



**T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI**



Erzincan İli Biyokütle Varlığı Enerji Potansiyeli Araştırma Raporu



KUZEYDOĞU ANADOLU KALKINMA AJANSI

2023

İçindekiler Tablosu

Şekil Listesi	ii
Tablo Listesi.....	ii
1. Giriş.....	1
2. Biyokütle.....	3
2.1. Biyokütlenin önemi	4
2.2. Biyokütle kullanım alanları	5
3. Dünyada Biyokütle.....	7
4. Türkiye’de Biyokütle	13
5. Erzincan’da Enerji.....	20
6. Erzincan’da Biyokütle	23
6.1. Hayvansal Atık.....	23
6.2. Bitkisel Atık.....	29
6.3. Diğer.....	31
7. Değerlendirme	33
Kaynaklar	35

Şekil Listesi

Şekil 1. Karbondioksit-Enerji Döngüsü.....	1
Şekil 2. Biyokütle Madde Kaynaklarının Sınıflandırılması	3
Şekil 3. Biyokütle Enerji Dönüşüm Yöntemleri ve Ürünler	5
Şekil 4. Biyokütle Kaynakları, Çevrim Teknikleri ve Elde Edilen Ürünler	6
Şekil 5. 2020 Yılı Dünyada Toplam Birincil Enerji Arzının Kaynaklarına Göre Dağılımı	7
Şekil 6. 2020 Yılı Dünya Toplam Elektrik Üretimine Kaynaklarına Göre Dağılımı	8
Şekil 7. Yıllara Göre Dünyada Yenilenebilir Enerji Elektrik Üretimi	9
Şekil 8. 2020 Yılı Dünya Yenilenebilir Enerji Üretimine Kaynaklara Göre Dağılımı.....	9
Şekil 9. 2020 Yılı Küresel Biyokütle İç Arzı Dağılımı	11
Şekil 10. Yıllara ve Teknolojilere Göre Biyokütle Elektrik Kapasite Dağılımı.....	12
Şekil 11. 2020 Yılı Biyokütleden Elektrik Üretiminde Kaynakların Dağılımı.....	13
Şekil 12. Türkiye Kurulu Gücünün Yıllar İtibarıyla gelişimi	14
Şekil 13. 2012 ve 2022 Yılları Birincil Enerji Kaynaklarına göre Türkiye Kurulu Gücü.....	15
Şekil 14. 2021 Türkiye ve OECD Ülkeleri Toplam Elektrik Enerjisi Üretimine Kaynak Bazında Dağılımı(%) .	16
Şekil 15. Yerli ve İthal Kaynaklı Kurulu Gücün Türkiye Kurulu Gücü İçindeki Payı.....	17
Şekil 16. Türkiye Biyokütle Kurulu Gücünün Yıllara Göre Dağılımı.....	18
Şekil 17. Türkiye Biyokütle Kurulu Gücünün Toplam Kurulu Güç İçindeki Payının Yıllara Göre Dağılımı.....	19
Şekil 18. Türkiye Biyokütle Elektrik Kapasitenin Yıllara Göre Dağılımı	19
Şekil 19. Erzincan Kullanım Yerlerine Göre Yıllık Elektrik Tüketimi (MWh).....	20
Şekil 20. Erzincan Kişi Başına Elektrik Tüketimi (kWh)	21
Şekil 21. 2021 Yılı İllerin Kişi başına Toplam Elektrik Tüketimine Göre Sınıflandırılması.....	22
Şekil 22. Hayvan Sayılarının Yıllara Göre Değişimi.....	24
Şekil 23. Büyükbaş Hayvan Sağılarının Yıllara Göre Dağılımı	24
Şekil 24. Hayvan Türlerinin İlçelere Göre Enerji Eşdeğeri Analizi	25
Şekil 25. Büyükbaş Hayvan Türlerinin İlçelere Göre Enerji Eşdeğeri Analizi.....	26
Şekil 26. Küçükbaş Hayvan Türlerinin İlçelere Göre Enerji Eşdeğeri Analizi	28
Şekil 27. Hayvan Türlerinin İlçelere Göre Enerji Eşdeğeri Analizi	28
Şekil 28. Erzincan Yıllara Göre Bitkisel Üretim Miktarları (ton)	30

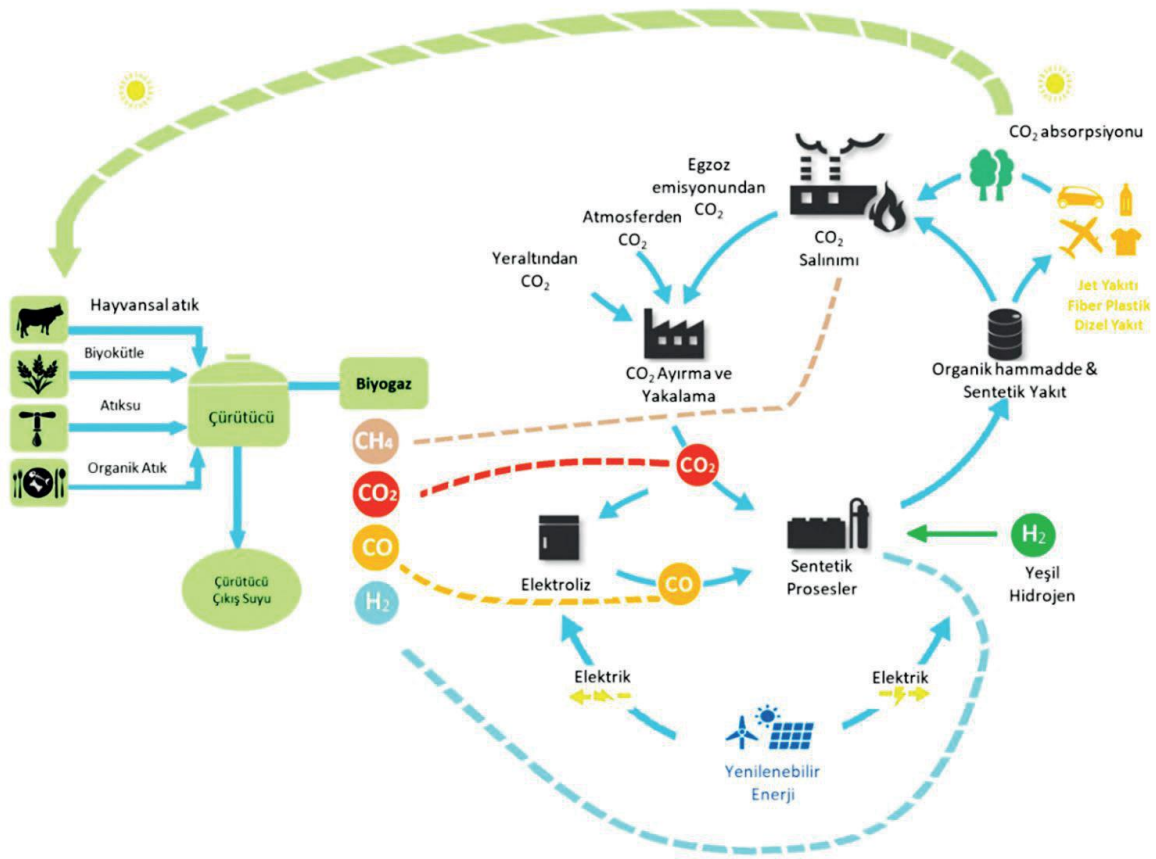
Tablo Listesi

Tablo 1. 2019 Yılı Kıtaların Yenilenebilir Enerji Üretimleri	10
Tablo 2. 2019 Yılı Kıtaların Biyokütle İç Arzı	11
Tablo 3. Erzincan ve Türkiye Elektrik Üretim Değerleri.....	22
Tablo 4. Erzincan Yıllara Göre Hayvan Sayıları	23
Tablo 5. Elde Edilebilir Elektrik Enerjisinin Tüketilen Elektrik Enerjisini Karşılama Yüzdesi (%)	26
Tablo 6. Erzincan Yıllara Göre Bitkisel Üretim Miktarları	29

1. Giriş

Yaşamın temel kaynakları arasında gıda, su ve enerji yer almaktadır. Enerji, gıdanın ve suyun temin edilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması bakımından kritik bir göreve sahip olduğundan ayrıca önemlidir.

Dünya için temel enerji kaynağının güneş olduğu, oradaki enerji üretiminin de kütle enerji dönüşümünü sağlayan nükleer tepkimeler olduğu bilinmektedir. Güneş dışında bilinen fosil yakıtlar ise bir teoriye göre dünyanın oluşum zamanında güneşi de oluşturan gaz ve toz bulutundan ayrılmıştır ve yer kürenin içinde nükleer tepkimeler devam etmektedir. Bu yönüyle ele alındığından fosil kaynakların oluşumunu sağlayan nükleer tepkimeler ve ısının temeli yine güneşi oluşturan aynı kaynaktır.



ŞEKİL 1. KARBONDİOKSİT-ENERJİ DÖNGÜSÜ¹

¹ TÜBA Biyokütle Enerjisi Raporu (Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, TÜBA Raporları No: 46)

Fosil yakıtlar, nükleer enerji ve güneş enerjisi dışında kalan, bilinen ve yaygın olarak kullanılan diğer enerji üretim teknikleri olarak; hidroelektrik santraller, rüzgâr enerjisi santralleri, jeotermal ve biyokütle yer almaktadır. Bunlardan jeotermal enerji dünya çekirdeğinden kaynaklanan ısıyı kullanırken, rüzgâr enerjisi güneş ışınlarından kaynaklı enerji değişimiyle oluşmakta, hidroelektrik santraller, yine güneş enerjisi sayesinde sürdürülen su döngüsünü kullanmakta, biyokütle ise yine güneş enerjisi sayesinde sürdürülen karbon ve su döngülerinden faydalanmaktadır.

Fosil yakıtların oluşum süresinin uzun olması sebebiyle sürdürülebilir olarak değerlendirilmemesi söz konusu iken hidro, güneş, rüzgâr ve biyokütle sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji olarak sınıflandırılmıştır. Buradaki varsayım güneşin ömrünün sonsuz olduğudur. Aslında güneşin ömrü ile sınırlı olan bu enerji kaynakları güneşin ömrünün sonsuz olmadığı bilinse de dünyanın ömrüne kıyasla sonsuz olduğundan sürdürülebilir olarak değerlendirilmektedir.

Biyokütlenin temelini oluşturan ve sürdürülebilir olmasını sağlayan karbon-enerji döngüsü Şekil 1’de gösterilmiştir. Karbon salınımının kullanımından fazla olmasının küresel ısınmaya sebep olduğu söylenmektedir. Dünyada iklim ve çevre konusunda son yıllarda artan hassasiyet dolayısıyla uluslararası alanda bu kapsamda çeşitli yaptırımlar uygulanmakta ve yeni yaptırımlar için de hazırlıklar devam ettirilmektedir. Bu kapsamda Türkiye’nin de ilerleyen süreçte karbon vergisi gibi ilave sorumluluklar alması kaçınılmaz olacaktır. Yenilenebilir enerji türlerinden olan ve karbon salınımını azaltmaya katkı sağlayan biyokütle kaynağının ülke genelinde daha etkin kullanılması gerekecektir. Mevcut ulusal planlarda da yer aldığı üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı arttırılmak istenmekte ve teşvik edilmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynağı olarak sınıflandırılan biyokütlenin kullanımı için ulusal şebekede önemli bir değişiklik gerekmemekle birlikte bu kaynaktan elde edilen enerjinin emre amadeliğinin yüksek olması da ayrı bir avantajdır. Keza çoğu yenilenebilir enerji üretiminde iklim koşullarına bağlılık dolayısıyla üretim mevsimlere, günlere ve hatta saatlere göre değişiklik gösterip sürekli ve aynı kalitede elektrik üretilmesi mümkün olmaz iken biyokütle kaynaklarının kullanımında bu bağımlılık çok daha düşüktür.

Erzincan’da imkanlar ölçüsünde hidroelektrik, güneş enerjisi ve fosil yakıtlar kullanılırken il ekonomisinde öncü sektörlerden birinin tarım ve hayvancılık olmasına rağmen enerji üretimi için biyokütle kullanımı sınırlı kalmıştır. Biyokütle çoğunlukla konvansiyonel yöntemler kullanılarak ısınma amaçlı kullanılmaktadır. Elektrik üretiminde biyokütlenin kullanımı belediye atıklarının bertarafını gerçekleştiren bir tesis dışında gerçekleştirilmemektedir. Bu rapor kapsamında ulusal hedeflere de katkı sağlamak amacıyla Erzincan’da biyokütle potansiyelinin ve biyokütlenin hangi alanlarda kullanılabileceğinin öneminin ortaya koyulması amaçlanmıştır.

2. Biyokütle

Biyokütle, doğada bulunan biyolojik temelli, fosil yakıtlar gibi uzun yıllar almadan daha kısa sürede oluşan maddelerin genel adıdır. Daha somutlaştırmak gerekirse tarımsal atıklar, hayvansal atıklar, orman atıkları ve diğer organik atıklar olarak ele alınabilir. Bazı durumlarda organik temelli ve/veya karbon içeren ürünlerin endüstriyel tesislerde işlenmesinden sonra oluşan atıklar da biyokütle olarak değerlendirilir. Bunun yanı sıra farklı maddeler de biyokütle olarak değerlendirilebilir. Şekil 2’de biyokütle kaynaklarının sınıflandırılması gösterilmektedir.



ŞEKİL 2. BİYOKÜTLE MADDE KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI²

Biyokütle 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda “İthal edilmemek kaydıyla; belediye atıklarının (çöp gazı dâhil) yanı sıra bitkisel yağ atıkları, gıda ve yem değeri olmayan tarımsal atıkları, endüstriyel odun dışındaki orman ürünleri ile atık lastiklerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen kaynakları ve sanayi atık çamurları ile arıtma çamurlarını,” ifade eder şeklinde tanımlanmıştır.³

Biyokütle pek çok alanda kullanıldığı gibi enerji alanında da kullanılabilir. Biyokütlenin enerji dışındaki kullanımı çok çeşitli iken, biyoenerji olarak adlandırılan enerji alanındaki kullanımı geleneksel ve modern olarak iki kısımda sınıflandırılır. Geleneksel kullanım genellikle biyokütlenin doğrudan açıkta veya soba, kazan gibi araçların içerisinde yakılması sureti ile kullanımdır. Modern teknikler ise biyokütlenin fiziksel ve kimyasal bir takım yöntemler kullanılarak daha temiz, kullanışlı ve verimli bir yakıtla dönüştürülerek kullanılmasını ifade eder.⁴

Biyokütleden üretilen yakıtlar biyoyakıt olarak adlandırılırken, biyoyakıt kullanılarak elde edilen enerjiler veya biyoyakıtların sahip olduğu enerjiler biyoenerji olarak anılabilmektedir.

² TÜBA Biyokütle Enerjisi Raporu (Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, TÜBA Raporları No: 46)

³ 5346 Sayılı Kanun

⁴ IRENA - Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı

2.1. Biyokütlenin önemi

Biyokütle sınıflandırmalarından anlaşılacağı üzere biyokütle, toplumun günlük yaşantısında ve varlığı için gerekli olan faaliyetlerde vazgeçilmez bir unsur olarak yer almaktadır. Kaynak verimliliğinin ve atık yönetiminin her geçen gün daha da önem kazandığı dünyada bu kadar yoğun olarak bulunan biyokütlenin verimli kullanımı ve atık olarak yönetimi bu bakımdan son derece önem arz etmektedir. Biyokütlenin doğru kullanımı ve yönetimi ile karbon salınımı, küresel ısınma, kaynak verimliliği, çevrecilik, su kaynaklarının kullanımı, enerji arzı gibi uluslararası toplum için de oldukça önem arz eden sürdürülebilirlik kavramı ve enerji, su ve karbon döngüsü önceliklerine olumlu katkı sağlar.

Tüm enerji kaynakları ve teknolojiler gibi biyokütle teknolojilerinin de bir takım avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Her ne kadar yenilenebilir enerji kaynağı olarak sınıflandırılrsa da biyokütleden enerji dönüşümü aşamalarında hala sera etkisine sebep olan gazlar salınmaktadır. Bu durum biyokütlenin en olumsuz özelliğidir. Bunun yanı sıra biyokütleden üretilen yakıtlar fosil yakıtlar kadar verimli değildir. Ayrıca biyokütle üretimi çok ihtiyaç duyulan alan diğer enerji kaynaklarının ortalamasından daha fazladır ve ilerleyen süreçte orman varlığının azalmasına sebep olma riski bulunmaktadır.

Biyokütle bir takım olumsuz yanları olmasına rağmen bazı gelişmiş ülkelerin net sıfır karbon hedefi koyduğu günümüzde karbon nötr olarak değerlendirilen bir enerji kaynağıdır. Biyokütlenin salabileceği karbon miktarı yalnızca ömrü boyunca absorbe ettiği kadar olabileceğinden ve kısa ömürlü olduğundan karbon nötr olarak değerlendirilmektedir. Net sıfır karbon hedefine doğru giderken artan enerji ihtiyacının biyokütle ile karşılanması durumunda bu hedefe olumsuz katkı vermesi mümkün değildir. Bu bağlamda ele alındığında zaman içerisinde fosil yakıtların yerini biyoyakıtların alması, karbon nötr toplum hedefine ulaşılmasına katkı sağlayacaktır. Hava kirliliğinin azaltılmasına yönelik stratejilerinde ocak kullanımında biyokütlenin kullanılması yolunun tartışıldığı ülkeler bulunmaktadır.⁵

Biyokütle sınıfında değerlendirilen katı atıkların enerji üretiminde kullanılması ile yeryüzünde depolanmaya çalışılan atık miktarında azalma sağlanmış olur. Hatta bu atıkların değerlendirilmesi ile atık oluşturan bireyler atıklarını biyoenerji tesislerine satarak ek gelir elde edebilirler. Biyoyakıtların fosil yakıtlardan daha ucuz olması ise bir diğer artıdır. Fosil yakıtlarda yakıtların temini süreci daha meşakkatli ve maliyetli olduğundan biyoyakıtlara göre maliyetleri yüksek kalmaktadır. Bu yönleri ele alındığında ve fosil yakıtlara benzer şekilde kullanım kolaylığı da sağlaması bakımından toplum tarafından kabul edilmesi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında göre daha mümkün olabilir.

