

ARAŞTIRMA / ARTICLE

Biyokütle Enerjisi Karacabey'in Kırsal Kalkınması İçin Bir Potansiyel Olabilir mi?

Can Biomass Energy Be a Potential for Rural Development? A Roadmap for Karacabey (Bursa)

Pınar Balcı, Yiğit Evren

Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, İstanbul

ÖZ

Yenilenebilir enerjinin önemi, enerjide dışa bağımlılığı azaltması ve çevreye verdiği olumsuz etkilerin en düşük seviyede olmasından dolayı giderek artmaktadır. Yenilenebilir enerji türlerinden olan biyokütle enerjisinde kullanılan hammadde, enerji tarımı uygulaması ile elde edilebilmektedir. Bu sayede, yerel kaynaklara dayalı olarak çevreye dost yenilenebilir enerji üretimi gerçekleştirilmekte, enerji tarımı uygulaması ile tarımsal faaliyetlerde artış görülmekte ve böylelikle özellikle az gelişmiş kırsal karakterli çeper bölgelerde kırsal kalkınma desteklenebilmektedir. Bu çalışmanın amacı, biyokütle enerjisi, enerji tarımı ve kırsal kalkınma ilişkisini Bursa Karacabey Bölgesi özelinde incelemektir. Makalede, Karacabey'in bu konuda sahip olduğu potansiyeller ortaya konulmakta ve kırsal kalkınma için oluşturulan bir yol haritası sunulmaktadır.

Anahtar sözcükler: Yenilenebilir enerji; biyokütle enerjisi; enerji tarımı; kırsal kalkınma

ABSTRACT

The importance given to renewable energy has been gradually increasing as it helps countries to reduce environmental pollution and their dependence on foreign energy. Raw materials used in biomass renewable energy are mainly obtained from the implementation of energy agriculture. In this way; local resources are used for the production of environment-friendly renewable energy, agricultural activities are stimulated and thus rural development can be reinforced in less developed peripheral regions. The aim of this study is to investigate the relationship between biomass energy, energy agriculture and rural development in Karacabey. For this purpose, the potentials of this rural region are studied and a road map for local development is presented.

Keywords: Renewable energy; biomass energy; energy agriculture; rural development.



1. Giriş

Günümüzde yenilenebilir enerji türleri dünya kamuoyunun gündeminde önemli bir yer tutmaktadır. Bunda, yenilenebilir enerji kaynaklarının yerli enerji kaynakları oluşturularak dışa bağımlılığı azaltması ve diğer kaynaklarla karşılaştırıldığında çevreye verdiği olumsuz etkilerinin en düşük seviyede olması gibi faktörler etkili olmaktadır (TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, 2009). Yenilenebilir enerji türlerinden biri olan biyokütle enerjisi, evsel ve organik sanayi artıklarının değerlendirilmesi ve enerji üretimi amaçlı ürün yetiştiriciliği ile elde edilmektedir. Enerji tarımı olarak da bilinen enerji üretimi amaçlı ürün yetiştiriciliği uygulaması ile verimliliği yüksek olan buğday, mısır, şeker pancarı, arpa gibi bitkiler yetiştirilerek biyokütle hammaddesi üretimi sağlanmaktadır.

Biyokütle enerjisi için gerekli hammaddenin enerji tarımı yöntemiyle kırsaldan temin edilmesi, biyokütle enerjisi üretiminde çalışacak işgücünün yakın çevrede yaşayan kırsal nüfustan karşılanması ve üretilen enerjinin yine yakın çevre kırsal alanda kullanılması yerel ekonomik gelişme ve kırsal kalkınma için önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, biyokütle enerjisi - enerji tarımı - kırsal kalkınma ilişkisini Bursa Karacabey örneğinde incelemek ve Karacabey'in bu konuda sahip olduğu potansiyelleri ortaya çıkartarak kırsal kalkınma için bir yol haritası oluşturmaktır.

Yazının bundan sonraki kısmı altı bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde, biyokütle enerjisi, enerji tarımı ve kırsal kalkınma arasındaki ilişki ele alınmıştır. Üçüncü bölümde, biyokütle enerjisi ve enerji tarımı uygulamaları incelenmiştir. Dördüncü bölüm Türkiye'de biyokütle enerjisinin uygulanabilirliğini, yasal çerçeve, mevcut yatırımlar ve yatırım potansiyeli açısından tartışmaktadır. Yöntemin aktarıldığı beşinci bölümün ardından, altıncı ve yedinci bölümlerde sırasıyla, alan çalışmasının bulguları ve Karacabey için oluşturulan bir yol haritası aktarılmaktadır. Yazı, planlamaya yönelik bir dizi ipucunun sunulduğu sonuç bölümü ile sonlanmaktadır.

2. Biyokütle Enerjisi, Enerji Tarımı ve Kırsal Kalkınma

Günümüzde kullanılan enerji kaynakları en genel hatlarıyla; fosil yakıtlar, gazsal yakıtlar, kömür, nükleer enerji, hidrojen, jeotermal, rüzgâr, güneş, metan gazından elektrik, ağaç, odun, orman ve dalga enerjisidir. Yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlara olan talep sürekli artsa da, bu yakıtların sürdürülebilirliği, rezervlerinin azalması ve olumsuz çevresel etkileri sebebiyle mümkün olmayacaktır. Bu sebeplerle ve özellikle sera gazı etkilerinin azaltılması amacıyla gelecekte, yenilenebilir enerji kaynakları olan güneş, hidrojen, rüzgar ve biyokütleden elde edilen yakıtların ön plana çıkması beklenmektedir (Ragauskas vd., 2006).

Yenilenebilir enerji kaynakları, yakıtın yakılması veya yok edilmesini gerektirmeyen, dolayısıyla çevreye zarar vermeyen; güneş, rüzgâr, jeotermal, biyokütle gibi çeşitli kaynaklardır. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının özellikle çevre, ekonomi ve enerji güvenliği olmak üzere pek çok açıdan faydası ve diğer kaynaklara kıyasla göreceli üstünlükleri bulunmaktadır (Midilli, Dincer, & Ay, 2006).

Alternatif ve yenilenebilir enerji teknolojileri içinde önemli kaynaklardan biri biyokütledir. Biyokütle enerjisinde kullanılan hammaddeler; odun, ormanlardan elde edilen artık maddeler, tarımsal ürünler ve tarımsal artıklar olarak sayılmaktadır. Bu kaynaklardan elde edilen enerjiye ise biyokütle enerjisi denilmektedir. Biyokütle enerji kaynakları; ısıtma, yakıt ve elektrik enerjisi gibi birçok amaçla kullanılabilir. Biyokütle enerjisi, biyokütle hammaddeleriyle elektrik veya ısı üreten sistemleri; biyoyakıt ise biyokütle ile elde edilen katı, sıvı veya gaz haldeki yakıtları ifade etmektedir (Özertan, 2007).

