

Şeker Pancarından Biyoetanol Üretimi

*Süreyya Gülfem ALTUNBAY Ayşe KANGAL Songül GÜREL

Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş., Şeker Enstitüsü, Ankara

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): sureyyagulfem@hotmail.com

Öz

Günümüzde fosil yakıtların giderek tükeniyor olması, ekosistemin tahrip edilmesi, ülkelerin enerjide dışa bağımlı olmaktan kurtulma ve enerji çeşitliliğini artırma çabaları biyoetanol gibi yakıtların önemini arttırmıştır. Biyokütle olarak şeker pancarı melasından biyoetanol üretimi pancar üreticileri için yeni bir piyasanın açılmasına, ekim nöbetinin yaygınlaşmasına, enerji tarımı kültürünün oluşması ve şeker pancarı ekim alanlarının artmasına sebep olacaktır. Biyoetanol aynı zamanda tarımsal üretimde çeşitliliği sağlayarak ekolojiye olumlu katkıda bulunması, sürdürülebilir tarımsal yapı oluşturması, kırsal kalkınmayı desteklemesi bakımından da önemlidir. Biyoetanol, genel olarak şeker ve nişasta içeren bitkilerden fermantasyon yoluyla elde edilir. Şeker pancarında biyoetanol üretiminde melas kullanılmaktadır. Melastan biyoetanol üretimi; mayanın çoğaltılması, fermantasyon, distilasyon olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmektedir. Etanol üretiminde elde edilen alkol %96 saflıkta olup yakıt alkolü olarak kullanılamaz. Etil alkolün yakıt olarak kullanılabilmesi için en az %99.5 saflıkta olması gerekir. Bu nedenle alkol fabrikalarında fermantasyon ünitesinden sonra saflaştırma ve susuzlaştırma ünitelerine ihtiyaç vardır. Günümüzde petrol rezervlerinin azalması ve çevre sorunları yüzünden biyoetanol gibi alternatif enerji kaynaklarına önem verilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Şeker pancarı, biyoetanol, enerji, biyokütle

Bioethanol Production from Sugar Beet

Abstract

Today, gradually running out of fossil fuels, the destruction of ecosystems, efforts to avoid being dependant on foreign countries for energy and to increase energy diversity have increased the importance of fuels such as bioethanol. Biomass production of bioethanol from sugar beet molasses will lead to open a new market for beet producers, to widespread the crop rotation, to create an energy farming culture and lead to an increase in sugar beet growing areas. Bioethanol also contributes favorable support to the ecology by providing diversity in agricultural production and it is important for creating sustainable agricultural structure and supporting rural development. Bioethanol in general is obtained by fermentation of plants containing sugar and starch. Sugar beet molasses is used for the production of bioethanol from sugar beet. Production of bioethanol from molasses is carried out at three stages such as yeast reproduction, fermentation and distillation. The alcohol obtained in %96 purity during ethanol production process is not used as biofuel. In order to be used as biofuel it should be in %99.5 purity. Therefore, in alcohol plants the purification and distillation units are needed in addition to fermentation unit. Attention should be paid to alternative energy sources such as bioethanol since the oil reserves are decreasing and environment problems are increasing.

Keywords: Sugar beet, bioethanol, energy, biomass, customizing

Giriş

Petrol pazarındaki belirsizlikler, petrol kaynaklarının sınırlı olması ve fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere karışan CO₂'ten gelen küresel iklim değişikliğine etkileri yenilenebilir biyoyakıtlardan sürdürülebilir enerji üretilmesine olan ilgiyi artırmıştır. Günümüzde birincil enerji ihtiyacının yaklaşık olarak %10'u biyokütle kullanılarak karşılanmaktadır (Antoni