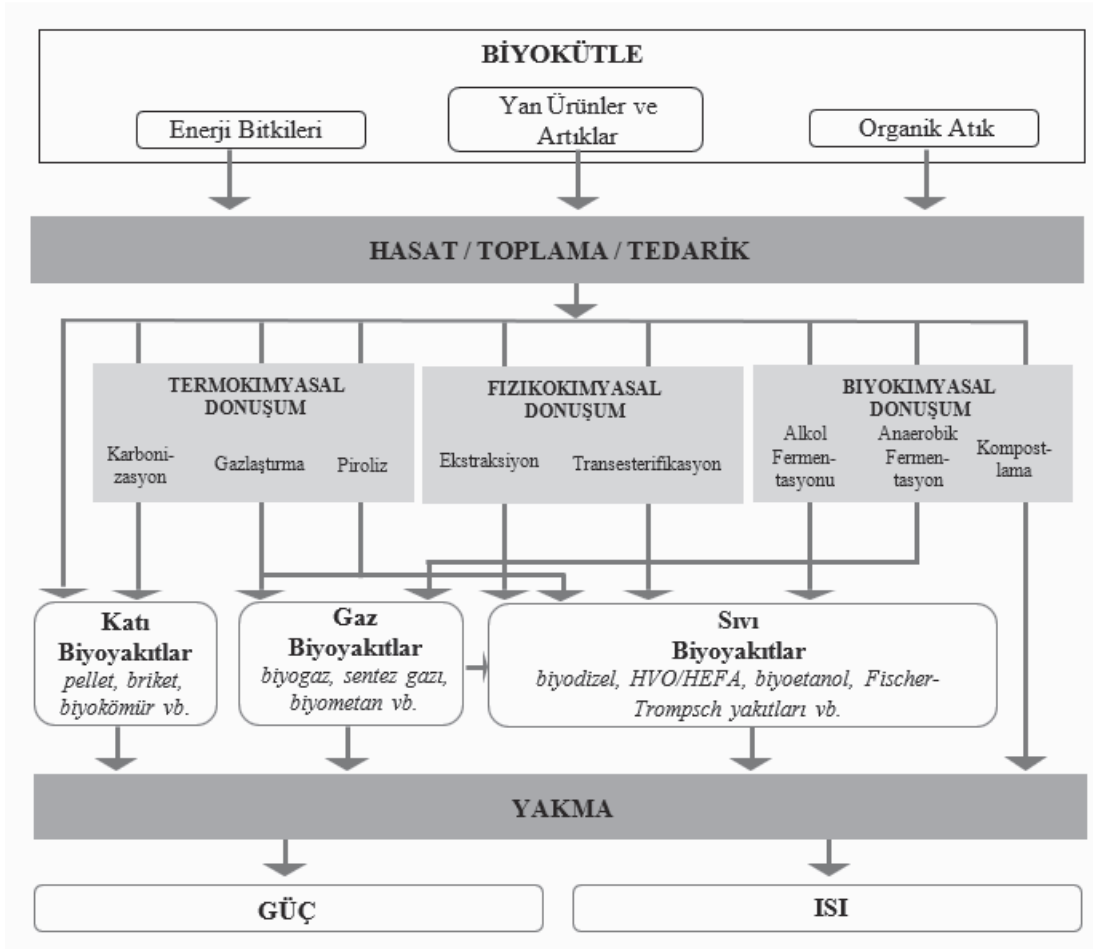
Günümüzde enerji tüm toplumların vazgeçilmez ve hayati bir ihtiyacı iken enerji kaynaklarının teminine ilişkin kolaylık ve yerli tedarik daha da önem kazanmaktadır. Enerji kaynağı ithalatında sorun yaşayan ülkeler daha hızlı ve pratik bir çözüm olarak biyoyakıtları

⁵ Ricardo L. Carvalhoa, Household air pollution mitigation with integrated biomass/cookstove strategies in Western Kenya, Energy Policy 131 (2019) 168–186

tercih etmek durumunda kalmıştır. Bu yönüyle biyokütle çoğu ülke için dışa bağımlılığı azaltacak bir enerji kaynağıdır.

Birleşik Krallık'ta gerçekleştirilen bir çalışmada vatandaşların faturalara olumsuz yansiyacak olmasına rağmen karbon salınımının azaltılmasına sunacağı katkıdan dolayı karbon vergisine olumlu yaklaştığı ortaya koyulmuştur.⁶ Modern tekniklerle gerçekleştirilen biyokütle kullanımının da katkı sunduğu karbon salınımının düşürülmesinin toplum nezdindeki önemini ortaya koymaktadır. Bahsi geçen modern tekniklere ilişkin iş akış şemaları Şekil 3 ve Şekil 4'te yer almaktadır.

2.2. Biyokütle kullanım alanları



ŞEKİL 3. BİYOKÜTLE ENERJİ DÖNÜŞÜM YÖNTEMLERİ VE ÜRÜNLER⁷

Biyokütle eski zamanlardan beri tarım ve enerji alanlarında geleneksel yöntemlerle toplumlara hizmet etmiştir. Su ve ortam ısıtması ile yemek yapımında odun ateşinin kullanılması, hayvansal ve bitkisel gübrelerin tarımsal üretimde kullanılması bunun en bilinen yöntemleridir. Ancak günümüzde gelişen teknoloji ile biyokütleden katı, sıvı ve gaz formlarda

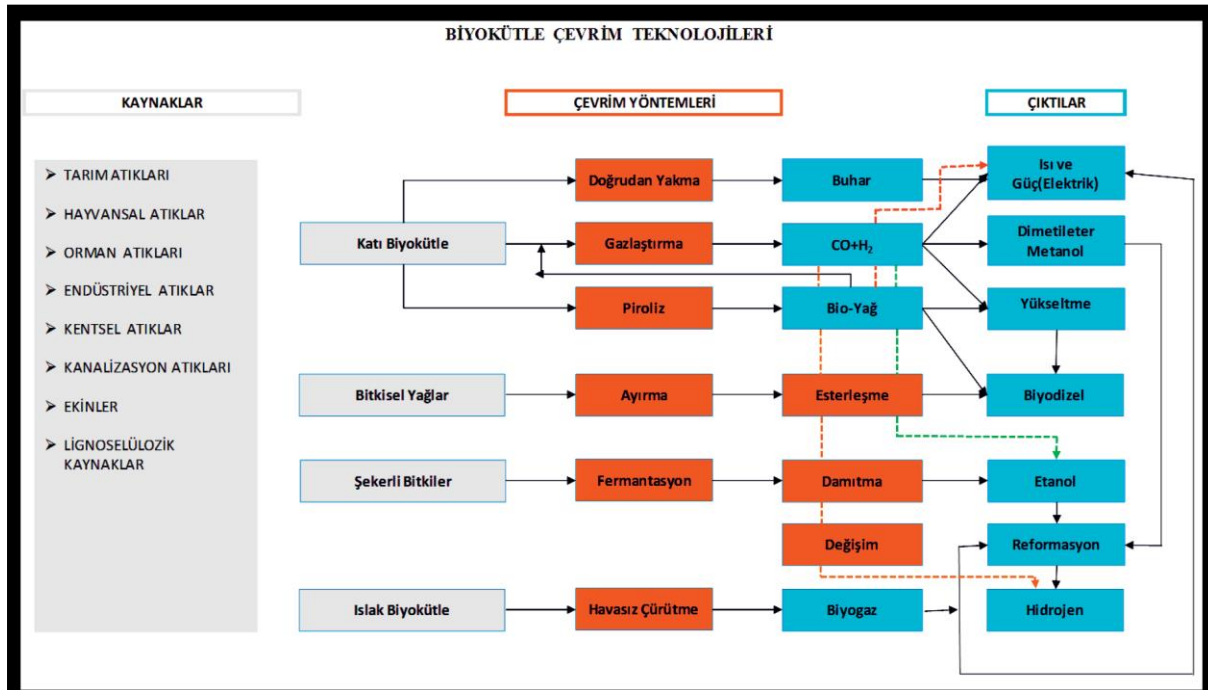
⁶ Craig McLaughlin, Accounting Society's Acceptability Of Carbon Taxes: Expectations And Reality, Energy Policy 131 (2019) 302–311

⁷ TÜBA Biyokütle Enerjisi Raporu (Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, TÜBA Raporları No: 46)

çeşitli yakıtların üretilmesi mümkün hale gelmiştir. Bu yakıtların teminine ilişkin akış şeması Şekil 3'te yer almaktadır.

Biyokütlenin doğrudan yakılması yoluyla enerji elde edilmesi yaygın ve eski bir yöntem olarak kullanılırken, biyokütleden modern yöntemler uygulanarak pelet gibi katı yakıtlar elde edilebilmektedir. Bunun yanı sıra kimyasal bir takım süreçlerden geçirilerek biyodizel dahil olmak üzere farklı sıvı ve gaz yakıtların elde edilmesinde de biyokütle kullanılması mümkündür. Dünyada bazı ülkelerde bu üretimler gerçekleştirilmektedir.

Günümüzde Türkiye'de pratik olarak uygulanabilen ve yaygın kullanılan biyoenerji yakıtı biyogaz olarak bilinmektedir. Biyogaz fosil olmayan organik maddelerin fermantasyonu sonucu ortaya çıkan metan ağırlıklı bir gazdır. Bir metreküp biyogaz yaklaşık olarak yarım metreküp doğalgaza eşdeğer ısı enerjisiye sahiptir. Hayvan atıklarından biyogaz eldesi için sıcak atığın belli bir süre belli bir sıcaklıkta tutularak kendiliğinden fermente olması beklenir. Bu fermantasyon işlemi sırasında biyogaz açığa çıkar. Fermantasyon işlemi tamamlayan atığın hem sıvısı hem katısı yanmış organik gübre olarak değerlendirilir. Benzer şekilde gaz formda yakıtlar da elde edilebilir.



ŞEKİL 4. BİYOKÜTLE KAYNAKLARI, ÇEVİRİM TEKNİKLERİ VE ELDE EDİLEN ÜRÜNLER⁸

Biyometan ise biyogazın içeriğindeki metan gazının saflaştırılması ile ortaya çıkar. İlave maliyet gerektirdiğinden dolayı Türkiye'de genellikle uygulanmaması tercih edilmektedir.

Biyogaz, doğalgaz gibi ısıtma ve pişirme ihtiyacında kullanılabilmesinin yanı sıra bir jeneratörü ya da kojenerasyon cihazını besleyerek elektrik üretiminde de kullanılabilir.

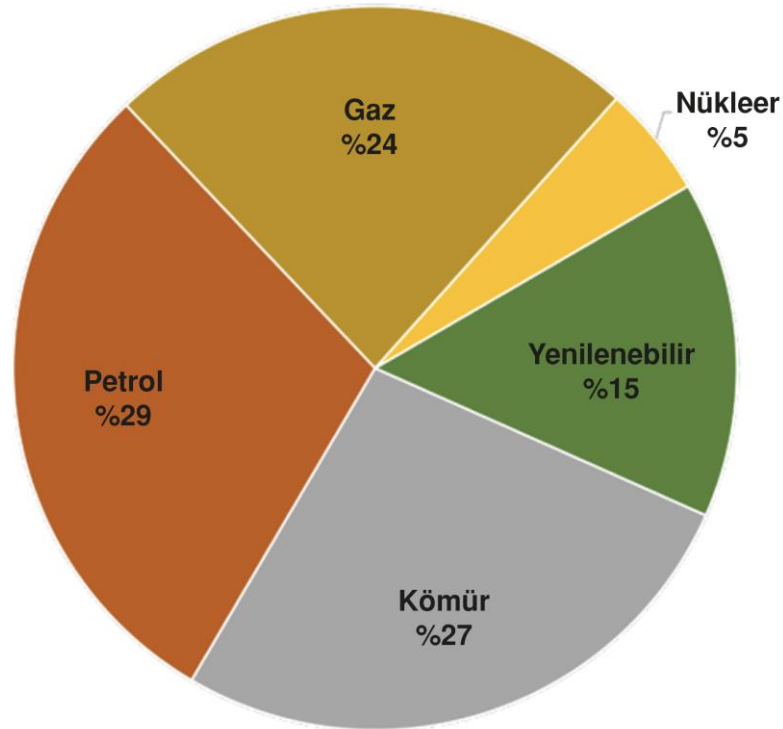
⁸ TÜBA Biyokütle Enerjisi Raporu (Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, TÜBA Raporları No: 46)

Kojenerasyon cihazı hem ısı hem elektrik üreten bir cihazdır. Ayrıca diğer biyoyakıtlar da farklı termik santrallerde kullanılarak elektrik üretimi gerçekleştirilebilir.

Biyokütleden geleneksel yöntemlerle gübre üretimi hem emek hem zaman alan bir süreçtir. Ancak modern tesislerde kullanılan biyokütle yaklaşık 40 gün gibi kısa bir süre içerisinde gübre olarak kullanılabilir komposta dönüştürülmektedir. Emeklerini geleneksel yöntemlerle gübre üretimine harcamak istemeyen çiftçiler bu modern tesisler sayesinde verimi yüksek organik gübreyi kolaylıkla elde ederek kullanabilir. Konu verim olduğunda tarımsal üretimde verimi oldukça arttırdığı bilinen solucan gübresinin üretim süreci de bu tesisler sayesinde kısalmış olmaktadır. Biyokütle girdisi; enerji, ısı, biyogaz ve solucan gübresi çıktısı verirken, bu çıktılar kullanılarak biyokütle üretiminin beslenmesi sureti ile döngüsel bir süreç oluşturulabilir.

3. Dünyada Biyokütle

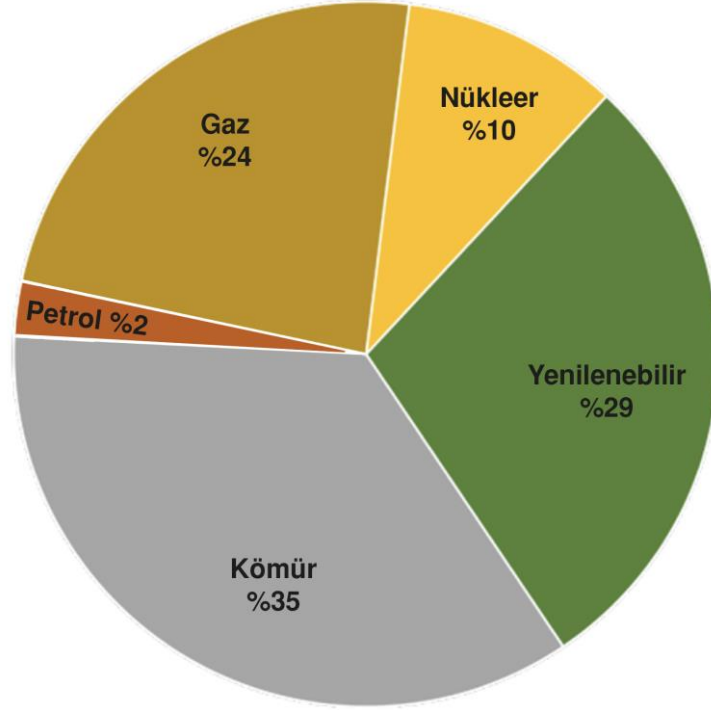
Dünyada biyokütlenin enerji bakımından durumunu incelemek için öncelikle dünyadaki birincil enerji arzının kaynaklarına göre dağılımını ele almak gerekir. Birincil enerji arzı sadece elektrik ile sınırlı olmadığından günlük hayatta diğer alanlarda kullanılan enerji türleri bu kapsamda ön plana çıkmaktadır. Isınma, ulaşım, ocak kullanımı ve benzeri ihtiyaçlar için sunulan enerji arzı oldukça önemli olsa ve bunlar için genellikle fosil yakıtlar kullanılsa da bu ihtiyaçlar için biyokütle ve buradan elde edilen biyoenerji etkin bir alternatif olabilir.



ŞEKİL 5. 2020 YILI DÜNYADA TOPLAM BİRİNCİL ENERJİ ARZININ KAYNAKLARINA GÖRE DAĞILIMI⁹

⁹ Global Bioenergy Statistics 2022 World Bioenergy Association

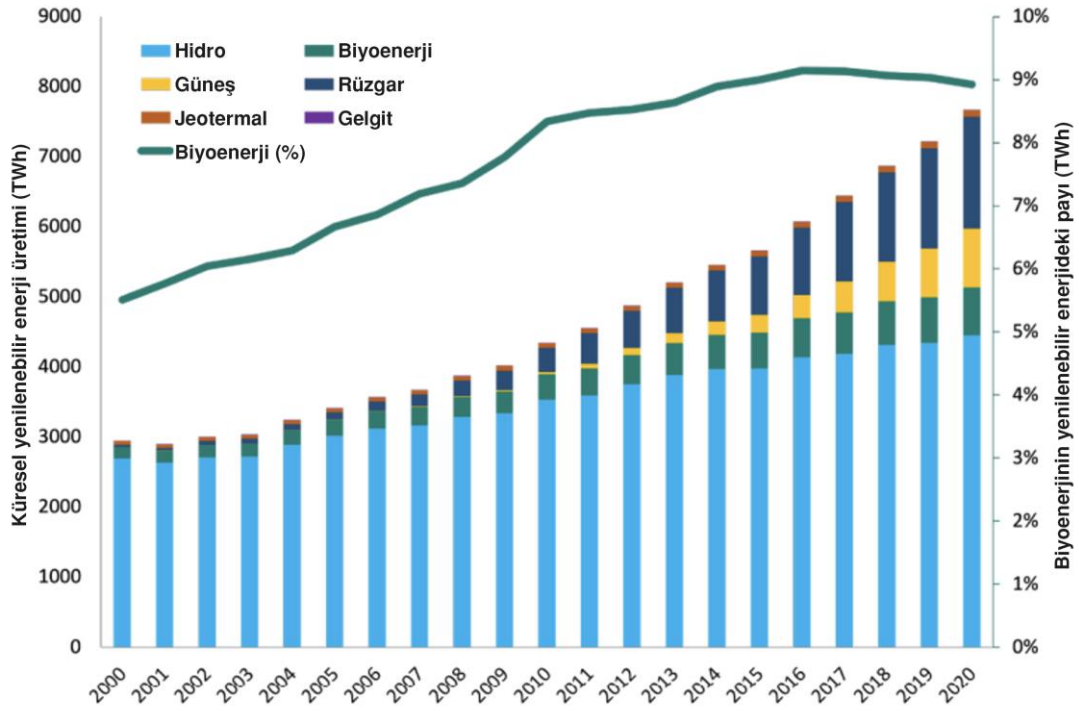
Dünyada birincil enerji arzının %80'i kömür, ham petrol ve doğalgazdan oluşan fosil yakıtlar tarafından karşılanmaktadır. Biyokütlenin dahil olduğu yenilenebilir enerji teknolojileri ise 2020 yılında birincil enerji arzında %15'lik bir paya sahip olmuştur. Bu pay önemli ve güçlü bir enerji kaynağı olan nükleer enerji arzının üç katıdır.⁹



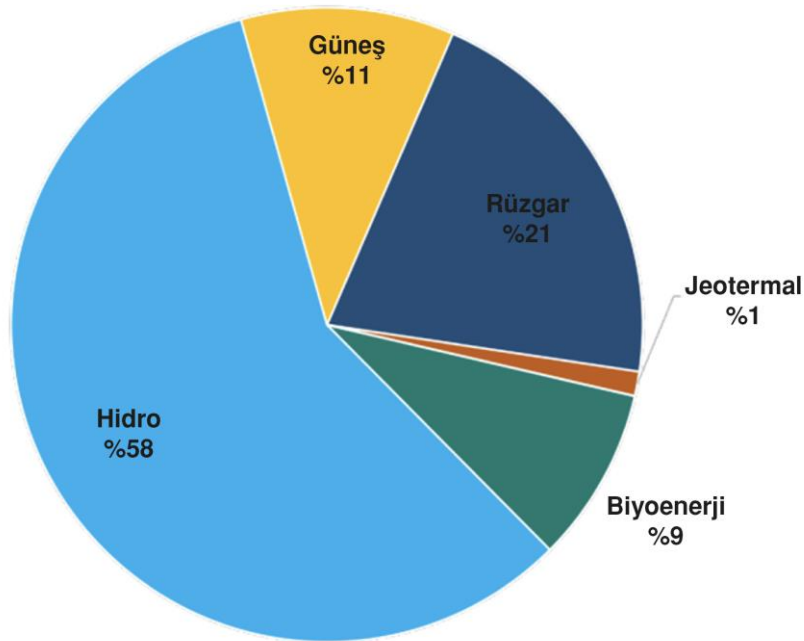
ŞEKİL 6. 2020 YILI DÜNYA TOPLAM ELEKTRİK ÜRETİMİNİN KAYNAKLARINA GÖRE DAĞILIMI¹⁰

Söz konusu elektrik arzı olduğundan genellikle elektrik üretiminde kullanılan yenilenebilir enerji teknolojilerinin payı daha yüksektir. Dünya ölçeğindeki 2020 yılı için fosil yakıt kaynaklı arzın oranı %61'e gerilemiş iken yenilenebilir enerji teknolojilerinin payı %29 olmuştur. Bu durumda dahi bu pay nükleer enerji arzının yaklaşık üç katıdır.

