

AVRUPA BİRLİĞİ'NDE BİYORYAKIT ÜRETİMİ VE TÜKETİMİNDE MEVCUT EĞİLİMLER

MORSHADUL HASAN - JUDIT OLÁH

Özet

Biyoryakıt, üretim ve tüketim ekonomisindeki trend araştırma alanlarından biridir. Biyoryakıtların önemine dayanarak, bu çalışma Avrupa Birliği listesindeki ülkelerde biyoryakıt üretimi ve tüketiminin mevcut eğilimlerini keşfetme ve tartışma amacını belirlemektedir. BP Statistical Review of World Energy, Avrupa Birliği enerji yıllıkları, RES Barometer ve STATISTA veri tabanlarından elde edilen veriler kullanılarak tanımlayıcı bir veri analizi tekniği uygulanmıştır. Bu çalışma, 27 AB ülkesi arasında Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan, İtalya, Hollanda, Polonya, Portekiz, İspanya ve İsveç'in biyoryakıt üretimi ve tüketimi konusunda oldukça endişeli olduğunu ortaya koymaktadır. Dengeli yıllık verilerin mevcut olmaması nedeniyle, burada tanımlayıcı analiz yapmak için farklı yıllara ait veriler kullanılmıştır. Almanya ve Fransa, özellikle hem biyoryakıt üretimi hem de tüketimi açısından biyoryakıt ekonomik koşullarında lider konumdadır. Ayrıca şeker pancarı, mısır ve buğdayın biyoryakıt üretiminde en çok kullanılan hammaddeler olduğu ve taşımacılığın en büyük biyoryakıt tüketim kaynağı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: biyoryakıt üretimi, biyoryakıt tüketimi, biyodizel, biyoryakıtlar

JEL kodu: Q20, Q42, Q43, Q57

A BIOÜZEMANYAG-TERMELÉS ÉS -FOGYASZTÁS JELENLEGI HELYZETE AZ EURÓPAI UNIÓBAN

Összefoglalás

Bir bioüzemanyag a megújuló energia termelése és -fogyasztása fontos kutatási területe. Kutatás célkitűzése, hogy feltárja a bioüzemanyag-termelés és -fogyasztás jelenlegi trendjeit az Európai Unióban. A módszertan alapja az adatelemzési technika a BP Statistical Review of World Energy, a Nemzetközi Energia Ügynökség, az Egyesült Államok Energia Információs Hivatala (EIA), az Európai Unió éves energiaszolgáltatásai, a RES Barometer és a STATISTA adatbázisok adatainak felhasználásával. Megállapítottuk, hogy a EU27 közül Ausztria, Belgium, Bulgária, Finnország, Franciaország, Németország, Magyarország, Olaszország, Hollandia, Lengyelország, Portugália, Spanyolország és Svédország bioüzemanyag-termelése és -fogyasztása jócskán elmarad a vezető tagországok mögött. Németország és Franciaország vezet a bioüzemanyag felhasználásban. Azt is megállapítottuk, hogy a cukorrépa, a kukorica és a búza a bioüzemanyag-előállítás leggyakrabban használt alapanyaga, a közlekedés pedig magasan vezet a bioüzemanyag-fogyasztásban.

Kulcsszavak: bioüzemanyagtermelés, bioüzemanyag fogyasztás, biodizel, bioethanol

Giriş

"Biyoyakıt" terimi, biyolojik kaynaklardan, sıvıdan veya biyokütleden yapılan yakıt etanolü ve biyodizeli ifade eder. Bunlar petrolden elde edilen benzin ve dizelin yerini alabilir ve yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi ve kullanılmasında önemli adımlardır (HOU vd., 2022). Biyoyakıtların arz güvenliği, bölgesel kalkınma, sosyal yapı ve tarım, sürdürülebilirlik ve sera gazı emisyonlarının azaltılması gibi çok çeşitli faydalar sunduğu konusunda yaygın bir fikir birliği bulunmaktadır (OLÁH & POPP, 2022). 1970'lerden bu yana, birçok ülke biyoyakıt geliştirmeye giderek daha fazla önem vermiş ve dünyadaki petrol arzı, fiyatlar, çevrenin korunması ve küresel iklim değişikliğinden etkilenen etkileyici sonuçlar elde etmiştir. AB'de biyoyakıtların geliştirilmesi de 1990'lardan bu yana, özellikle tahıldan yakıt etanolü üretimi ile önemli gelişmeler kaydetmiştir. Biyoyakıt teknolojileri, kullanılan biyokütlenin türüne ve benimsenen üretim süreçlerine bağlı olarak birinci, ikinci ve üçüncü nesil olarak sınıflandırılmaktadır (MATHIJS vd., 2015). En popüler iki biyoyakıt olan biyodizel ve etanol, fosil yakıtlara tercih edilmekle birlikte toplumun enerji ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalmaktadır (CADILLO-BENALCAZAR vd., 2021). Bu belirsizlik, otomobil endüstrisini petROLSÜZ elektrikli araçlara geçmeye teşvik ederek petrol talebini daha da alt üst etmiştir (KAH, 2018). COVID-19 salgını AB'de çok sayıda sektörü olumsuz etkilediği gibi, biyodizel endüstrisini de ciddi şekilde etkilediği görülmüştür (HALIMATUSSADIAH vd., 2021; MIZIK vd., 2020; VEZA vd., 2021). Tedarik zinciri ve dağıtımdaki aksaklıkların yanı sıra hammadde üretimindeki düşüş nedeniyle biyodizel endüstrisi, yakıt talebindeki hızlı düşüş nedeniyle büyük bir baskı altında kalmıştır (ELLEBY vd., 2020; HARSÁNYI vd., 2021; MOHAMMED vd., 2020). Bunun nedeni, salgın nedeniyle daha az insanın dışarıda yemek yemesi, mısır yağı talebinin azalması ve üretim.

Biyoyakıtlara, özellikle de etanole karşı tipik bir argüman, üretimlerinin ürettiklerinden daha fazla enerji kullandığıdır. Gerçekte, biyoyakıtların üretimi için fosil yakıtlara kıyasla çok daha fazla enerji gerekmektedir ve bu da ürettikleri enerjiden daha azdır. ABD Enerji Bakanlığı'na göre mısır bazlı etanol, üretmek için ihtiyaç duyduğundan en az %30 daha fazla enerji üretmektedir (1). Çevresel ve tarımsal tartışmalar göz önüne alındığında, yeni nesil biyoyakıt pazarı, özellikle atık yönetimi sorunlarını çözebiliyor ve geleneksel altyapıyı (biyometan, kullanılmış yemeklik yağ) kullanabiliyorsa, giderek daha önemli hale gelmektedir (BAI, 2011). Kamu bilinci de mevcut ve gelecekteki kullanımda önemli bir faktör olarak değerlendirilebilir; SZAKÁLY ve diğerlerine (2021) göre, Macar yerleşimcilerin yaklaşık üçte biri biyodizel ve biyoetanolü duymamıştır ve diğer üçte biri de sadece temel bilgilere sahiptir.

Yukarıdaki koşullar ve diğer küresel meseleler göz önünde bulundurulduğunda, AB'de biyoyakıt üretimi ve tüketiminde önemli değişiklikler olmuştur. Bunu akılda tutarak, bu çalışmanın özel amacı AB ülkelerinde biyoyakıt üretimi ve tüketimindeki ana eğilimleri araştırmaktır. Daha spesifik olarak, bu çalışma AB genel biyoyakıt ve yakıt etanolü üretim trendlerini, AB ülkelerine özgü biyoyakıt ve yakıt etanolü üretimini, spesifik yakıt etanolü hammadde tüketimini, ülkeye özgü biyoyakıt ve yakıt etanolü tüketimini ve yenilenebilir enerji tüketiminin kullanım beklentilerini anlamayı kapsamaktadır. Bu çalışmanın hedeflerine ulaşmak için tanımlayıcı bir veri analizi yapılmıştır. Sonuçlar birden fazla şekil ve tablo kullanılarak sunulmuştur. Bu çalışmanın bulguları, AB ve belirli ülkelerdeki biyoyakıt ve biyoetanol üretim ve tüketim eğilimlerini içermektedir. Ayrıca, ulaşım için biyoyakıt kullanımı ve biyodizel tüketiminin payı da bulgular bölümünde belirtilmiştir.

