
Derleme Makalesi / Review Article

Buğdayın Biyoetanol Üretimindeki Önemi

Zafer Ömer ÖZDEMİR^{1,2*}, Ziya KAYI²

¹*Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, İstanbul*

²*Kırklareli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Sistemleri Müh. ABD, Kırklareli*
(ORCID: 0000-0002-8362-3136) (ORCID: 0000-0003-3295-5381)

Öz

Dünyadaki nüfus artışı ve teknolojik gelişmelerle birlikte enerji ihtiyacı artarak devam etmektedir. Bu ihtiyacı gidermek amacıyla fosil yakıtlar olan petrol ve petrol türevleri kullanılmakta, çevresel kirlenme ve sera gazı etkisi bu nedenle artmaktadır. Fosil yakıt kaynaklarının azalması nedeniyle yenilenebilir, sürdürülebilir, temiz, alternatif enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu alternatif enerji kaynaklarının günümüzde en yaygın türlerinden biri biyoetanol'dür. Biyoetanol, fermentasyon yoluyla çeşitli ham maddelerden elde edilmekte ve belli oranlarda benzinle karıştırılıp kullanılabilir. Bu ham maddeler basit şekerler, nişasta ve lignoselüloz olarak sınıflandırılabilir. Biyoetanolin üretimindeki önemli ham maddelerden biri buğday, bir diğeri buğday samanıdır. Bugün ve gelecekte; Türkiye ve dünyadaki üretim potansiyeli düşünüldüğünde buğday, alternatif enerji kaynaklarının üretiminde önemli bir yer alacaktır.

Anahtar kelimeler: Biyoetanol, Biyoyakıt, Buğday, Buğday samanı, Enerji.

The Importance of Wheat in Bioethanol Production

Abstract

Due to population growth and technological developments in the world, energy demand continues to increase. In order to make this demand, petroleum and petroleum derivatives, which are fossil fuels, are being used, environmental pollution and greenhouse effect are increasing. Reduced, sustainable, clean, alternative energy sources are needed because of the decrease in fossil fuel resources. One of the most common types of these alternative energy sources today is bioethanol. Bioethanol is obtained from various raw materials by fermentation and can be mixed with gasoline at certain ratios. These raw materials can be classified as simple sugars, starch and lignocellulose. One of the important raw materials in bioethanol production is wheat, another wheat straw. Today and in the future; When Turkey and the world wheat production potential of thought, wheat will take an important place in the production of alternative energy sources.

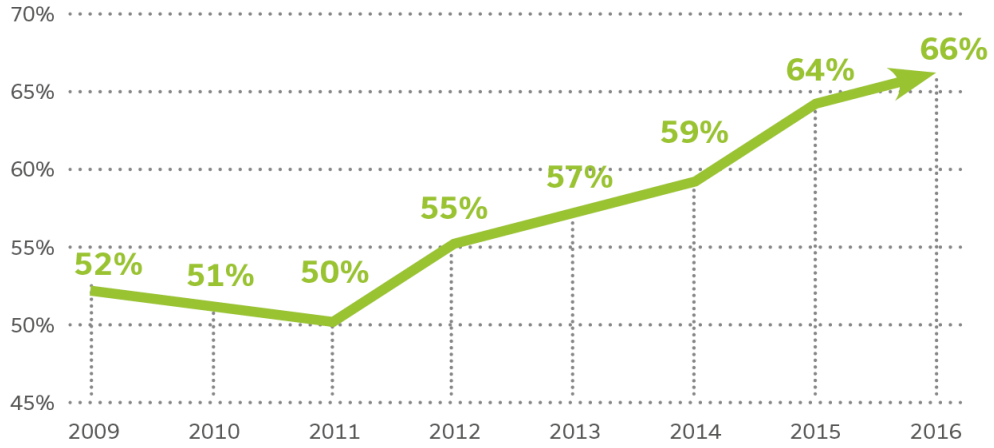
Keywords: Bioethanol, Biofuel, Energy, Wheat, Wheatstraw.