¹⁰ Global Bioenergy Statistics 2022 World Bioenergy Association



ŞEKİL 7. YILLARA GÖRE DÜNYADA YENİLENEBİLİR ENERJİ ELEKTRİK ÜRETİMİ¹¹



ŞEKİL 8. 2020 YILI DÜNYA YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİNİN KAYNAKLARA GÖRE DAĞILIMI¹¹

¹¹ Global Bioenergy Statistics 2022 World Bioenergy Association

Yenilenebilir enerji teknolojileri ile üretilen elektriğin kaynaklarına göre dağılımını ve yıllara göre değişimini gösteren Şekil 7 ve Şekil 8 incelendiğinde; yenilenebilir enerji teknolojilerinin toplam arzının son 20 yıldır sürekli artış gösterdiği gözlemlenir. 2020 yılında yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik arzında hidroelektrik santraller %58 oran ile ilk sırada bulunurken biyoenerji toplam 685 TWh arz ile dördüncü sırada yer almaktadır.¹⁰ Hidroelektrik santrallerin yıllar boyunca yenilenebilir enerjiler arasında sürekli baskın olduğu görülürken son yıllarda bu yoğunluk azalmıştır. Hidroelektrik üretiminin payı 2000 yılında %90 mertebesinde iken 2020 yılında bu oran %58'e kadar azalmış bu aradaki pay ise rüzgar, güneş ve biyoenerjinin rol aldığı diğer teknolojiler tarafından doldurulmuştur. Biyoenerjinin yenilenebilir enerji üretimi içindeki payının yıllara göre artış gösterdiği ancak bu artışın son yıllarda güneş ve rüzgar enerjilerinde gerçekleşen hızlı yükseliş sebebiyle biraz yavaşladığı görülmektedir.

Tablo 1'de yer alan 2019 yılında dünya genelinde biyoenerji ile üretilen elektrik verilerine göre Avrupa 304 TWh olduğu tahmin edilen elektrik üretimiyle en büyük biyoenerji üreticisidir ve dünya çapındaki tüm biyoelektrik üretiminin %40'ını karşılamaktadır. Asya ise %35'lik oranla onu takip etmektedir.¹²

TABLO 1. 2019 YILI KITALARIN YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMLERİ^{12,13}

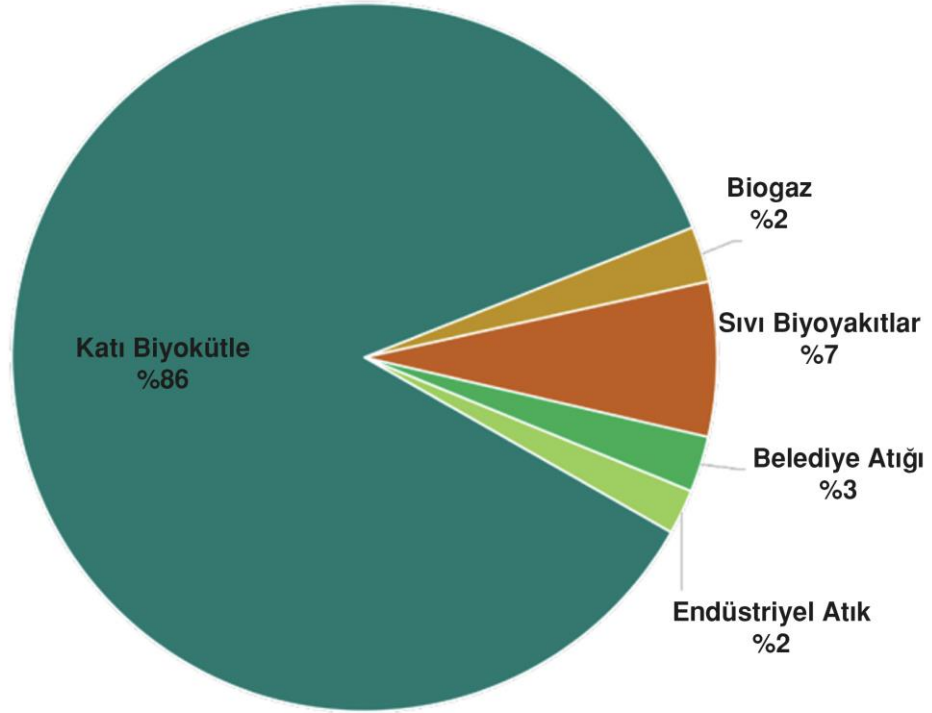
	Hidro	Rüzgâr	Biyokütle	Güneş	Jeotermal	Gelgit	Toplam	Biyokütle(%)
Afrika	141	17.5	1.97	10.17	4.89	0.00	176	1.12%
Amerika	1408	426	186	127	28.3	0.00	2175	8.57%
Asya	1913	522	272	396	36.7	0.49	3140	8.67%
Avrupa	826	442	304	146	13.2	0.51	1732	17.5%
Okyanusya	41.5	20.0	4.11	14.98	8.04	0.00	88.6	4.64%

Biyoenerji elektrik dışındaki enerji kullanım alanlarında da tüketilmektedir. Elektrik dışındaki kullanımlarda enerji kaynağının ulaşılabilirliği, taşınabilirliği, maliyeti, pratik kullanımı gibi unsurlar ön plana çıktığından bazı sektörlerde mevcut durumda kullanılan fosil yakıtların alternatiflerinin temin edilmesi zordur. Ulaşım sektöründe %91 oranı ile küresel ısınmaya olumsuz etki eden petrol ürünleri kullanılırken sıvı ve gaz formundaki biyoyakıtlar bunların en önemli alternatifi durumdadır. Diğer taraftan biyoenerji yenilenebilir teknolojileri arasında ısı üretiminde %96 ile ulaşım sektöründe ise %90 ile öncü durumdadır.¹²

¹² Global Bioenergy Statistics 2022 World Bioenergy Association

¹³ Tüm veriler TWh olarak verilmiştir.

2020 yılında dünya çapında iç pazarlardaki toplam biyokütle arzı 57,5 EJ olarak gerçekleşmiştir. Bu arzın %86'sı odun talaşı-peleti ve geleneksel biyokütle kullanımı dahil olmak üzere katı biyokütle kaynaklarından sağlanmıştır. Modern teknolojilerin daha fazla kullanılmasını gerektiren evsel ve endüstriyel atıklar %6, biyogaz %2, sıvı biyoyakıtlar ise %7 oranlarında pay almışlardır.¹²



ŞEKİL 9. 2020 YILI KÜRESEL BİYOKÜTLE İÇ ARZI DAĞILIMI¹⁴

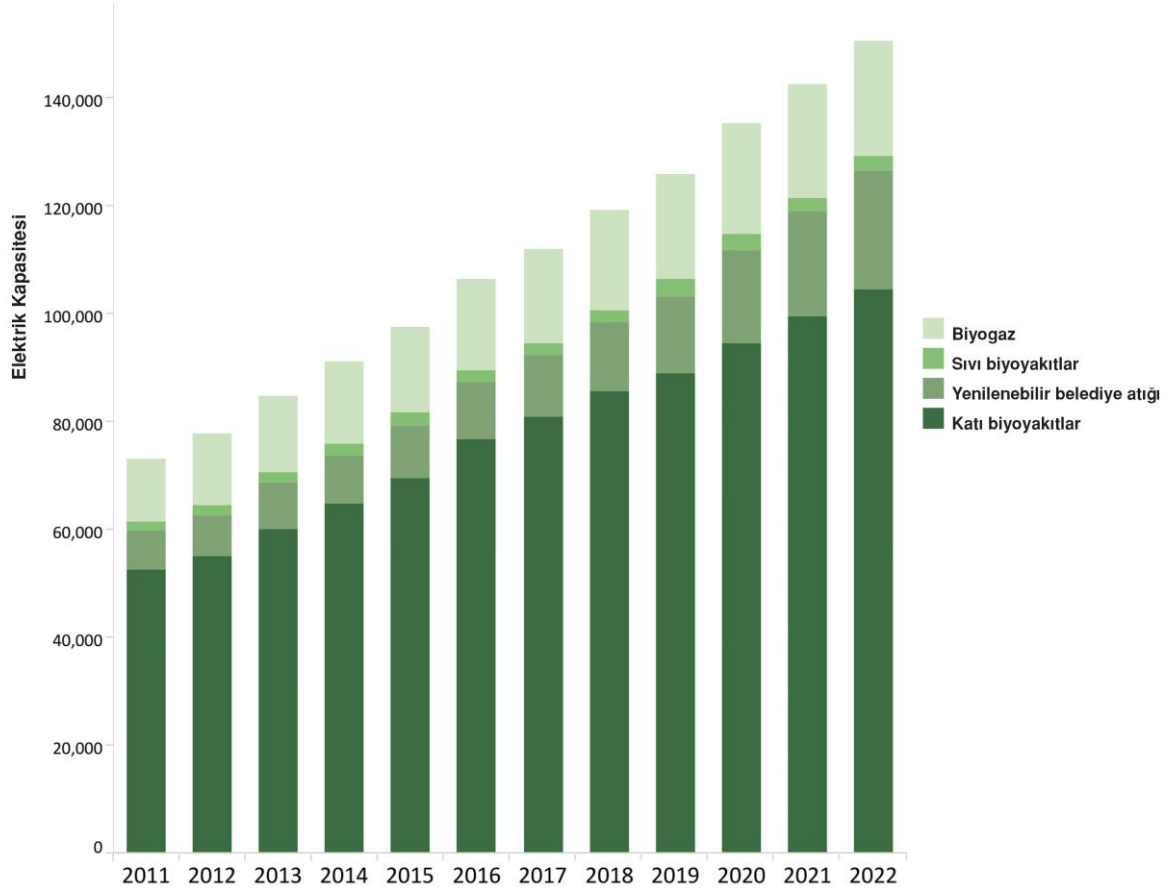
TABLO 2. 2019 YILI KİTALARIN BİYOKÜTLE İÇ ARZI^{14,15}

	Belediye Atığı	Endüstriyel Atık	Katı Biyokütle	Biyogaz	Sıvı Biyoyakıtlar	Toplam
Afrika	0.00	0.00	16.0	0.00	0.00	16.0
Amerika	0.29	0.07	8.05	0.19	3.00	11.6
Asya	0.20	0.55	19.3	0.50	0.62	21.2
Avrupa	0.92	0.52	4.70	0.72	0.63	7.49
Okyanusya	0.00	0.00	0.22	0.02	0.01	0.25

¹⁴ Global Bioenergy Statistics 2022 World Bioenergy Association

¹⁵ Tüm veriler EJ cinsinden verilmiştir.

2019 yılında dünya genelinde biyoenerji arzı ağırlıklı olarak ormancılık sektöründen elde edilen katı biyokütleden elde edilmiştir. Ancak Avrupa'daki biyoenerjinin %64'ü belediye atıklarından sağlanmıştır. Avrupa ayrıca dünya biyogaz arzında %50'nin üzerinde bir oran ile öncü durumda olmuştur. Amerika kıtası ise sıvı biyoyakıt arzında, küresel arzın %70'ini sağlamıştır.¹⁶ Bu durum gelişmiş ülkelerin biyokütlenin modern tekniklerle kullanımına verdiği önemi göstermektedir.

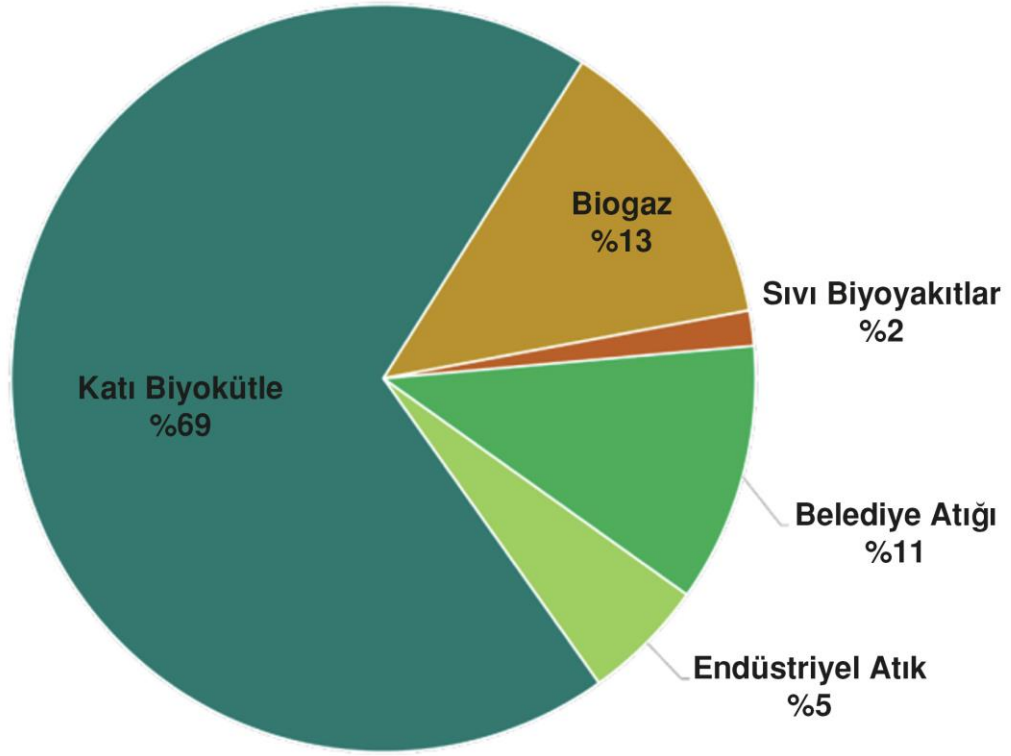


ŞEKİL 10. YILLARA VE TEKNOLOJİLERE GÖRE BİYOKÜTLE ELEKTRİK KAPASİTE DAĞILIMI¹⁷

Dünyada biyoenerji teknolojisi ile üretilen elektriğin yıllara ve alt teknolojilere göre dağılımı incelendiğinde 2011 yılından beri biyoelektrik üretiminin sürekli arttığı ve yaklaşık iki katına çıktığı görülürken kaynak olarak en yoğun şekilde katı biyokütlenin kullanıldığı anlaşılmaktadır. Katı biyoyakıtlardan sonra en çok kullanılan kaynak olan belediye atıklarının ve biyogaz kullanımının da yıllar boyunca artış gösterdiği ortadadır. Şekil 10 baz alınarak geleceğe yönelik yapılacak bir tahminde artışın süreceğini söylemek mümkündür.

