadır. Biyokütle yakıt bedelinin uzun vadeli olarak sabit bir fiyattan temin edilebilmesi için yasal çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir. Böylece biyokütle yatırımcılarının tek bir hammaddeye bağlı kalma ve yüksek maliyetlerde yakıt tedariği yaklaşımı gibi durumlar da önlenebilmektedir.

Mevzuatların kapsamlarındaki kısıtlar ve yeterli uygulanamaması kaynaklı sürdürülebilir ticari bir model kurgusu yaratılamamakta ve tedarik süreçlerinde problemler yaşanabilmektedir. Sektör bariyerleri yasal yönetmelikler ile aşılabılır ve güçlenmiş sektör oyuncuları faaliyetlerine daha karlı bir şekilde devam edebilmektedir.

Türkiye’de, bir sanayinin işlem atığı gelişmiş ülkelerdeki kadar kirlenme bedellerine tabi tutulmadığı gibi bu atıkların biyokütle ve biyogaz tesislerine temin edilmesine de yeterince destek sağlanmamaktadır. Yasal zorunlulukların eksikliği biyokütleden enerji sektöründe çalışanları, yan/ artık ürününü kendi hammaddesi olarak kullanabileceği endüstrilerden para karşılığı bu artıkları satın almaya itmektedir. Avrupa’da işlem artıklarının bertarafı, geri dönüşümü veya tekrar kullanımı bir hizmet olarak görülürken Türkiye’de biyokütle santralleri diğer sanayi fabrikalarından çıkacak atıklar için satın alma yarışına girmek durumunda kalmaktadır. Yeni YEKDEM ile Türkiye’deki mevzuatların da gelişmiş ülkelerdeki uygulamalara evrileceği öngörülmektedir. Böylece sektördeki tedarik ve hammadde fiyatlamasına ilişkin problemlerde hızlı bir iyileşme sağlanabilmektedir.



Biyokütlenin Geleceği



Biyokütle Farkındalığı

Biyokütle ve biyoenerji geçtiğimiz yıllarda önemli gelişmeler göstermiş olsa da küresel gelişimi zorlaştıran çeşitli engeller bulunmaktadır. Bu engeller, düzenlemelerin yetersizliği ve farkındalık eksikliği gibi kültürel nedenleri de kapsamaktadır. Gelişmiş toplumlar enerji kaynaklarının sürdürülebilirliğini sorgulamakta

ve alternatif oluşturabilecek enerji seçenekleri talep etmektedir. Biyokütle, bu taleplere bir çözüm sunabilse de biyokütleye karşı bireysel ve toplumsal farkındalığın eksik olması, biyokütlenin etkin ve verimli kullanımını engellemektedir. Karşılaşılan engellere dikkat çekilmesi, küresel anlamda başarılı bir enerji geçişi için temel oluşturmaktadır.

Düzenleyici kurumların biyokütlenin gelişimini engelleyen faktörlere yönelik çeşitli önlemleri bulunmaktadır. Bu önlemler arasında hibeler, tarife garantileri ve sertifika programları gibi destek mekanizmalarının yanı sıra, atık yönetimi ve ayrıştırmasına yönelik mevzuatlar da bulunmaktadır.

Ülkeler, biyoenerji teknolojilerinin geliştirilip yayılmasını teşvik edebilmektedir. Hedeflenen enerji geçişinin başarısı, benimsenen politikalara ve bu politikaların uygulanma hızına göre değişmekle birlikte uluslararası iş birlikleri ve dayanışma bu konuda önemli rol oynamaktadır.

Biyoenerjinin enerji sistemi planlamalarına entegre edilmesi ve biyokütlenin potansiyeli hakkında farkındalık yaratılması gerekmektedir.

Modern biyoenerji, çeşitli sektörlerde önemli katkılar sağlayabilmektedir. Ancak, tüketiciler ve değer zincirindeki diğer paydaşların biyoenerjinin potansiyeli konusundaki farkındalığı yeterli seviyede değildir. Bu nedenle, enerji politikaları geliştirilirken bu potansiyel tam olarak araştırılmalı ve biyoenerji kullanım deneyimleri yaygın olarak paylaşılmalıdır. Ülkelerin biyokütlenin geleneksel uygulamalarının ötesindeki kullanımları konusunda farkındalık yaratmak için birlikte çalışmaları ve çeşitli pilot uygulamaları teşvik etmeleri gerekmektedir.

Uluslararası iş birliği ile bilgi ve teknoloji aktarımının teşvik edilmesi gerekmektedir.

Enerji dönüşümünde biyokütle kullanımının küresel olarak artırılması gerekmektedir. Sınırlı biyokütle arzı ile ülkeler arasındaki kaynaklardaki farklılıklar, biyokütlenin uluslararası ticaretinin artmasına neden olacaktır.

Günümüzde, nispeten az sayıda ülke biyokütle kullanımını araştırıp genişletmekte olup, bu konuda ülkelerin çabalarını artırması gerekmektedir. Gerekli teknik ve düzenleyici farkındalığı ve kapasiteyi oluşturmak özellikle gelişmekte olan ülkeler için oldukça zordur. Bu nedenle, en iyi uygulamaların paylaşılması, teknoloji aktarımın teşvik edilmesi ve uluslararası ticaret mekanizmalarının geliştirilmesi için daha fazla uluslararası iş birliğine ihtiyaç duyulmaktadır.

Ülkelerin biyokütle kullanımını teşvik etmesi ve gelişimi hızlandırmak adına destek mekanizmalarını genişletmesi gerekmektedir. Çeşitli farkındalık programları, biyokütle kullanımı ile temiz enerji çözümlerinin benimsenmesini teşvik edebilmektedir.

Devletler ve düzenleyici kurumlar, tüketicilere ve potansiyel yatırımcılara biyoenerji konusunda açık ve güvenilir bilgi sağlamakta önemli rol oynamakla birlikte, biyoenerji kullanımının yararları konusunda farkındalığın artmasına yardımcı olabilmekte ve teknolojilerin benimsenmesini teşvik edebilmektedir.

Biyokütlenin “daha iyi” kullanımının gereklilikleri zamanla değişkenlik göstermekle birlikte, önemli derecede Ar-Ge çalışmalarına bağlıdır.

Kısa vadeli kilometre taşları

- Biyokütle ticareti için sürdürülebilirlik standartlarının, kriter ve göstergelerinin uyumlaştırılması
- Gelişmiş tarım uygulamalarına geçişlerin desteklenmesi
- Atıkların kademeli kullanımını sağlamak için atık çıkarma, toplama ve lojistik faaliyetlerinin sistemli hale getirilmesi
- Tarım, enerji ve ormancılığın entegre edilmesi için arazi kullanım politikalarının iyileştirilmesi

Mevcut düzenleyici araçlar ile ulaşılabilecek kısa vadeli hedefler, enerji üretimi için daha iyi bir biyokütle tedarikinin temelini oluşturabilmektedir.