1. Giriş

Günümüzde dünyadaki nüfus artışı ve gelişen teknoloji sonucu enerji ihtiyacı artarak devam etmektedir. Kullanılmakta olan enerji kaynaklarının çoğu ilerleyen zamanla birlikte hızla tükenmekte ve çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Tükenen enerji kaynaklarının başında petrol ve türevi ürünler gelmektedir. Petrol üretiminin yıllık olarak 2050 yılına kadar, 25 milyar varilden yaklaşık 5 milyar varile düşeceği öngörülmektedir [1]. Biyoetanol, biyokütleden elde edilen bir biyoyakıttır ve fosil yakıtlara alternatif yenilenebilir bir üründür [2, 3]. Şekil 1'de de açıkça görüleceği üzere, biyoetanol kullanımı ile yenilenebilir sertifikalı sera gazı emisyonu tasarrufu 2011 yılından bu yana sürekli artış göstererek 2016 yılında %66 seviyesine ulaşmıştır.

*Sorumlu yazar: zaferomer.ozdemir@sbu.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.09.2018, Kabul Tarihi: 12.03.2019



Şekil 1. 2011'den bu yana, fosil yakıtlara karşı yenilenebilir etanolün ortalama sera gazı emisyonu tasarrufu, sürekli artarak 2016'da % 66'ya ulaşmıştır [4]

Biyoeanol, buğday, mısır, sorgum, şeker kamışı vb. ile lignoselülozik hammaddeden fermentasyon yoluyla üretilir [5, 6]. Biyoeanol, tek başına yakıt olarak kullanılabilirdiği gibi diğer yakıtlarla karıştırılarak kullanılabilen alternatif bir biyoyakıttır. Araçlarda etanolün yakıt olarak kullanımı 1897 yılında Nikolaus Otto'nun icat ettiği içten yanmalı motor ile başlar. Sonraları belli oranlarda yakıt-etanol karışımları benzin ile çalışan tüm motorlarda başarıyla kullanılmıştır [7, 8]. Dünya üzerindeki biyoeanol üretiminin büyük bir kısmı tarımsal ürünlerden sağlanmaktadır.

Tablo 1. Biyoeanol üretiminin tarihsel süreci

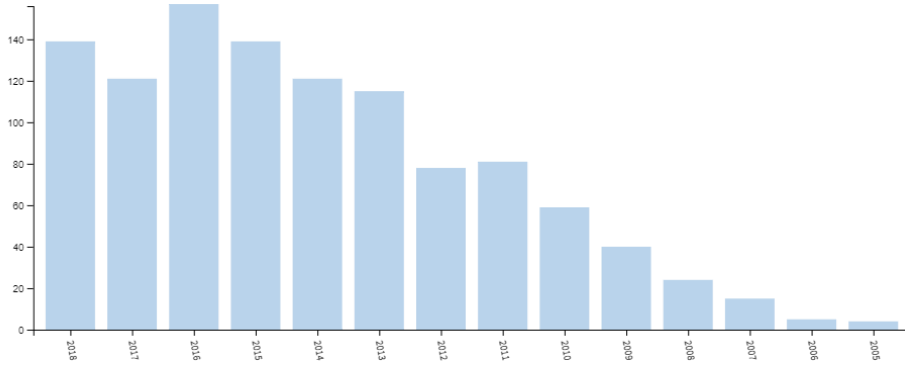
Biyoyakıt Türü	Zaman Aralığı	Hammadde Kaynağı	Referans
1. Nesil	(2000-2010)	Hammaddeleri aynı zamanda gıda olan tarım ürünleri	[2,9]
2. Nesil	(2010-2030)	Üretimi gıda dışı kaynaklardan (buğday samanı) sağlanır	[2,10]
3. Nesil	(2030 -)	Yüksek oranda yağ veya selüloz içeren Genetiği Değiştirilmiş Organizmalardan (bitki ve alglerden) üretilmesi planlanmaktadır	[2,11]

Bu günlerde 2. Nesil Biyoyakıt kaynaklara yönelmenin temel sebeplerinden biri 1. Nesil Biyoyakıt kaynaklarının gıda maddesi olarak kullanılmasıdır. 1. Nesil Biyoyakıt için fiyat girdilerinin biyoyakıt değer zinciri boyunca (2010-2020) aynı kalması gerektiği düşünülerek çalışma yapılır, ancak 1. Nesil Biyoyakıt hammaddelerinin gıda maddesi olarak kullanılması sonucu bu maddelerde fiyat artışı olması da 2. Nesil Biyoyakıt kaynaklarına yönelmenin bir başka sebebidir [2, 12, 13].

Buğday dünyada en çok üretimi yapılan bir tarımsal ürün olarak 115'i aşkın ülkede tarımsal ve ticari olarak üretimi yapılmaktadır. Dünyada nüfusunun gıda gereksiniminin yaklaşık %21'i buğday ürünleri kullanılarak karşılanmaktadır [14]. Türkiye'de buğday hububat ekim alanı içerisinde yaklaşık %67'lik pay ile ilk sırada yer almaktadır [15, 16].