¹⁶ Global Bioenergy Statistics 2022 World Bioenergy Association

¹⁷ IRENA - Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı



ŞEKİL 11. 2020 YILI BİYOKÜTLEDEN ELEKTRİK ÜRETİMİNDE KAYNAKLARIN DAĞILIMI¹⁸

Dünya’da biyokütle kullanılarak üretilen elektriğin 2020 yılında kaynaklarına göre dağılımını incelendiğinde katı biyokütle kullanımının %69 oranıyla en çok kullanılan kaynak olduğu görülmektedir. Katı biyokütleyi %13 ve %11 oranlarıyla biyogaz ve belediye atıkları izlemektedir.¹⁸

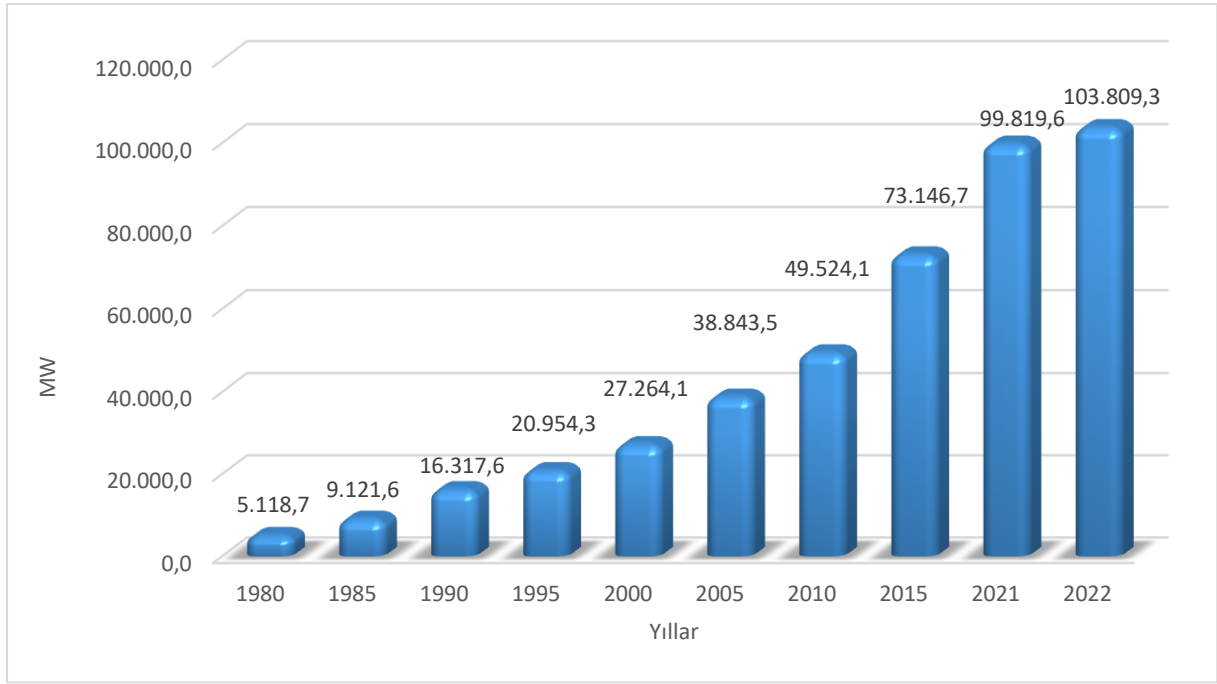
4. Türkiye’de Biyokütle

Türkiye Ulusal Enerji Planı çalışmasının sonuçlarına göre elektrik tüketiminin 2025 yılında 380,2 TWh, 2030 yılında 455,3 TWh, 2035 yılında ise 510,5 TWh seviyesine ulaşması beklenmektedir.¹⁹

2023 yılı Ekim ayı sonu itibarıyla Türkiye’nin kurulu elektrik gücü 105.964 MW’a ulaşmıştır. Aynı tarih itibarıyla kurulu gücün kaynaklara göre dağılımı; %29,8’i hidrolik enerji, %23,9’u doğal gaz, %20,6’sı kömür, %11’i rüzgâr, %10,5’i güneş, %1,6’sı jeotermal ve %2,6’sı ise diğer kaynaklar şeklindedir.¹⁹

¹⁸Global Bioenergy Statistics 2022 World Bioenergy Association

¹⁹Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı



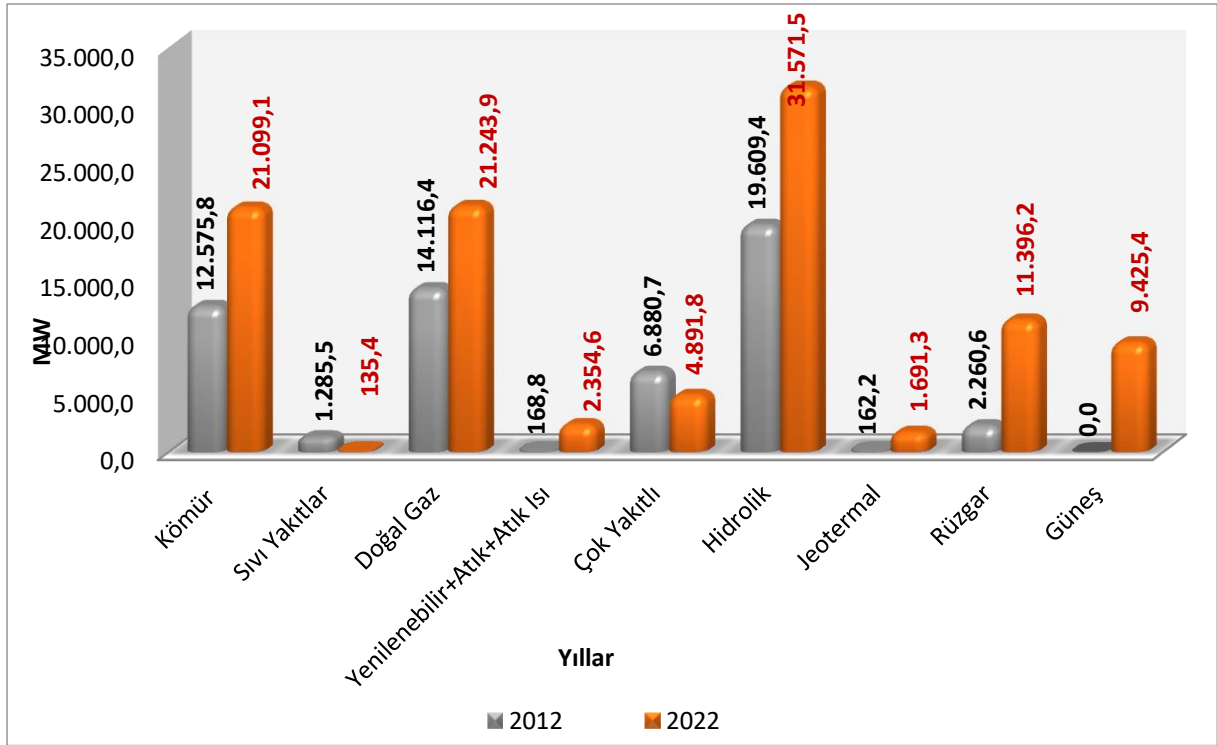
ŞEKİL 12. TÜRKİYE KURULU GÜCÜNÜN YILLAR İTİBARIYLA GELİŞİMİ²⁰

Türkiye'nin elektrik enerjisi üretim santrali sayısı, 2023 yılı Ekim ayı sonu itibarıyla 12.868'e (lisanssız santraller dâhil) yükselmiştir. Mevcut santrallerin 754 adedi hidroelektrik, 68 adedi kömür, 363 adedi rüzgâr, 63 adedi jeotermal, 344 adedi doğal gaz, 10.784 adedi güneş, 492 adedi ise diğer kaynaklı santrallerdir. Biyokütle kaynaklı kapasite diğer kaynaklar içinde sınıflandırılmıştır.²¹

Şekil 13.'te yer alan yıllara göre enerji kaynaklarının dağılımına bakıldığında sıvı yakıtlı ve çok yakıtlı tesisler dışında tüm enerji kaynaklarında 2012 yılına göre artış gerçekleşmiştir. 2022 yılı verilerine göre toplam kurulu gücün %53,95'i yenilenebilir enerji olarak sınıflandırılan (hidrolik (barajlı, d.göl ve akarsu), güneş, rüzgâr, jeotermal, yenilenebilir atık + atık) kaynaklardan oluşmaktadır. Bu oran 2012 yılında %39 mertebesinde idi. Bu durum çevre dostu olmadığı düşünülen fosil yakıtların payının oransal olarak düşürülmesi noktasında Türkiye'nin etkin bir yol haritası izlediğini göstermektedir.

²⁰ TEİAŞ - Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

²¹ Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

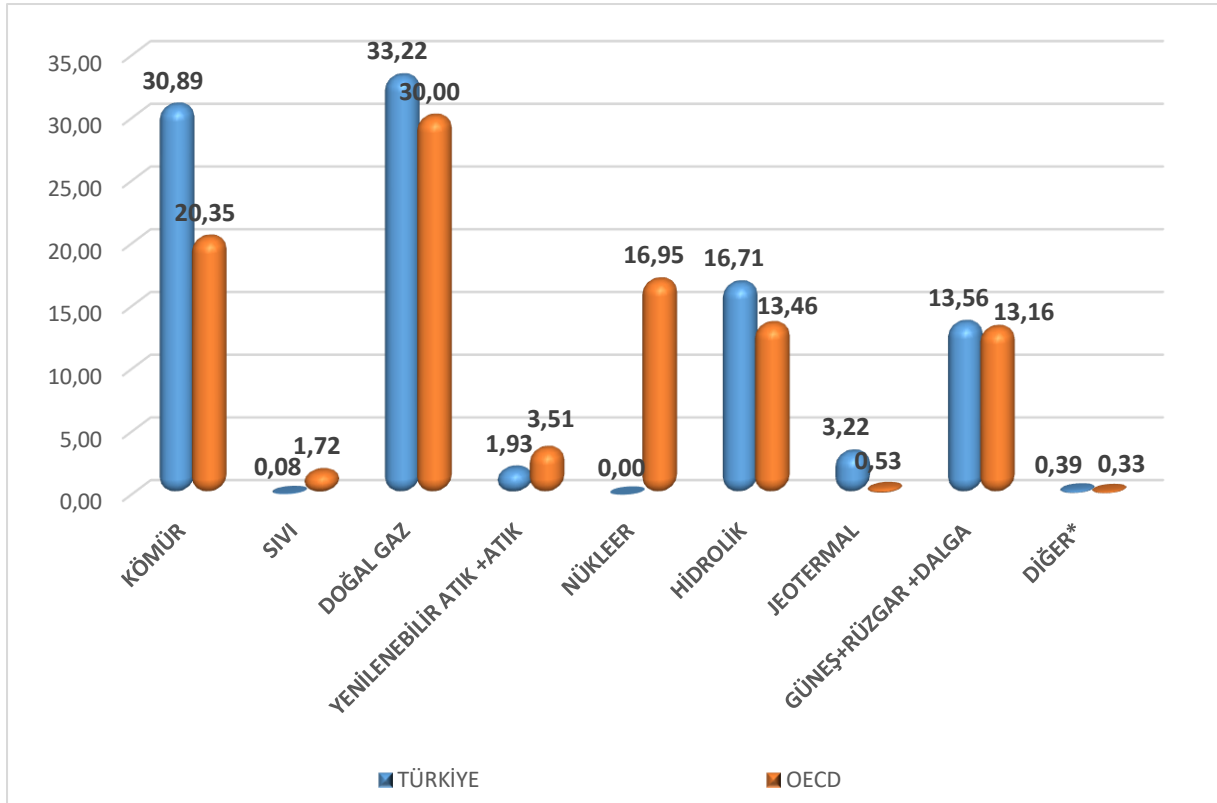


ŞEKİL 13. 2012 VE 2022 YILLARI BİRİNCİL ENERJİ KAYNAKLARINA GÖRE TÜRKİYE KURULU GÜCÜ²²

OECD ülkelerindeki kurulu gücün kaynaklara göre dağılımı ile Türkiye'deki dağılımlar kıyaslandığında Türkiye'nin bu yöndeki stratejilerinin güçlenerek devam etmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Kömür ve doğalgaz kaynaklarının oranlarında OECD ülkelerinin ortalamasına göre yüksek kalan veriler nükleer, yenilenebilir atık+atık kaynaklarının oranlarında ise düşük kalmaktadır. Bu olumsuz duruma ilerleyen yıllarda tamamının devreye alınması planlanan bir nükleer santral ve yeni temiz enerji santrallerinin kurulması ile olumlu yönde katkı sağlaması beklenmektedir.²³ Diğer yandan hidrolik, jeotermal ve güneş+rüzgar+dalga oranları OECD ortalamasının üzerindedir.

²² TEİAŞ - Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

²³ Türkiye Ulusal Enerji Planı

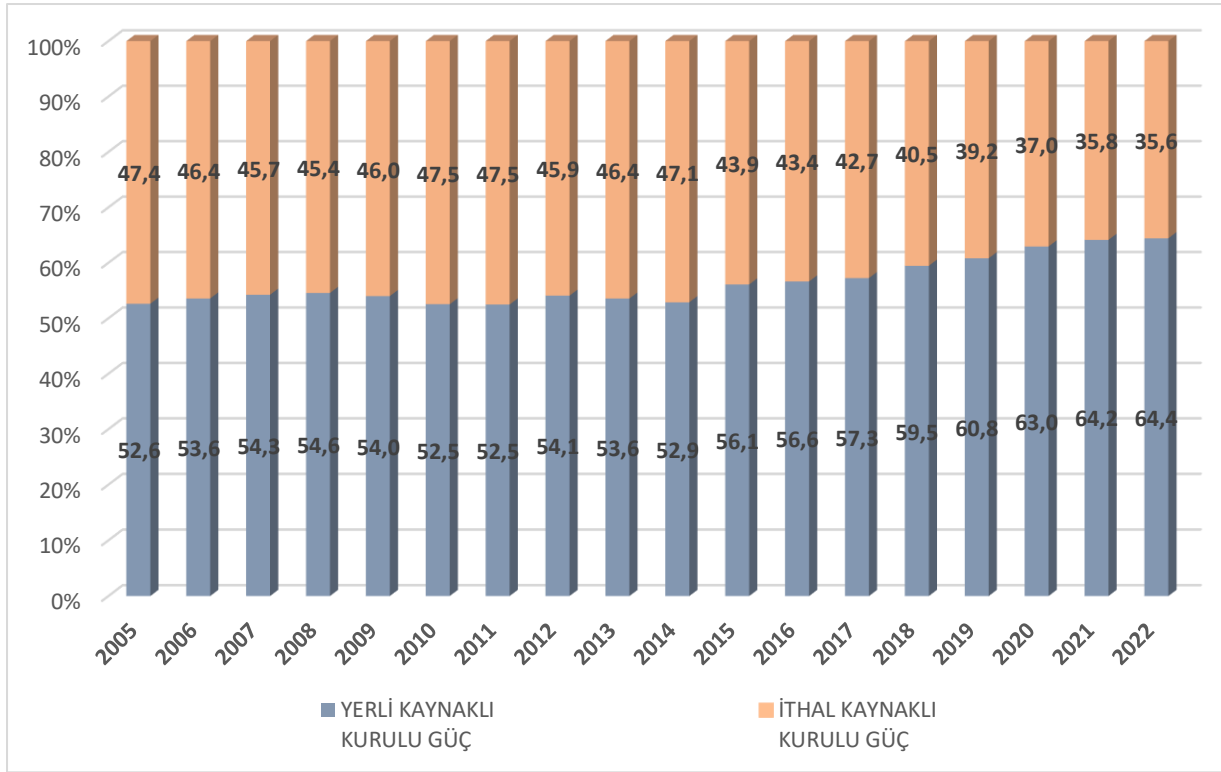


ŞEKİL 14. 2021 TÜRKİYE VE OECD ÜLKELERİ TOPLAM ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNİN KAYNAK BAZINDA DAĞILIMI(%)^{24,25}

Türkiye’de 2022 yılı TEİAŞ verilerine göre 3,713,0 GWh elektrik ihraç ederken 6.438,8 GWh elektrik ithal etmektedir. Bu durum yurtiçinde üretilen elektriğin yetersiz kaldığını göstermektedir. Ayrıca yurtiçinde üretilen elektriğin kaynaklarının da önemli bir kısmının yurtdışından ithal edildiği düşünülürse biyokütle gibi yerel kaynaklardan temin edilecek enerji üretiminin önemi daha da artmaktadır.

²⁴ TEİAŞ - Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

²⁵ Kimyasal proses ısısı ve diğer kaynaklar (Atık ısı, yakıt pilleri, vs.)



ŞEKİL 15. YERLİ VE İTHAL KAYNAKLI KURULU GÜCÜN TÜRKİYE KURULU GÜCÜ İÇİNDEKİ PAYI^{26,27}

Türkiye'nin yerli ve ithal kaynaklı kurulu gücünün toplam kurulu gücün içindeki payının değişimini yıllara göre incelediğimizde 2005 yılında %47,4 oranında ithal kaynaklara bağlı olan kurulu gücün 2022 yılında dışa bağımlılığının %35,6 seviyesine kadar indirildiği görülmektedir. Bunda yerli enerji yatırımlarının payı büyükken ilerleyen süreç de bu oranın daha da düşürülmesi için gerekli planlamalar sürdürülmektedir.²⁸

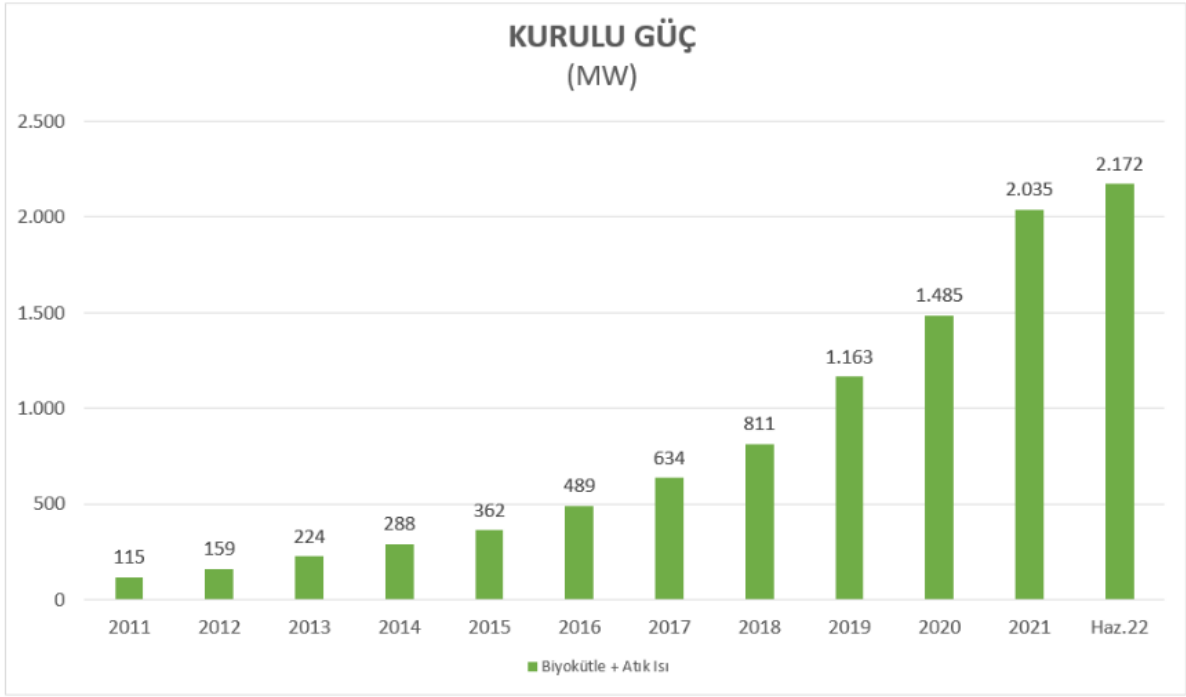
Tablo 13 ve Tablo 14'te yer alan yenilenebilir enerji, düzenli olarak yenilenen ve doğal işlemlerden türetilen enerjidir. Yenilenebilir enerjinin yerkürenin derinliklerinde üretilen ısıdan, direkt veya dolaylı olarak güneşten türetilen birçok değişik şekli vardır. Bunlar güneş, rüzgâr, biyokütle, jeotermal, hidrolik ve okyanus kaynakları, katı biyokütle, gaz ve sıvı biyoyakıtlardan üretilen enerjiyi içermektedir. Atık, kauçuk, plastik, atık fosil petroleri ve benzer ürünler gibi yanıcı madde sanayi ile kurumsal, hastane ve hane atıklarından gelen birçok malzemeyi içeren bir yakıttır. Bunlar katı veya sıvı halde, yenilenebilir veya yenilenemez, biyolojik olarak ayrışabilen veya ayrışamayan olabilir. Tablolarda rüzgâr, jeotermal ve hidrolik kaynakları bu başlık altında değerlendirilmemiş olup ayrı gösterilmektedir.²⁹

²⁶ TEİAŞ - Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

²⁷ Çok yakıtlı santrallerin kurulu gücü dâhil değildir.