Orta vadeli kilometre taşları

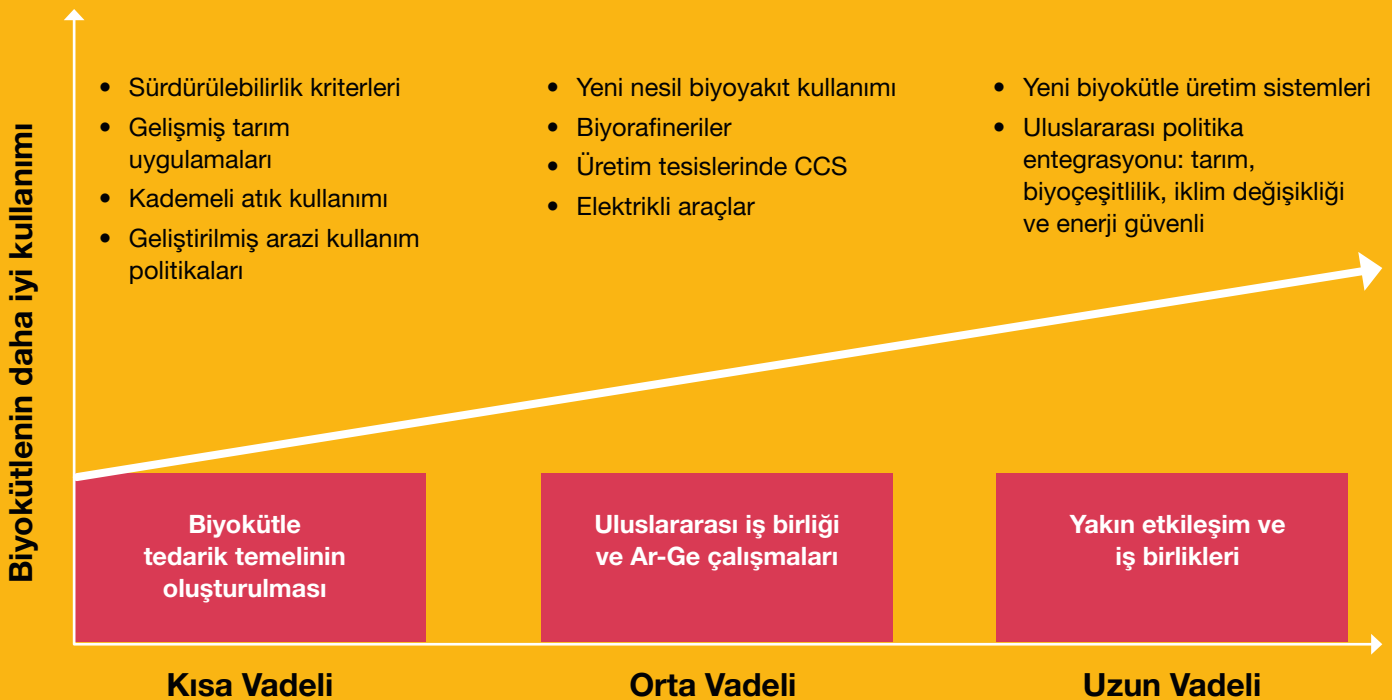
- Yeni nesil biyoyakıt teknolojilerinin ve biyorafinerinin tanıtılması ve ticarileştirilmesi
- Biyoenerji tesislerinde karbon yakalama ve depolamanın (CCS) geliştirilmesi ile birlikte CO₂ seviyelerinin düşürülmesi
- Biyoelektrik kullanabilecek elektrikli araçların geliştirilmesi

Orta vadeli hedefler, uluslararası iş birliği ve önemli derecede Ar-Ge çalışmaları gerektiren faaliyetlere dayanmaktadır.

Uzun vadeli kilometre taşları

- Algler ve diğer enerji tarımı mahsullerinin kullanıldığı ve özellikle iklim değişikliğinin etkilerine karşı dirençli olan üretim sistemlerinin geliştirilmesi için Ar-Ge faaliyetlerinin genişletilmesi
- Özellikle tarım/gıda üretimi, biyoçeşitliliğin korunması, iklim değişikliğinin azaltılması ve iyileştirilmiş enerji güvenliği ile ilgili uluslararası politikaların entegrasyonunun sağlanması

Uzun vadeli hedeflere ulaşmak, yakın etkileşim ve iş birliğinin yanı sıra, ilgili paydaşların katılımını sağlayan kapsayıcı stratejileri gerektirmektedir.



Biyokütle için Uygulanan Temel Destek Mekanizmalarının Gelişimi

Mevzuat ve yönetmelikler kapsamındaki destek mekanizmaları, tüm biyokütle uygulamaları için gerekli olmakla birlikte, biyokütlenin gelişimi için özel politikalara da ihtiyaç duyulmaktadır.

Biyokütle, önemli çözümler sunan ve aynı zamanda yerel enerji tedarikine de katkıda bulunabilen bir enerji kaynağıdır. Bu nedenle, biyoenerjinin başarılı bir şekilde geliştirilip yayılması yalnızca ulusal bir strateji değil, aynı zamanda enerji planlaması ve yerel düzeylerde teşvikler de gerektirmektedir.

Biyoenerji için politika girişimleri, biyoenerji için uzun vadeli bir vizyonun parçası olduğunda etkili olabilmekte ve desteklerin uzun vadeli devamlılığı, biyoenerjinin başarılı gelişimi için önem taşımaktadır. Geliştirilen politikaların, biyoenerjinin gelişim aşamalarını dikkate alarak tutarlı teşvikler sağlaması gerekmektedir. Biyoenerji üzerine geliştirilen politika ve stratejilerin; güvenilirlik, uygulanabilirlik, açıklık ve şeffaflık gibi kriterleri karşılaması gerekmektedir.

Farklı Gelişim Aşamaları için Destek Mekanizmaları

Biyoenerjinin gelişimindeki her aşama için belirli politikalar ve destek mekanizmaları geçerli olmaktadır.

Ar-Ge

Yatırım ile ilgili destekler, yatırım maliyetlerinin yarattığı engelleri azaltmaktadır. Bu destekler, doğrudan yatırım desteği, düşük faizli krediler ve yatırım maliyetlerini düşüren diğer mali önlemleri kapsamaktadır.

Gelişim

Piyanın ilk aşamalarında desteklerin temel amacı teknolojinin tanıtılması ve geliştirilmesini sağlayarak maliyet açıklarını azaltmaktadır. Bu destekler, tarife garantileri (FiT), tarife primleri (FiP) ve vergi muafiyetleri gibi destekleri kapsamakta ve tedarik zincirinin farklı aşamalarında etkili olabilmektedir.

Diğer taraftan, kota, sınırlar ve ihaleler gibi miktar temelli destek mekanizmaları da bulunmaktadır. Kota yükümlülükleri, tüketicilere, tedarikçilere veya üreticilere uygulanan minimum biyoenerji paylarını ifade etmektedir. Bunların yanı sıra, bir uygunluk mekanizması sağlayabilmesi için ticareti yapılabilen sertifikalar da geliştirilmektedir.

Gelişim aşamalarına yönelik destekler, yeni teknolojilerin gelişimini ve piyasa oyuncularının bu teknolojilere erişimini sağlayabilmekte ve ürünlerin standartlaştırılmasını kolaylaştırabilmektedir.