et al. 2007). Bunların bir kısmı birincil biyoyakıtlardan (örneğin, işlenmemiş biyokütle) büyük çoğunluğu ise ikincil (işlenmiş biyokütle) biyoyakıtlardan karşılanmaktadır (HLPE 2013). İkincil biyoyakıtlar çoğunlukla 1. Generasyon (tohum, dane veya şekerlerden), 2. Generasyon (lignoselülozik biyokütle) ve bazen de 3. Generasyon (algler ve deniz yosunu) olarak

sınıflandırılmaktadır (Nigam and Singh 2010). Günümüzde sadece 1. Generasyon biyoyakıtlar yaygın olarak üretilmektedir (de Wit and Faaj 2010). Üretimdeki 1. generasyon biyoyakıtların çoğu yağlı tohumlu bitkiler ve palmye yağından elde edilen biyodizel ve fermantasyon ürünü olan biyoetanoldür (Antoni et al. 2007; de Vries et al. 2010).

Şeker pancarından elde edilen başlıca ürün şekerdir ve şeker birçok mikroorganizma ile kolayca fermente olmaktadır. Birim alandan elde edilen sakkarozun miktarı üç faktöre bağlıdır; 1. Birim alandan hasat edilen pancarın kök ağırlığı, 2. Pancarların şeker varlığı, 3. Alınabilir şeker miktarı. Şeker pancarı kökü taze ağırlık olarak %20 dolayında şeker içermektedir. Ancak alınabilir şeker miktarı daha azdır (ortalama %15.3 ABD 2000-2009) (USDA-ERS 2010). Bazı katyonlar (Na ve K gibi) ve amino azot bileşikleri (betain ve glutamin) fabrikasyon sırasında sakkaroz alımını engellemektedir. Sakkaroz ekstrakte edildikten sonra kalan sıvı melastır. Bir ton şeker pancarından yaklaşık olarak %50 sakkaroz içeren 20 kg melas elde edilmektedir (Shapouri et al. 2006). Kökten sakkaroz ve melas elde edildikten sonra geriye posa kalmaktadır. Şeker pancarının ekstraksiyon işlemi süresince çözünemeyen ve şeker pancarı kökündeki %22-28 oranındaki kuru madde posayı temsil etmektedir ve bu posa fermente edilebilmektedir (Scott and Jaggard 1993).

Dünya etanol yakıt üretiminin %50 ye yakını şeker bitkilerinden üretilmektedir (çoğunlukla şeker kamışı melası) diğer kalan %50 si ise tahıllardan üretilmektedir (Eggleston et al. 2010). ABD de etanol üretimi için en çok kullanılan bitki mısırdır, ancak etanol üreten diğer ülkelerde ise en çok şeker kamışı ve şeker pancarı kullanılmaktadır.

Şeker bitkileri dünyada çok geniş alanlarda yetiştirilmesi nedeniyle tahıllara göre bazı avantajları vardır. Tahıllara ve diğer selülozik bitkilere göre diğer bir avantajı ise direkt olarak fermente edilmeleri nedeniyle daha az prosese ihtiyaç duymalarıdır. Gelecekte şeker bitkilerinin enerji üretimi için kullanılması enerji ihtiyacına ve bu bitkilerin ulusal ve uluslararası çevresel politikalar için rekabet yeteneklerine bağlıdır. Enerji bitkileri olarak şeker kamışı, şeker pancarı ve tatlı sorgum sıvı yakıt (etanol), ısı ve elektrikliğe çevrilebilme potansiyeline sahiptirler.

Yakıt etanolün ticarileşmesi devlet desteği gibi ekonomik faktörlere bağlıdır. Şekerlerin etanole çevrilmesi fermantasyon yoluyla olmaktadır. Şekerlerden etanol üretiminde mayalar ve bazı bakteriler tarafından şekerlerin anaerobik çevirimi ile fermantasyon sağlanmaktadır. Fermantasyon süresince maya hücreleri şekerin parçalanmasından oluşan enerjiyi kullanmaktadırlar. Sıvı içerisindeki etanol maya hücrelerini inaktive etmekte veya öldürmektedir. Başlangıçtaki fermantasyon karışımı %15 kadar etanol (kullanılan maya türüne bağlı olarak) içerebilir; daha yüksek etanol konsantrasyonu fermantasyon ile elde edilemez çünkü maya inaktive olur veya öldürülür. Daha yüksek etanol konsantrasyonu için susuzlaştırma işleminin yapılması gerekir. Mayaların fermantasyonu için ideal sıcaklık 18-24 C dir. Daha yüksek sıcaklıklar mayayı inaktive ederken daha düşük sıcaklıklar ise mayanın aktivitesini yavaşlatır.