Enerji tarımı yöntemiyle hem tarım alanları değerlendirilmekte, hem de yetiştirilen bitkilerle biyoyakıt elde edilmesi sağlanmaktadır. Enerji tarımında yetiştirilen başlıca bitkiler; mısır, buğday, soya, şeker kamışı, şeker pancarı, tatlı darı, kanola, ayçiçeği, aspir, pamuk, yoncadır. Bu bitkiler yağ, şeker, nişasta ve selüloz açısından zengin bir içeriğe sahip olduklarından enerji üretiminde yüksek verim elde edilebilmektedir (Brown, 2003). Aynı zamanda tarımsal üretim sırasında ortaya çıkan tarımsal artıkların da değerlendirildiği bu yöntem sayesinde, tarımsal artıkların yakılarak bertaraf edilmesi sorunu ortadan kalkmaktadır.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan ve yüksek miktarda üretilen biyoyakıtlar biyoetanol ve biyodizeldir. Biyoetanol, mısır ve şeker kamışı gibi C4 bitkilerinin, ya da şeker pancarı, buğday, çavdar, arpa gibi C3 bitkilerinin fermentasyonu ile elde edilmektedir. Benzinin oktan sayısını artırma amaçlı veya benzin ile harmanlanarak kullanılan biyoetanolin nakliyesi nispeten ucuz ve kolaydır. Biyoetanol çoğunlukla %5-10 oranında benzin ile karıştırılmaktadır, daha yüksek karışım oranlarında direkt benzin ile rekabet edecek bir yakıt haline gelmektedir. Bu karışımlardan %20'ye kadar olanların kullanımı için motorlarda herhangi bir modifikasyon gerekmemektedir. Ayrıca bu karışım egzoz çıkışındaki zararlı gazları azaltarak emisyon değerinin düşmesini sağlamaktadır. Biyodizel ise kolza, kanola, ayçiçeği, soya, pamuk, aspir gibi yağlı tohumlardan üretilmekte ve petrol bazlı dizel ile karıştırılıp kullanılmaktadır. Bu bitkilere ek olarak keten, kenaf, kenevir gibi elyaf bitkileri ve tarımsal (dal, sap, saman, kök, kabuk vb.) ve hayvansal artık ve atıklar ile de biyoyakıt üretmek mümkündür (TÜSİAD, 1998; Eidman, 2005; Walter, 2006; TKB, 2006; Schnepf, 2007; Bhatt, 2006; Ögüt, 2007; Akınerdem, 2005).

Biyoetanol ve biyodizelin yanısıra bir diğer biyoenerji türü

olan biyogaz ise, organik maddelerin anaerobik ortamda, farklı mikroorganizma gruplarının varlığında, biyometanlaştırma süreçleri ile elde edilen; renksiz, yanıcı, ana bileşenleri metan ve karbondioksit olan, az miktarda hidrojen sülfür, azot, oksijen ve karbon monoksit içeren bir gazdır. Üretim sırasında yan ürün olarak sıcak su ve organik gübre elde edilebilmekte ve bu özelliği ile kırsal alanın temel faaliyeti olan tarım sektörüne temiz ve yerli enerjinin yanısıra yüksek maliyet değerleri olmaksızın organik gübre kullanımı avantajını da sağlamaktadır (Bassam, 2013).

Alternatif enerji kaynaklarının kullanımında, kaynağın fiziksel özellikleri, arazinin coğrafi ve toprak yapısı, ülke içindeki yasalar ve kurumsal yapı, kırsal kesimdeki yerel istihdam, işgücü maliyetleri ve yapılan yatırımların getirisi belirleyici faktörlerdir (Özertan, 2007). Her ne kadar enerji açısından göreceli olarak biyoyakıtların katkısı bugün için düşük ölçekte gözükse de, özellikle tarım ve kırsal kalkınma açısından önemleri oldukça büyüktür (de Vries, van Vuuren, & Hoogwijk, 2007; Zilberman, 2007).

2005 Ulusal Biyoyakıt Raporu'nda da belirtildiği gibi, biyoyakıtlar tarımsal üretimde çeşitliliği sağlayarak tarımsal ekolojiye katkıda bulunmakta ve biyoyakıt üretimi yoluyla organik tarımın gelişimini sağlamaktadırlar. Bununla birlikte ürün yelpazesi sağlayarak sürdürülebilir tarımsal yapı için gerekli koşulları hazırlamaktadırlar. Kırsal alandaki tarımsal masrafları azaltmakta ve aynı zamanda alternatif ürün olan yağ bitkilerinin, diğer adıyla enerji bitkilerinin, yetiştirilmesi ile gelirin artmasına katkıda bulunmaktadırlar. Biyoyakıt üretimi sonrası ortaya çıkan organik atıkların değerlendirilmesi ile çiftçiye masrafsız olarak hayvan yemi ve organik gübre temin etmektedirler. Aynı zamanda, biyoyakıtlar ihracat potansiyeli ile ülke ekonomisine önemli katkıda bulunurlar (Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, 2008). Buna ek olarak, biyokütle enerjisi üretimi için yaratılan iş kanalları ile istihdam artışı sağlanmaktadır (Özertan, 2007). Tüm bunlar göz önüne alındığında, biyokütle enerjisi sektörünün kırsal kalkınma açısından ne denli önemli olduğu anlaşılmaktadır.

3. Biyokütle Enerjisi ve Enerji Tarımı Uygulamaları

Avrupa Birliği, hem fosil yakıtlara olan bağımlılığını hem de sera gazı etkisini azaltmak için yenilenebilir enerjiye büyük önem atfetmektedir. Birlik, 2020 yılına kadar genel enerji portföyünün %20'sinin yenilenebilir olması amacıyla çabalarını biyoyakıtlar, ısıtma ve soğutma sektörlerine yoğunlaştırmaktadır (PROGEM, 2012).

Türkiye, ABD ve AB ile biyoyakıt hammaddesi bakımından karşılaştırıldığında; ABD'de hammadde olarak mısır, soya ve selülozik kaynakların, AB'de ise kolza, ayçiçeği, buğday ve şeker pancarının hammadde olarak değerlendirildiği görül-

mektedir. Türkiye ise ayçiçeği, buğday, şeker pancarı, kano-la, selülozik kaynaklar gibi birçok ürünle zengin bir biyoyakıt hammadde çeşitliliğine sahiptir. Biyoyakıt üretimi bakımından ele alındığında ise; ABD yılda ortalama 28 milyon litre, AB ise 9 milyon litre biyoyakıt üretirken, Türkiye'de yılda ortalama 15 milyon biyoyakıt üretimi potansiyeli bulunmaktadır (Ar, 2012; Pamir, 2015).

ABD ve AB ülkelerinde uygulanan, yakıtta zorunlu biyoetanol harmanlanması politikası Türkiye'de isteğe bağlı olarak uygulanmaktadır. Bunun dışında, ABD ve AB ülkelerinde uygulanan üretici teşvik ve destekleri, yenilenen kanunlarla ülkemizde de uygulanmaya başlanmıştır (Ar, 2012).