Kitlesel Piyasalar

Yeni bir teknolojinin piyasaya girişinin ardından, çeşitli yapısal destekler gerekli olabilmektedir. Bu destekler, biyoenerjinin olumlu dış etkilerini temel alarak geliştirilmektedir. Bununla birlikte, biyoenerji üretim seçeneklerini teşvik etmek için sürdürülebilirlik faktörlerini dikkate almak büyük önem taşımaktadır. Tek başına üretimi teşvik eden destekler yeterli olmamakla birlikte, enerji güvenliği, iklim değişikliğini azaltma ve ekonomik kalkınma gibi hedefleri de içeren kapsayıcı teşvikler geliştirilmelidir.

Yenilenebilir biyoenerjiye yönelik destekler genel olarak mali, yasal, politik, çevresel ve teknolojik destek mekanizmalarını içermektedir.

Ülkeler arasında değişiklik gösteren destekler devlet ve kurumları tarafından uyarlanmaktadır.

Mali Destek Mekanizmaları

Kamusal

Kamusal destek mekanizmaları, devlet tarafından uygun alıcılara verilen ve geri ödeme yükümlülüğü gerektirmeyen hibeler ve devlet desteği ile birlikte çeşitli finans kuruluşları tarafından verilen düşük faizli veya garantili krediler gibi destekleri kapsamaktadır.

Özel

Yapısal fonlar, özel destek mekanizmalarından biri olup ekonomik canlanmayı teşvik ederek AB yenilenebilir enerji hedeflerine ulaşmayı, proje geliştirmeyi artırmayı, işsizliği azaltmaya yönelik eğitimlerin artırılmasını amaçlamaktadır. Özellikle finansmana erişimi olmayan şirketlerin yenilenebilir enerji ve biyoenerji projeleri için ön fizibilite çalışmaları finanse edilebilmektedir.

Çevresel Destek Mekanizmaları

Yenilenebilir enerji projelerine yatırım yapan şirketler için vergi muafiyetleri veya indirimleri

Karbon veya enerji vergisi ile karbon emisyonlarına bir maliyet uygulanmakta ve böylece olumsuz çevresel etkiler azaltmak için finansal bir teşvik oluşturulmaktadır.

Yasal Destek Mekanizmaları

- **Tarife Garantisi (FiT):** Belirli ve uzun bir dönem için (genellikle 10-20 yıl) üretilen elektrik için sabit ve garantili bir fiyat sunmaktadır.
- **İhale Düzenlemeleri:** Belirlenmiş yenilenebilir enerji miktarı için ihale süreçleri geliştirilmektedir.
- **Yenilenebilir Portföy Standartları:** Enerji karışımı içerisinde yenilenebilir enerjinin payını artırmak için tasarlanmış desteklerdir.
- **Yeşil Fiyatlandırma:** Yenilenebilir enerji santrallerinin elektrik üretimini desteklemek için tüketiciler tarafından ödenen primleri kapsamaktadır.
- **Yeşil Sertifika Programı ve Kota Yükümlülüğü:** Elektrik üreticilerini, dağıtımçıları veya tüketicileri belirli bir miktarda “yeşil” elektrik üretmeye veya satın almaya yönelterek “yeşil” elektriğin üretimini artırmasını sağlamaktadır.

Politik Destek Mekanizmaları

Ülkelere göre çeşitlilik gösteren bu destek mekanizmaları, Yenilenebilir Enerji Direktifi, Biyoyakıt Direktifi, Yakıt Kalitesi Direktifi, Biyogaz Destek Programı gibi çeşitli araçlar ile sağlanmaktadır.

Elektrik Piyasası için Destek Mekanizmaları

Tarife garantileri (FiT) ve tarife primleri (FiP), elektrik sektöründe biyokütle için temel destek programları arasında yer almakla birlikte birçok ülke tarafından uygulanmaktadır. Ülkelerin büyük bir çoğunluğu sabit bir FiP uygularken, Almanya, Litvanya ve Slovenya gibi ülkeler değişken bir FiP programı uygulamaktadır. Ticarete konu olan yeşil sertifikalar aracılığı ile kota sistemi Belçika ve İsveç gibi bazı ülkelerde; ihale sistemi ise çoğu AB ülkesinde uygulanmaktadır.

2014 sonrası dönemde, biyokütleyi destekleyici uygulamalar tarife garantileri, tarife primleri ve ihaleler kombinasyonuna yönelmiş ve genel olarak büyük ölçekli kurumlar için uygulanmıştır. 2018 yılı, AB ülkelerinde uygulanan tarife garantilerinin ortalama seviyesinin, elektriğin piyasa fiyatlarından daha yüksek olması, bu destek mekanizmalarının önemini göstermektedir.

2018 itibarıyla, AB ülkelerinde uygulanan ortalama tarife garantileri yandaki tabloda gösterilmektedir. Tarife seviyelerinin yüksek olduğu ülkeler arasında Avusturya, Fransa, Almanya ve Letonya bulunmaktadır.

Uygulanan Teknoloji	FiT (€/MWh)
Aritma Çamuru	63,5
Çöp Gazı	94,9
Biyometan	126,6
Diğer Biyokütle	218,3
Hayvansal Atıktan Biyogaz	221,5

Türkiye’de tarife garantisi, kullanılan teknolojiye göre farklılık göstermeksizin 133 \$/MWh (117 €/MWh) seviyesinde uygulanmaktaydı. Her ne kadar yeni destek mekanizması yürürlüğe girmiş olsa da, 1/1/2021 tarihinden 30/6/2021 tarihine kadar işletmeye girecek olan Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK) Destekleme Mekanizmasına tabi YEK Belgeli üretim lisansı sahipleri için, 10/5/2005 tarihli ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunun Kanuna ekli Cetvellerde yer alan fiyat tarifeleri ve yerli katkı fiyatları 31/12/2030 tarihine kadar uygulanmaktadır.

29/01/2021 tarihli ve 3453 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı ile birlikte, 01/07/2021 tarihinden itibaren işletmeye girecek yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri için uygulanacak fiyat tarifeleri ve yerli katkı fiyatları güncellenmiştir. Biyokütleyle dayalı üretim tesisleri için eski ve güncellenmiş fiyat tarifeleri ve yerli katkı fiyatları aşağıdaki tablolarda gösterilmektedir.

Eski YEKDEM

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanan Fiyat (USD/MWh)	Uygulama süresi (Yıl)	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı Fiyatı (USD/MWh)	Uygulama süresi (Yıl)
Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	133	10	Akışkan yataklı buhar kazanı	8	5
			Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı	4	5
			Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	6	5
			Buhar veya gaz türbini	20	5
			İçten yanmalı motor veya stirling motoru	9	5
			Jeneratör ve güç elektriği	5	5
			Kojenerasyon sistemi	4	5

Güncel YEKDEM

Üretim Tesis Tipi	YEK Destek (TL/MWh)	Uygulama süresi (Yıl)	YEK Destek (TL/MWh)	Yerli Katkı Uygulama Süresi (Yıl)
Çöp Gazı / Atık lastiklerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen kaynaklar	320	10	80	5
Biyometanizasyon	540	10	80	5
Termal Bertaraf*	500	10	80	5

Isı Sektörü için Destek Mekanizmaları

Devlet destekleri ısı üretimi için biyokütle kullanımındaki temel destek türü olmakla birlikte birçok AB ülkesi tarafından uygulanmaktadır. Bunun yanı sıra, bazı ülkeler vergi muafiyeti ve indirim gibi çeşitli vergi mekanizmaları geliştirmektedir.