²⁸ Türkiye Ulusal Enerji Planı

²⁹ TEİAŞ Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

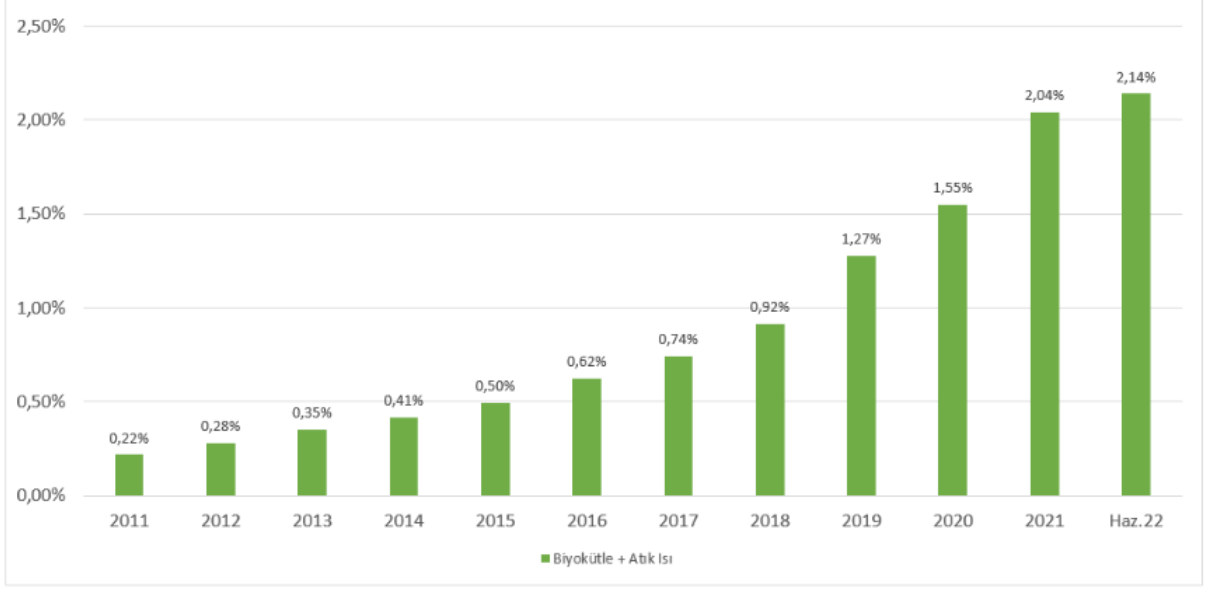


ŞEKİL 16. TÜRKİYE BİYOKÜTLE KURULU GÜCÜNÜN YILLARA GÖRE DAĞILIMI³⁰

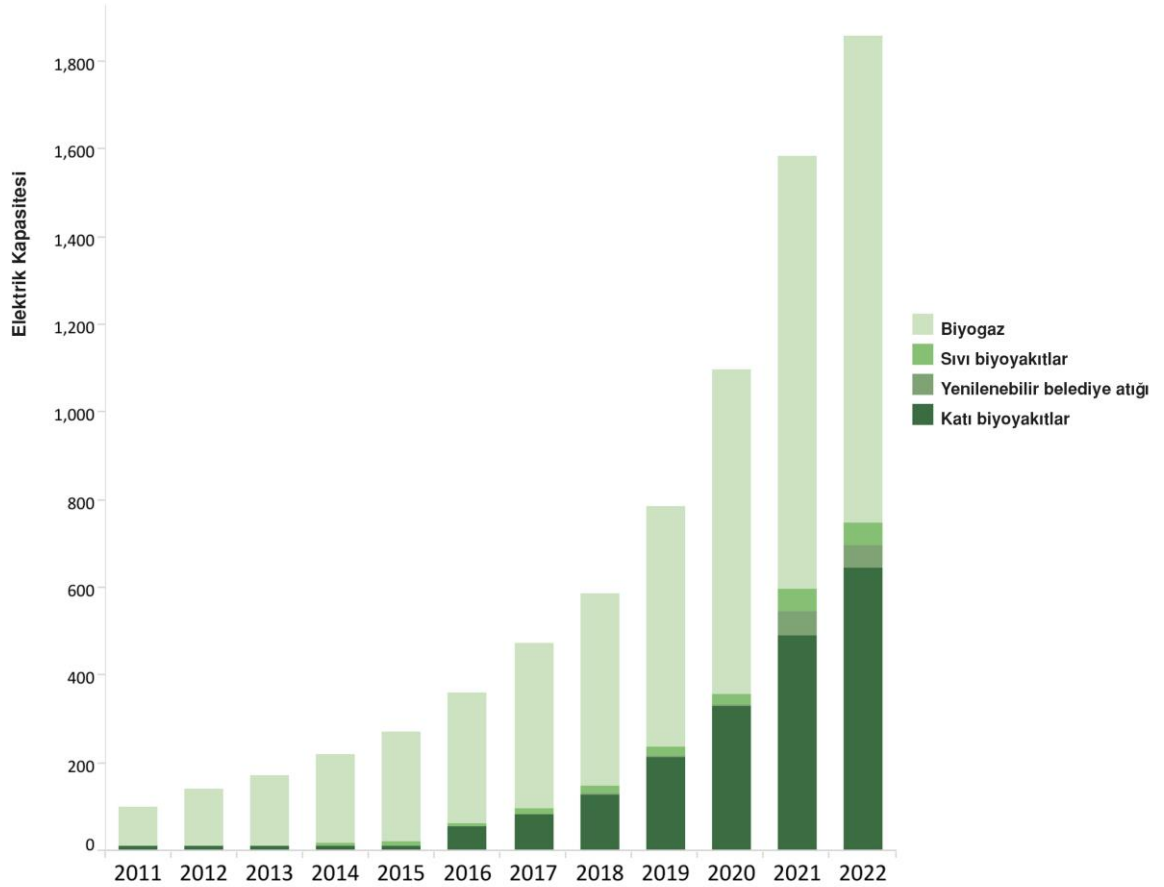
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından biyokütle enerji potansiyelin belirlenmesi amacıyla hazırlanan Biyokütle Enerjisi Potansiyel Atlası (BEPA) verilerine göre toplanabileceği değerlendirilen atıklarımızın toplam ekonomik enerji eşdeğeri yaklaşık 3,9 MTEP/yıl'dır.³⁰

Biyokütle ve atık ısı enerjisine dayalı kurulu güç Haziran 2022 sonu itibariyle 2.172 MW, toplam kurulu güç içerisindeki oranı %2,14 olmuştur.³⁰ Şekil 17'de biyokütle+atık ısı sınıfında gösterilen biyokütlenin atık ısı ile birlikte Türkiye'deki toplam kurulu gücünün dağılımının yıllar içerisinde arttığı görülmektedir. Ayrıca bu kurulu gücün ülkenin toplam kurulu gücünün oranına göre artışı incelendiğinde ise 2011 yılından beri gerçekleştirilen yatırımlarla bu oranın %0,22'den %2,14'e yükselerek neredeyse 10 katına çıktığı anlaşılmaktadır. Bu artışta şüphesiz enerji verimliliğini artırma amaçlı kullanılan atık ısının da payı vardır.

³⁰ Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı



ŞEKİL 17. TÜRKİYE BİYOKÜTLE KURULU GÜCÜNÜN TOPLAM KURULU GÜÇ İÇİNDEKİ PAYININ YILLARA GÖRE DAĞILIMI³¹



ŞEKİL 18. TÜRKİYE BİYOKÜTLE ELEKTRİK KAPASİTENİN YILLARA GÖRE DAĞILIMI³²

³¹ Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

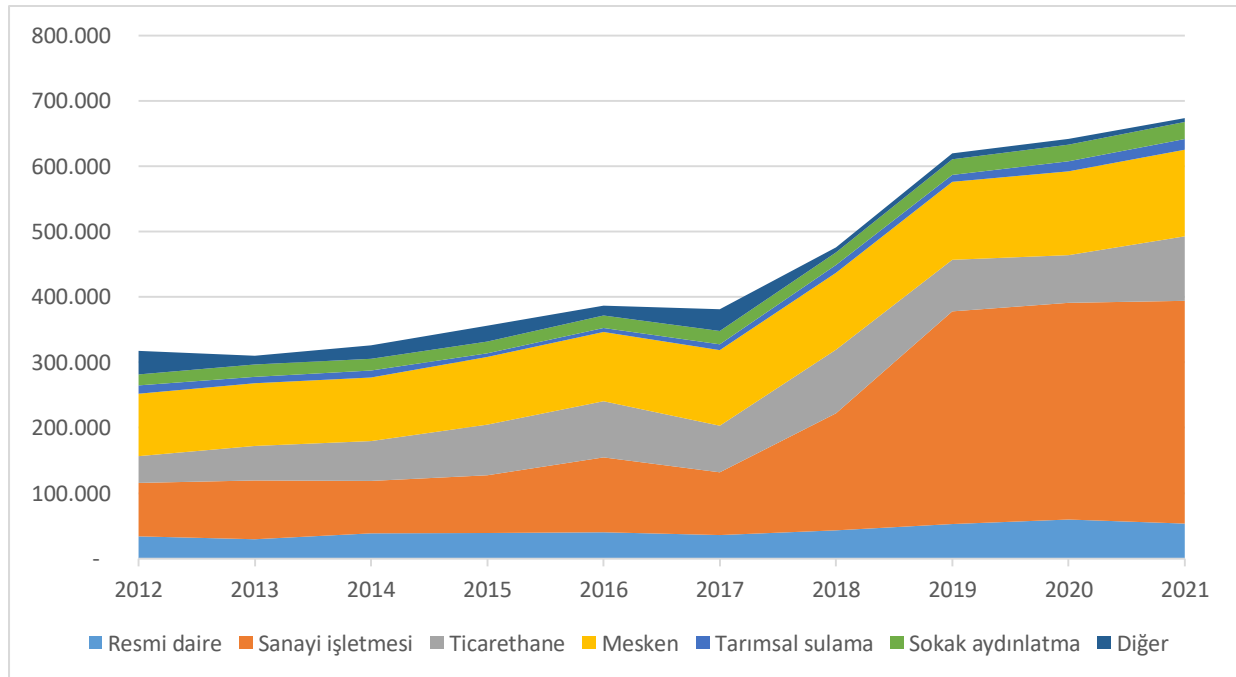
³² IRENA - Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı

Türkiye’de biyokütlenin elektrik üretim kapasitesi alt teknolojilere ve yıllara göre dağılımı incelendiğinde biyogaz kullanımının yaygın olduğu, 2016 yılından itibaren ise katı biyoyakıtların elektrik üretimindeki kullanımının arttığı görülmektedir. Sıvı biyoyakıt ve belediye atıklarının elektrik üretim kapasitelerine katkısı düşük olsa da genel eğilime bakıldığında tüm biyokütle temelli elektrik üretim kapasitelerinin artış yönünde olduğu anlaşılmaktadır. Buradan yapılacak gelecek planlamasında biyokütle teknolojilerinin Türkiye’deki elektrik üretim kapasitelerine katkısının artacağı öngörülebilir.

5. Erzincan’da Enerji

Günümüzde biyokütlenin modern yöntemlerle dönüştürülerek en yaygın kullanıldığı alan enerjidir. Dünyada küresel ısınmaya olumsuz etki eden temel faaliyetlerin başında enerji üretimi geldiği ve biyokütlenin kullanım amacının bir bakımdan fosil yakıtlarla gerçekleştirilen enerji üretim faaliyetlerini azaltmak olduğu düşünüldüğünde karşılanması gereken enerji ihtiyacının miktarı ve türü önemlidir.

Biyokütlenin enerji dönüşümünde her ne kadar birincil enerji kullanımı olan doğalgaz yerine kullanılabilen biyogaz üretilebiliyor olsa da ayrı bir dağıtım hattı kullanılması gerektiğinden biyogaz ancak üretildiği bölgede tüketilen doğalgazın ikamesi olarak kullanılabilir. Bu bakımdan ele alındığında biyogazın elektriğe dönüştürülmesi yoluyla mevcut elektrik dağıtım şebekesini kullanarak fosil yakıtlar aracılığı ile üretilen elektriğin ikamesi olarak kullanılması mümkün olabilir. Bu nedenle biyokütlenin kullanımı bakımından incelenecek olduğunda Erzincan’da enerji tüketimi incelenirken elektrik tüketiminin incelenmesi gereklidir.

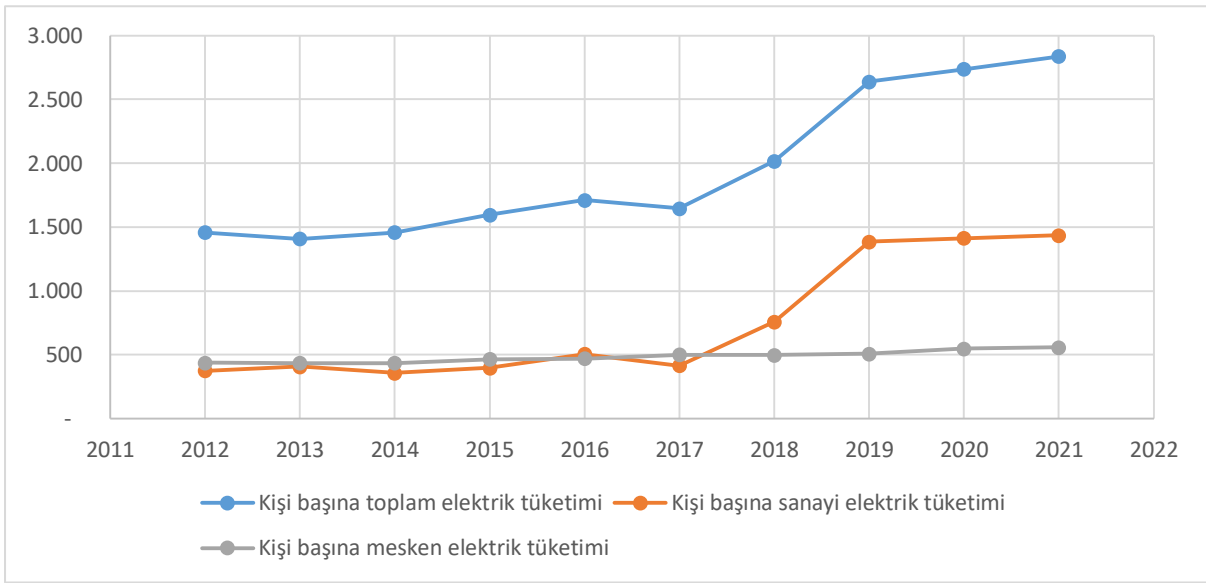


ŞEKİL 19. ERZİNCAN KULLANIM YERLERİNE GÖRE YILLIK ELEKTRİK TÜKETİMİ (MWh)³³

³³ TÜİK verilerinden üretilmiştir. (Türkiye İstatistik Kurumu)

Yıllık elektrik tüketimi son beş yılda neredeyse iki katına çıkarak yaklaşık 700.000 MWh'a ulaşan Erzincan'da elektriğin kullanım alanları incelendiğinde sanayi işletmelerinin tüketim payının hızla artış gösterdiği ve tüketim miktarının üç katına kadar ulaştığı görülmektedir. Dünya çapında sanayinin yavaşladığı bir dönemde Erzincan'da sanayi elektrik tüketiminin hem miktarı hem de toplam tüketimdeki payının böylesine artış göstermesi ildeki enerji tüketimine yönelik artış potansiyelini de ortaya koymaktadır.

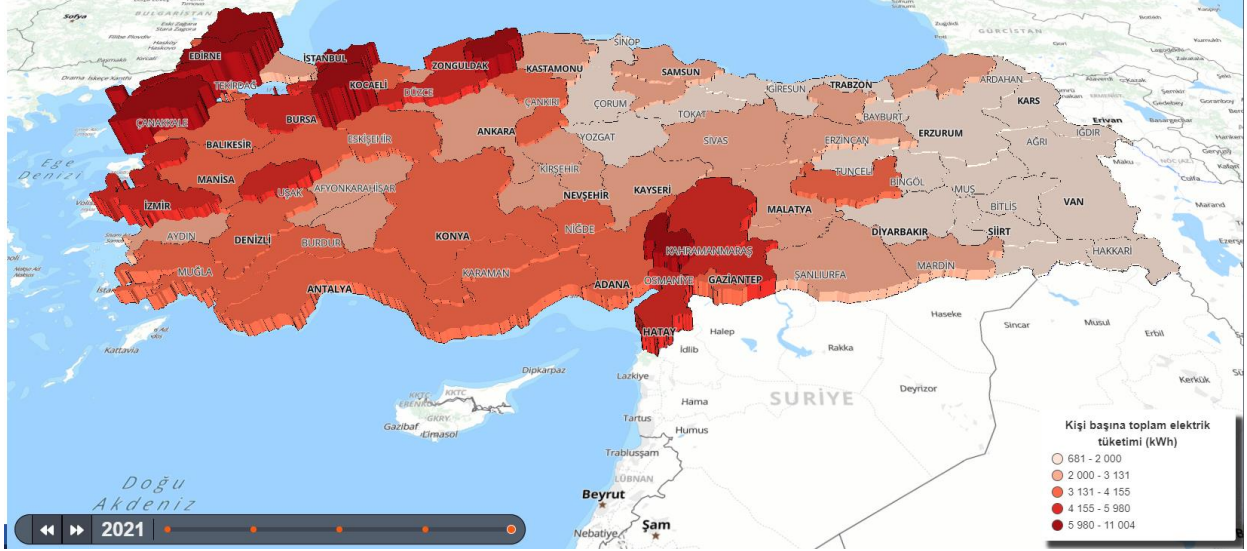
Elektrik tüketimindeki bu artışın nüfustan kaynaklanıp kaynaklanmadığının anlaşılabilmesi açısından Erzincan'ın kişi başına düşen elektrik tüketim verileri incelenmiştir. Nüfusunda elektrik tüketim verilerinde olduğu oranda artış olmadığı görülmüştür. Ayrıca kişi başına düşen mesken elektrik tüketiminde de toplam elektrik tüketim verisini bu denli etkileyecek oranda bir artış bulunmadığı görülmüştür.