Bu çalışma yapılandırılmış bir şekilde sunulmuştur. Birinci bölümde giriş, ikinci bölümde metodoloji, üçüncü bölümde bulgular, dördüncü bölümde ise tartışma ve sonuç yer almaktadır. Sonuç olarak, bu araştırmanın kapsamı AB bölgesinde biyoyakıt üretimi ve tüketiminde ortaya çıkan eğilimlerdir.

Metodoloji

Bu araştırmanın amacı, AB ülkelerinde biyoyakıt üretimi ve tüketimindeki mevcut durumu ortaya koymaktır. Adım adım metodolojik süreç aşağıdaki bölümde belirtilmiştir.

Biyoyakıt, üretim ve tüketim ekonomisinde trend olan araştırma alanlarından biridir. Bazı tanınmış enerji veri tabanları enerji ekonomisi verilerinin çoğunu sağlamaktadır. Verileri *BP Statistical Review of World Energy*, *Avrupa Birliği enerji yıllıkları*, *RES Barometer* ve *STATISTA* veritabanlarından topluyoruz. Bu çalışma için farklı dönemlere ait veriler toplanmıştır. Örneğin, biyoyakıt üretim trendleri (2000 ila 2021), ülkeye özgü biyoyakıt üretim verileri (günlük biyoyakıt yağı üretimi başına belirli ülkeler), yakıt etanol üretimi (2012 ila 2021), önde gelen biyoyakıt tüketici verileri (2020 ve 2021), yakıt etanol hammadde tüketim verileri (2012 ila 2021), ülkeye özgü yakıt etanol tüketimi (2020 ve 2021), ulaşım için biyoyakıt tüketimi (2015 ila 2020).

Araştırma alanı Avrupa Birliği olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada temel olarak 27 AB ülkesinin verileri kullanılmıştır. Buna karşılık tüm ülkeler biyoyakıt üretim teknolojileri ile zenginleştirilmiş değildir. Bu nedenle, tüm Avrupa ülkeleri önemli ölçüde biyoyakıt üretmemektedir. Burada sadece vurgulanan sonuçlar sunulmaktadır. Daha özel olarak, ülkeye özgü analiz Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan, İtalya, Hollanda, Polonya, Portekiz, İspanya ve İsveç'ten alınan verilere dayanarak yapılmıştır.

Bu çalışma, sonuçları denemek için şekil açıklaması, grafik açıklaması, karşılaştırma, tablo karşılaştırması ve benzeri gibi tanımlayıcı veri analizi teknikleri kullanmaktadır. Çoğu durumda, sonuçları açıklamak için şekiller ve tablolar kullanılır. Spesifik veri ölçüsü de her tablo ve şekilde sunulmuştur.

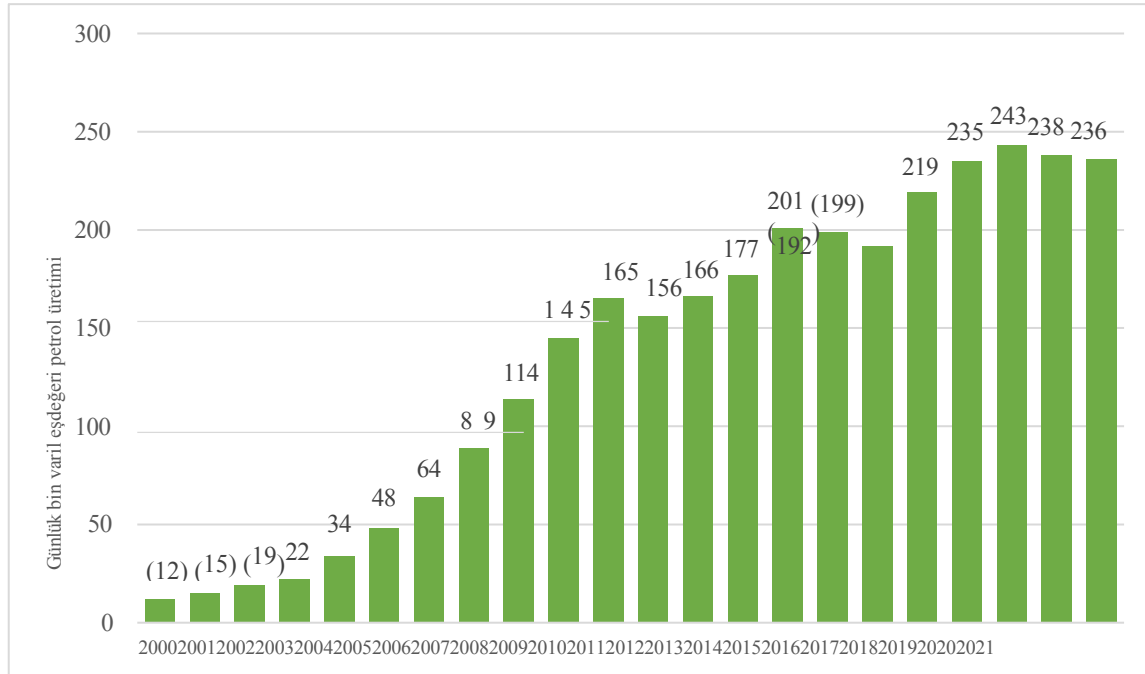
Bulgular

Çalışma bulguları arasında biyoyakıt üretim eğilimleri, Avrupa'da ülkeye özgü biyoyakıt üretimi, AB'de yakıt etanolü üretimi, önde gelen yakıt etanolü üreticileri, yakıt etanolü hammadde tüketimi, ülkeye özgü yakıt etanolü tüketimi, en çok kullanılan yenilenebilir enerji tüketimi ve ulaşım için biyoyakıt tüketimi yer almaktadır. Bu çalışmanın bulguları özellikle aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur.

AB'de biyoyakıt üretim eğilimleri

AB, biyodizel üretiminde ve taşımacılıkta kullanımında dünya lideridir. Yıllık 14 milyon tonu aşan tüketimiyle Avrupa'nın en yaygın kullanılan biyoyakıtları arasında yer almaktadır. Avrupa'da üretilen biyodizel fosil dizel ithalatına olan talebi azaltmakta, döngüsel ve bioekonominin gelişimine önemli katkı sağlamakta, ithal hayvan yemine olan talebi azaltmakta ve kırsal ekonomiyi güçlendirmektedir. Avrupa biyodizel endüstrisi, AB biyoyakıt endüstrisindeki 220.000 istihdamın 25.000'inin yaratılmasından doğrudan sorumludur (2). *BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY* raporuna (2021) göre AB, bir önceki yıl olan 2020'ye kıyasla günde 2.000 varil düşüşle günde yaklaşık 236 bin varil petrol eşdeğeri üretmiştir. AB'de yıllara göre (2000'den 2021'e) biyoyakıt üretim eğilimleri aşağıdaki Şekil 1'de belirtilmiştir. COVID-19 salgınının talep şoku ve ülkelerin biyoyakıt piyasalarıyla mücadele etmek için uygulamaya koyduğu ilk tur kilitleme önlemleri nedeniyle (DUTTA ve diğerleri, 2021; MIZIK ve diğerleri, 2020). 2020 yılında COVID-19 nedeniyle ekonomik büyümede ani bir yavaşlama olmuştur. 2020 yılında biyoyakıtların fiyatında keskin bir düşüş görülmüş, bunu birincil hammaddelerinin fiyatındaki düşüş izlemiştir,

mısır ve yağlı tohumlar. Salgın, gelir kayıpları ve yerel tedarik zinciri aksaklıkları nedeniyle gelişmekte olan birçok ülkede gıda güvensizliğini artırmış olsa da. Çoğu tarımsal ürüne yönelik talebin esnek olmaması ve şokun kısa sürmesi nedeniyle küresel gıda tüketimi büyük ölçüde etkilenmemiştir (ELLEBY vd., 2020, OLÁH, 2022). Bununla birlikte, 2000 ile 2021 yılları arasında bu rakam günde 224 bin varil petrol eşdeğeri artarak 2019 yılında günde 243 bin varil petrol eşdeğeri ile zirveye ulaşmıştır.