Ulaşım Sektörü için Destek Mekanizmaları

Ulaşım sektöründe biyoyakıtlar için temel destek kota olmakla birlikte, vergi mekanizmaları ve devlet desteği programları da destek mekanizmaları içerisinde yer almaktadır. 2017 itibarıyla, yakıt içerisinde zorunlu biyoyakıt kullanım oranı AB ülkelerinde %5-%12 arasında değişmektedir.

Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğinde Geri Kazanım Katılım Payına İlişkin Yönetmelik hükümleri doğrultusunda değişiklik yapılmıştır.

Bu yönetmeliğin amacı, çevre dostu ambalajların üretimi, ambalaj atıklarının yönetimi (kaynağında ayrı toplanması, geri dönüşümü ve geri kazanılması) ile birlikte veri üretimi ve yönetimini kapsamaktadır.

Yeni mevzuat Atık Yönetimi Yönetmeliği ile uyumlu olmakla birlikte, özellikle evsel ambalaj atıklarının toplanması ile ilgili sorunlara çözüm sunabilmektedir.

Yeni Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği ve uygulamaları ile birlikte, ambalaj atıklarının bedelli/ bedelsiz verilmesine ilişkin hükümler kaldırılmıştır. Böylece, atık üreticileri ambalaj atıklarını toplama tesislerine bedelsiz vermekle yükümlü olmayacaktır. Bununla birlikte, ambalaj atığı oluşturan üreticilerin, atıklarını bağlı oldukları belediyelerin ambalaj atığı yönetim planına uygun olarak ayrı biriktirmeleri ve bu atıkları belediyelerin toplama sistemlerine iletmeleri gerekmektedir. Diğer taraftan, toplama sistemlerinin olmadığı bölgelerde ambalaj atığı üreticileri atıklarını ambalaj atığı işleme tesislerine verebilmektedir. Ancak, tüm bu süreçlerin çevre kirliliğine yol açmayacak şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

*Belediye Atıkları, bitkisel yağ atıkları, gıda değeri olmayan tarımsal atıklar, endüstriyel odun dışındaki orman ürünleri, sanayi atık çamurları ile arıtma çamurları

Yeni Yönetmelik ile, ürün ambalajlarına depozito uygulaması getirilecektir.

Tabloda, yetkilendirilmiş kuruluşlar ve depozito sistemi uygulayan tarafların 2018 yılı itibarıyla malzeme bazlı geri dönüşüm hedefleri gösterilmektedir. Piyasaya sürülen ambalajlara ilişkin geri dönüşüm yükümlülüklerinin belgelendirilmesi gerekmektedir.

Yıllar	Malzeme bazlı geri dönüşüm oranı (%) (yeniden kullanıma hazırlama dahil)				
	Cam	Plastik	Metal	Kağıt /Karton	Ahşap
2018	54	54	54	54	11
2019	54	54	54	54	13
2020	60	55	55	60	15

Diğer taraftan, atık ayırma tesisleri için ilave lisans kriterleri getirilmiştir. Tesise kabul edilen karışık ambalaj atıklarının yalnızca ayrıştırma bantlarında ayrıştırılmasının sağlanması veya tesisten kaynaklanabilecek olan koku, su sızıntısı, gaz gibi olumsuz etkilerin en düşük seviyeye indirilmesi için önlemlerin alınması bu kriterlere örnek gösterilebilmektedir.

Bununla birlikte, ambalaj üreticilerine, üretim süreçlerinde belirli oranlarda ambalaj atığı veya atıktan elde edilen geri kazanılmış malzeme kullanım zorunluluğu getirilmiştir.

Yıllar	Malzemeye göre yıllık zorunlu kullanım oranları (%)			
	Plastik	Kağıt /Karton	Cam	Metal
2018	4	25	12	10
2019	6	30	15	15
2020	8	35	20	20

Yeni Potansiyel Gelir Modelleri

Biyokütle ve biyoenerji sektöründe temel gelir santrallerde elektrik üretimi ile elde edilmektedir. Enerji sektörü üzerinden gelir sağlamak konvansiyonel bir yaklaşımdır ancak tek gelir kaynağı olarak görmek doğru değildir. Elektrik fiyatları ve üretimi için teşvikler değişkendir ve belirli lisans süreleri için geçerlidir. Sabit fiyattan alım garantisinin sonuna yaklaşan santrallerin ek ve yeni gelir modelleri oluşturması kaçınılmazdır. Sadece elektrik üretimine dayalı bir gelir kapısı uzun vadede rekabetçi değildir ve şirketin kazancını düşürebilir. Yan gelir kaynaklarına yönelen, bu alanlarda Ar-Ge çalışmaları ve yatırım yapan şirketler kendini güvenceye alabilmektedir.

Tıpkı çiftçilerin sadece gıda amaçlı tarım değil, enerji bitkileri (mısır ve şeker kamışı gibi C4 karbon tutulumu özelliğine sahip, fotosentez kapasitesi yüksek ve daha verimli bir karbon yakalama mekanizmasıyla işleyen enerji açısından zengin bitkiler) de yetiştirerek biyokütle sektörüne kaynak sağlamalarıyla kendilerine ek gelir elde edebilmesi gibi, biyokütle ve biyoenerji sektörlerinde de elektrik üretimine ek, yeni potansiyel gelir modelleri oluşmaktadır.

Atık Isıdan Seracılık

Biyokütle santrallerinde açığa çıkan atık ısıların geri kazanılıp kullanılması enerji açısından dışarıya olan bağımlılığı önemli ölçüde azaltarak ülke ekonomisine katkı sağlar, enerji kullanımı kaynaklı emisyon miktarlarını azaltır, yeni iş imkânlarını yaratarak istihdam sağlar.

Depolama sahalarındaki atıkların havasız ortamda çürümesi sonucunda oluşan biyogaz içerisinde bulunan metan, CO₂'e göre 20-25 kat daha fazla sera etkisi oluşturur. Geri kazanılan ısı, santrallerin civarına kurulan seranın ısıtılmasında kullanılabilir. Sera işletme maliyetlerinin en önemli kalemi olan ısıtma giderleri böylece ortadan kalkmaktadır. Atık ısının transfer edilmesi sonucu seranın ısıtılmasıyla enerji verimliliği sağlanır, enerjiye olan talep azalır, seranın ısıtılması için geleneksel olarak kullanılan fosil yakıtlara alternatif çevre dostu bir sistemi oluşur. Türkiye'de domates, biber, salatalık, patlıcan, çilek gibi sebze ve meyvelerin yanı sıra orkide gibi çiçek türleri de atık ısıdan seracılık kapsamında üretilmektedir. Bu ürünler tesislerde ticari amaçlı doğrudan vatandaşa satılabildiği gibi iç piyasaya da sunulmaktadır. Aynı zamanda yerli patates tohumu üretilerek büyük cips firmalarına pazarlanmakta ve yaban mersini, begonya, petunya, lavanta fideleri de çoğaltılarak belediyelere satılmaktadır. Talebe göre akvaryum bitkileri de üretilerek yurtdışına ihraç edilmektedir.