AB'de yenilenebilir enerjinin toplam enerjideki kullanım payı 2007 yılında %8.4 iken, ülkemizde bu veri net olarak belirtilmemiştir. Fakat Türkiye'deki mevcut enerji kullanımının %70'inin çevreye zararlı fosil yakıtlardan karşılandığı ve kullanılan toplam enerjinin %72 oranında ithal edildiği bilinmektedir. 2009 yılında yayınlanan Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi'ne göre 2023 yılında yenilenebilir enerjinin toplam üretimdeki payının %30'a çıkarılması hedeflenmektedir. Bu genel çerçeveye bakıldığında görülmektedir ki; Türkiye zengin biyokütle enerjisi potansiyelini değerlendirememekte ve enerji ithalatçısı durumunda kalmaktadır (Karaosmanoğlu, 2009).

Yenilenebilir enerji kullanımında %16 oranıyla Finlandiya'dan sonra ikinci sırada yer alan İsveç, bu konuda önemli bir yer teşkil etmektedir. Çevreye zararlı gaz salınımını azaltmak ve dışa bağımsız şekilde enerji temin edebilmek amacıyla, yenilenebilir enerjinin elektrik üretimine katkısını 2010 yılında %14'ten, %22'ye çıkartmıştır. Stockholm kentinde 450 kamusal ulaşım aracının 400'ü biyoetanol ile çalışmakta ve bu bölgede çalışmalar yürüten Volvo ile araçların hiçbir değişikliğe ihtiyaç duymadan hem benzin hem biyoetanol ile çalışması sağlanmaktadır (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2012).

İsveç'in diğer bir kenti olan 81,000 nüfuslu Kristianstad ise halihazırda tüm enerji ihtiyacını biyogaz ile karşılamaktadır. Fosil yakıtların CO₂ emisyonu ile çevreye verdiği zararlar nedeniyle, kent yönetimi 1999 yılında alternatif bir enerjiye yönelmek istemiştir. Biyoyakıtlar konut, hizmet, sağlık ve eğitim alanlarında, aynı zamanda kamusal ve özel araçlarda kullanılmaya başlanmış, hem ısınmadan hem de ulaşımdan ortaya çıkan CO₂ değerleri önemli derecede düşürülmüştür (European Commission, 1999).

4. Türkiye'de Biyokütle Enerjisinin Uygulanabilirliği

Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemiz gibi büyüyen ekonomilerde de, enerji güvenliği büyük önem arz etmektedir. Ucuz ve

güvenilir enerji kaynakları sanayide, özellikle imalat sanayisinde faaliyet gösteren tüm sektörlerde maliyetleri düşürmekte ve dış piyasa ile rekabeti kolaylaştırmaktadır. Enerji üretim sistemleri ile çevre ve insan sağlığı arasındaki hassas dengenin kurulması sürdürülebilir ekonomik kalkınmanın temel taşı oluşturduğundan ABD'den Çin'e kadar birçok ülkede ucuz, güvenilir, yenilenebilir ve temiz enerji konusunda çalışmalar yapılmakta ve ittifaklar oluşturulmaktadır. Türkiye'de, hem artan ithal enerji yükünün azaltılması hem de enerji ve çevre sorununa sürdürülebilirlik ilkesi ile yaklaşılması açısından, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıma sokulması gerektiği ortadadır. Bu bakımdan ülkemizde yenilenebilir enerji türlerinden biyokütle enerjisinin uygulanabilirliğinin anlaşılması, üç farklı başlığın bir arada ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bunlar; yasal çerçeve, yatırım potansiyeli ve mevcut yatırımlar şeklindedir.

4.1. Yasal Çerçeve

Türkiye'nin enerji politikalarında yenilenebilir enerji, ağırlıklı olarak, yerli kaynak olma ve enerjide dış ülkelere olan bağımlılığı azaltma işlevi çerçevesinde değerlendirilmiştir. Petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil enerji kaynaklarının doğaya saldıkları sera gazları ve bu gazların, insan sağlığı ve çevre üzerinde oluşturduğu zararlı etkiler, sanayileşmenin ve ekonomik kalkınmanın gerçekleştirilmesi hedefinden dolayı göz ardı edilmiştir. 1980'li yılların başına kadar, Türkiye'de, başta hidroelektrik enerji olmak üzere hayvansal ve bitkisel atık ve artıklar gibi klasik yenilenebilir enerji kaynakları ile jeotermal enerji kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte, çağdaş yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik araştırma-geliştirme çalışmalarının başlatılması kararı 1980'li yılların ortalarına rastlamaktadır. İlk olarak, 4. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda, alternatif enerji kaynakları ve güneş enerjisi kullanımının, ülkedeki enerji açığının kapatılması amacıyla teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. 5. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nın uygulanmaya başlandığı 1985 yılından itibaren, güneş ve rüzgâr enerjisi de kullanılabilir enerji kaynakları arasına girmiştir. Çağdaş biyokütle enerjisi sınıfına giren biyoyakıtların kullanımı ise 2000'li yıllardan itibaren başlamıştır (TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, 2009). Arz güvenliğini artırmak ve çevre kirliliğine sebep olan sera gazlarını azaltmak amacıyla Türkiye, geçmişe göre yenilenebilir enerji politikalarına daha fazla önem vermektedir. 2005 yılında yürürlüğe giren 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretim Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun ile yenilenebilir enerji alanındaki yasal düzenlemelerin yapılması Türkiye'de birincil enerji arzında yenilenebilir enerji payının geliştirilmesinin önünü açmıştır. Yenilenebilir Enerji Kanunu dışında 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu da yenilenebilir enerjiye ilişkin bir takım düzenlemeler içermektedir. 2009 yılında yayınlanan Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi'ne göre 2023 yılında yenilenebilir enerjinin toplam üretimdeki payının %30'a çıkarılması hedeflenmektedir. Biyokütle bazında ise

konu ile alakalı Çevre Kanunu da önemli bir konumdadır. Biyokütle santrallerine yönelik takip edilmesi gereken kanunlar, ikincil mevzuat, Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu kararları ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı duyurularını kapsamaktadır (Deloitte, 2014). 2007 yılında yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Kanunu ve 2012- 2013 yıllarını kapsayan Enerji Verimliliği Strateji Belgesi ise; ağırlıklı olarak enerji israfının önlenmesi, enerjinin etkin kullanımı ve çevre korunumu konuları üzerinde durmuşlardır. Enerji Verimliliği Strateji Belgesi çalışmalarına göre, 2023 yılında Türkiye'nin enerji yoğunluğunun (milli gelir başına tüketilen enerji miktarı) 2011 yılı değerine göre en az %20 oranında azaltılması hedeflenmektedir.