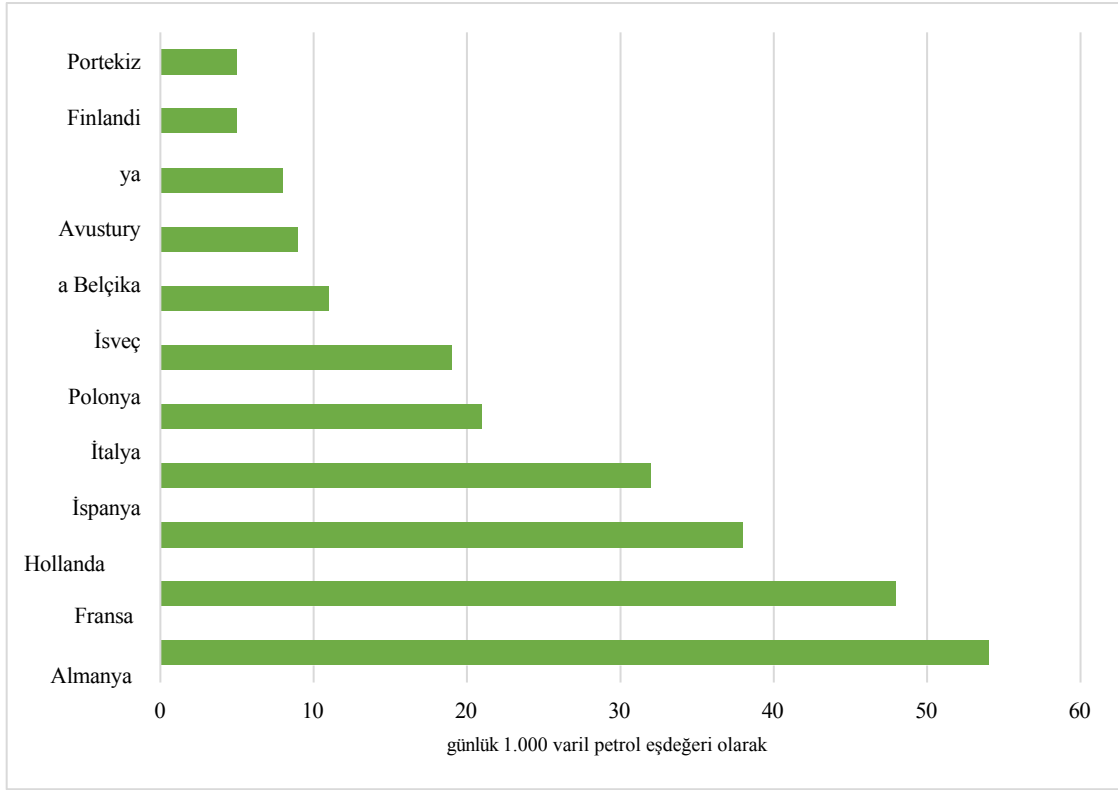
Şekil 1. AB'de Biyoyakıt AB'de biyoyakıt üretim eğilimleri (2000-2021)

Kaynak: Yazar illüstrasyonu

Avrupa'da ülkelere özgü biyoyakıt üretimi

Yüzyılın başından bu yana, AB'deki toplam biyoyakıt üretimi önemli ölçüde artmıştır. Toplam üretim 2021 yılında günlük 236 bin varil petrol eşdeğerine ulaşmıştır (Şekil 1). Almanya, 2021 yılında günde 54 bin varil petrole eşdeğer olarak Avrupa'da en fazla biyoyakıt üreten ülke olmuştur. Bu rakam, o yıl en fazla ikinci üretimi gerçekleştiren Fransa'dan günde 6 bin varil petrol eşdeğeri daha yüksekti. Bu rakam önceki yıllara göre daha düşüktür. Örneğin *BP Statistical Review of World Energy*'ye göre, Almanya'da günlük biyoyakıt üretimi 2020'de 63 bin varil, 2019'da 66 bin varil, 2021'de ise 63 bin varil olmuştur.

2018'de 61 bin varil, 2017'de 61 bin varil, 2016'da 60 bin varil ve 2015'te 59 bin varil. Almanya'da 2000 ile 2021 yılları arasında günlük üretim 50.000 varil petrol eşdeğeri artmıştır. Üretim 2021 yılı itibariyle küresel biyoyakıt üretiminin %3,4'ünü oluşturmaktadır. Ülkelere özgü biyoyakıt üretim bilgilerinin detayları Şekil 2'de belirtilmiştir. 2021 yılında Fransa'da biyoyakıt üretimi bir önceki yıla göre yüzde 12'lik bir artışla günlük 48 bin varil petrol eşdeğerine ulaştı. İncelenen dönem boyunca, rakamlar günde 42 bin varil petrol eşdeğeri artarak 2021'de günde 50 bin varil petrol eşdeğeri zirvesine ulaşmıştır. Bu biyoyakıtların çoğu (%60) uygun atık ve kalıntılardan üretilmiştir. Hollanda, İspanya ve İtalya sırasıyla 38, 32 ve 21 bin varil/gün ile en çok günlük biyoyakıt üreten ülkeler listesinde 3(üncü), 4(üncü) ve 5(inci) sırada yer almaktadır. Günlük biyoyakıt üretimi yapan diğer ülkeler ise Polonya (19), İsveç (11), Belçika (9), Avusturya (8), Finlandiya (5) ve Portekiz'dir (5).

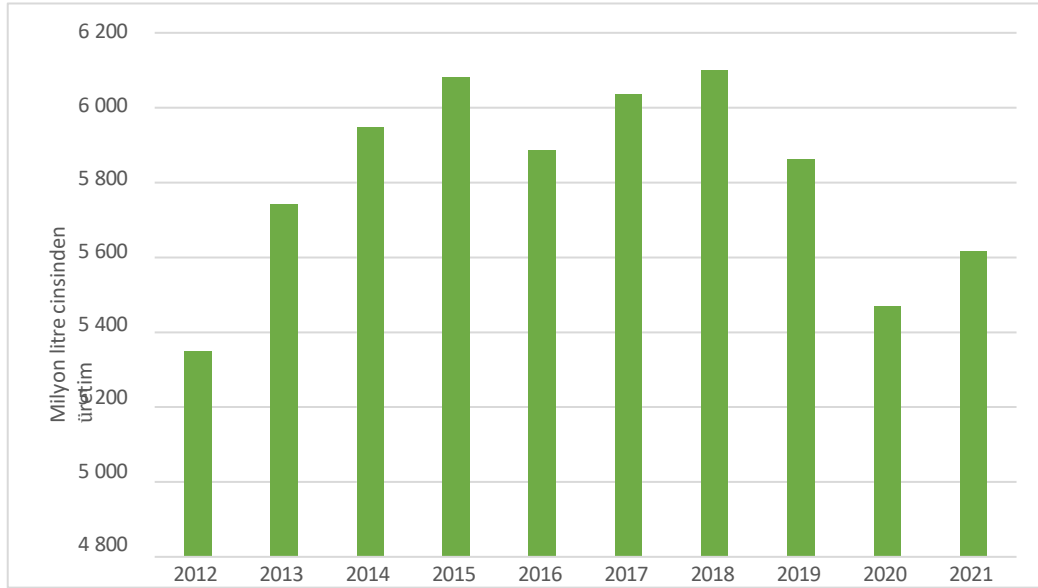


Şekil 2. Avrupa'da ülkeye özgü biyoyakıt üretimi (2021)

Kaynak: Yazar illüstrasyonu

AB'de yakıt etanolü üretimi:

Biyoetanol, benzinden önemli ölçüde daha az enerji içerir (hacim bazında benzinin enerji içeriğinin yaklaşık üçte ikisi) (CHAKRABORTY & MUKHOPADHYAY, 2020; KUNAMALLA vd., 2021). Bu, mobilite uygulamaları için, belirli bir depo hacmi için aracın menzilin orantılı olarak azaldığı anlamına gelir. Etanolün oktan sayısı benzinden daha yüksektir; bu nedenle etanol üstün vuruntu önleyici özelliklere sahiptir. Bu gelişmiş yakıt kalitesi, motorun sıkıştırma oranının buna göre ayarlanmasıyla kullanılabilir. Bu da motorun yakıt verimliliğini artırır. Etanolün oksijen içeriği de verimliliği artırarak nispeten düşük sıcaklıklarda daha temiz bir yanma süreci sağlar (3). *Avrupa Birliği Biyoyakıt Yılığ*'na (2021) göre, AB'nin yaklaşık 5,6 milyar litre yakıt etanolü üretmesi öngörülmektedir. Bu, bir önceki yıla göre yaklaşık yüzde üçlük bir artışı temsil etmektedir. Söz konusu dönemde, 2018 yılında 6,1 milyar litre ile en yüksek seviyeye ulaşılmıştır. AB'nin etanol üretimi, büyük olasılıkla COVID-19 salgını sırasındaki karantina önlemlerinin neden olduğu hareketliliğin azalması nedeniyle 2020'de azalmıştır (MIZIK vd., 2020). AB'deki yakıt etanolü üretiminin detayları Şekil 3'te belirtilmiştir.

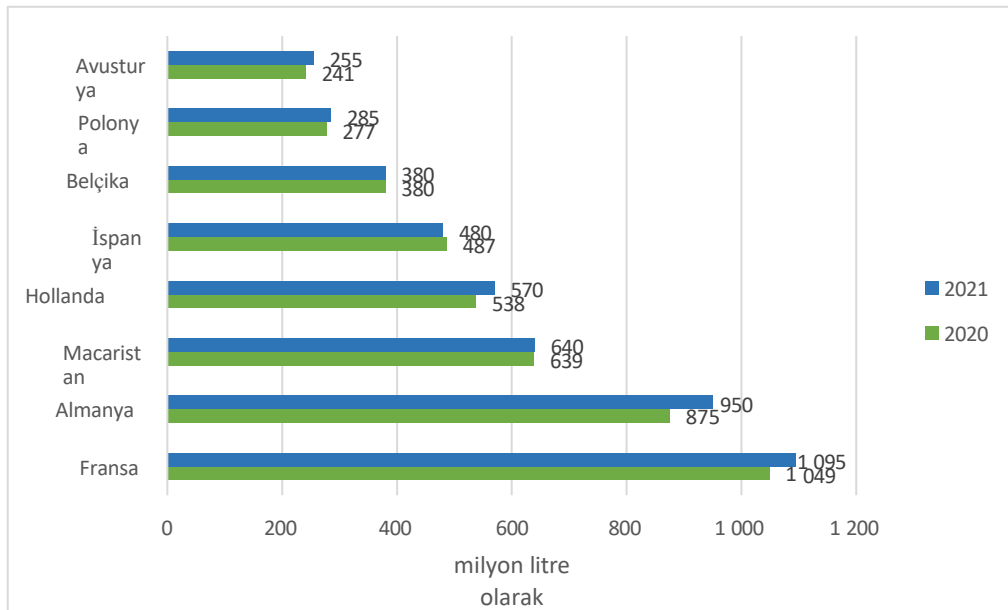


Şekil 3. AB'de yakıt etanolü üretimi AB'de yakıt etanolü üretimi (2012-2021)

Kaynak: Yazar illüstrasyonu

Önde gelen yakıt etanolü üreticileri

Avrupa Birliği'nin en büyük yakıt etanolü üreticisi Fransa'dır. European Union Biofuels Annual'a göre, 2021 yılında ülkenin üretiminin bir önceki yıla göre %4,4 artışla yaklaşık 1,1 milyar litreye ulaşacağı tahmin ediliyor. Buna karşılık, Almanya'nın 2021'deki etanol üretiminin 950 milyon litreye ulaşması bekleniyordu. Macaristan'ın 2021'deki etanol üretiminin 640 milyon litreye ulaşması bekleniyordu. Macaristan, Avrupa Birliği'ndeki en büyük üçüncü etanol tüketicisi konumundayken, Hollanda 570 litre ile dördüncü sırada yer alıyor. Macaristan'ın etanol üretiminde 2021 yılına kıyasla önemli bir değişiklik yok. 2021 yılında İspanya 480 litre ile beşinci sırada yer alırken, bu rakam 2020 yılına göre daha düşüktür. Önde gelen yakıt etanolü üreticilerine ilişkin detaylı bilgiler Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. AB'de önde gelen yakıt etanolü üreticileri (2020-2021)

Kaynak: Yazar illüstrasyonu

Yakıt etanolü hammadde tüketimi

Hammadde tüketim senaryosunun ayrıntıları Tablo 1'de verilmiştir. Mısır, melas ve şeker kamışı dünyada biyoetanol üretiminin ana kaynakları olsa da buğday, arpa ve çavdar gibi diğer nişastalı maddeler de uygundur. Nişasta içeren ürünler önce şekerle dönüştürülmelidir. Hammadde olarak 1 ton etanol üretimi için yaklaşık 3 ton tahıl gerekmektedir. Nişasta bitkileri (normal buğday gibi) ve şeker pancarı, Avrupa'da biyoetanol üretmek için kullanılan başlıca ürünlerdir. AB-25 ülkelerinin çoğu, hektar başına buğdaydan çok daha fazla etanol üreten şeker pancarı yetiştirmektedir (4). AB'de şeker pancarı, etanol üretimi için en yaygın hammaddedir. Şeker pancarı tüketiminin 2021 yılında 7,45 milyon metrik tona ulaşması beklenmektedir. Beklenen tüketim miktarı ile

Aynı yıl 6,48 milyon metrik ton ile mısır en çok kullanılan ikinci hammadde olmuştur.

Şeker pancarı en çok kullanılan hammadde olmasına rağmen, değer bir önceki yıla göre gün geçtikçe azalmaktadır. Örneğin, 2012'den 2015'e kadar 10 binin üzerindeydi ancak 2015'ten sonra azaldı. 2020 yılında şeker pancarı tüketimi son on yılın en düşük seviyesini göstermiştir. Bu çalışma, bunun nedeninin COVID-19 olduğunu ortaya koymaktadır. COVID-19 biyoyakıt enerjisinin hem üretimini hem de tüketimini etkilemiştir. Pandemi etkisi sadece şeker pancarı için değil, diğer hammaddeler için de geçerlidir. 2021 yılında AB yakıt etanolü üretiminin yaklaşık 5,6 milyar litreye yükseldiği tespit edilmiştir. En çok kullanılan üçüncü hammadde buğdaydır. Yine de etanol üretiminde kullanılan başka hammaddeler de vardır. Bunlar şeker pancarı, mısır, buğday, çavdar, arpa, tritikale ve selülozik biyokütledir. Ancak, kullanılan diğer hammaddeler şeker pancarı, mısır ve buğdaydan çok daha azdır.