ŞEKİL 20. ERZİNCAN KİŞİ BAŞINA ELEKTRİK TÜKETİMİ (kWh)³⁴

Mevcut tüketim verileri ile Erzincan'ın Türkiye'deki diğer illerle kıyaslanması Erzincan'ın potansiyelinin anlaşılması bakımından önemlidir. 2019 yılından beri Erzincan'da tüketilen elektriğin yarısından fazlası sanayide kullanılmaktadır. Bu oran Türkiye ortalamasının üzerindedir. Ayrıca kişi başına düşen elektrik tüketiminde bölgede önde gelen iller arasındadır. Bölgedeki iklimi ve coğrafi özellikleri ile birlikte ele alındığında sanayileşme anlamında potansiyelinin yüksek olduğu ve buna bağlı olarak ilerleyen dönemde elektrik tüketiminin artacağı öngörülebilir. Buna bağlı olarak biyokütlenin de elektrik üretimine katkı sağlamasının öneminin artacağı söylenebilir.

³⁴ TÜİK verilerinden üretilmiştir. (Türkiye İstatistik Kurumu)



ŞEKİL 21. 2021 YILI İLLERİN KİŞİ BAŞINA TOPLAM ELEKTRİK TÜKETİMİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI³⁵

TABLO 3. ERZİNCAN VE TÜRKİYE ELEKTRİK ÜRETİM DEĞERLERİ³⁶

	Kurulu Güç		Üretim Miktarı		Türkiye Kurulu Gücü	Türkiye Üretim Miktarı
	MW	Ülkeye oranı(%)	MWh	Ülkeye oranı(%)	MW	MWh
Lisanslı	316,27	0,35	43.115,15	0,16	89.343,50	26.500.154,40
Lisanssız	43,40	0,63	3.368,07	0,63	6.927,11	531.696,58
Toplam	359,67	0,37	46.483,22	0,17	96.270,61	27.031.850,98

Ocak 2021 döneminde Erzincan'da lisanslı elektrik kurulu gücü 316,27 MW iken bu miktar Türkiye toplamının %0,35'ine tekabül etmektedir. Bu kapasite ile gerçekleştirilen elektrik üretimi 43.115,15 MWh olup Türkiye toplamının %0,16'sına denk gelmektedir.

Aynı dönemde Erzincan ilinde toplam kurulu güç 359,67 MW olup Türkiye'nin kurulu gücünün %0,37'sine denktir. Erzincan'da bu kapasite ile üretilen elektrik 46483,22 MWh ile ülke tüketiminin %0,17'sine karşılık gelmektedir.

³⁵ TÜİK - Türkiye İstatistik Kurumu

³⁶ EPDK - Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu

6. Erzincan’da Biyokütle

Biyokütlenin varlığı değerlendirilirken kütleli ve sayısal varlığının yanı sıra Enerji potansiyeli olarak da değerlendirilmesi yerinde olur. Her bir biyokütle çeşidinin kütle başına enerji potansiyeli değişiklik gösterebilir. Hatta öyle ki aynı cins biyokütlenin farklı bölgelerde ve ya farklı zamanlarda oluşmasına göre bile enerji potansiyeli değişiklik gösterebilir. Her ne kadar enerji potansiyeli bakımından ele almak gerekirse de bu değişkenlik sebebiyle kıyaslama yapabilmek açısından kütleli varlığı da göz ardı etmemek gerekir.

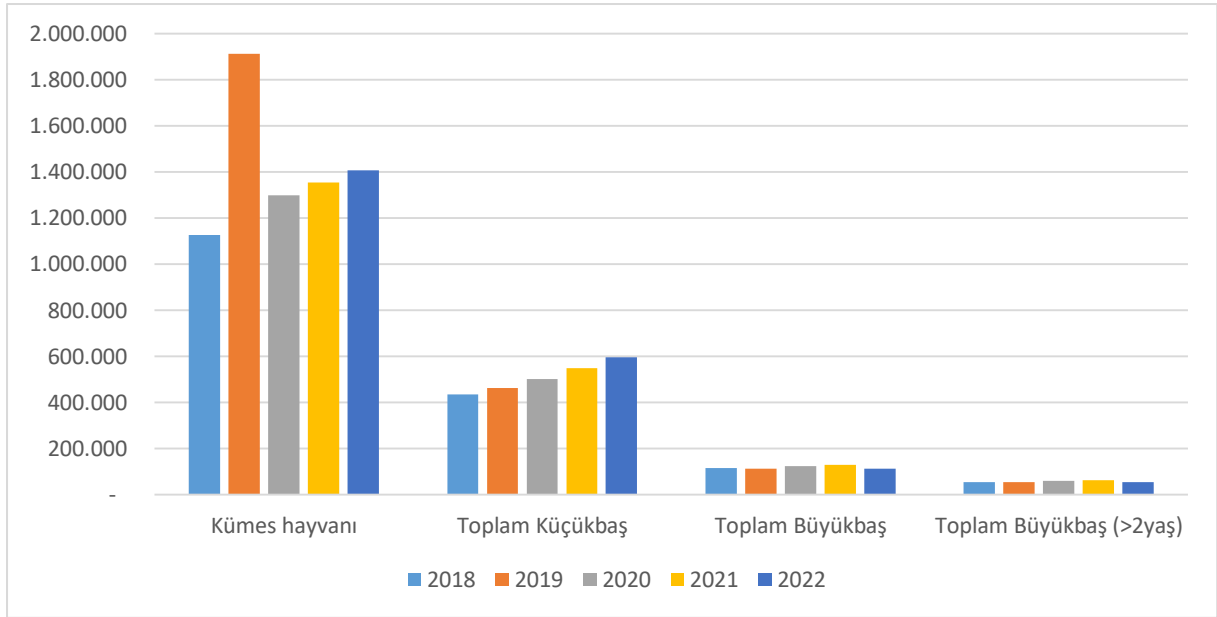
6.1. Hayvansal Atık

Hayvansal atıklar kapsamında hayvanlardan kaynaklanan her türlü dışkı, kan ve uzuv gibi maddeler ele alınabilir. Hem kütleli yoğunluğu hem de fermantasyon süreçlerinin daha deneyim kazanılmış alanlar olması sebebiyle Türkiye’de genellikle hayvan dışkıları değerlendirilmektedir. Atık miktarını belirleme için evvela hayvan sayıları ortaya konulmalıdır. TÜİK’ten alınan verilere göre Erzincan’daki hayvan sayıları Tablo 4’te sunulmuştur.

TABLO 4. ERZİNCAN YILLARA GÖRE HAYVAN SAYILARI ³⁷

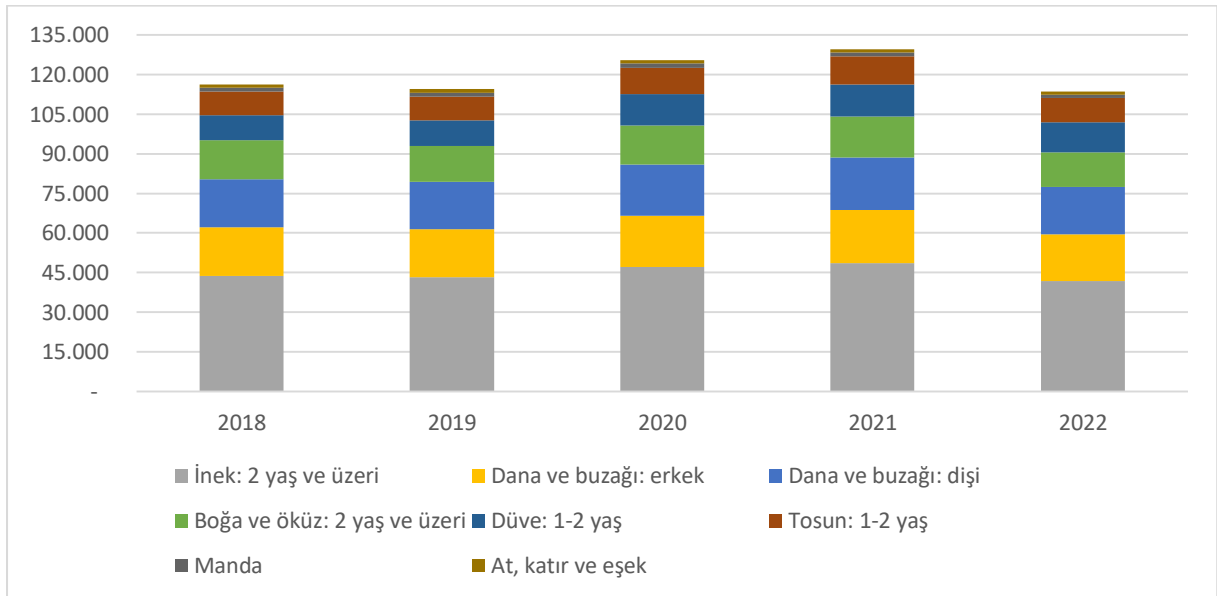
Yıl	2018	2019	2020	2021	2022
Kümes hayvanı	1.126.182	1.912.704	1.298.790	1.354.928	1.405.141
Koyun	388.159	414.382	449.140	493.367	535.642
Keçi	46.298	48.800	51.887	56.710	61.672
Toplam Küçükbaş	434.457	463.182	501.027	550.077	597.314
İnek: 2 yaş ve üzeri	43.783	43.346	47.161	48.687	41.727
Boğa ve öküz: 2 yaş ve üzeri	14.659	13.549	14.840	15.352	13.195
Manda	1.419	1.454	1.465	1.459	1.353
At, katır ve eşek	1.371	1.365	1.301	1.332	1.201
Toplam Büyükbaş (>2yaş)	55.054	54.843	60.659	62.791	56.143
Dana ve buzağı: erkek	18.367	18.165	19.486	20.083	17.880
Dana ve buzağı: dişi	18.287	17.983	19.297	19.894	17.780
Düve: 1-2 yaş	9.542	9.677	11.701	12.247	11.251
Tosun: 1-2 yaş	8.858	9.018	10.175	10.567	9.232
Toplam Büyükbaş	116.286	114.557	125.426	129.621	113.619

³⁷ TÜİK - Türkiye İstatistik Kurumu



ŞEKİL 22. HAYVAN SAYILARININ YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ³⁸

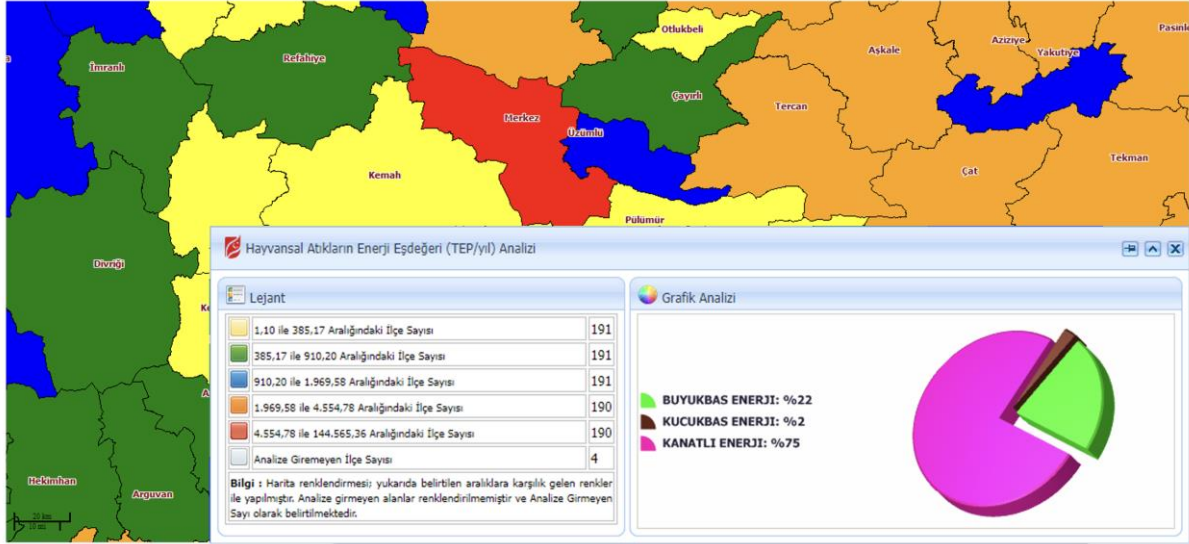
Hayvan sayılarının yıllara göre değişimi ele alındığında kümes hayvanları ile küçükbaş hayvanların sayılarının yıllara göre belirgin artış gösterdiği görülmekte iken büyükbaş hayvan sayılarında belirgin bir artış olmamıştır. Bu bakımda ele alındığında hayvan atıklarına yönelik yapılacak bir yatırımda kümes hayvanları ile küçükbaş hayvanların potansiyelinin de göz önünde bulundurulması gerekir.



ŞEKİL 23. BÜYÜKBAŞ HAYVAN SAĞILARININ YILLARA GÖRE DAĞILIMI³⁸

³⁸ TÜİK verilerinden üretilmiştir. (Türkiye İstatistik Kurumu)

Büyükbaş hayvanların atıklarının enerji değerleri cinslerine ve yaşlarına göre önemli miktarda farklılık gösterebildiğinden bu sayılar ayrıca incelenmiştir. Görüldüğü üzere yıllara göre önemli ve istikrarlı bir değişim yaşanmamış ve hayvan sayıları yaklaşık olarak sabit kalmıştır. Bu bağlamda büyükbaş hayvan atıklarını girdi olarak kullanan bir tesis yatırımı planlanırken mevcut hayvan işletmelerinin konumlarının ve sayılarının baz alınması yanıltıcı olmaz.



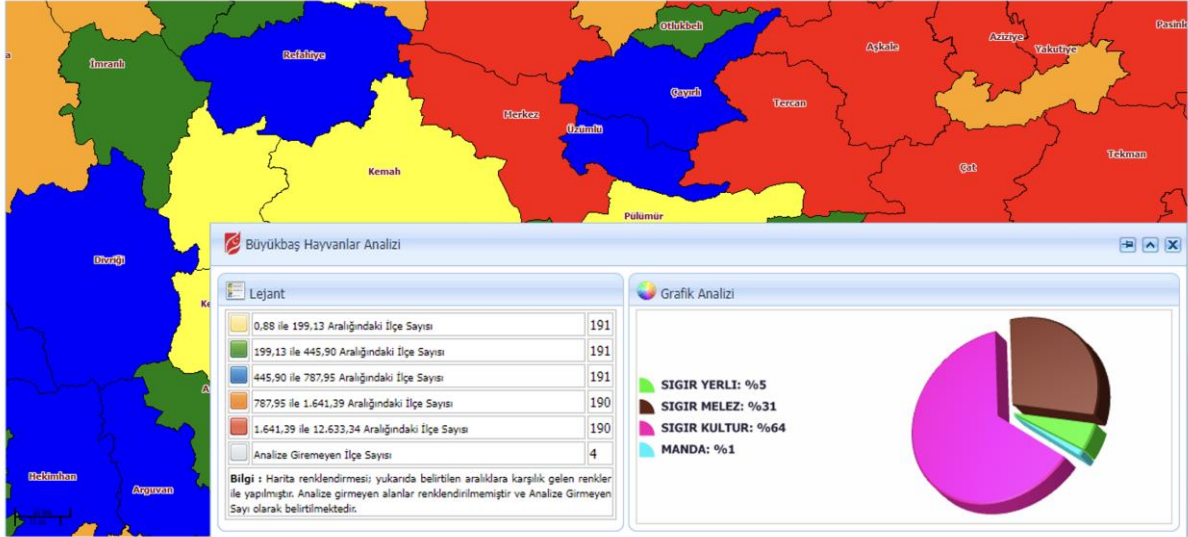
ŞEKİL 24. HAYVAN TÜRLERİNİN İLÇELERE GÖRE ENERJİ EŞDEĞERİ ANALİZİ³⁹

Hayvansal atıkların enerji değerleri incelendiğinde en büyük payın 3/4 ile kanatlı hayvanların atıklarından elde edilebileceği, en küçük payın ise %2 ile küçükbaş hayvan atıklarında olduğu görülmektedir. İlçelere göre dağılım ele alındığında en çok yoğunluk merkez ilçededir. Kemah, İliç, Kemaliye, Otlukbeli ilçeleri ise en düşük yoğunluğa sahiptir. Bu dağılıma göre kanatlı atıklarının enerjiye dönüştürülmesi önem arz etmektedir. Bölgede bulunan tavuk kombinası ve tavukçuluğa yönelik sübvansiyonlar da göz önünde bulundurulduğunda tavukçuluğun varlığını sürdüreceği söylenebilir.

Hayvansal atıklardan enerji değerleri bakımından en düşük payı alan küçükbaş hayvan aynı zamanda atığı toplanması da en zor olanıdır. Payı en büyük olan kanatlı hayvan ise atıkların toplanması ve yönetilmesi bakımından en kolay hayvansal atıktır.

Büyükbaş hayvanların atıklarının enerji değerine göre ilçelerin yoğunluklarını gösteren Şekil 25'te görüldüğü üzere enerji yoğunluğu Erzincan Merkez ve Tercan ilçelerindedir. Yerli sığır cinsinin az bulunduğu Erzincan'da; enerji yoğunluğu ilçelere göre sırasıyla Merkez, Tercan, Üzümlü, Çayırlı, Refahiye, Şeklinindedir. Son sırada ise diğer ilçeler bulunmaktadır.