Tüm bu gelişmelere karşın, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı konusunda arzu edilen sonuçlar alınamamıştır. Bunun başlıca nedeni olarak, konuyla ilgili kanunun yürürlüğe girmesinde geç kalınmış olması ve kanuna işlerlik kazandıracak yasal düzenlemeler yoluyla özel sektörün yeterli ölçüde teşvik edilmemesi gösterilmektedir (Kayseri Sanayi Odası, 2007).

Petrol fiyatlarının dalgalandığı, doğal gaz kesintilerinin yaşandığı ve çevre kirliliğine yönelik kaygıların küresel boyutta arttığı bir dönemde, Türkiye'nin doğal gaz ve petrol ağırlıklı bir enerji politikası sürdürerek, kamu yatırımlarını bu alanlara yönlendirmesi çelişkili bir durum oluşturmaktadır. Rüzgâr, güneş enerjisi ve biyoyakıt gibi çağdaş yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılacak yatırımların ise özel sektör girişimciliğine bırakıldığı; yasal düzenlemelerin tüm gelişmelere karşın halen yetersiz kaldığı ve bu durumun hem üreticiyi hem yatırımcıyı zor durumda bıraktığı görülmektedir (TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 2007).

4.2. Yatırım Potansiyeli

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın araştırmalarına göre Türkiye'nin toplam biyokütle üretim potansiyeli 15 milyon ton iken mevcutta bunun sadece 6 milyon tonu kullanılmaktadır (Akınerdem, 2007). Türkiye Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nün enerji üretim ve tüketimi verileri değişimine bakıldığında ise, 1980-1997 yılları arası enerji üretimi 18.000 Btep'den (Bin Ton Eşdeğer Petrol) ancak 22.000 Btep'e çıktığı, tüketim 32.000 Btep'den 71.000 Btep'e yükseldiği görülmektedir. Üretilen ve tüketilen enerji arasındaki farkın bu denli hızla büyümesi, ülkemizin enerjiye olan ihtiyacını göstermektedir ("Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü - Yenilenebilir Enerji - Biyokütle," 2015).

Yerli enerji üretim projeksiyonuna bakıldığında, Türkiye'nin kendi enerjisini üretecek potansiyellere sahip olduğunu, bu potansiyelin de çoğunlukla biyokütle enerji türlerinden karşılanabileceği anlaşılmaktadır. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Biyokütle Potansiyel Atlası (BEPA) çalışması sonucunda Türkiye'nin biyokütle potansiyelinde

hammadde bazında en yüksek potansiyele sahip olan kaynağı, enerji tarımı bitkileri ve artıklarıdır (“Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü - Yenilenebilir Enerji - Biyokütle,” 2015).

Tüm bu araştırmalardan anlaşıldığı üzere, Türkiye ürettiği enerjiden çok daha fazlasını tüketen ve enerjiye ihtiyaç duyan bir ülke konumundadır. Yerli enerji kaynaklarıyla ihtiyacını karşılayabilecek yatırım potansiyeline sahip iken, bu durumu değerlendirememekte ve daha önce belirtildiği gibi enerji ihtalatçısı durumunda kalmaktadır.

4.3. Mevcut Yatırımlar

Türkiye’de biyokütle enerjisi üzerine olan yatırımlar, biyomotorin, biyoetanol ve biyogaz olmak üzere üç grupta gelişmiştir. Biyomotorin üretiminde, ağırlıklı olarak fabrikalarda ortaya çıkan madeni yağ, sanayi yağlar kullanılmaktadır. Bunlar, biyomotorin üretme amacıyla kurulmayan, atıl kapasiteyi değerlendiren kuruluşlardır. Kasım 2005 itibarıyla Türkiye’de biyomotorin üretimi gerçekleştirebilen tesis sayısı 90 adettir (Afacan, 2005).

Biyoetanol üretimi tesislerine bakıldığında ise, tarımsal ürünü hammadde olarak kullanan ve aktif olarak çalışmakta olan sadece üç adet biyoetanol tesisi bulunmaktadır. İlk defa 2003 yılında yasalarda yer bulan biyoetanol, yatırım açısından henüz biyomotorin kadar gelişmemiştir, dolayısıyla ülke genelinde biyoetanol üretim tesisi sayısı son derece azdır. Mevcut tesisler; şeker pancarından biyoetanol üretimi gerçekleştirmek için kurulan ve Eylül 2007’de işletmeye giren Konya Şeker Sanayi ve Ticaret A.Ş.’ye bağlı yıllık 80.000 m³’lük biyoetanol üretim tesisi, 2004 yılında Bursa’da kurulan 15.000 m³’lük üretim tesisi TARKİM ve 2007 yılında Adana’da kurulan 35.000 m³’lük TEZKİM Tarımsal Kimya İnşaat Sanayi Ticaret A.Ş. üretim tesisidir (Ar, 2012; “Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü - Yenilenebilir Enerji - Biyokütle,” 2015). Bahsedilen şirketlerden TARKİM bu çalışma kapsamında ileriki bölümlerde ele alınmıştır.

Son olarak, Türkiye’de biyogaz tesislerine yönelik yatırımları incelemek gerekirse; son yıllarda her iki alanda da özel sektörün ve belediye bünyesindeki kuruluşların birtakım çalışmalar gerçekleştirdiği görülmektedir. Türkiye’de ağırlıklı olarak hayvansal atık ve belediye atıklarından üretilen biyogaz, üretim tesislerinin elektrik enerjisi üretme veya ısınma gereksinimlerini karşılayacak seviyelere ulaşmaktadır. Sektörlere göre biyogaz tesislerine bakıldığında, hayvansal atık ve tarımsal ürünlerden biyogaz üretimi yapan ve mevcutta aktif olarak çalışan iki adet tesis bulunmaktadır (GMKA, 2013). Bu tesislerden biri olan ve Bandırma’da bulunan TELKO Enerji A.Ş. de bu çalışmada ileriki bölümlerde incelemiştir.