Tablo 1. AB'de yakıt etanolü AB'de yakıt etanolü hammadde tüketimi

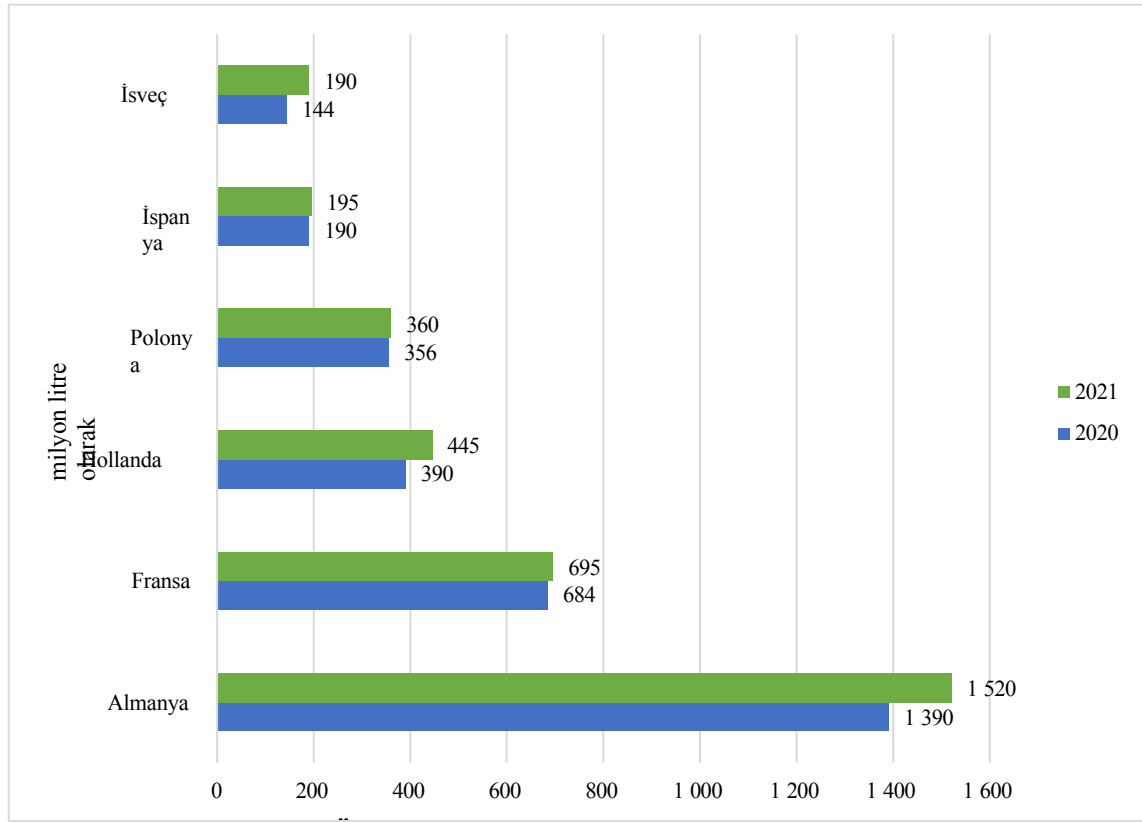
Yıl	Şeker pancarı	Mısır	Buğday	Çavdar	Arpa	Tritikale	Selülozik biyokütle
2015	10,010	5,218	3,661	712	414	1,031	200
2016	8,830	5,060	3,932	638	379	1,285	200
2017	8,292	5,065	5,197	507	383	720	160
2018	7,949	6,881	3,497	501	503	867	40
2019	8,264	7,066	2,855	373	327	874	40
2020	6,670	6,350	2,510	520	435	835	100
2021	7,450	6,480	2,635	520	450	1,035	200

Kaynak: Avrupa Birliği: Biyoyakıtlar Yıllık 2021 (1.000 metrik ton olarak)

Ülkeye özgü yakıt etanol tüketimi

Biyoyakıt tüketimi, fosil yakıt tüketimine alternatif yakma yöntemlerinden biridir. Biyoyakıt tüketiminin çevre üzerinde nispeten daha az etkisi vardır. Küresel olarak, biyoyakıt tüketimi giderek daha popüler hale gelmektedir. Gelişmiş ülkelerin çoğu fosil yakıtları biyoyakıtlarla değiştirmeye büyük önem vermektedir. AB de en fazla biyoyakıt tüketen bölgelerden biridir. Avrupa Birliği'nde en büyük yakıt etanolü tüketicisi Almanya'dır. *Avrupa Birliği Biyoyakıt Yıllığı*'na göre, ülkenin 2021 yılında bir önceki yıla göre yüzde 9,4'lük bir artışla yaklaşık 1,52 milyar litre tüketmesi bekleniyor. Buna karşılık, AB'nin ikinci önde gelen etanol tüketicisi olan Fransa'nın 2021 yılında 695 milyon litre tüketmesi bekleniyor. Almanya ile karşılaştırıldığında Fransa, etanolün yarısından daha azını tüketiyor. Hollanda, 2020'ye kıyasla neredeyse %14'lük bir artışla 2021'de 445 litre ile üçüncü önde gelen etanol tüketicisidir. Polonya, 2021'de 360 litre ile dördüncü önde gelen etanol tüketicisidir ve 2020'ye (356 litre) kıyasla neredeyse önemsiz bir değişiklik göstermiştir. İspanya 2021'de 195 litre ile beşinci önde gelen etanol tüketicisidir ve 2020'ye (190 litre) kıyasla neredeyse önemsiz bir değişiklik göstermiştir. Şu anda biyoyakıtların birincil işlevi ulaşımıdır. Biyoetanol ve biyodizel en önemli biyoyakıtlardır. 2020 yılında, AB ulaşım biyodizeli

tüketimi 13 milyon metrik ton petrol eşdeğerini aşmıştır. Biyodizel, yaklaşık yüzde 80'lik pazar payı ile açık ara en çok kullanılan biyoyakıt olmuştur. Ülkeye özgü biyoyakıt tüketim senaryosunun ayrıntıları Şekil 5'te verilmiştir.

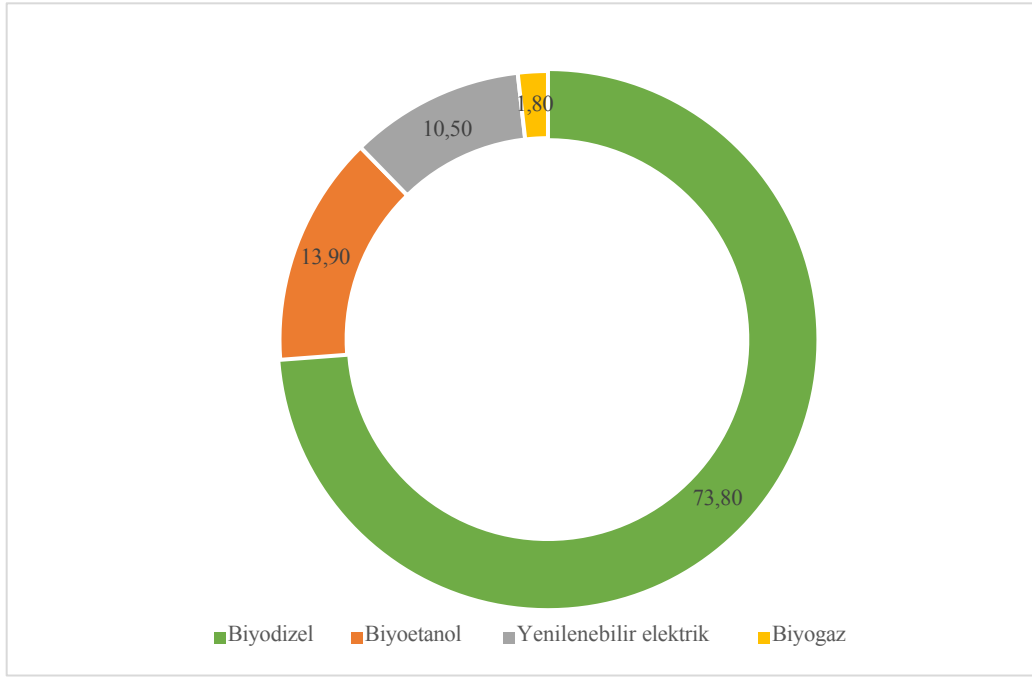


Şekil 5. Ülkeye özgü yakıt etanol tüketimi (2020-2021)