Etanol Üretiminde Şeker Pancarının Hammade Olarak Kullanılması

Şeker pancarı, fabrikalarda işlenmekte ve şeker kamışından farklı olarak direkt beyaz rafine şekerle dönüştürülmektedir. Bu durum etanol üretimi için şeker pancarı işleminin şeker kamışına göre daha ekonomik olduğunu göstermektedir. Şeker pancarı işlendiğinde elde edilen başlıca yan ürünler posa ve şeker ekstraksiyonundan sonra kalan çözünebilir maddeler içeren melastır (Harland et al. 2006). Her ikisi de hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Şeker pancarı genel olarak şeker kamışından daha fazla şeker içermektedir. Şeker pancarının (yaş ağırlık) şeker içeriği %16-18 olurken şeker kamışında bu oran %10-15 dir. Şeker pancarındaki sakkarozdan etanol üretimi 118 l/t dir (yaş ağırlık) (Shapouri et al. 2006). Bu hesaplama %15.5 şeker içeren pancar ve 1 ton melastan 20 kg şeker eldesine göre yapılmıştır.

Posa şeker pancarı köklerinde şeker ekstraksiyonu süresince çözünemeyen %22 - 28 oranındaki kuru maddeyi temsil etmektedir. Biyokütleden şeker elde edilmesi düşünüldüğünde posanın büyük bir kısmı selülozik biyoyakıtların üretimi için hammadde olarak kullanılabilir. Enzimler kullanılarak mevcut şekerin %50 - 60'ı çözünebilir hale getirilebilecektir (Kozak and Laufer 2009). Bu

işlemin yan ürünü olarak yüksek protein içeren peletler elde edilebilecek ve hayvan yemi olarak kullanılabilir. Çözünebilen şeker pancarı posası etanol üretiminde kullanılabilir potansiyeline sahiptir. Posadan elde edilen etanol daha önce hesaplanan 100- 115 l/t olan etanol üretimine eklenebilir.

Şeker Pancarı ve Etanol Verimi

Şeker pancarında verim birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Verim pancarın sulanması, sulanmadan sadece yağmura dayalı olarak yetiştirilmesi, hastalık ve diğer birçok abiyotik stres koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Bütün koşulların eşit olduğunu varsayarsak pancardaki sakkaroz miktarı pancarın yaprakları tarafından alınan güneş enerjisi miktarı ile direkt olarak ilişkilidir (Milford 2006).

Avrupa'da üretilen şeker pancarı verimi bölgelere göre değişmektedir. En düşük ortalama verim (60 t/ha) Doğu Avrupa'da (Macaristan, Çek Cumhuriyeti, Avusturya, Polonya) elde edilmektedir (Hoffmann ve ark. 2009). Güney bölgelerde (İspanya, İtalya) 110 t/ha'nın üzerindedir. ABD de 10 yıllık üretim ortalaması (2000-2009) 48 t/ha (Minnesota, North Dakota) ve 70 t/ha (öncelikle Idaho, Çok az bir alan Oregon'da, Washington ve California) arasında değişmektedir. Kışlık pancarın yetiştirildiği Imperial Vadisinde (1998-2007) ortalama verim 89 t/ha olarak elde edilmiştir (Panella and Kaffka 2010). Türkiye'de ise şeker pancarından ortalama 58.24 t/ha verim elde edilmiştir (Şeker Kurumu 2014).