³⁹ Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (<https://bepa.enerji.gov.tr/>)



ŞEKİL 25. BÜYÜKBAŞ HAYVAN TÜRLERİNİN İLÇELERE GÖRE ENERJİ EŞDEĞERİ ANALİZİ⁴⁰

2022 yılında yayınlanan bir çalışmaya göre Erzurum, süt sığırlarının atıklarından elektrik üretmek için elektrik tüketimini karşılayabilme potansiyeli bakımından Türkiye'deki iller arasında 26. sıradadır. Bu çalışmada yer alan illerin elektrik enerjisinin tüketilen elektrik enerjisini karşılama yüzdesine göre sıralaması Tablo 4'te yer almaktadır.

TABLO 5. ELDE EDİLEBİLİR ELEKTRİK ENERJİNİN TÜKETİLEN ELEKTRİK ENERJİNİ KARŞILAMA YÜZDESİ (%)⁴¹

Sıra	İl	Elektrik Enerjisini Karşılama Yüzdesi (%)	Sıra	İl	Elektrik Enerjisini Karşılama Yüzdesi (%)	Sıra	İl	Elektrik Enerjisini Karşılama Yüzdesi (%)
1	ARDAHAN	9,05807	28	ELAZIĞ	0,64391	55	BARTIN	0,28349
2	KARS	6,87534	29	GİRESUN	0,60119	56	ÇANAKKALE	0,28143
3	ERZURUM	3,48799	30	AYDIN	0,57185	57	ŞANLIURFA	0,27801
4	BAYBURT	3,17312	31	NİĞDE	0,55979	58	ZONGULDAK	0,27752
5	AĞRI	3,13316	32	HAKKARİ	0,55690	59	KIRKLARELİ	0,25557
6	MUŞ	2,88208	33	ISPARTA	0,54063	60	DÜZCE	0,23256
7	İĞDIR	2,87269	34	EDİRNE	0,53943	61	ESKİŞEHİR	0,21158
8	KIRŞEHİR	2,28169	35	BALIKESİR	0,53167	62	MANİSA	0,19994
9	BİNGÖL	1,56852	36	NEVŞEHİR	0,53153	63	KAHRAMANMARAŞ	0,19705
10	YOZGAT	1,30642	37	BATMAN	0,50940	64	MARDİN	0,19185
11	TOKAT	1,23184	38	KONYA	0,48999	65	İZMİR	0,18332
12	AMASYA	1,22364	39	ADİYAMAN	0,47228	66	SAKARYA	0,18233

⁴⁰ Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (<https://bepa.enerji.gov.tr/>)

⁴¹H. Ertop, Büyükbaş Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilir Biyogaz ve Elektrik Üretim Potansiyelinin Belirlenerek Sayısal Haritaların Oluşturulması, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Sayı 35, S. 530-540, Nisan 2022

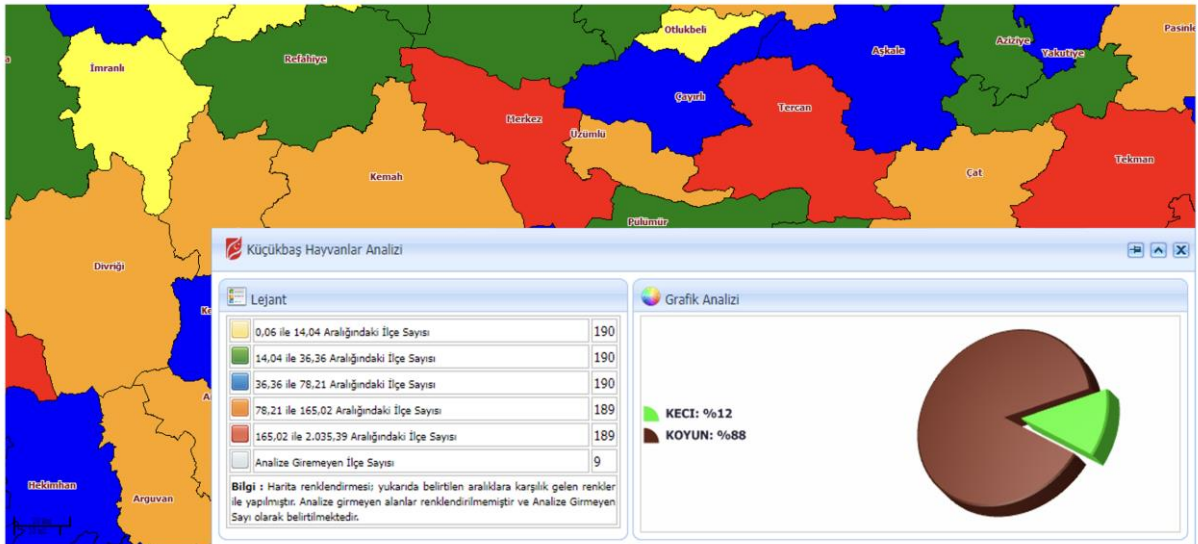
13	SİVAS	1,17310	40	KIRIKKALE	0,47204	67	ANKARA	0,16864
14	ÇANKIRI	1,15574	41	BOLU	0,44270	68	ADANA	0,13462
15	AKSARAY	1,12102	42	ŞIRNAK	0,43969	69	HATAY	0,11323
16	TUNCELİ	1,04251	43	KÜTAHYA	0,41564	70	MERSİN	0,10087
17	ÇORUM	1,03338	44	ORDU	0,41459	71	RİZE	0,09893
18	KASTAMONU	1,00639	45	SAMSUN	0,41095	72	KİLİS	0,09703
19	BİTLİS	0,92698	46	MALATYA	0,38750	73	GAZİANTEP	0,08637
20	BURDUR	0,89461	47	TRABZON	0,37850	74	ANTALYA	0,08283
21	GÜMÜŞHANE	0,88894	48	KARABÜK	0,35335	75	BURSA	0,07869
22	SİNOP	0,88768	49	KARAMAN	0,33026	76	BİLECİK	0,07253
23	DİYARBAKIR	0,86468	50	SİİRT	0,32978	77	OSMANİYE	0,07008
24	AFYON	0,81710	51	KAYSERİ	0,32474	78	TEKİRDAĞ	0,06945
25	ARTVİN	0,66180	52	MUĞLA	0,31759	79	YALOVA	0,06850
26	ERZİNCAN	0,66134	53	DENİZLİ	0,30744	80	KOCAELİ	0,04460
27	VAN	0,65402	54	UŞAK	0,28440	81	İSTANBUL	0,00936

Tablo 5’te Ardahan ve Kars’ın ilk sıralarda yer alması bu sıralamada illerin elektrik tüketimlerinin ve sanayileşmelerinin düşük olmasının olumlu etki ettiğini göstermektedir. Bir diğer olumlu etken ise beklendiği üzere hayvan sayılarının çokluğudur. Bu yaklaşımla sanayileşmesi ve elektrik tüketimi yüksek olan illerin de listenin sonlarında yer alması beklenirken, İstanbul ve Kocaeli’nin ise son sıralarda yer alması bu yaklaşımı doğrulamaktadır.

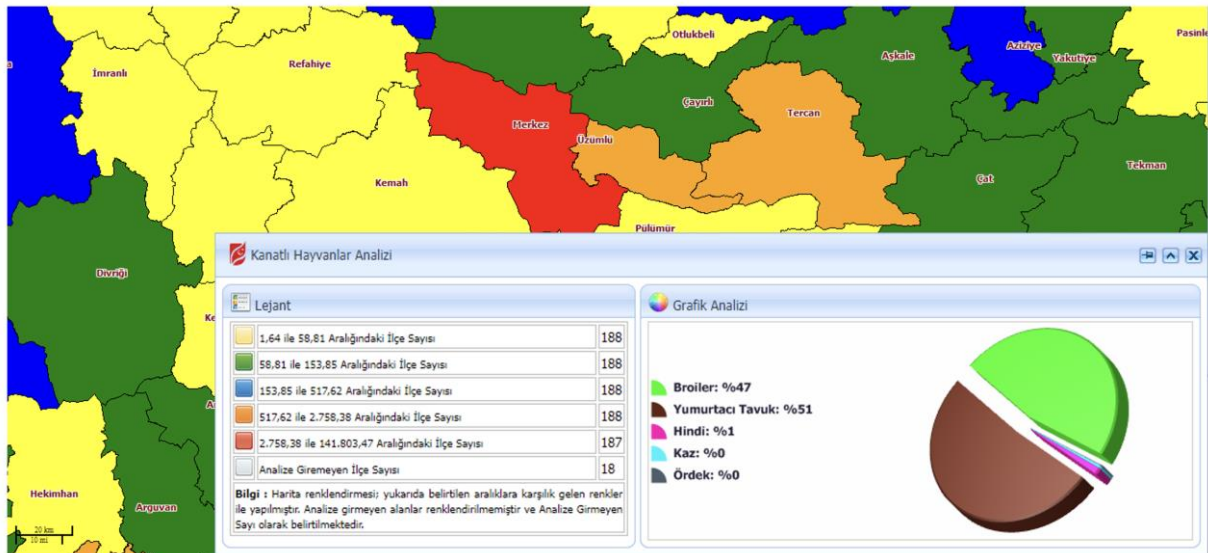
Büyükbaş ve küçükbaş hayvansal atıkların enerji değerlerinin ilçelere göre dağılımına bakıldığında merkez ve Tercan ilçeleri en yoğun ilçelerdir. Kemah, İliç ve Üzümlü ilçelerinde de küçükbaş hayvancılığı yönelik yoğunluk bulunmaktadır. Küçükbaş hayvancılıkta ağırlıklı olarak koyun atığının potansiyeli yüksek iken büyükbaş hayvanlarda kültür ve melez sığır türlerinin atığı ağırlıklı enerji potansiyeline yansımaktadır.

Şekil 26’da görüldüğü üzere küçükbaş hayvanların enerji değerleri en yüksek Merkez ve Tercan ilçelerinde iken bir sonraki sınıflandırmada ise İliç Kemah ve İliç ilçeleri gelmektedir.

Ağırlıklı olarak yumurta ve broyler tavukçuluğu yapılan Erzincan’da yetiştiricilik merkez ilçede yoğunlaşmış olup Üzümlü ve Tercan ilçelerindeki kanatlı atığı da önemli enerji potansiyeline sahiptir. Yumurtacılığın yoğun nüfuslu yerlere yakın veya yoğun nüfuslu yerlere ulaşımı kolay noktalarda yapılması yatırımın doğasından kaynaklanmaktadır. Erzincan’da eskiden beri bulunan yumurtacılık tesislerinin yanı sıra Erzincan’da kurulmuş olan tavuk kombinasyonunun da etkisi ile son yıllarda besi tavukçuluğu da artış göstermiştir. Söz konusu kombinasyonun tam kapasite açılmadığı düşünüldüğünde bunun bölge illerde artan nüfusun da etkisiyle ilerleyen yıllarda ilave besi tavukçuluğu yatırımlarının oluşabileceğine dair bir gösterge olduğu düşünülebilir.



ŞEKİL 26. KÜÇÜKBAŞ HAYVAN TÜRLERİNİN İLÇELERE GÖRE ENERJİ EŞDEĞERİ ANALİZİ⁴²



ŞEKİL 27. HAYVAN TÜRLERİNİN İLÇELERE GÖRE ENERJİ EŞDEĞERİ ANALİZİ⁴²

Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi tarafından 2015 ve 2017 yılı verileri kullanılarak yapılan ve 2018 yılında yayımlanan bir çalışmada Erzincan’da biyogazdan üretilebilecek yıllık toplam enerjinin elektrik olarak 38.025.864 kWh’e ya da ısı olarak 35.818.027.112 kcal/yıl olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmada ayrıca bu miktardaki elektriğin 14.300 hanenin yıllık elektrik ihtiyacını karşılayabileceği yer almaktadır. Kurulu güç bakımından ele alınacak olduğunda ise yaklaşık 4,3 MW’lık bir tesise tekabül etmektedir.⁴³

⁴² Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (<https://bepa.enerji.gov.tr/>)

⁴³ A.K. SEYHAN, Erzincan İlindeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Potansiyelinin Araştırılması, APJES 6-1 (2018) 25-3

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi tarafından yapılan ve 2021 yılında yayınlanan başka bir çalışmada ise Erzincan Merkezde 2463 kWe, Çayırılı ilçesinde 1299 kWe ve Kemah ilçesinde 528 kWe kapasiteli biyogaz tesisleri kurulmasına ilişkin senaryolar oluşturulmuştur.⁴⁴

6.2. Bitkisel Atık

Biyokütle kapsamında bitkisel atıklar ele alındığında tarlalarda ve seralarda oluşan üretimin atıklarının yanı sıra ormanda oluşan atıklar hatta bitki temelli üretim yapan sanayi tesislerinin atıkları da bu kapsamda değerlendirilmelidir. Ancak Erzincan'da tarla ve sera atıkları dışındaki atıkların ve atıklar için kullanılan hammaddelerin kaynağı şehir dışından gelebileceği gibi ihracı da mümkündür. Bu durum yapılacak tahminleri zorlaştıracığından bu kısımda yalnızca tarla ve sera bitkilerinden oluşan atıklar ele alınmıştır. TÜİK'ten alınan yıllara göre Erzincan'daki bitkisel üretim miktarları Tablo 5'te yer almaktadır.

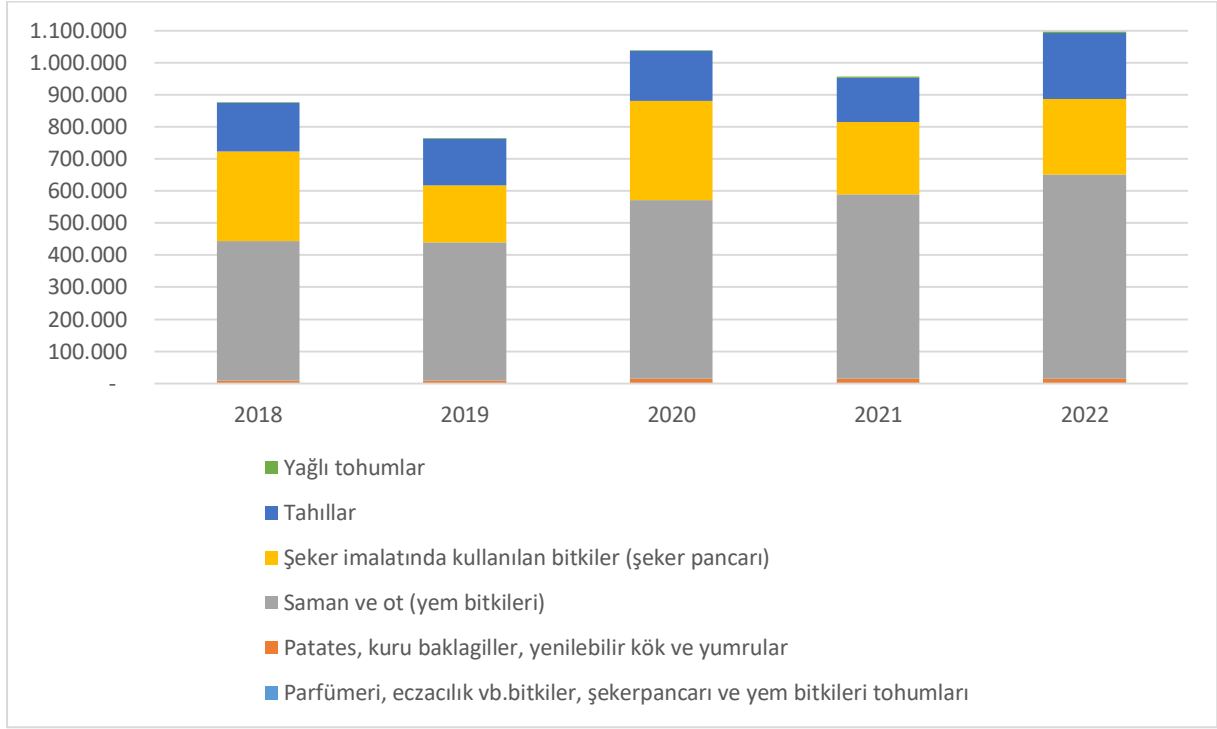
TABLO 6. ERZİNCAN YILLARA GÖRE BİTKİSEL ÜRETİM MİKTARLARI⁴⁵

	2018 (ton)	2019 (ton)	2020 (ton)	2021 (ton)	2022 (ton)
Örtü altı Biber	-	-	50	112	120
Örtü altı Domates	1.059	2.255	3.051	6.386	6.619
Örtü altı Hıyar	722	2.388	2.723	3.033	3.002
Örtü altı Marul	-	-	8	25	28
Örtü altı Patlıcan	-	-	36	300	310
Örtü altı sebze ve meyve üretimi (ton) : Toplam	1.781	4.643	5.868	9.856	10.079
Parfümeri, eczacılık vb.bitkiler, şekerpancarı ve yem bitkileri tohumları	740	732	479	499	437
Patates, kuru baklagiller, yenilebilir kök ve yumrular	7.377	7.631	14.011	13.919	13.251
Saman ve ot (yem bitkileri)	436.536	431.491	558.170	575.107	638.184
Şeker imalatında kullanılan bitkiler (şeker pancarı)	279.645	177.550	308.671	225.368	234.954
Tahıllar	150.494	145.985	156.647	137.813	205.561
Yağlı tohumlar	595	470	469	4.056	5.408
Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin üretim miktarı (ton) : Toplam	875.387	763.859	1.038.447	956.762	1.097.795

⁴⁴ A.K. SEYHAN, Erzincan ili hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik biyogaz tesisi senaryoları, GÜFBED/GUSTIJ (2021) 11 (1): 245-256

⁴⁵ TÜİK - Türkiye İstatistik Kurumu

Bitkisel üretim miktarlarının yıllara göre değişimi ele alındığında yem bitkileri, şeker pancarı ve tahıl ağırlıklı olan üretimin yıllara göre dalgalanmakla birlikte genel olarak düşük de olsa bir artış eğilimi gösterdiği anlaşılmaktadır. Örtü altı sebze ve meyve üretiminin ise diğer üretimlere göre henüz çok düşük miktarlarda olduğundan yapılacak hesaplamalarda ihmal edilmesi mümkündür.