Yeni Nesil Ulaşım Biyoyakıtları

Biyokütleden ısı enerjisi veya elektrik üretmek amacıyla yakıt olarak yararlanılabilir. Biyokütlenin enerji olarak değerlendirilmesinde ise; katı, sıvı ve gaz yakıtlar elde etmek için çeşitli teknolojiler kullanılır. Biyokütleden elde edilen biyoyakıtlar, fosil yakıtlarla birlikte karıştırılarak taşıt yakıtı olarak kullanılabilirler ve ek gelir oluşturabilirler. Bu yeni nesil yakıtlar çoğunlukla Ar-Ge ve pilot aşamasında olsa bile gelişen teknolojilerin hızı umut vericidir ve potansiyel geliri yansıtmaktadır.

Biyodizel, bitkisel yağların, kullanılmış atık yağların veya hayvansal yağların alkol ile uygun bir katalizör kullanılarak kimyasal tepkimesi sonucunda açığa çıkan ve yakıt olarak kullanılan bir üründür. Tepkimenin yan ürünü olarak ortaya gliserin, saflaştırılıp parfüm, sabun, kozmetik, ilaç, kağıt, tütün, reçine, tekstil, fotoğraf ve yem sanayi gibi çok geniş bir yelpazede katma değerli ürünlere dönüştürülebilir. Biyodizel, dizel motor yanma verimini ve emisyon oluşumunu olumsuz etkileyen kükürdüz, aromatik hidrokarbonları, metalleri ve ham petrol artıklarını bünyesinde içermez. Biyodizel saf olarak veya her oranda petrol kökenli dizel yakıt ile karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir. Saf biyodizel ve dizel-biyodizel karışımları bir dizel motoruna küçük değişiklikler yapılarak kullanılabilir. Biyodizel araç özelliklerinin getirdiği sınırlamalar sonucu genellikle dizel ile %5'e kadar karıştırılır. Daha yüksek biyodizel yakıt karışımları filo araçları (kamyonlar ve otobüsler gibi) söz konusu olduğunda kullanılır. Ayrıca, jeneratör veya kalorifer yakıtı olarak da kullanılabilir.

Etanolün motorlarda kullanımı düşüncesi daha çok geniş tarım alanlarına sahip ülkelerde yaygındır.

Biyogaz, organik materyallerin anaerobik bozunmasından salınan ve çoğunlukla metan adı verilen, yükseltilmiş formundan daha düşük ısı içeriğine sahip bir metan ve CO₂ karışımıdır. Yükseltilirse, doğalgaz şebekelerine eklenebilir veya gazlı araçlarda ulaşım yakıtı olarak kullanılabilir.

Termokimyasal dönüşüm süreçleri kullanılarak, çok çeşitli biyokütle hammaddeleri, çeşitli sıvı ve gazlı taşıma yakıtlarına dönüştürülebilmektedir. Örneğin;

- Gazlaştırma ile sentez gazının katalitik olarak bir sıvı yakıtı yükseltilmesi (örneğin, Fischer Tropsch işlemi kullanılarak) birleştirildiğinde, bir dizi sentetik biyoyakıt (sentez yakıt) üretme potansiyeli vardır.
- Mevcut piroliz işlemlerinden üretilen piroliz yağları, doğrudan geleneksel bir petrol rafinerisine entegre edilemez ve daha düşük asitlik ve su içeriğine yükseltme gerektirmektedir. Bu, piroliz yağının bir rafineriye taşınmasından sonra yapılabilir. İyileştirilmiş piroliz yağı daha sonra dizel veya benzin gibi geleneksel rafineri ürünleri üreten hidro-kırma veya FCC (akışkan katalitik kırma) gibi mevcut bir rafineri işlemine dahil edilebilir.
- Mikroalgler, çeşitli yararlı ürünler üretmek için hasat edilebilen kimyasallar ve maddeler üreten mikroskobik fotosentetik organizmalardır. Mikroalglerle birçok dönüşüm yolu mümkün olsa da, biyodizel üretmek için ekstrakte edilebilen ve esterleştirilebilen yüksek lipid konsantrasyonu, biyoenerji için en umut vaat eden yöntemdir.

Pazarlanabilir İşlem Artıkları ve Yan Ürünler

Biyoenerji üretim işlemleri, nihai bir enerji ürününün yanı sıra yem, katkı maddeleri, kimyasallar, biyokömür, kül ve gübre gibi ekonomik değeri yüksek yan ürünler de ortaya çıkarmaktadır;

- Organik karakterli atıkların yan sanayilere aktarılarak hayvan yemi olarak değerlendirilmesi yüksek potansiyele sahip bir gelir modelidir.
- Biyokömür toprağa gömülerek organik gübre görevi yaparak toprakta iyileşme, güçlenme ve verim artışı sağladığı için tarım ve bahçecilik alanlarına pazarlanabilir bir üründür. Hayvan yemlerinde ek madde olarak kullanımıyla ineklerde süt verimini artırmaya yönelik çalışmaları ve enerji depolamak amaçlı lityum-iyon pili uygulamaları da mevcuttur. Biyokömür çeşitli reaksiyonlar için katalizör olarak, binalarda elektromanyetik radyasyonun emilimi veya yalıtım amaçlı yapı malzemesi olarak da kullanılabilir. Tekstil sanayisinde fonksiyonel giysilerin üretimi, karbonize materyalden grafen oksit üretimi, ilaç endüstrisi, çelik endüstrisi gibi çok çeşitli uygulama alanları ile ilgili çalışmalara literatürde rastlanabilir.
- Biyokütle tesislerinde yakma işlemi sonucu oluşan atık kül çimentoya katkı malzemesi olarak kullanılabileceği gibi, gübre olarak arazi alanlarının ıslahında da kullanılabilir. Tonu yüksek fiyatlarda alıcı bulabilen biyoküller üretilen ana ürünlere ek olarak önemli bir gelir kaynağı yaratmaktadır.
- Hayvansal ve tarımsal atıkların kullanıldığı anaerobik fermentasyon sonucu oluşan organik gübrenin de kullanım alanı ve katma değeri yüksektir. Reaktör çıkışındaki çamur kurutularak granül halde organik gübre haline getirilir ve paketlenerek taşınmaya uygun bir üründür. Kompostlama tesislerinden geçen organik gübrenin içeriği ara süreçler ile zenginleştirilse piyasaya arz fiyatları daha da yüksek olur.
- Biyoplastikler mısır, şeker kamışı, soya fasulyesi, patates nişastası gibi tarımsal yan ürünlerden yapılabilir. Biyokütle atıklarının kimyasallara dönüştürülmesi biyoplastik türü ürünleri oluşturur. Biyolojik parçalanabilirlik kolaylığı nedeniyle, biyoplastik kullanımı özellikle ambalaj, tabak, çatal-bıçak takımı, tencere, kase gibi ürünlerin yapımında popülerdir. Alışveriş torbaları için kullanımı da yaygındır. Biyoplastikler petrole olan bağımlılığı azaltır, ve üretiminde harcanan enerji petrol kaynaklı plastikler üretilirken harcanan enerjiye göre düşüktür.