Şeker pancarındaki sakkaroz içeriği yetiştirildiği lokasyonlara göre de değişmektedir. Eğer etanol sakkaroz fermantasyonundan elde edilecekse sakkaroz içeriği etanol veriminde önemli rol oynayacaktır. Sadece posa ve melsatan elde edilen etanolün miktarı şeker pancarında posanın %30-50 oranında hammaddeye çevrildiği durumlarda 7-11 l/t arasında değişmektedir. Shapouri ve ark. (2006) şeker pancarının etanole çevrilmesinde ekonomik fizibilitenin hem etanol üretim masraflarına ve hem de petrol fiyatlarına bağlı olduğunu belirtmiştir. Şeker pancarını hammadde olarak kullanan etanol fabrikaları dünyanın birçok bölgesinde mevcuttur (Eggleston et al. 2010).

Dünyadaki Durum

Sakkarozun etanole dönüşümü sadece fermantasyonu içeren basit bir işlemdir, ancak mısır, buğday ve diğer tahıllardan etanol elde edilmesi için nişastanın şekere dönüşümü işleminde enzimlere ihtiyaç duyulmaktadır (Jacobs 2006). Ancak tahıllarla karşılaştırıldığında hasat edilen şeker pancarı köklerinin depolanması çok zordur. 2014 yılında AB ülkelerinde üretilen 6.6 milyar litre etanol mısır (%42), buğday (%33), şeker pancarı (%18), ve diğer tahıllardan (%7) elde edilmiştir. Toplam 10.5 milyon ton tahıl ve 2.21 milyon ton kota dışı şeker pancarı (beyaz şeker eşdeğeri) etanol üretimi için kullanılmıştır. Bu değerler 2014 yılı için Avrupa tahıl üretiminin %2'si ile şeker pancarı üretiminin %8'ine karşılık gelmektedir. Dünyada 2014 yılında üretilen 90.5 milyon litre yenilenebilir etanol üretiminde Avrupa çok küçük bir paya sahiptir. Üretilen etanolün çoğu yenilenebilir taşıt yakıtı olarak iç tüketime yöneliktir. ABD (%60) ve Brezilya (%30) en fazla etanol üreten ülkelerdir ve Avrupa Birliği'ndeki üretim ise (%7) daha düşüktür (Anonim 2014).

Birim alan dikkate alındığında şeker pancarı etanol için en verimli kaynaklardan birisidir. Şeker pancarından (taze ağırlık olarak) 2.44 GJ/t enerji elde edilebilmekte ve bu değer etanole çevrildiğinde 115 l/t etanol üretildiği varsayılmaktadır. Ortalama verimi dikkate alındığında (46 t/ha pancar, 4.9 t/ha mısır, 2.8 t/ha buğday) pancardan 5.060 l/ha, buğdaydan 952 l/ha ve mısırdan 1.960 l/ha alkol elde edilmiştir (Panella 2010).

ABD ve Avrupa'da, kışlık pancarın yetiştirildiği Akdeniz, yarı tropikal ve kurak tropikal iklimlerde sulama yapılıyorsa verim potansiyeli çok yüksektir. Kışlık pancarın yetiştirme süresi 210-300 gündür, geç yazda ekilip takibeden geç ilkbahar veya yaz aylarında hasat edilmektedir. 100 t/ha pancardan 115 l/t (taze ağırlık) etanol üretilmektedir, etanol verimi 11.500 l/ha ile ABD'de mısır veriminden elde edilenden 3 kat daha yüksek olmuştur (9.4 t/ha mısır veriminden 3751 l/ha) (Panella 2010).