ŞEKİL 28. ERZİNCAN YILLARA GÖRE BİTKİSEL ÜRETİM MİKTARLARI (TON)⁴⁶

2016 yılında düzenlenen Uluslararası Erzincan Sempozyumunda “Erzincan İlinin Tarımsal Kökenli Biyokütle Enerji Eşdeğer Potansiyeli” isimli bir çalışma yayınlanmıştır. Bu çalışmada Erzincan ilinin 2006-2015 yılları arasında tarımsal biyokütle enerji eşdeğer potansiyeli belirlenmiş, Erzincan ilinde tahıllardan 9.225 MWh, yem bitkilerinden 2.524, kuru baklagillerden 876 MWh, şeker pancarından 749 MWh, sebzelerden 463 MWh, meyvelerden 455 MWh olmak üzere toplam 14.292 MWh tarımsal biyokütle enerjisi elde edilebileceği tespit edilmiştir. Erzincan ili için elde edilen bu değer Türkiye biyokütle enerji potansiyelinin %0.59’una, Doğu Anadolu Bölgesi’nin de %5.76’sına eşit olduğu saptanmıştır. Ortalama kuru biyokütle enerjisi potansiyelindeki %64.55’lik pay tahıllara, %3.23’lük pay sebzelere, %3.19’lük pay meyvelere, %5.24’lük pay şeker pancarına, %17.66’lık pay yem bitkilerine, %6.13’lük pay ise kuru baklagillere aittir.^{47,48}

⁴⁶ TÜİK verilerinden üretilmiştir. (Türkiye İstatistik Kurumu)

⁴⁷ B. DEMİR, Erzincan İlinin Tarımsal Kökenli Biyokütle Enerji Eşdeğer Potansiyeli, Uluslararası Erzincan Sempozyumu (28 Eylül-1 Ekim 2016) Cilt 2

⁴⁸ Çalışmada MW olarak verilen enerji birimi MWh olarak düzeltilmiştir.

Söz konusu çalışmada hesaplanan enerji değerleri, anlaşıldığı üzere tüm bitkisel üretim üzerinden yapılmıştır. Ancak bitkisel üretimin tamamı biyoenerji için kullanılamayacağından ortalama bir fikir vermesi için bu çalışmada verilen değerlerin %5'i daha gerçekçi bir üretim değeri olarak ele alınabilir. Eskişehir için yapılan bir ön fizibilite raporundaki⁴⁹ bitkisel üretimin atık oranları için yapılan yaklaşım incelediğinde %5'in makul bir oran olduğu değerlendirilebilir.

6.3. Diğer

Bitkisel veya hayvansal olmayan fakat biyokütle sınıflandırmasına giren karbon içerikli atık maddeler de enerji üretiminde kullanılabilir. Bitkisel ve hayvansal atıklar enerji üretiminde kullanılabilir gibi farklı ürünlerin elde edilmesi için de kullanılabilir.

Erzincan ilinde mevcut durumda belediye atıkları geri dönüşüm tesisinde ayrıştırma işlemine tabi tutularak organik atıklar ayrıştırılmaya çalışılmaktadır. Geri dönüşümü mümkün olmayan atıklar nihai depolama alanına alınarak fermente edilmek sureti ile oluşan gazdan elektrik üretiminde faydalanılmaktadır. Bu tesise⁵⁰ kombine bir GES ile toplam 1,1 MW gücünde elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir.

Orman atıkları ve orman ürünleri atıkları ise Erzincan Organize Sanayi bölgesinde bulunan firmalar tarafından pelet üretiminde değerlendirilmektedir. Bu kapsamda yıllık 30 bin tonun üzerinde atık işleme kapasitesi bulunmaktadır.^{51,52}

Önemli öncü sektörlerinden biri tarım ve hayvancılık olan Erzincan'da pek çok süt işleme tesisi ve meyve işleme tesisi bulunmaktadır. Ancak bunların içerisinde iki tane firma üretim ve değerlendirilebilir atık kapasiteleri ile ön plana çıkmaktadır.

Aktif olarak çalışan ve günlük 45 ton mertebesinde süt işleyen bir süt işleme tesisi⁵³ Erzincan Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet göstermekte ve günlük olarak peynir altı suyu atığı oluşmaktadır. Tesiste oluşan bu atığın bertaraf maliyetleri işletmeye yük oluştururken diğer yandan ise bu atık biyokütle olarak enerji üretiminde değerlendirilmek oldukça kıymetli bir girdidir. Firma tarafından günlük ortalama 25 ton peynir altı suyu şehir dışına gönderilmektedir. Ayrıca peynir altı suyunun sığır atığı ile karıştırıldığında biyogaz üretiminde verim artışı sağlanabildiğine dair bilimsel çalışmalar yapılmıştır. Hatta bir çalışmada bu üretim artışının yarı yarıya karışım kullanıldığı durumda 2,23 kata kadar ulaştığı gözlemlenmiştir.⁵⁴

⁴⁹ Eskişehir İli Tarım Ve Hayvancılık Faaliyetlerinden Kaynaklanan Atıklardan Enerji Üretimi Ön Fizibilite Raporu

⁵⁰ Erkar Yenilenebilir Enerji A.Ş.

⁵¹ Saka Ağaç Endüstri San. ve Tic. Ltd. Şti

⁵² Çamsa Tarım Enerji Orman Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti.

⁵³ Tarım Kredi Süt Ürünleri A.Ş.

⁵⁴ S.Sözer, Sığır Gübresi Ve Peynir Altı Suyu Karışımlarından Biyogaz Üretimi Üzerine Bir Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2006, 19(2),179-183

Erzincan Organize Sanayi Bölgesi'nde enerji alanında ve diğer alanlarda yeniden değerlendirilebilecek nitelikte ve yüksek miktarda organik atık oluşturan bir meyve suyu konsantresi üretim tesisi⁵⁵ bulunmaktadır. Bu tesisin çıktılarında olan yıllık 10 bin tonun üzerinde organik meyve atıkları enerji alanında değerlendirilebileceği gibi farklı alanlarda da değerlendirilebilecek kadar kıymetli olup Ar-Ge merkezi bulunan firma tarafından bu alanda önemli çalışmalar hali hazırda yürütülmektedir. Bu nedenle bu tesisin atıklarının enerji potansiyeline ilişkin değerlendirme işbu rapor kapsamında ele alınmamıştır.

Ayrıca Erzincan'da bulunan tavuk kombinasyonunun günlük yaklaşık 2,5 ton kan atığı vardır.⁵⁶ Bununla birlikte ildeki diğer kamu ve özel sektör kesimhanelerinin atıklarının da yeniden değerlendirilmesi mümkündür.

Her ne kadar uluslararası alanda doğa kaynaklı biyolojik kütle olarak değerlendirilemeyecek olsa da enerji üretim yöntemi bakımından biyokütle ile benzer yöntemler kullanıldığından atık lastiklerde biyokütle sınıfında değerlendirilebilir. Bunun bir sebebi de atıkların karbon temelli olmasıdır. Ayrıca 5346 Sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”un biyokütle tanımında “atık lastiklerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen kaynakları⁵⁷” ibaresi yer almaktadır. Bu bakımdan ele alındığından önemli bir çevre firmasının Erzincan Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan Erzincan Ötl (ömrünü tamamlamış lastik) Geri Kazanım ve Elektrik Üretimi Tesisi'nden söz etmek gerekir. Günlük 55 ton kapasitesi olan tesiste piroliz yöntemi ile geri kazanımının sağlanarak, ikincil hammaddelere dönüştürülmesi, oluşan pirolitik yağlardan ve gazlardan da enerji üretilmesi mümkündür.⁵⁸

Türkiye'de ve dünyada bilinen bir ürün olarak aktif karbon üretimi biyokütle ile gerçekleştirilebilecek bir üretilmektedir. Yüksek teknoloji kullanılarak biyokütleden aktif karbon üretilmesi mümkündür.⁵⁹ Aktif karbon yüksek teknoloji ürünü olduğundan ve önemli proseslerde kullanılan bir madde olduğundan katma değeri yüksek bir üründür. Yüksek miktarda bitkisel atığı bulunan Erzincan'da bu konuda Ar-Ge çalışmaları yapılması faydalı olacaktır.

Aktif karbon bir başka deyişle aktifleştirilmiş karbon önemli yüzey alanı ve gözeneklere sahip bir maddedir. Aktif karbon, yüksek tutma özelliği ile daha ziyade renk ve koku yapan maddelerin tutularak ortamın temizlenmesi işlemi için kullanılır. Dünyada aktif karbon en çok kömürden üretilse de odun ve hindistan cevizi kabuğu gibi karbon içerikli biyokütle kaynaklarından da üretilmektedir.

⁵⁵ Tunay Gıda San. ve Tic. A.Ş.

⁵⁶ Et ve Süt Kurumu Erzincan Tavuk Kombinasyonu Müdürlüğü

⁵⁷ 5346 Sayılı Kanun

⁵⁸ Era Çevre Teknolojileri A.Ş.

⁵⁹ D. Li, Synthesis of Ce modified Li4Ti5O12 using biomass as carbon source, Journal of Electroanalytical Chemistry Volume 851, 10 October 2019, 113441

Bu rapor kapsamında mevcut biyokütle kullanımları değil henüz ekonomiye kazandırılmamış potansiyeller ele alındığından hali hazırda kurulmuş ve/veya etkin şekilde çalışan tesislerin kapasiteleri detaylıca ele alınmamıştır.

7. Değerlendirme

Biyokütlenin enerji alanında kullanılması enerjinin insan eliyle üretilmesi konusunda dünyada temel unsurlardandır. Bu temel, ateşin bulunup odunun kullanılmasına kadar geriye gitmektedir. Doğa ile barışık ve sürdürülebilir yaşamın sağlanabilmesi için doğadan topladığından daha fazla karbon salınımına sebep olmayan biyokütle göz ardı edilemeyecek bir kaynaktır. Biyokütle günümüzde tekstilden yapı malzemelerine kadar pek çok mamulün üretiminde kullanıldığı gibi enerji tedarikinde de kullanılmaktadır.

Günümüzde değişen çevre ve iklim şartları dolayısıyla temiz enerji kaynaklarının kullanımının önemi her geçen gün artmaktadır. Fakat çağdaş insanın alıştığı teknolojiler için elektrik ve diğer enerjiler vazgeçilemez konuma gelmiştir. Her geçen gün artan dünya nüfusu ve insanların ihtiyaçları dolayısıyla bu enerji ihtiyacının artış göstermesi kaçınılmazdır. Bunun çözümünde, gerekli enerji arzını sağlayabilmek için enerjiyi verimli kullanmanın yanı sıra yapılabilecek tek yol biyoenerjinin de arasında bulunduğu temiz enerji teknolojilerinin kullanılmasıdır.

Temiz enerji teknolojilerinin kullanılması yöntemi teoride çok akılcı olsa da pratik kullanımda bazı sıkıntıları aşmak gerekir. Nükleer santraller dışında tüm temiz enerji kaynakları doğa ve iklim şartlarına fazlasıyla bağlıdır. Hidroelektrik, rüzgâr ve güneş enerji santralleri iklim şartlarına bağlı olduklarından yılın tamamında ve 7/24 aynı kapasitede çalışmamaktadırlar. Bu bakımdan fosil yakıtlı termik santrallerin sağladığı enerji arzının yerini tek başına doldurması güçtür. Ancak biyoyakıtların kullanıldığı termik santraller bu boşluğu dolduracak teknik imkânlarla sahiptir.

Enerji talebinin önemli bir kısmı birincil kullanımın yüksek pay sahibi olduğu ulaşım ve ısınma gibi alanlardaki yakıt kullanımınıdır. Bu kapsamda yaygın olarak petrol ürünleri ile doğal gaz kullanılmaktadır. Bu fosil yakıtların yerini alabilecek en güçlü temiz alternatif biyoyakıtlardır. Amerika ve Avrupa'da bunun uygulamaları mevcuttur. Bu yakıtların kullanımını ve toplam arz içinde aldıkları paylar yıldan yıla artış göstermektedir.

Dünyada temiz enerji payının artırılması eğiliminin görülmesinin yanı sıra çeşitli protokoller ve karbon vergisi uygulaması gibi yaptırımların günden güne yayılması ve zaman içerisinde Türkiye dahil olmak üzere diğer ülkelerin de bunlardan etkilenmesi beklenmektedir.

Türkiye'nin tarımsal potansiyelinin yüksek olması ve dünyadaki trendi yakalayabilmesi açısından zaten yıllar önce başlatmış olduğu temiz enerji uygulamalarının arttırılarak sürdürülmesi gerekir. Bu bağlamda öncü sektörlerinden biri tarım ve hayvancılık olan Erzincan'ın gerekli girişimlerde bulunarak bu ulusal dönüşüme katkı sağlaması gerekir.

Her ne kadar Erzincan'ın kişi başına düşen enerji sarfıyatı düşük, enerji üretiminde kullandığı enerji santralleri temiz, atmosferi karbondan temizleyen yeşil varlığı yüksek olsa da ilerleyen süreçte Türkiye'nin sıfır karbon hedeflerine katkı sağlamak için biyokütle varlığını enerji üretiminde kullanacak tedbirlerin alınması Türkiye Ulusal Enerji Planı doğrultusunda ülkeye katkı sağlayacaktır. Ayrıca ilerleyen yıllarda Türkiye'de uygulanması beklenen karbon vergisinin yürürlüğe girmesi durumunda sanayi yatırımları için cezbedici bir unsur olarak temiz enerjinin yaygın olması faydalı olacaktır.

Erzincan'da elektrik üretiminde temiz enerji kaynakları kapsamında lisanssız elektrik üretiminde yaklaşık 43,3 MW kurulu gücün tamamı GES'e aittir. Lisanssız biyokütle tesisi bulunmamaktadır. Erzincan'da bir firma geri dönüşümden arta kalan belediye atıklarında biyogaz üreterek bir GES ile birlikte ortak elektrik üretimi gerçekleştirmektedir.⁶⁰ Bunun dışında Erzincan'da ki biyokütle potansiyeli elektrik enerjisi olarak değerlendirilmemektedir. Erzincan'daki değerlendirilmeyen atık biyokütlenin çoğunu oluşturan hayvansal atıkların elektrik üretiminde kullanılması için 4,3 MW'lık kurulu güce sahip elektrik santrali çalıştırılabilir.⁶¹ Kullanılmayan arazilerde enerji üretimi uygun bitkilerin yetiştirilmesi ile daha yüksek kapasitelerde elektrik tesislerinin kurulması mümkündür.

Erzincan topyekûn bir temiz enerji hamlesine girişilmesi durumunda bu alandaki bazı teknolojilerin uygulanmasında öncü olabilecek bir potansiyele sahiptir. Biyokütle yalnızca enerji alanında değil; düşük, orta ve yüksek teknoloji ürünü yarı mamullerin üretilmesinde de rol oynayabilmektedir. Bu tesislerin yan ürünleri ise bölgenin diğer sektörlerinde kullanılabilir. Bu girişim sayesinde Erzincan'a daha fazla yatırım çekilmesi, istihdamın artması, göçün önlenmesi, ilde üretim yapan sektörlerin rekabet gücünün artırılması sağlanabilir. Bu bakımdan Erzincan ve çevre illeri için yeşil kalkınma planı ve yol haritası oluşturulması faydalı olacaktır.

⁶⁰ Erkar Yenilenebilir Enerji A.Ş.

⁶¹ A.K. Seyhan, Erzincan ili hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik biyogaz tesisi senaryoları, GÜFBED/GUSTIJ (2021) 11 (1): 245-256

Kaynaklar

- ✓ 5346 Sayılı Kanun
- ✓ Türkiye Ulusal Enerji Planı
- ✓ Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (<https://enerji.gov.tr/>)
- ✓ TÜİK - Türkiye İstatistik Kurumu (<https://www.tuik.gov.tr/>)
- ✓ TEİAŞ - Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (<https://www.teias.gov.tr/>)
- ✓ EPDK - Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (<https://www.epdk.gov.tr/>)
- ✓ TÜBA Biyokütle Enerjisi Raporu (Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, TÜBA Raporları No: 46)
- ✓ Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (<https://bepa.enerji.gov.tr/>)
- ✓ IRENA - Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (<https://www.irena.org/>)
- ✓ Uluslararası Enerji Ajansı (<https://www.iea.org/>)
- ✓ Avrupa Birliği Komisyonu Enerji, İklim Değişikliği ve Çevre (<https://energy.ec.europa.eu/>)
- ✓ Ricardo L. Carvalho, Household air pollution mitigation with integrated biomass/cookstove strategies in Western Kenya, Energy Policy 131 (2019) 168–186
- ✓ Craig McLaughlin, Accounting Society's Acceptability of Carbon Taxes: Expectations And Reality, Energy Policy 131 (2019) 302–311
- ✓ Global Bioenergy Statistics 2022 World Bioenergy Association
- ✓ H. Ertop, Büyükbaş Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilir Biyogaz ve Elektrik Üretim Potansiyelinin Belirlenerek Sayısal Haritaların Oluşturulması, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Sayı 35, S. 530-540, Nisan 2022
- ✓ A.K. Seyhan, Erzincan İlindeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Potansiyelinin Araştırılması, APJES 6-1 (2018) 25-3
- ✓ A.K. Seyhan, Erzincan ili hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik biyogaz tesisi senaryoları, GÜFBED/GUSTIJ (2021) 11 (1): 245-256
- ✓ B. Demir, Erzincan İlinin Tarımsal Kökenli Biyokütle Enerji Eşdeğer Potansiyeli, Uluslararası Erzincan Sempozyumu (28 Eylül-1 Ekim 2016) Cilt 2
- ✓ S.Sözer, Sığır Gübresi ve Peynir Altı Suyu Karışımlarından Biyogaz Üretimi Üzerine Bir Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2006, 19(2),179-183
- ✓ D. Li, Synthesis of Ce modified Li₄Ti₅O₁₂ using biomass as carbon source, Journal of Electroanalytical Chemistry Volume 851, 10 October 2019, 113441
- ✓ Eskişehir İli Tarım Ve Hayvancılık Faaliyetlerinden Kaynaklanan Atıklardan Enerji Üretimi Ön Fizibilite Raporu
- ✓ Tarım Kredi Süt Ürünleri A.Ş. (<https://www.tksut.com.tr/>)
- ✓ Erkar Yenilenebilir Enerji A.Ş.
- ✓ Saka Ağaç Endüstri San. ve Tic. Ltd. Şti (<https://sakapelet.com/>)
- ✓ Et ve Süt Kurumu Erzincan Tavuk Kombinasyonu Müdürlüğü

- ✓ amsa Tarım Enerji Orman Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti.
- ✓ Era evre Teknolojileri A.Ő. (<https://eracevre.com/>)
- ✓ Tunay Gıda San. ve Tic. A.Ő. (<https://www.tunaygida.com/>)
- ✓ Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (<https://www.nrel.gov/>)