Biyorafineri

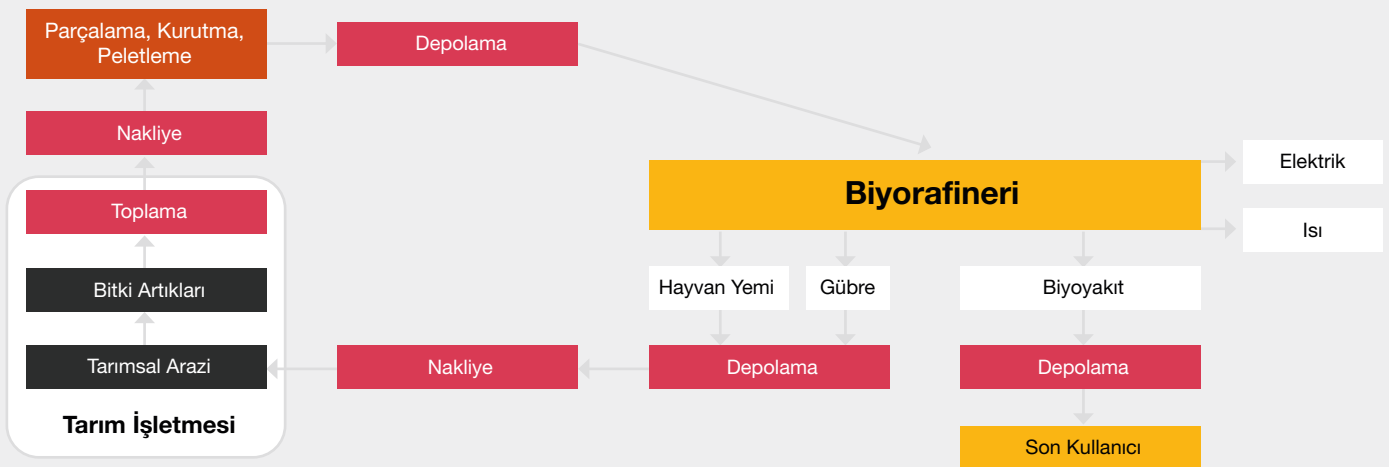
Biyorafineriler çeşitli kimyasal ve fiziksel dönüşüm süreçleri ile biyokimyasallar (yağlama yağları, yüzey tutucular, ara kimyasallar, aktif karbon gibi), biyomalzemeler (kağıt ve ambalajlar, çeşitli lifler, kompozit malzemeler, yapı malzemeleri, polimerler, yapıştırıcılar, çözücü ve temizleyiciler, boya ve kaplamalar, mürekkepler) ve biyoyakıtlar gibi farklı endüstriyel ürünler elde edilmesini mümkün kılmaktadır. Hammadde çeşitliliğinin sağlanması ve gıda dışı kaynaklar kullanılarak gıdaya olan bağımlılığın en aza indirilmesi gibi temel hedeflerin belirlendiği biyoyakıt dünyasında ikinci ve üçüncü kuşak biyoyakıtlar için Ar-Ge çalışmaları yoğun olarak sürdürülmektedir.

Sürdürülebilir biyoyakıt – biyoenerji- biyomateryal üretimi için tarım işletmeleriyle entegre bir biyorafineri modeli kurgulanabilir. Biyorafinerilerin ekonomik açıdan uygulanabilir olması petrol rafinerilerinde olduğu gibi hammadde esnekliği ile sağlanabilecektir.

Karbon Sertifikaları

Ekosistemde bozulana yerine koyma çabasının sonucu çıkmış sertifika türlerinden biridir. Türkiye, Kyoto Protokolü'nün emisyon ticaretine konu olan esneklik mekanizmalarından yararlanamasa da bu mekanizmalardan bağımsız olarak işleyen, çevresel ve sosyal sorumluluk ilkesi çerçevesinde kurulmuş Gönüllü Karbon Piyasası'na yönelik projelere sahiptir. Küresel iklim değişikliklerine duyarlı şirketlerin faaliyetleri ile ortaya çıkardıkları karbon salımına karşılık, başka bir şirketin aynı miktarda karbon tasarrufu sağlayan projesinde belgelendirdiği karbon azaltım sertifikasını satın alması çerçevesinde çalışan Gönüllü Karbon Piyasasında fiyatlar, Zorunlu Karbon Piyasası'na göre daha düşüktür. 2005 yılından itibaren Türkiye, Gönüllü Karbon Piyasaları'nda işlem gören sertifikaların geliştirildiği projelere sahiptir.

Atıktan enerji üretimi ve biyogaz tesisleri sağladıkları yıllık emisyon azaltım miktarları ile söz konusu projelerin yaklaşık %15'ini oluşturmaktadır. Ülkemizde geliştirilen Gönüllü Karbon Piyasası'na yönelik projelerin kayıt altına alınmasına ve bu projelerden elde edilen karbon sertifikalarının takibine ilişkin olarak hazırlanan Gönüllü Karbon Piyasası Proje Kayıt Tebliği 9 Ekim 2013 Tarihli ve 28790 Sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.



Atık Tedariği

Günümüzde biyokütle kaynağına erişimde birtakım engeller bulunmaktadır, gelişmiş ülkeler bu sorunlara çok daha kalıcı ve etkili çözümleri hayata geçirmiştir. Erişim engelleri azaldıkça biyokütlenin tam potansiyeline yaklaşması sağlanabilir.

- Ürün yetiştirme riskleri biyokütle ve biyoenerji sektörünün temeli olarak görülebilir; tahıl mahsullerinin varlığı özellikle biyoyakıt üretimi ve orman ile odun endüstrisi atıkları ise elektrik ve ısı gibi nihai ürünleri etkilemektedir. Uygun planlama ve devletlerin birtakım yönetmelikleri ile bu riskler azaltılabilir. Diğer faktörler arasında iklim değişikliği sonucu değişen yağış trendleri ve verimliliği azalan topraklar verilebilir. Biyokütle kaynağının üretimi, tedariğin ilk halkasıdır ve sıkı politikalar ile güçlendirilmesi biyokütle sektörünün önünü açacaktır.
- Tarım, orman, kentsel ve endüstri atıklarının biyokütle tesislerine ulaşması ise atık tedariğinin bir diğer ayağıdır. Türkiye’de atık çoğunlukla kaynağında ayrıştırılmadığından tesislere karışık halde gelir. Avrupa’da ise tesislerin ayrışmış ve kaliteli atığa ulaşması çok daha kolaydır. Ayrışmış atık doğrudan uygun işleme sokulur, gelen hammadde özelinde yeni teknolojiler geliştirmeyi daha kolaylaştırır ve atık türüne göre ek ‘temiz’ atık ile çalışmak tesis ekipmanlarını yormaz ve OPEX değeri düşer. İstikrarlı ve destekleyici devlet stratejileri, mevzuatlarda yapılacak olan düzenlemeler santrallerin biyokütle kaynaklarına ulaşmasında önemli rol oynamaktadır.