Kaynak: Yazarların illüstrasyonu

En çok kullanılan yenilenebilir enerji tüketimini paylaşın

AB'de en yaygın yenilenebilir enerji kullanım türleri biyodizel, biyoetanol, yenilenebilir elektrik ve biyogazdır. Biyodizel, %73,8'lik pay ile Avrupa Birliği'nin 27 ülkesi arasında açık ara en popüler yenilenebilir enerji kaynağıdır (5). Biyodizel, atık yemeklik yağlardan, hayvansal yağlardan, bitkisel yağlardan veya kullanılmış restoran gresinden yerel olarak üretilen sürdürülebilir, biyolojik olarak parçalanabilir bir yakıttır. Biyodizel, bazen "yeşil dizel" olarak da adlandırılan yenilenebilir dizelden farklıdır (ALLAMI vd., 2022; PINTO vd., 2005). *RES Transport barometresine* göre, biyoetanol ikinci en popüler yenilenebilir enerji kaynağıdır ve toplam yenilenebilir enerji kullanımının %13,90'ını kapsamaktadır. Üçüncü en popüler yenilenebilir enerji kaynağı, toplam yenilenebilir enerji kullanımının %10,50'sini kapsayan yenilenebilir elektriktir. Dördüncüsü, toplamın %2'sinden azını oluşturan biyogaz ve yaklaşık %14'ünü oluşturan biyoetanol. En çok kullanılan yenilenebilir enerjinin detayı Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Yenilenebilir Enerji En çok kullanılan yenilenebilir enerji tüketiminin payı (% cinsinden değer, 2020)

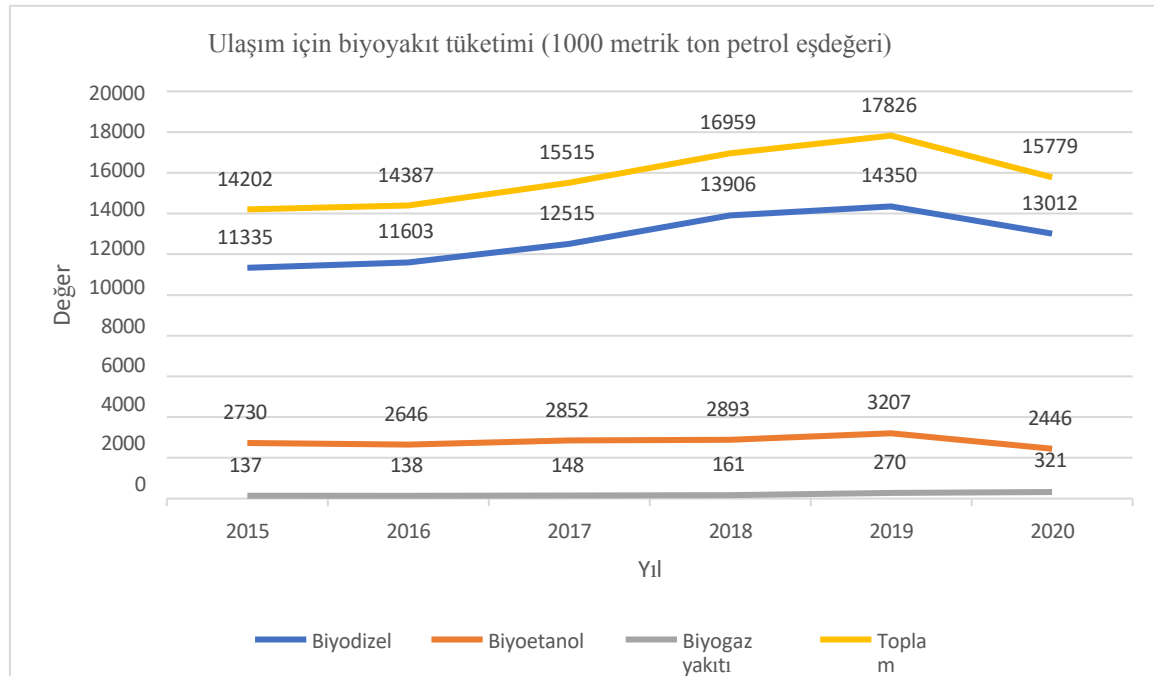
Kaynak: Yazarların illüstrasyonu

Ulaşım için biyoyakıt tüketimi

Ulaşım sektörü biyoyakıtların ana kullanım alanlarından biridir. Nispeten enerji yoğun olmaları (elektrik ve bataryaların aksine) ve sadece küçük değişikliklerle mevcut altyapı üzerinden kolayca aktarılabilirmeleri nedeniyle ulaşım için son derece uygundur (hidrojenin aksine). Ayrıca, biyoyakıtlar ve petrol bazlı yakıtlar birçok benzerliğe sahip olduğundan, otomobilleri biyoyakıtlarla uyumlu hale getirmek için neredeyse her türlü modifikasyon gereklidir (6). Avrupa Birliği üyeleri arasında ulaşım için biyoyakıt tüketimi zaman içinde artmıştır. *RES Barometer*'a göre, 2015 ve 2020 yılları arasında toplam biyodizel tüketimi yaklaşık 1577 bin metrik ton artmıştır (2020'de 15779 - 2015'te 14202). 2020 yılında toplam biyoyakıt tüketimi 15779 bin metrik tona ulaşırken, biyodizel yaklaşık 13012 bin metrik ton petrol eşdeğeri ile Avrupa genelinde en çok tüketilen biyoyakıt olmuştur. Birleşik Krallık'ın 2020'de AB'den ayrılmasının yanı sıra, biyoyakıtlardaki düşüş doğrudan koronavirüs pandemisine bağlanabilir. 2015 yılından bu yana, Almanya'nın ulaşım için biyodizel tüketimi istikrarlı bir şekilde artarak 2020 yılında yaklaşık 3.0 milyon ton petrol eşdeğerine ulaşarak tüketilen biyoyakıtların en büyük oranını temsil etmiştir. 2020 yılında yakıt olarak bioetanol ve biyogaz tüketimi hafif bir artış göstererek sırasıyla 701,6 ve 76 kiloton petrol eşdeğerine ulaşmıştır (7). 2018 yılında, Fransa'nın ulaşım için biyoyakıt tüketimi yaklaşık 3,4 milyon metrik ton petrol eşdeğeri olarak gerçekleşmiştir. Söz konusu dönem için rekor düşük seviye olan 2020 yılında yaklaşık 2,6 milyon metrik ton petrol eşdeğeri üretilmiştir. 2020'de kullanılan biyodizelin çoğu, toplamın %79'unu oluşturan biyodizele dönüştürülmüştür. Bu yılki düşüş doğrudan koronavirüs pandemisine bağlanabilir (8). 2020 yılında Macaristan, ulaşım için yaklaşık 155,2 kiloton biyodizele eşdeğer petrol tüketmiştir. Bioetanol tüketimi biyodizel tüketiminden daha azdı (9). İtalya'nın ulaşım için biyoyakıt tüketimi, bioetanol tüketiminden önemli ölçüde daha fazlaydı. Ülke 2020 yılında 1,25 milyon metrik ton eşdeğer biyodizel ve 19,6 bin metrik ton eşdeğer bioetanol tüketmiştir (10). 2020 yılında İspanya yaklaşık olarak

Biyoyakıtlardan 1,55 milyon metrik ton petrol eşdeğeri. Bir önceki yıla kıyasla %10'un üzerindeki bu düşüş doğrudan koronavirüs pandemisine bağlanabilir. Söz konusu dönemde, biyodizel İspanya'da açık ara en yaygın kullanılan biyoyakıt olmuş ve 2020 yılında tüketilen tüm biyoyakıtların yaklaşık %94'ünü oluşturmuştur (11). 2019 yılında Hollanda'da ulaşım için biyoyakıt tüketimi 638,3 kiloton petrol eşdeğerine ulaşarak 2015'ten bu yana en yüksek seviyeye çıkmıştır. Biyodizel tüketimi her zaman biyoetanol tüketiminden önemli ölçüde daha fazla olmuştur ve biyogaz tüketimi bu üç yakıt arasında her zaman en düşük seviyede olmuştur. Hollanda 2020 yılında 301,4 kiloton petrol eşdeğeri biyodizel ve 34,6 kiloton petrol eşdeğeri biyogaz yakıtı tüketmiştir (12). 2017 yılında Bulgaristan'ın ulaşım için biyoyakıt tüketimi 195,4 kiloton petrol eşdeğeri ile zirve yapmıştır. Bu rakam 2020 yılına kadar 48,4 kiloton petrol eşdeğeri azalmıştır. Ülkenin biyodizel tüketimi o dönemde 120,5 kiloton petrol eşdeğeri idi. Biyodizel ile karşılaştırıldığında, biyoetanol tüketimi önemli ölçüde daha düşüktü (13).