5. Yöntem

Biyokütle enerjisinin bir bölgede uygulanabilirliğinin gerçek-

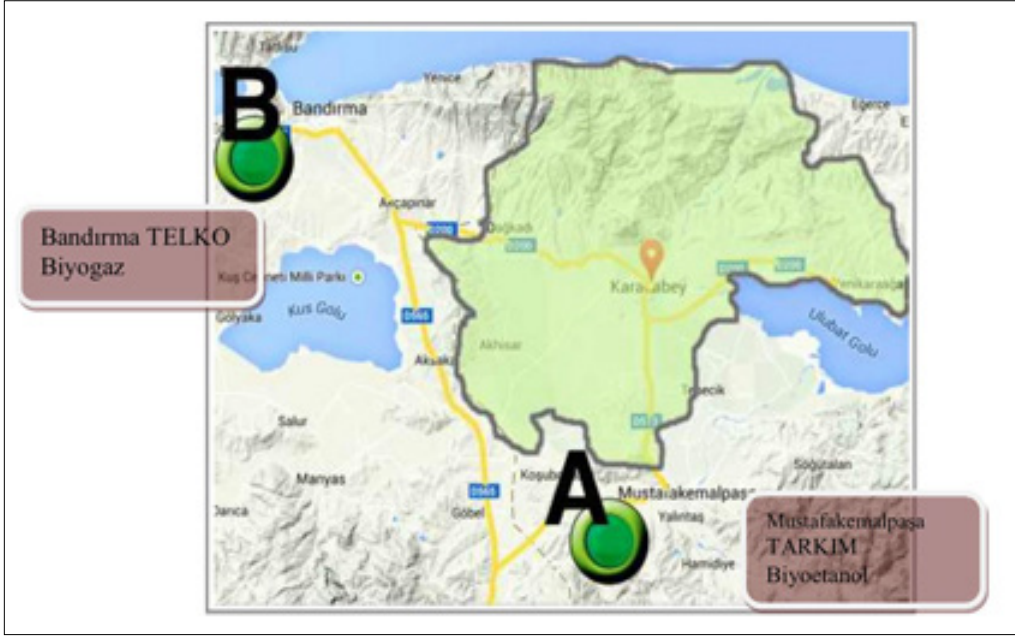
leşmesi temelde iki faktörün durumuna bağlıdır. Bunlardan birincisi, hammadde üreticisinin yer aldığı, çiftçi ve kırsal alandaki üretim faktörü; ikincisi ise, hammaddenin enerjiye dönüşümünün gerçekleştiği firmanın yer aldığı, enerji santral alanı ve işletmecisi faktörüdür. Bu iki faktörün birbiriyle uyumlu ilişkisi, alanda başarılı bir organizasyonun temelini oluşturmaktadır.

Bu ilişkiyi çalışma alanı Bursa Karacabey’de test etmek amacıyla, iki aşamalı bir yöntem benimsenmiştir. İlk aşamada firma faktörü üzerinde durulmuştur. Bu noktada, firmaların yer seçim kararlarını ve kırsal alan ile kurdukları ilişkiyi anlamak, aynı zamanda bölgeye özgü biyokütle enerjisi uygulanabilirlik ölçütlerini ortaya çıkarmak amacıyla Karacabey İlçesi’ne komşu, benzer kırsal özelliklere sahip Mustafakemalpaşa ve Bandırma ilçelerindeki, iki farklı biyokütle enerjisi firmasının yöneticileriyle ile yarı yapılandırılmış derinlemesine görüşmeler yapılmıştır. 2015 yılının nisan ayında gerçekleştirilen bu görüşmelerin her biri, yaklaşık olarak 30 dakika sürmüş, firma yetkililerinin talebi doğrultusunda sesli kayıt alınmamıştır. Görüşmelerde firmalara ait genel bilgiler, hammadde temini, yer seçim ölçütleri, üretim ve uygulama başlıkları altında sorular yöneltilmiştir.

Araştırmanın ikinci aşamasında ise, kırsal alandaki üretim faktörü üzerinde durulmuştur. Bu aşamada derinlemesine görüşme yapılan firmaların uygulamaya ilişkin kırsal alandan beklentileri temel alınarak, Karacabey kırsalı bölgesel verileri üzerinden bir inceleme gerçekleştirilmiştir. Bölgeye ait kırsal alan verileri, 2015 yılının nisan ayında muhtarlarla yapılan anket çalışması ile elde edilmiştir. Anket yapılan köyler; Bayramdere, Dağkadi, Harmanlı, Karakoca, Keşlik, Sultaniye, Yenikarağaç, Yolağzı köyleri olmuştur. Anket çalışması için bu alanların seçilme nedeni, bu köylerin çalışma kapsamında Karacabey merkez köyleri olarak belirlenmiş olmalarıdır. Yapılan anketlerin her biri yaklaşık 40 dakika sürmüş olup, ankette ele alınan temel konu başlıkları; kırsal alana ait genel bilgiler, üretim verileri, tarımsal artık durumu, tarımsal ürünleri pazarlama ve satış, çiftçi ekonomik durumu, kırsal alan donatıları ve altyapısal durum ve genel sorunlar olmuştur.

6. Bulgular

Derinlemesine görüşme yapılan ilk firma TARKİM Tarımsal Kimya Teknolojileri Sanayi ve Ticaret A.Ş. Bursa Mustafakemalpaşa ilçesi, Güllüce Köyü sınırları içerisinde 2004 yılında üretime başlamıştır (Harita 1). Mustafakemalpaşa’da yaygın olarak üretilen mısı, buğday, şeker pancarı ve şeker kamışını hammadde olarak kullanarak biyoetanol üreten bu firma, kendi bünyesinde bulunan enerji danışmanlık şirketinin biyokütle enerjisi üzerine yaptığı çalışmalar sonucu yatırım yapmaya karar vermiş, enerji değeri yüksek ürünlerin Mustafakemalpaşa’da kolay ve yüksek verimde yetiştirilmesi nedeniyle bu alanda yer



Harita 1. Derinlemesine Görüşme Yapılan Firmaların Konumu ve Karacabey Komşuluğu.

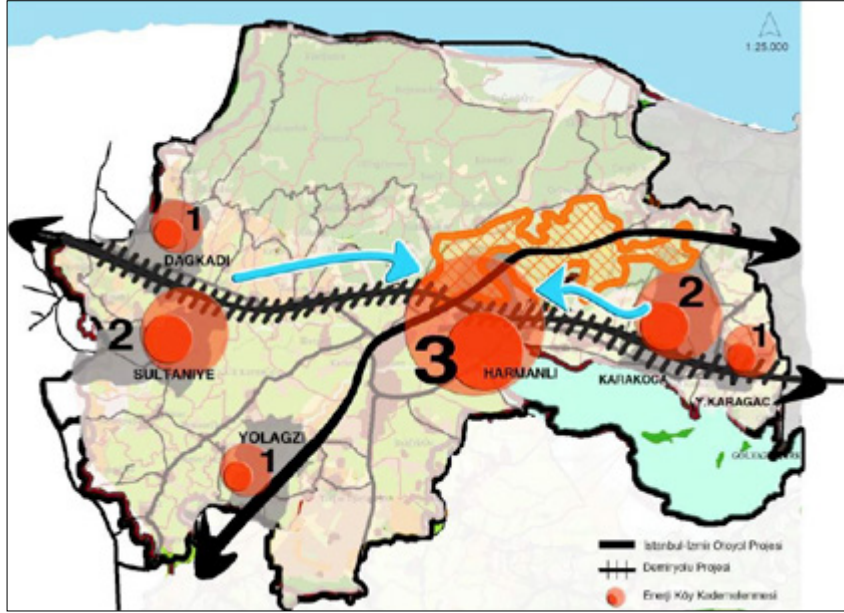
seçmiştir. 40,000 m²'lik alanda yer alan firma, üretilen biyoetanolu ulaştırma sektöründe değerlendirmekte ve petrol üreten firmalarla ticari ilişkiler kurmaktadır.