- Biyokütle sektöründeki şirketler sadece belediyelerin topladığı ve tesislere taşıdığı atıklar ile beslenmek yerine yeni tedarik modelleri üzerine çalışmaktadır. Örneğin bazı sanayi fabrikaları ile kendileri anlaşılarak atıkları onlardan doğrudan toplamak veya büyük marketlere kuracakları otomatlar ile müşterilerden dönen atıkları toplamak gibi iş modelleri geliştirmektedir. Böylece sanayi yan ürünleri kazanılmış olur, atıkların nereye gittiğinin takibi yapılabilir, kaynakta ayrıştırma kolaylaşır, ihtiyaca göre biyokütle hammaddesi seçilebilir, toplum çöp ayrıştırma ve tekrar kullanıma teşvik edilebilir ve daha fazla ambalaj geri kazanılabilir.
- Benzer şekilde çiftçiler ile de anlaşarak tarımsal ve hayvansal atıklar toplanabilir. Çiftçilerin hayvan dışkılarını kendi ihtiyaçlarını karşılamak amaçlı yakacak için kullanmak yerine depolaması onlara da ek gelir sağlayabilir.
- Biyokütle sektöründeki Ar-Ge çalışmaları farklı hammaddelerin kullanılabilirliği konusunu da gözetmektedir; evsel arıtma çamurundan ısı ve elektrik üretimi üzerine çalışmalar gibi.
- ATY kapsamında evsel ve endüstriyel katı atıklar belirli işlemlerden sonra tehlikeli, tehlikesiz, geri kazanılabilir gibi sınıflara ayrıştırılarak yüksek ısı değere sahip yanabilir durumdaki geri dönüşümsüz özelliğe sahip sınıftakilerden türetilen katı yakıtlar, çöp gazı üretimi gibi klasik gömme yöntemlerine ek gelir oluşturma potansiyeline de sahiptir. Bu katı yakıtlar paletleme (briketleme) adımlarını içeren bir dizi işlemde geçer. Böylece tek tip, depolanabilir ve kolayca taşınabilir boyutlara getirilerek doğrudan kullanılabilir veya satışa da sunulabilir. Atığın toplanması ve transferi garanti altına alınabildiği sürece ATY tesislerine yatırım artacak ve yeni iş alanları oluşacaktır. Bu gelişmelerde yasal mevzuat eksikliği atık tedariğini zorlaştırmaktadır.



Ekler



Kısaltmalar

Terim	Tanım /Anlam
° C	degree Celsius (Santigrat derece)
A.Ş.	Anonim Şirketi
AAK	Ambalaj Atıkları Kontrolü
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AÇ	Anaerobik Çürütme
Ar-Ge	Araştırma ve Geliştirme
BM	Birleşmiş Milletler
BP	British Petroleum
CCS	Carbon Capture and Storage (Karbon Yakalama ve Depolama)
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirmesi
CEO	Chief Executive Officer (İcra Kurulu Başkanı)
CfD	Contracts for Difference (Fark Sözleşmeleri)
CHP	Combined Heat and Power (Kombine/Birleşik Isı ve Güç)
CO ₂	Karbondioksit
COVID-19	Coronavirus Disease (Koronavirüs Hastalığı)
DME	Dimethyl ether (Dimetil eter)
EC	The European Commission (Avrupa Komisyonu)
EJ	exajoule
EPDK	T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EPIAŞ	Enerji Piyasaları İşletme A.Ş.
ESG	Environmental, Social, Governance (Çevresel, Sosyal, Yönetişim)
ETIP	European Technology and Innovation Platform (Avrupa İnovasyon ve Teknoloji Platformu)
ETKB	T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	Elektrik Üretim A.Ş.
EUR (€)	Avro
FAO	The Food and Agriculture Organization of the United Nations (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü)
FIP	Feed-In-Premium (Tarife Primi)
FIT (FIT)	Feed-In-Tariff (Tarife Garantisi)
GBEP	Global Bioenergy Partnership (Küresel Biyoenerji Ortaklığı)
GES	Güneş Enerji Santrali
GoO	Guarantee of Origin (Menşe Garantisi)

Kısaltmalar

Terim	Tanım /Anlam
GSYİH/GSYH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
GW	Gigawatt
GWh	Gigawatt hour (Gigawatt saat)
HEFA	Hydroprocessed Esters and Fatty Acids (Hidroişlenmiş Esterler ve Yağ Asitleri)
HES	Hidroelektrik Enerji Santrali
HTU	Hydrothermal Upgrading (Hidrotermal Yükseltme)
HVO	Hydrotreated Vegetable Oil (Hidrojenize/Su ile İşlenmiş Bitkisel Yağ)
IEA	The International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
IFC	The International Finance Corporation (Uluslararası Finans Kurumu)
IGCC	Integrated Gasification Combined Cycle (Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrim)
IGFC	Integrated Gasification Fuel Cell (Entegre Gazlaştırma Yakıt Hücresi)
IGGT	Integrated Gasification Gas Turbine (Entegre Gazlaştırma Gaz Türbini)
IPCC	The Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)
IRENA	The International Renewable Energy Agency (Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı)
IT	Information Technologies (Bilgi Teknolojileri)
kg	kilogram
ktoe	Kilo Tonnes of Oil Equivalent (Kilo Ton Petrol Eşdeğeri)
kW	kilowatt
LCCC	Low Carbon Contracts Company (Düşük Karbon Sözleşmeleri Şirketi)
LFG	Landfill gas (Çöp gazı)
LNG	Liquified Natural Gas (sıvılaştırılmış doğal gaz)
m/s	metre bölü saniye
m³	metre küp
MTO	Methanol to Olefins (Metanolü Olefine Dönüştürme İşlemi)
mtoe	Million Tonnes of Oil Equivalent (Milyon Ton Petrol Eşdeğeri)
MW/MWe	Megawatt/Megawatt electrical (Megawatt elektrik)
MWh	Megawatt hour (Megawatt saat)
NASA	The National Aeronautics and Space Administration (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
NECP	The National Energy and Climate Plan (Ulusal Enerji ve İklim Planı)
NREL	The National Renewable Energy Laboratory (Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı)
ORC	Organic Rankine Cycle (Organik Rankine Çevrimi)
PAYT	Pay as you throw (Attığın Kadar Öde)