Biyoyakıt ve biyoetanol sadece ulaşım için değil; aynı zamanda enerji üretimi için biyoyakıt, termokimyasal reaksiyonla yakıt hücreleri, kojenerasyon sistemlerinde yakıt ve kimya endüstrisinde kullanılan hammadde gibi diğer amaçlar için de kullanılmaktadır. Ulaşım için biyoyakıt tüketiminin detayları Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Ulaşım için biyoyakıt tüketimi (2015-2020)

Kaynak: Yazar illüstrasyonu

Tartışma ve sonuç

Avrupa'da üretilen biyodizel fosil dizel ithalatına olan talebi azaltmakta, biyo-ekonominin gelişmesine önemli katkı sağlamakta, ithal hayvan yemine olan talebi azaltmakta ve kırsal ekonomiyi güçlendirmektedir. AB'de biyoyakıtların gelişimi çok eski değildir. Özellikle biyoyakıt gelişimi son 15 yılda gerçekleşmiştir (2005'ten itibaren). Ancak, bu on yıl biyoyakıt gelişiminin en önemli dönemidir. AB bölgesini kullanmamıza rağmen, AB'yi tek bir ekonomik bölge olarak düşündüğümüzde tüm ülkelerin önemli bir katkısı yoktur.

Çoğu durumda, Almanya, Fransa, Hollanda ve İspanya AB'de en yüksek miktarda biyoyakıt üreten ülkelerdir. Bu bölgede biyoyakıt üretiminde lider konumdadırlar. COVID- 19 nedeniyle biyoyakıt ekonomisi üzerinde önemli bir etki meydana gelmiştir. Biyoyakıt üretimi 2020'de büyük ölçüde azaldı ve 2021'de tekrar artmaya başladı. Ancak yine de önemli değil. Sadece biyoyakıt üretimi açısından değil, yakıt etanolü üretimi açısından da Fransa, Almanya, Hollanda ve İspanya lider konumdadır. Bu durumda, Macaristan ve Belçika diğer ülkelere göre daha yüksek üretim miktarlarına sahiptir. Biyoyakıt ve yakıt etanolü üretiminde, şeker pancarı, mısır ve buğday önemli miktarlarda AB'deki en baskın hammaddelerdir. Her nasılsa, önde gelen ülkeler daha büyük miktarlarda biyoyakıt ve yakıt etanolü üretmekte ve en yüksek biyoyakıt ve yakıt etanolü tüketicisi konumundadır. Bu nedenle çoğu ülke öncelikle kendi talebini karşılamak için üretim yapmaktadır. Ülkelerin kullandığı yenilenebilir enerjilerden en çok talep edilenler biyodizel ve biyoetanol. Ancak AB'de farklı amaçlar için en çok kullanılan biyoyakıt biyodizeldir. Farklı amaçlar arasında en önemlisi, AB'de biyodizelin en büyük bölümünü tüketen ulaşım için biyodizel ve biyoetanol kullanmaktır.

Bu çalışma aynı zamanda bazı fayda ve eksiklikleri de gözlemlemektedir. Özellikle en önemli fayda, biyoyakıtın küresel ısınmayı azaltmak için alternatif bir enerji kaynağı olarak kullanılmasıdır. Biyoyakıtlar karbon emisyonlarını önemli ölçüde azaltmakta ve çevre kalitesini artırmaktadır. Öte yandan, biyoyakıt üretiminde sera etkisini hızlandıran gazlar kullanılmasına rağmen, yakıtın atmosferik CO2 emisyonları ihmal edilebilir düzeydedir. Ürünlerin ekime dayanması, ormansızlaştırılmış alanlarda, özellikle de tropikal ormanlarda ekilen yoğun ürünlerin kullanılmasını gerektirmektedir. Ayrıca, yoğun tarım en büyük su tüketicilerinden ve biyolojik çeşitliliği yok edenlerden biridir. Biyoyakıtlar için gerekli girdiler, yetiştiriciler için daha büyük kazançlar sağladığından gıda ürünlerinin azalmasına neden olmaktadır.

Son olarak, bu çalışma biyoyakıt üretimi için uygun maliyetli teknolojilerin ve destekleyici politikaların geliştirilmesini önermektedir. Bu durumda en önemli konu biyoyakıt projelerinin finanse edilmesi ve daha fazla biyoyakıt üretilip daha az karbon salan yeşil teknolojilere yatırım yapılmasıdır. Ayrıca, diğer ülkeler de biyoyakıt üretimini artırmaya yönelik politikalarını vurgulamalı ve çevresel etkiyi azaltmak için yenilenebilir enerji kullanımına odaklanmalıdır.

Kurucu

132805 numaralı proje, K_19 finansman programı kapsamında finanse edilen Macaristan Ulusal Araştırma, Geliştirme ve Yenilik Fonu'ndan sağlanan destekle ve TKP2021-NKTA-32 numaralı proje, TKP2021-NKTA finansman programı kapsamında finanse edilen Macaristan Ulusal Araştırma, Geliştirme ve Yenilik Fonu'ndan sağlanan destekle uygulanmıştır. TKP2021-NKTA-32 numaralı proje, TKP2021-NKTA finansman programı kapsamında finanse edilen Macaristan Ulusal Araştırma, Geliştirme ve Yenilik Fonu'ndan sağlanan destekle uygulanmıştır.

Referanslar

ALLAMI, H. A. - NAYEBZADEH, H. - MOTAMEDİ, S. (2022). Biyodizelin etkisi üretim yönteminin bir tarım traktörü motorundaki yanma davranışı üzerindeki etkisi. Çevre Bilimi ve Kirlilik Araştırmaları. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22347-8>

BAI, A. (2011). Újabb generáció bio-üzemanyagok perspektívái. Magyar Tudomány, Cilt. 172, Sayı. 7, pp. 861-871. <http://www.matud.iif.hu/2011-07.pdf>