İkinci firma, merkezi Bursa'da bulunan ve Türkiye grubuna ait bir aile şirketi olan Telko Enerji Üretim Turizm Sanayi ve Ticaret A.Ş.'dir. Firmanın kuruluş motivasyonunun ardında firma yöneticilerinin Bandırma yöresindeki organik atık sorununa olan farkındalıkları yatmaktadır. Özellikle bu bölgedeki kanatlı hayvan üreticiliği, organik atıkların ekonomiye geri kazandırılması ve bu yolla enerji üretilmesi için önemli bir fırsat sunmaktadır. Almanya'da biyokütle enerjisi üreten bir firmanın teknik desteği alınarak yapımına başlanan Bandırma Edincik'de bulunan Telko biyokütle enerjisi santrali, 2014 yılında faaliyete geçmiştir.

Bu iki firma yöneticileri ile yapılan görüşmelerden elde edilen en önemli çıkarım, Karacabey kırsalında biyokütle enerjisi üretimi için gerekli uygulanabilirlik ölçütleridir. Bu ölçütler, herhangi bir önem sırası gözetmeksizin şu şekilde sıralanmaktadır: (1) Hammadde Üretim Deseni, (2) Hammadde Kaynağının Sürekliliği, (3) Yerleşim Optimizasyonu, (4) Hammadde Aktarımı, (5) Hammadde İşleniş ve (6) Ürün-Yakıt Kullanım Alanları. Görüşmeler sonucunda belirlenen bu ölçütlerden son ikisi biyokütle enerjisi üretim sürecini ve sonrasını kapsamakta, dolayısıyla bu tesislerin kırsal alandaki yer seçim süreçlerine dolaylı olarak etki etmektedir. Ölçütlerden ilk dördü ise yer seçim kararlarını doğrudan etkilemektedir. Bu noktada, söz konusu dört ölçütün çalışma alanında bulunup bulunmadığı, Karacabey kırsalının biyokütle enerjisi uygulaması için nasıl bir potansiyel taşıdığı hakkında önemli ipuçları sunmaktadır.

Karacabey kırsal alanı yaklaşık 98,239 ha büyüklüğünde geniş bir alana işaret etmektedir. Kuzeyde Marmara Denizi ile sınırlanan bu bölge, güney yönünde Mustafakemalpaşa ilçesine kadar uzanmaktadır. Doğu yönünde Mudanya, Nilüfer ilçeleri; batı yönünde ise Bandırma ilçesi bölgenin eşiklerini teşkil etmektedir. 2012 yılı itibarıyla bu alanda toplam 64 köyde yaklaşık 24,493 kişi yaşamaktadır. Bu kırsal yerleşmeler doğal yapı, ulaşılabilirlik, demografik yapı ve sosyo-ekonomik yapı bakımından altbölge bazında birbiriyle benzeşmektedir. Çalışmada, bu 64 köye ilişkin Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2015 yılı verileri esas alınarak bir değerlendirme yapılmış ve birbirinden farklılaşan 8 adet kırsal altbölge oluşturulmuştur. Bu kapsamda her altbölgedeki kırsal yerleşmeler arasındaki ulaşım ve hizmet ilişkileri ayrı ayrı incelenmiş, demografik yapı ve sosyo-ekonomik göstergeleri karşılaştırılmış ve her altbölge için birer potansiyel Merkez Köy belirlenmiştir. Belirlenen bu 8 merkez köyden ikisi (Bayramdere ve Keşlik) enerji tarımı ürünlerini üretmemektedir; bu nedenle söz konusu köyler çalışma kapsamı dışında tutulmuştur. Diğer altı köy ise (Dağkadı, Harmanlı, Karakoca, Sultaniye, Yenikaraağaç, Yolağzı) Enerji Tarımı Merkez Köyleri çerçevesinde ele alınmıştır. Bu yaklaşımdaki temel amaç, kırsal yerleşmelerin tanımladığı kademelenme deseninden faydalanmak ve biyokütle enerjisi uygulamasının Karacabey kırsalında verimli bir biçimde yapılabilmesini sağlamaktır.

Harita 2, seçilen merkez köylerin Üretim Deseni ve Hammadde Kaynağının Sürekliliği bakımından bir incelemesini göstermektedir. C4 (buğday, arpa, mısır gibi enerji bitkileri grubunu temsil eder.) Buna göre, tüm Enerji Tarımı Merkez Köyleri'nin enerji bitkileri üretim deseni bakımından gerekli asgari koşulları sağladığı haritadan görülmektedir. Özellikle Harmanlı ve



Harita 4. Enerji Merkez Köyleri İlişkiler Ağı.

Kuru Marjinal Tarım Toprakları ise üretim tesisi kurmak amacıyla yerleşilebilir alanlar olup, Harmanlı ve Yolağzı Enerji Tarımı Merkez Köyleri'ne yakın konumda bulunmaktadır. Harmanlı Köyü'nün diğer enerji köylerine eş ulaşılabilir konumda bulunması ve güçlü ulaşım ağlarına sahip olması, üçüncü ve dördüncü ölçüt bakımından da ön plana çıkmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda Harmanlı sınırları içerisinde geçen İstanbul- İzmir Otoyolu'nun kırsal alana olan olumsuz etkilerinin Enerji Tarımı Merkez Köyleri arası ilişkilerin gelişmesi amacıyla kullanılmasıyla fırsata çevrilebilmesi uygulama kapsamında ele alınmıştır.

Bu çalışma kapsamında yapılan araştırmalar sonucu, Karacabey'de enerji tarımı ile biyokütle enerjisi elde edilebilmesinin mümkün olduğu ve bu uygulamanın, alanda kırsal kalkınma kapsamında değerlendirebileceği ortaya çıkarılmıştır. Bu uygulamanın organize edilmesi amacıyla, Enerji Merkez Köyleri'nin Biyokütle Uygulanabilirlik Ölçütleri'ne uygunluğu ile doğru orantılı olarak bir kademelenme belirlenmiştir. Harmanlı Köyü, hem tarımsal karakteri bakımından en yüksek potansiyellere sahip olması, hem de çevre ile dost Biyokütle Enerji Santrali'nin kurulumu ve yerleşimi açısından en uygun alanı sunması dolayısıyla en üst kademe merkez (3) olarak seçilmiştir.