Kısaltmalar

Terim	Tanım /Anlam
PEF	Polyethylene terephthalate (Polietilen tereftalat)
PHA	Polyhydroxyalkanoate (Polihidroksialkanoat)
PHB	Polyhydroxybutyrate (Polihidroksibutirat)
PJ	petajoule
PLA	Polylactic Acid (Polilaktik asit)
ppm	parts per million (milyonda bir)
PRI	Principles for Responsible Investment
PTF	Piyasa Takas Fiyatı
PUR	Polyurethane (Poliüretan)
PwC	PricewaterhouseCoopers
RDF (ATY)	Refuse-derived Fuel (Atıktan Türetilmiş Yakıt)
REC	Renewable Energy Certificate (Yenilenebilir Enerji Sertifikası)
RES	Rüzgar Enerji Santrali
ROC	Renewable Obligation Certificate (Yenilenebilir Yükümlülük Sertifikası)
SEG	Smart Export Guarantee (Akıllı İhracat Garantisi)
SKA	Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları
SPK	Sermaye Piyasası Kurulu
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti
TCFD	Taskforce for Climate related Financial Disclosure
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TIMM	Total Impact Measurement and Management
TJ	terajoule
TL (₺)	Türk Lirası
TSKB	Türkiye Sınai Kalkınma Bankası
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TWh	Terawatt hour (Terawatt saat)
UNEP	The United Nations Environment Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)
USD (\$)	United States Dollar (Amerikan Doları)
vb	ve benzeri
VER	Voluntary Emission Reduction (Gönüllü Emisyon Azaltma)
WBA	The World Bioenergy Association (Dünya Biyoenerji Derneği)
WEEE	The Waste Electrical and Electronic Equipment Directive (Atık Elektrikli ve Elektronik Ekipman Direktifi)

Kısaltmalar

Terim	Tanım /Anlam
YBBO	Yıllık Bileşik Büyüme Oranı
YEKA	Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı
YEKDEM	Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması
YİD - Yİ	Yap İşlet Devret Modeli

Türkiye İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflandırması

Bölge	Şehir
İstanbul	İstanbul
Batı Marmara	Tekirdağ Edirne Kırklareli Balıkesir Çanakkale
Ege	İzmir Aydın Denizli Muğla Manisa Afyonkarahisar Kütahya Uşak
Doğu Marmara	Bursa Eskişehir Bilecik Kocaeli Sakarya Düzce Bolu Yalova
Batı Anadolu	Ankara Konya Karaman
Akdeniz	Antalya Isparta Burdur Adana Mersin Hatay Kahramanmaraş Osmaniye
Orta Anadolu	Kırklareli Aksaray Niğde Nevşehir Kırşehir Kayseri Sivas Yozgat

Bölge	Şehir
Batı Karadeniz	Zonguldak Karabük Bartın Kastamonu Çankırı Sinop Samsun Tokat Çorum Amasya
Doğu Karadeniz	Trabzon Ordu Giresun Rize Artvin Gümüşhane
Kuzeydoğu Anadolu	Erzurum Erzincan Bayburt Ağrı Kars İğdır Ardahan
Ortadoğu Anadolu	Malatya Elazığ Bingöl Tunceli Van Muş Bitlis Hakkari
Güneydoğu Anadolu	Gaziantep Adıyaman Kilis Şanlıurfa Diyarbakır Mardin Batman Şırnak Siirt

Entegre Katı Atık Yönetimi

```
graph TD; A[Atıklar] --> B[Kantar]; B --> C[Ambalaj atığı]; B --> D[Evsel atık]; B --> E["Endüstriyel tarımsal, hayvansal biyobozunur atıklar"]; B --> F["Endüstriyel atık"]; B --> G["Endüstriyel yanabilir atık"]; C --> H[Ayrıştırma]; D --> H; E --> I[Organik hazırlama]; F --> J["Arıtma çamuru, kül"]; G --> K[ATY tesisi]; H --> L[Ambalaj satış]; H --> M[Yanabilir atık]; H --> N[İnertler]; H --> O[Kalıntılar]; H --> P[Biyobozunur atık]; I --> Q[Biyometanizasyon tesisi]; J --> R[Düzenli depolama alanı]; K --> S[ATY tesisi]; L --> T[ATY satış]; M --> U[Düzenli depolama alanı]; N --> V[Düzenli depolama alanı]; O --> W[Düzenli depolama alanı]; P --> X[Susuzlaştırma]; P --> Y[Gaz arıtma]; Q --> Z[Susuzlaştırma]; Q --> AA[Gaz arıtma]; X --> AB[Katı fermente ürün]; Y --> AC[Sıvı fermente ürün]; Z --> AD[Düzde deposu]; AB --> AE[Düzenli depolama alanı]; AC --> AF[Kompost]; AD --> AG[Arıtma]; AA --> AH[Enerji Santrali]; AD --> AI[Enerji Santrali]; AH --> AJ[Elektrik]
```

The flowchart illustrates the integrated solid waste management process, starting from collection and weighing, followed by sorting and processing into various streams like packaging waste, organic waste, industrial waste, etc., leading to different treatment paths such as composting, incineration, or energy generation.

Atıklar

Kantar

Ambalaj atığı

Evsel atık

Endüstriyel tarımsal, hayvansal biyobozunur atıklar

Endüstriyel atık

Endüstriyel yanabilir atık

Ayrıştırma

Organik hazırlama

Arıtma çamuru, kül

ATY tesisi

Düzenli depolama alanı

Biyometanizasyon tesisi

Susuzlaştırma

Gaz arıtma

Düzenli depolama alanı

Kompost

Arıtma

Enerji Santrali

Elektrik

Biyogaz

```
graph TD
    subgraph Raw_Materials [Raw Materials]
        A[Pamuk sapı, piriñç sapı]
        B[Kuru prina]
        C[Pelet prina]
        D[Ağaç kökü, orman atığı]
        E[Alternatif biyokütle]
    end

    A --> F[Biyokütle]
    B --> F
    C --> F
    D --> F
    E --> F

    F --> G[Kantar]
    G --> H[Kalın/Ön kırıcı]
    H --> I[Kalın/Ön elek]
    I --> J[İnce/Son kırıcı]
    J --> K[Depolama alanı]
    K --> L[Kantar]
    L --> M[Kapalı stok sahası]
    M --> N[Karıştırıcı yakıt besleme ünitesi]
    N --> O[Konveyör ve günlük bunker]
    O --> P[Buhar kazanı]
    P --> Q[Buhar hatları]
    Q --> R[Buhar türbini]
    R --> S[Jeneratör]
    S --> T[Elektrik]
    S --> U[Buharlaşma kaybı]
    U --> V[Buhar satışı]

    H --> W[Yakıt Hazırlama Tesisi]
    W --> X[Taş toprak]
    X --> Y[Düzenli depolama alanı-bertaraf]
    Y --> Z[Uçucu kül]
    Z --> AA[Düzenli depolama alanı-bertaraf]
    Z --> AB[Dip kül bertarafı]
    Z --> AC[Satış]
    AB --> AD[Ham su]
    AD --> AE[Su tasfiyehane]
    AE --> AF[Kimyasallar]
    AF --> AG[Su tasfiyehane]
```

İletişim

Murat Çolakoğlu

PwC Türkiye, Enerji, Altyapı ve
Doğal Kaynaklar Sektörü Lideri
0212 326 6086
murat.colakoglu@pwc.com

Serkan Aslan

PwC Türkiye, Şirket Ortağı
Danışmanlık Hizmetleri
0212 376 5397
serkan.aslan@pwc.com

Eray Kumdereli

PwC Türkiye, Direktör
Danışmanlık Hizmetleri
0212 326 6568
eray.kumdereli@pwc.com