Biyoetanol Üretimindeki Gelişmeler

Sürdürülebilir olmayan fosil yakıtlarından sürdürülebilir biyoyakıtlara geçerken, 1. Generasyon sıvı biyoyakıtlar, petrol-bazlı

ulaşım sisteminden uzaklaşmada önemli bir rol oynamaya devam edecektir. şeker pancarı biyoetanol üretiminde hammadde olarak önemli rol oynayacaktır. Avrupa'da biyoetanolün çoğu Fransa'da üretilmekte ve bunu Almanya ve İspanya izlemektedir. Amerika'da ise Brezilya (şeker kamışından) ve ABD (mısırdan) büyük miktarda etanol üreten ve kullanan ülkelerdir. Bioetanol hammaddesi olarak şeker pancarı kullanımında şeker pancarı köklerinin depolanması önemli bir engel olarak görölmektedir. Hem yazlık ve hem de kışlık şeker pancarı üretilen iklimler biyoyakıt üretimi için en çok tercih edilen yerlerdir ve bu iklimlerde yılın büyük bir kısmında pancarlar günlük hasat edilebilmektedir (Klocke ve ark. 2007).

Bununla beraber uzun dönemde, en iyimser senaryolar bile biyoetanolün (özellikle 1. Generasyon hammaddesi) ulaşım sektöründe kullanılan fosil yakıt yerine geçemeyeceğini öngörmektedir (de Wit ve ark. 2010). ABD de üretilen tahılın tamamının biyoetanole çevrildiği varsayılsa bile ABD deki otomotiv yakıtlarının sadece %18 ini karşılayabileceği belirtilmiştir (Brown 2009).

Sürdürülebilirlik önemli bir faktördür. şeker pancarı kullanımını etkileyecek en önemli faktör ileri teknolojilerin (2. Generasyon lignoselülozik hammadde) geliştirilmesidir (de Wit and Faaij 2010). Bunun için hammaddeye ihtiyaç vardır. Diğer önemli faktör ise, biyoenerji bitkileri için araştırılması gereken su ihtiyacıdır (Hoogeveen et al. 2009). Dünyanın birçok bölgesinde biyoyakıt kaynağı olarak şeker pancarı ve patatesin, mısır ve sorgumdan daha verimli olduğu belirtilmiştir. şeker pancarı sulanmaktadır ve birçok bölgede kışlık olarak yetiştirilmesine rağmen sulanan alan miktarı fazladır.

2050 yılında küresel nüfusun 8-10 milyar olacağı düşünöldüğünde potansiyel gıda bitkilerinin biyoenerji için yetiştirilip yetiştirilmemesi konusu önem kazanacaktır (Cassman and Liska 2007). Bitki yetiştirmek için mera ve ormanların kullanılacağı gibi ciddi bir endişe bulunmaktadır ve bu durum gıda güvenliğini tehdit edecek ve çevresel zararlara yol açacaktır (Searchinger et al. 2008). Eğer büyüyen bir nüfus beslenecekse ve sürdürülebilir bir şekilde biyoçeşitlilik korunacaksa tarımsal araştırmalar birim alandan alınan ürünü artırma ve girdileri azaltma konusuna odaklanmalıdır (Sachs et al. 2010)

Biyoetanol için Pancar Islahı

Gelecek birkaç yıl için birçok bölgede çift yönlü şeker pancarına ihtiyaç artacaktır. şeker pancarı hem şeker bitkisi ve hem de enerji bitkisi olarak üretilecektir. şeker pancarı biyoyakıt için hammadde olarak kullanılacaksa biyokütle en önemli faktör olacak ve şeker varlığı ikinci sırada gelecektir. Biyokütle verim potansiyeli, alınan güneş enerjisine bağlı olup (Kenter ve ark. 2006) bu koşullar vejetasyon süresi uzun olan kışlık pancar için avantajlı olmaktadır (Hoffman 2008). Biyoyakıt için biyokütle verimi en önemli parametre olarak kabul edildiğinde yem pancarı ve şeker pancarının melezlenmesi ile daha yüksek biyokütle elde edilebilecektir (Doney ve Theurer, 1984; Theurer ve ark. 1987). Bu çalışmalar büyük çoğunlukla yüksek verimli kışlık pancarın yetiştirildiği yerlerde yapılmalıdır (Panella and Kaffka 2010). şeker pancarı ıslah şirketleri enerji pancarı için ıslah programına başlamışlardır.