Dünyada biyoeanol üretimi için buğday kullanımı mısır ve şeker kamışından sonra üçüncü sırada yer almaktadır [17]. 2016 yılında Avrupa da %31 ile buğdaydan üretilen biyoeanol ilk sırada yer almıştır [4].

Bu araştırmanın konusu olan buğdaydan biyoyakıt üretiminin yıllara göre yayın sayısı Şekil 2'de görülmektedir. Buna göre 2005 yılı ile başlayan artış göstermiş fakat aynı düzeyde artış devamlılık mümkün olmamıştır.



Şekil 2. 2005-2018 yılları arasındaki Buğday'ın Biyoyakıt konulu makalelerin sayısı (Web of Science 04 Şubat 2019 tarama sonucu).

Buğday kullanımının biyoetanol üretiminde önde olduğu ülkeler Kanada, İspanya, Fransa, İsveç ve Avustralya'dır [18]. Buğdayın içerisindeki nişasta oranı biyoetanol üretiminde önemlidir. Biyoetanol üretimi için, kuru ağırlıktaki nişasta miktarı önemlidir. Bu miktar buğdayda ortalama olarak %65'tir ve bu oran buğdayı önemli bir biyoetanol kaynağı yapmaktadır. Nişasta oranı, buğday kepeğinde %20 civarındadır. Biyoetanol üretiminde, nişasta değeri yüksek ve protein miktarı düşük buğday çeşitleri önem arz etmektedir. Protein miktarı, buğdayda çevre koşulları (iklim, toprak, hastalık ve zararlılar), üretim koşulları (gübreleme, sulama, makineli tarım) ve çeşide bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Protein miktarı fazla olan buğday, sert ve azotu bol topraklarda yetişen buğday olmaktadır. Bu nedenle, yumuşak buğdayların nişasta miktarı sert buğdaylara kıyasla daha fazladır. Topbaş buğday adı verilen ve üretimi Türkiye'nin Orta Anadolu ve diğer bazı bölgelerinde yapılan buğday çeşidi kuraklığa dayanıklı ve düşük protein miktarı olduğundan biyoetanol üretimi için daha uygun olduğu belirlenmiştir [19].

Buğdayda bulunan nişasta bir dönüşüm basamağından sonra glikoza dönüştürülerek fermente edilir. Bu işlem ile oluşan ek maliyet, üretim sürecindeki diğer maliyetlere kıyasla ciddi oranda değildir. Biyoetanol üretim işlemleri buğdayın öğütülmesi ile başlar. Sıcaklık ve nem değerleri kontrol edilerek, malt haline getirilir ve nişastanın glikoza dönüşümü enzimler ile gerçekleştirilir [20]. Bu işlemlerin ardından biyoetanol üretmek amacıyla elde edilen glikoz, mayalar yardımı ile fermentasyona uğratılır. Fermentasyon işleminden sonra ortaya çıkan lapa; biyoetanol, fermentasyona uğramamış buğday artığı ve maya hücrelerinden oluşur. Lapa içerisindeki, biyoetanolin su ve artıkların ayrılması damıtma ile yapılmaktadır. Bu işlemler sonucunda elde edilen biyoetanol %96 saflıktadır [6, 15].

Kalan artıklar yaş halde veya kurutucular vasıtası ile kurutulmuş damıtık tahıl + çözünür maddeler içeren yan ürünler elde edilir. Bu yan ürünler hayvan yemi olarak değerlendirilir. Elde edilen yan ürünler kurutulmuş elden çıkarılabileceği gibi kurutulmadan da elden çıkarılması mümkündür. Elde edilen yaş yan ürünlerin yaklaşık olarak %35'i katı muhteviyattan oluşmaktadır. Yaş olan bu yan ürünler uzun süre depolanamaz, sıcaklık değerine bağlı olarak 3-10 gün içerisinde elden çıkarılması gerekmektedir ayrıca yaş olması bakımından uzak mesafelere taşınamazlar. Besleyici özellikleri kurutma işlemi sonucu elde edilen yan ürünlerin besleyici özelliği ile aynıdır. Kurutma işlemi için harcanacak enerji yaş yan üründe harcanmamaktadır. Yan ürünlerin kurutulması işlemi yapılmazsa enerji tüketim değerlerinde tasarruf sağlanabilir ve üretim maliyetlerini optimize etme şansına sahip olunmaktadır.