BP İSTATİSTİKSEL İNCELEME DÜNYA ENERJİ RAPOR (2021). <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

- CADILLO-BENALCAZAR, J. J. - BUKKENS, S. G. F. - RIPA, M. - GIAMPIETRO, M. (2021). Avrupa Birliği neden biyoyakıt üretiyor? Nicel hikaye anlatımı ile hakim anlatılarda tutarlılık ve inandırıcılığın incelenmesi. *Enerji Araştırmaları ve Sosyal Bilimler*, Cilt.71. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101810>
- CHAKRABORTY, R. - MUKHOPADHYAY, P. (2020). Yeşil Yakıt Harmanlama: Bir Kirlilik Azaltma Yaklaşımı. *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials* içinde, s. 1-14. Elsevier. DOI: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803581-8.11019-7>
- DUTTA, A. - BOURI, E. - SAEED, T. - VINH VO, X. (2021). Ham petrol oynaklığı ve 2014 petrol fiyatlarındaki düşüş ve COVID-19 salgını sırasında Malezya'daki biyodizel hammadde piyasası. *Yakıt*, Cilt. 292, s. 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.120221>
- ELLEBY, C. - DOMÍNGUEZ, I. P. - ADENAUER, M. - GENOVESE, G. (2020). Etkileri COVID-19 Salgınının Küresel Tarım Piyasaları Üzerindeki Etkileri. *Çevre ve Kaynak Ekonomisi*, Cilt. 76, Sayı. 4, s. 1067-1079. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10640-020-00473-6>
- AVRUPA BİRLİK BIOFUELS YILLIK (2021). toplanmış
itibaren
<https://www.fas.usda.gov/data/european-union-biofuels-annual-2>
- HALIMATUSSADIAH, A. - NAINGGOLAN, D. - YUI, S. - MOEIS, F. R. - SIREGAR, A. A. (2021). Endonezya'da ilerici biyodizel politikası: Hükümetin ekonomik önermesi geçerli mi? Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji İncelemeleri, Cilt. 150, s. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111431>
- HARSÁNYI, E. - BASHIR, B. - ALMHAMAD, G. - HIJAZI, O. - MAZE, M. - ELBELTAGI, A. - SZABÓ, S. (2021): AB-28'de Tarım Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonları: Çok Değişkenli Bir Analiz Yaklaşımı. *Energies*, Cilt. 14, Sayı. 20, 6495, pp. 1-18. DOI: <https://doi.org/10.3390/en14206495>
- HOU, S. - CHEN, X. - QIU, R. (2022). Karbon vergisi politikası ile yönlendirilen hava yolcu taşımacılığında sürdürülebilir biyoyakıt tüketimi. *Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim*, Cilt. 31, s. 478-491. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.03.016>
- KAH, M. (2018): Elektrikli araçlar ve petrol talebi üzerindeki etkileri: Tahminler neden farklılık gösteriyor? *Küresel Enerji Politikası Merkezi, Columbia SIPA*, 1-15.
- KUNAMALLA, A. - MAILARAM, S. - SHRIRAME, B. S. - KUMAR, P. - MAITY, S. K. (2021). Hidrokarbon biyorafinerisi: Sürdürülebilir bir yaklaşım. *Hidrokarbon Biyorafineri içinde: Hidrokarbon Biyoyakıtlar için Biyokütle Sürdürülebilir İşlenmesi*, pp. 1-44. Elsevier. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823306-1.00004-2>
- MATHIJS, E. - BRUNORI, G. - CARUS, M. - GRIFFON, M. - LAST, L. - GILL, M. - KOLJONEN, T. - LEHOCZKY, E. - OLESEN, I. - POTTHAST, A. - KOVÁCS, B. (2015): Biyoekonomide Sürdürülebilir Tarım, Ormancılık ve Balıkçılık - Avrupa için Bir Zorluk: 4^{üncü} SCAR Öngörü Çalışması. Brüksel, Belçika Avrupa Komisyonu, Araştırma Genel Müdürlüğü, 141 p. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7869030d-6d05-11e5-9317-01aa75ed71a1/language-en>
- MIZIK, T. - NAGY, L. - GABNAI, Z. - BAI, A. (2020). COVID-19 salgınına özel önem verilerek AB ve ABD etanol piyasalarının başlıca itici güçleri. *Energies*, Cilt. 13, Sayı 21, s. 1-22. DOI: <https://doi.org/10.3390/en13215614>
- MOHAMMED, S. - ALSAFADI, K. - TAKÁCS, I. - HARSÁNYI, E. (2020). Çağdaş AB-27'de tarım sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonlarındaki değişimler. *Jeoloji*,

Ekoloji ve Peyzaj, Cilt. 4, Sayı. 4, pp. 282-287. DOI: <https://doi.org/10.1080/24749508.2019.1694129>

OLÁH J. - POPP J. (2021). A fenntartható fejlődés záloga a körforgásos bioökonómia. Szaktudás Kiadó Ház Zrt., Budapest, s. 1-101. ISBN: 978-963-575-003-0, <https://szaktudas.hu/webshop/564-a-fenntarthato-fejlodes-zaloga-a-korforgasos-biookonomia>

OLÁH J. (2022). A körforgásos bioökonómia hatása az élelmezés-, energia- és környezetbiztonság alakulására a 2050-ig szóló EU Stratégia tükrében. Szaktudás Kiadó Ház, pp. 1-221., ISBN: 978-963-575-060-3, <https://szaktudas.hu/webshop/613-a-korforgasos-biookonomia-hatasa-az-elelmezes-energia-es-kornyeztbiztonsag-alakulasara-a-2050-ig-szolo-eu-strategia-tukreben>

OLÁH, J. - POPP, J. (2022). Sürdürülebilir sıvı biyoyakıt (biyoetanol, biyodizel) üretimi ve çok işlevli etkileri. Orta Avrupa Yeşil İnovasyon Dergisi, Cilt 10, Sayı 1, s. 3-20. DOI: <https://doi.org/10.33038/jcegi.3276>

PINTO, A. C. - GUARIEIRO, L. L. N. - REZENDE, M. J. C. - RIBEIRO, N. M. - TORRES, E. A. - LOPES, W. A. - DE, P. A. - PEREIRA, P. - DE ANDRADE, J. B. (2005). Biyodizel: Genel Bir Bakış. Brezilya Kimya Derneği Dergisi. Cilt. 16, Number 6B, pp. 1313- 1330. <https://www.scielo.br/j/jbchs/a/XjvNVsBFJgJH3cbRvCJDdBS/>

RES BAROMETER (2021). <https://www.eurobserv-er.org/res-in-transport-barometer-2021/>

SZAKÁLY, Z. - BALOGH, P. - KONTOR, E. - GABNAI, Z. - BAI, A. (2021): Tutum Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelim ve Farkındalık: Macaristan Deneyimi ve Özellikleri. Energies, Cilt. 14, Sayı. 1, pp. 1-25. DOI: <https://doi.org/10.3390/en14010022>

VEZA, I. - MUHAMMAD, V. - OKTAVIAN, R. - DJAMARI, D. W. - SAID, M. F. M. (2021). COVID-19'un Biyodizel Endüstrisi Üzerindeki Etkisi: Endonezya ve Malezya'da Bir Vaka Çalışması. Uluslararası Otomotiv ve Makine Mühendisliği Dergisi, Cilt. 18, Sayı 2, s. 8637-8646. DOI: <https://doi.org/10.15282/ijame.18.2.2021.01.0657>

1. <https://biofuels-news.com/news/future-trends-in-biofuel/> (30 Temmuz, 2022 tarihinde indirilmiştir)
2. <https://www.politico.eu/sponsored-content/biodiesel-the-green-fuel-bridging-the-eus-climate-ambitions/> (30 Temmuz 2022 tarihinde indirilmiştir)
3. <https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/biofuels/bioethanol/> (30 Temmuz tarihinde indirilmiştir, 2022)
4. [https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/biofuels/bioethanol/#:~:text=In%20the%20EU%2C%20bioethanol%20is,rye%20\(0.4%20million%20tonnes\)](https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/biofuels/bioethanol/#:~:text=In%20the%20EU%2C%20bioethanol%20is,rye%20(0.4%20million%20tonnes)) (30 Temmuz 2022 tarihinde indirilmiştir)
5. <https://www.eurobserv-er.org/res-in-transport-barometer-2021/> (30 Temmuz tarihinde indirilmiştir, 2022)
6. <https://biofuel.org.uk/index.php?p=transport> (30 Temmuz, 2022 tarihinde indirilmiştir)
7. <https://www.statista.com/statistics/613254/biofuels-consumption-transport-germany/> (30 Temmuz 2022 tarihinde indirilmiştir)
8. <https://www.statista.com/statistics/613264/biofuels-consumption-transport-france/> (30 Temmuz 2022 tarihinde indirilmiştir)
9. <https://www.statista.com/statistics/613302/biofuels-consumption-transport-hungary/> (30 Temmuz 2022 tarihinde indirilmiştir)

10. <https://www.statista.com/statistics/613269/biofuels-consumption-transport-italy/>
(30 Temmuz 2022 tarihinde indirilmiştir)
11. <https://www.statista.com/statistics/613274/biofuels-consumption-transport-spain/>
(30 Temmuz 2022 tarihinde indirilmiştir)
12. <https://www.statista.com/statistics/613296/biofuels-consumption-transport-netherlands/>
(30 Temmuz 2022 tarihinde indirilmiştir)
13. <https://www.statista.com/statistics/613312/biofuels-consumption-transport-bulgaria/>
(30 Temmuz 2022 tarihinde indirilmiştir)

Yazarlar

Morshadul HASAN

Károly Ihrig Debrecen Üniversitesi Yönetim ve İşletme Doktora Okulu,
H-4032 Debrecen
mohammad.hasan@econ.unideb.hu

Dr. OLÁH Judit

DSc, egyetemi tanár
Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar
Alkalmazott Informatika és Logisztika Intézet
H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
olah.judit@econ.unideb.hu

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: [CC-BY-NC-ND-4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