Etanol üretimi için şeker pancarında daha uzun bir büyüme sezonuna ihtiyaç duyan ve daha yüksek verim elde edilen kışlık pancarda çok büyük bir potansiyel bulunmaktadır. Aynı zamanda şeker pancarı posası da etanol üretimi için önemli bir hammaddedir. Bütün potansiyel hammadeler dikkate alındığında etanol hammaddesi olarak şeker pancarının geliştirilmesi konusunu ekonomik koşullar belirleyecektir.

Türkiye'de Etil Alkol Üretimi

şeker fabrikaları, şeker üretimi için tarımsal hammadde olarak şeker pancarını kullanmakta ve aynı zamanda ürettiği yan ürünler ile hayvancılık, alkol ve maya sektörü için önemli bir girdi kaynağı olmaktadır. şeker fabrikalarında yan ürün olarak melas ve yaş pancar posası üretilmektedir. Yaş pancar posası doğrudan veya melas ile karıştırılarak hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Melasın üretim miktarı işlenen pancar miktarına göre değişmektedir. Türkiye'de 2014 yılında 711 ton melas üretilmiştir (şeker Kurumu, 2014). Melas (%50 şeker içeren); fermantasyon hammaddesi olarak, etil alkol üretiminde, doğrudan hayvan yemi olarak, içilebilir kalitede direk damıtılan içkilerde, içilemeyen kalitede endüstriyel tüketim ve ilağ sanayiinde, sirke, hamur mayası,

yemlik maya'da, briket kömür imalinde, inşaat harçlarında, kozmetik sanayiinde kullanılmaktadır (Sektör raporu, 2015). Yan ürün olarak üretilen melastaki şekerin enzimler vasıtası ile fermantasyona uğratarak alkol ve CO₂'e parçalanması metodu ile bazı şeker fabrikalarında etil alkol üretimi yapılmaktadır. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. bünyesinde; Erzurum (40.000 l/gün), Eskişehir (65.000 l/gün), Malatya (40.000 l/gün), ve Turhal (45.000 l/gün) Şeker Fabrikaları'nda toplam dört adet 190.000 l/gün kapasiteye sahip alkol üretim tesisi mevcuttur. Alkol üretim atık maddesi olan şlempenin, çevre kirliliğine etkisinin büyük olması nedeniyle; Eskişehir alkol üretim tesisine şleme arıtım tesisi kurulmuş olup, bu alkol üretim tesisinin haricindekiler çalıştırılmamaktadır (Sektör Raporu 2015). Mevcut şeker fabrikalarının alkol üretim tesisleri %5 etanol kullanımı durumunda yıllık ihtiyacın %35'ini karşılayacaktır. Türkşeker bünyesinde, benzine belirli oranda karıştırılarak kullanılan biyoetanol üretimi yapmak ve ürün çeşidi sağlamak amacıyla; Eskişehir Fabrikasında 15 milyon litre/yıl kapasiteli "Alkol Susuzlaştırma Tesisi" kurulmuştur. Ayrıca özel statülü şeker fabrikalarından; Amasya Şeker Fabrikasında, melastan Etil Alkol üretmek üzere, günlük 60.000 litre alkol üretme kapasiteli Etil Alkol Fabrikası bulunmaktadır. Üretilen alkol; alkollü içeceklerde, sağlık sektöründe, sanayi imalatı sektöründe kullanılmaktadır. Alkol üretim miktarı, çevresel kısıtlar ve talebin sınırlı kalması nedeniyle düşüktür.

2014 yılında Eskişehir Şeker Fabrikası alkol üretim tesislerinde 17 bin ton melas kullanılarak 6 milyon litre alkol üretilmiştir. Ayrıca, Konya Şeker Fabrikası A.Ş. bünyesinde bulunan Çumra Şeker Entegre tesislerinde 84 milyon litre/yıl kapasiteli bioetanol üretim tesisi bulunmaktadır.