Harita 4'te görüldüğü gibi, İstanbul - İzmir Otoyolu Harmanlı köyü sınırlarından geçerek güneye yönelmektedir. Otoyolun verimli tarım toprakları içerisinde geçirilmesinin Karacabey kırsalına birçok olumsuz etkisinin bulunduğu çeşitli çevrelerce dile getirilmektedir (Bursa Akademik Odalar Birliği, 2012). Fakat otoyol projesinin Uluabat Gölü kuzeyindeki çalışmaların başlatılmış olması nedeniyle, otoyol güzergahı bu şekilde çalışmada kabul edilmiştir. Belirtilen tüm olumsuz yönlerine

karşın, söz konusu proje Enerji Merkez Köyleri arası ilişkilerin güçlendirilmesinde araç olarak kullanılabilir. Ayrıca üretilen biyokütle enerjisinin ihraç edilmek istenmesi durumunda yine İstanbul - İzmir Otoyol ağı aracılığıyla gerekli limanlara ulaşım mümkün olabilecektir.

Sonuç olarak, Şekil 1'de şematize edildiği gibi, Karacabey'de enerji tarımının belirlenen ölçütlere göre uygulanması ve enerji tarımı ürünlerinin yine Karacabey'de biyokütle enerjisinde değerlendirilmesi sonucu sekiz ayrı alanda kırsal kalkınma sağlanması mümkün olacaktır.



Şekil 1. Enerji Tarımı ve Kırsal Kalkınma.

7. Karacabey'de Enerji Tarımı Uygulaması İçin Bir Yol Haritası

Alandaki potansiyellerin kullanılması ve güçlendirilmesi ve alanda kırsal kalkınmanın sağlanması amacıyla, Karacabey

kırsalında sürdürülebilir bir biyokütle enerjisi uygulamasının gerçekleşmesi için bir yol haritası tasarlanmıştır. Bu kapsamda kalkınmaya yönelik dört temel eylem şöyledir: (1) Yüksek verime sahip tahıl ürünlerinin yenilenebilir enerji üretiminde hammadde olarak kullanımı; (2) Enerji üretimi ile tarımsal

Tablo 1. Uygulama Çizelgesi-I

Hedef 1: Tarım Sektöründe Rekabet Edilebilir Seviyeye Gelinmesi

	Ayrıntılı Eylem	Yapılacak İş	Ürün	Kuruluş ve Paydaşlar
Anahtar Eylem 1.1: Tarımsal Kaynakların Korunması ve Güçlendirilmesi	Tarım Bilgi Sistemi oluşturulması	Tarım ve Köyşleri Bak. İl Özel İdaresill Tarım Md.İlçe Tarım Şubesi Muhtarlık	Kırsal alan güncel veri tabanları	Tarımsal ürünler bilgi sistemi, Tarımsal işletme dökümü, Çiftçi kayıt sistemi
	Arazi kullanım ve ürün planlaması	Güncel arazi kullanım verileriyle, sorunların verileriyle, sorunların önlemlerin alınması	CBS'ye dayalı ayrıntılı arazi verileri ve sorun tespiti, önlem ve tedbir projeleri	Tarım ve Köyşleri Bak.İl Özel İdaresi İl Tarım Md. İl Çevre Md. İlçe Tarım Şubesi
Anahtar Eylem 1.2: Üretimde Verim ve Kaliteyi Arttıracak Sosyal Altyapının Sağlanması	Tarımsal işletmelerin	Tarımsal birliklerin oluşumunun teşviki ve örgütlenme kapasitesinin artırılması	Ortak makine ekipman kullanımı düzeni, ileri teknoloji tarım üretimi	İl Tarım Md. İlçe Tarım Şube. Muhtarlık Ziraat Odası
	Pazarlama sisteminin kurulması	Etkin pazarlama ve örgütlenme sisteminin oluşturulması	Tarımsal Üretici Birlikleri	İl Tarım Md. İlçe Tarım Şube. Muhtarlık Ziraat Odası
Anahtar Eylem 2.1: Enerji İçin Gerekli Olan Tarımsal Hammaddenin Sağlanması	Enerji Merkez Köyleri`nde yağlı tohum yetiştiriciliğinin geliştirilmesi, enerji tarımı ve biyokütle enerjisinin kırsalda kullanımı hakkında bilgilendirilmesi	EMK'lerde yağlı tohum yetiştiriciliği teşvikleri, Çiftçi Eğitim Birimleri ve Üretim Danışmanlık Birimleri ile çiftçinin bilinçlendirilmesi	Biyokütle enerjisi hammaddesinin düzenli olarak elde edilmesi	Bölge Kalkınma Ajansı, Tarım ve Köyşleri Bak. İl Özel İdaresill Tarım Md. İlçe Tarım Şube. Muhtarlık Ziraat Odası
	Enerji Merkez Köyleri`nde üretilen enerji bitkisi atıklarının değerlendirilmesi	Atıkların çiftçiler tarafından toplu halde Enerji Birimlerine aktarımı, çiftçilerin atıkların dönüşümü konusunda bilinçlendirilmesi	Biyokütle enerjisi hammaddesinin düzenli olarak elde edilmesi	Bölge Kalkınma Ajansı, Tarım ve Köyşleri Bak. İl Özel İdaresill Tarım Md.İlçe Tarım Şube. Muhtarlık Ziraat Odası
Eylem 2.2: Enerji İçin Gerekli Olan Yatırım ve Organizasyonun Sağlanması	Enerji Merkez Köyleri arası koordinasyonun kurulması	EMK'lar arası kademelenmeye dayalı olarak alt birimler ve sorumlulukların belirlenmesi	Biyogaz Enerji Santrali, Enerji Köyleri Ar-Ge Merkezi, Depolama Merkezi gibi EMK birimler	Bölge Kalkınma Ajansı, Tarım ve Köyşleri Bak. İl Özel İdaresill Tarım Md.İlçe Tarım Şube. MuhtarlıkZiraat Odası
	Kırsal alanda biyokütle enerji dağıtımının düzenlenmesi	Kırsalda akıllı grid sistem oluşturularak, enerjinin etaplar halinde altbölgelere dağıtımının sağlanması	Akıllı grid sistemi	Bölge Kalkınma Ajansı, Tarım ve Köyşleri Bak.İl Özel İdaresill Tarım Md.İlçe Tarım ŞubeMuhtarlık Ziraat Odası

masrafların azaltılması, üretim sürecinden geriye kalan organik atıkların ise organik gübre olarak değerlendirilmesi; (3) Tarımsal verimi düşüren etmenlere karşın (erozyon, drenaj problemleri vb.) müdahale ve eylem planlarının hazırlanması; (4) Çiftçi destek ve teşvik uygulamalarının eyleme geçirilmesi. Bu çerçevede, öncelikli olarak yürütülecek projeler ise şu şekildedir: (1) Merkez köyler örgütlenmesinin hayata geçirilmesi; (2) Tarım Alanları ve Toprak Koruma Amaçlı Toprak Etüd ve Haritalarının hazırlanması ve beraberinde Erozyon Afet Eylem Planlarının yapılması; (3) Karacabey kırsal sosyal ve teknik altyapı eksiklerinin tamamlanması; (4) İstanbul-İzmir Otoyol güzergâhında Karacabey kırsal alanını korumaya yönelik önlemlerin alınması. Bu modeli hayata geçirecek Uygulama Çizelgesi ise aşağıdaki gibidir:

8. Sonuç

Biyokütle enerjisi, çevre ve iklim sorunlarına çözüm getirme amacıyla alternatif bir enerji kaynağı olarak gündeme yerleşmiştir. Ancak biyoyakıt üretimi sadece enerji ve çevre politikaları ile değil, toprağın biyokütle hammadresi üretimi amaçlı işlenmesinden dolayı tarım ve kırsal kalkınma politikaları ile de yakından ilişkilidir. Enerji tarımına geçişte tarım ürünlerinin enerji hammadresi olarak kullanılmaları ile birlikte bu ürünlerin üretimi ve bu ürünlere tahsis edilecek kaynaklar genel olarak sosyo-ekonomik yönden kırsal alanda yaşayan tüm bireyleri etkileyecektir. Bunun sonucunda mevcut tarım arazilerindeki faaliyet artacak, tarım ürünlerinin talebinde artış görülecek, yetiştiricilerin yanısıra dağıtım- nakliye ve işleme kanallarında çalışanlar ile birlikte yaratılan iş olanakları ve istihdam artacak, kırsal kalkınmaya destek olunacak ve bunlar da kırsal kesimde yaşam kalitesini artıracaktır. Bu şekilde kentte göçün azalması da mümkün olabilecektir.

Bu çalışma, bahsedilen bu uygulamanın Bursa Karacabey'de gerçekleşmesinin mümkün olup olmadığını test etmeyi amaçlamıştır. Elde edilen tüm bilgiler ışığında, çalışma kapsamında belirlenen Biyokütle Enerjisi Uygulanabilirlik Ölçütleri ile Karacabey mevcut kırsal karakteri birlikte ele alınmış ve sonuç olarak alanda biyokütle enerjisi üretiminin mümkün ve uygulanabilir olduğu ortaya konulmuştur. Bu durumun yanısıra, dünyada geniş bir uygulama alanına sahip, çevreyle dost yaklaşım olan biyokütle enerjisi uygulamalarının, Karacabey ilçesinde dengeli ve kapsamlı planlama disiplini ile uygulandığında olumlu etkilerinin olacağı vurgulanmıştır.

Araştırmalar ışığında, ülkemizde halen önemi fark edilemeyen biyokütle enerjisi uygulaması hakkında, Karacabey özelinde ve ülke geneli şeklinde iki farklı açıdan olmak üzere, bazı noktalara vurgu yapmakta fayda görülmektedir. Bu uygulamanın test alanı olarak Karacabey ilçesinin seçilmesindeki en temel neden, bu bölgedeki yüksek tarımsal verimliliğe rağmen kalkınamayan tarım kesiminin varlığı olmuştur. Karacabey alanı ge-

nelinde arazi kullanım ve ekiliş planlamasının olmaması, çiftçinin devlet teşvik ve desteklerinden yararlanamaması, tarımsal işletmelerin yararlanacağı tarımsal kooperatifler gibi tarımsal birimlerin örgütlenmemiş halde kalması gibi nedenlerle yüksek verimli tarım alanları günden güne faaliyetini düşürmektedir. Toprakta hammadde elde eden biyokütle enerjisi için de bu tür durumlar önemli yer teşkil eder. Tarım sektörüne sahip çıkmak, aynı zamanda tarımdan beslenen ve yenilenebilir enerji sunan biyokütle enerjisini desteklemek adına bu sorunlar ele alınmalı ve çalışma sonunda sunulan Enerji Merkez Köyleri gibi her iki dala ağırlık veren, potansiyeli değerlendiren, örgütlenmiş, kademeli sistemler kurulmalıdır. Bu sistemlerde önem sırasına göre eylemler gerçekleştirilmeli, uzun vadede sürdürülebilir kırsal kalkınma hedeflenmelidir.

Teşekkür

Bu çalışmanın araştırma aşamasındaki katkılarından dolayı Gediz Kaya ve Gürkan Bayraktar'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Afacan, T. (2005). Avrupa Birliği Sürecinde Biyodizel Sempozyumu.
- Aknerdem, F. (2007). Enerji Tarımı Enerji Bitkileri Potansiyelimiz.
- Ar, F. (2012). Biyoetanol Kullanım Zorunluluğunun Türk Ekonomisinde Yaratacağı Etkiler. *Saudi Med Journal*, 33, 3–8. <http://doi.org/10.1073/pnas.0703993104>
- Bassam, N. EL. (2013). *Energy Plant Species: Their Use and Impact on Environment and Development*. Routledge. <https://books.google.com/books?id=1ubeAQAAQBAJ&pgis=1>
- Bursa Akademik Odalar Birliği. (2012). İstanbul - İzmir Otoyol Projesi Tarımsal ve Çevresel Etkiler Raporu.
- de Vries, B. J. M., van Vuuren, D. P., & Hoogwijk, M. M. (2007). Renewable energy sources: Their global potential for the first-half of the 21st century at a global level: An integrated approach. *Energy Policy*, 35(4), 2590–2610. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.09.002>
- Deloitte. (2014). Biyokütlelerin altın çağı.
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi. (2012). Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Enerji Raporu.
- European Commission. (1999). *Fossil Fuel Free Kristianstad*. European Commission.
- Karaoşmanoğlu, F. (2009). Türkiye Biyoyakıt Potansiyeli ve Son Gelişmeler, (1), 1–13.
- Midilli, A., Dincer, I., & Ay, M. (2006). Green energy strategies for sustainable development. *Energy Policy*, 34(18), 3623–3633. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.08.003>
- Özertan, G. (2007). Biyoyakıtlar Türkiye için Ne İfade Ediyor?, 1–13.
- Pamir, N. (n.d.). Enerji Politikaları ve Küresel Gelişmeler, 57–73.
- PROGEM. (2012). Güneş Enerjisi Santrali Yatırım Fizibilitesi.
- Ragauskas, A. J., Williams, C. K., Davison, B. H., Britovsek, G., Cairney, J., Eckert, C. A., ... Tschaplinski, T. (2006). The path forward for biofuels and biomaterials. *Science (New York, N.Y.)*, 311(5760), 484–9. <http://doi.org/10.1126/science.1114736>
- Tarım ve Köyşleri Bakanlığı. (2008). Enerji Bitkileri Tarımı ve Biyoyakıtlar Sektörel Rapor.
- TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası. (2009). V. Yenilebilir Enerji Kaynakları Bildiriler Kitabı.
- TMMOB Makina Mühendisleri Odası. (2007). IV. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu.
- Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği. (t.y.). 21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi.
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü - Yenilenebilir Enerji - Biyokütle. Erişim Tarihi Kasım 22, 2015, <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle.aspx>
- Zilberman, D. (2007). Review of environmental, economic and policy aspects of biofuels. World Bank Publications. <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=b0GUJrNV8LYC&pgis=1>