Ülkemizde yakın zamanda Petrol Ofisi tarafından mısır ve buğdaydan biyoetanol üretimi yapılmış ve bu yakıt kurşunsuz benzine %2 oranında katılmıştır. 2007 yılında Çumra (Konya) Şeker Fabrikası bünyesinde biyoetanol üretimine geçilmiştir. Ayrıca 2001 yılında Bursa Kemalpaşa'da 40.000 L/gün kapasiteli bir biyoetanol işletmesi kurulmuştur. Çumra ve Kemalpaşa'daki üretimlerin, Türkiye'nin şu andaki ihtiyacı olan biyoetanolü karşılayacak kapasitede olduğu bildirilmektedir.

Türkiye'de yalnızca üç firma, Tarımsal Kimya Teknolojileri (TARKİM) Sanayi ve Ticaret A.Ş., Tezkim Tarımsal Kimya (TEZKİM) İnşaat Sanayi ve Ticaret A.Ş. ve Konya Şeker Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından araçlarda yakıt olarak kullanılabilir nitelikte susuz biyoetanol üretilmektedir. Ülkemizde son yıllarda yukarıda saydığımız firmalar haricinde biyoetanol üretimi yapan kuruluşlar sadece şeker fabrikalarıdır. Şeker fabrikalarında biyoetanol, şeker pancarının yan ürünü olan melasın fermantasyonuyla elde edilmektedir (Anonim 2013)

Sonuç

Ülkemizde motorlu araç sayısının her geçen gün artması, akaryakıt sarfiyatının çok yüksek olması ve akaryakıtın tamamına yakınının yurtdışından temin edilmesi alternatif enerji kaynaklarına, özellikle biyoetanol vb. üretimine ağırlık verilmesi ve araçların motorlarının bu tür yakıtları kullanabilecek esneklikte yapılması önem taşımaktadır. Şeker fabrikaları bünyelerinde bulunan alkol üretim tesislerine sadece susuzlaştırma birimi eklenerek biyoetanol üretimi yapılabilecektir. Şeker fabrikalarının üretim kapasitelerine uygun olarak işlenecek şeker pancarı üretimi artırılmalıdır. Ekonomik koşullar analiz edildikten sonra ülkemizde yetiştirilmekte olan yazlık pancara ek olarak biyoetanol üretimi için kışlık pancar üretimi de düşünülmelidir. Ancak pancar ekim alanlarının artması durumunda münavebeye uyulması sağlanmalı ve orman ağaçlarının kesilerek tarım arazilerine dönüştürülmesinin önlenmesi için gerekli önlemler alınmalıdır. Biyoetanol içerikli benzin kullanıldığında tarım sektörü desteklenecek, araçların performansı yükselecek, hem de daha ucuz yakıt ve daha temiz ve sağlıklı bir çevre söz konusu olacak ve istihdam artacaktır.

Kaynaklar

- Anonim 2013. Türkiye'de biyoetanol üretimi. <http://www.seker.biz.tr>
- Anonim 2014. State-of-the-Industry-Report. www.epure.org/sites/default/files/publication/140612-222.pdf.
- Antoni D., Zverlov V. and Schwarz W., 2007. Biofuels from microbes. Applied Microbiology and Biotechnology, 77: 23-35.

- Cassman K.G. and Liska A.J., 2007. Food and fuel for all: Realistic or foolish? *Biofuels Bioproducts and Biorefining*, 1: 18-23.
- DeWit M. and Faaj A., 2010. European biomass resource potential and costs. *Biomass and Bioenergy*, 34: 188-202.
- De Vries S.C., van de Ven G.W.J., Van Ittersum M.K. and Giller K.E., 2010. Resource use efficiency and environmental performance of nine major biofuel crops, processed by first-generation conversion techniques. *Biomass and Bioenergy* 34: 588-601.
- Doney D.L. and Theurer J.C., 1984. Potential of breeding for ethanol fuel in sugar beet. *Crop Science* 24: 255-257.
- Eggleston G., Tew T., Panella L., Klasson T., 2010. Ethanol from sugar crops. In: *Industrial Crops and Uses* (Editör: Singh BP), pp. 60–83. CABI, Chippenham, UK.
- Harland, J.I., Jones C.K. and Hufford C., 2006. Co-products. In the sugar beet, Draycott (ed. A.P.), 443-463. Oxford, UK: Blackwell Publishing, Ltd.
- HLPE, 2013. Biofuels and food security. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome 2013.
- Hoffman C.M., 2008. Bioenergy from sugar beet-physiological aspects of yield formation. Proceedings of the 71st International Institute of Beet Research Congress. IIRB, Brussels, pp. 117-124.
- Hoogeveen J., Fauros J.M. and van de Giessen N., 2009. Increased biofuel production in the coming decade: To what extent will it affect global freshwater resources? *Irrigation and Drainage* 58: S160
- Jacobs J., 2006. Ethanol from sugar: What are the prospects for U.S. sugar crops? Pp:5. <http://www.rurdev.usda.gov/rbs/pub/sep06/ethanol.html>
- Kenter C., Hoffmann C.M. and Marländer B., 2006. Effects of weather variables on sugar beet yield development (*Beta vulgaris* L.). *European Journal of Agronomy*, Vol.: 24, 1:62-69.
- Klocke M., Mahnert P., Mundt K., Souidi K. and Linke B., 2007. Microbial community analysis of a biogas-producing completely stirred tank reactor fed continuously with fodder beet silage as mono-substrate. *Systematic and Applied Microbiology*, 30: 139-151.
- Kozak R. and Laufer C.S., 2009. Addition of a thermostabilized pectin methylesterase significantly enhances the rate of saccharification of sugar beet pulp by the commercial pectinase preparation Pectinex® Ultra SPL. *Journal of Sugar Beet Research* 46: 7 1-72.
- Milford G.F., 2006. Plant structure and crop physiology. In: Draycott AP.(Ed). *Sugar Beet*. Blackwell Publishing Ltd Oxford UK. pp. 30-49.
- Nigam P.S. and Singh A., 2010. Production of liquid biofuels from renewable resources. *Progress in Energy and Combustion Science*. doi:10.1016/j.pecs.2010.01.003.
- Panella L., 2010. Sugar Beet as an Energy Crop. *Sugar Tech* (September and December 2010). 12(3-4): 288-293.
- Panella L. and Kaffka S.R., 2010. Sugar beet (*Beta vulgaris* L) as a biofuel feedstock in the United States. In *Sustainability of the sugar and sugar-ethanol industries*, ed. ed. G. Eggleston, pp.163- 175.
- Sachs J., Remans R. and Smukler S., 2010. Monitoring the world's agriculture. *Nature* 466: 558-560
- Scott R.K. and Jaggard K.W.1993. Crop physiology and agronomy. In the sugar beet crop: Science into practice, ed. D.A. Cooke, 1179-237. London: Chapman and Hall.
- Shapouri H., Salassi M., Fairhanks J.N., 2006. The economic feasibility of ethanol production from sugar in the United States. www.usda.gov/oce/reports/energy/EthanolSugarFeasibilityReport3.pdf.
- Searchinger T., Heimlich R. and Houghton R.A., 2008. Use of U.S. croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change. *Science* 319: 1238-1240.
- Sektör Raporu 2015. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Sektör Raporu 2014. Ankara
- Şeker Kurumu 2015. T.C. Şeker Kurumu Faaliyet raporu 2014. Ankara.
- Theurer J.C., Doney D.L. ve Smith G.A., 1987. Potential ethanol production from sugar beet and fodder beet. *Crop Science* 27: 1034-1040
- USDA-ERS, 2010. <http://www.ers.usda.gov/briefing/sugar/data.html>