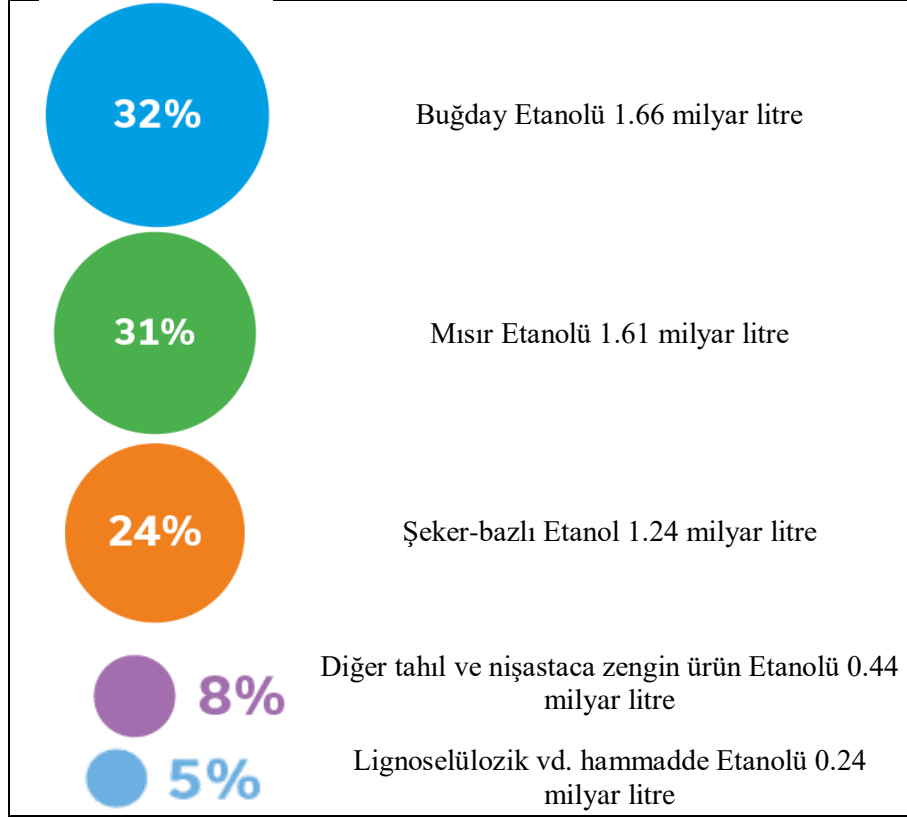
Buğdayın olumlu özellikleri şöyledir:

- Depolama imkânı,
- Dünya çapında piyasada pazarlanma kolaylığı,
- İyi tane oluşumu ve yüksek nişasta miktarına sahip olması,
- Biyoetanol üretiminde tecrübe varlığı,
- Biyoetanol üretiminde ve yüksek vasıflı yan ürünlerde iyi imalat özellikleri,
- Atık su miktarının oldukça az olması.

Olumsuz özellikleri ise şöyledir:

- Üretiminde toprağı çok zorlaması,
- Pahalı hammadde ihtiyacı,
- Birim alandan üretim miktarının düşük olması.

Tablo 2. 2016 yılında hammadde tiplerine göre Avrupa’da üretilen Biyoetanölün hammadde türlerine göre dağılımı [4].



Biyoetanölün üretimi sırasında kullanılan tarım ürünü hammaddenin fiyat ve kalitesi mevsimden mevsime değışiklik gösterebilmektedir. Tarım ürünlerinde her sene aynı verimle hasat yapmak mümkün değıildir. Ürünün miktarı ve kalitesi büyük oranda; çevre şartları, hava durumu, toprak verimliliğı, toprağın eğimi, yapılan zirai çalışmalara bağılıdır [21]. Tarım alanlarının sınırlı olması ve ekim yapılan tarım arazilerinden elde edilen hububatın gıda için kullanılmasının yanında etanol üretimi amacıyla kullanılmaya başlaması sonucu gıda ve etanol kaynakları kısıtlı hale gelmeye başlamıştır. Gelişen bu durum etanol fiyatlarında artışa neden olmuştur. Bu nedenlerden dolayı araştırmacılar, düşük fiyatlı etanol üretimi sağlayacak hammadde arayışına başlamış, sonuç olarak tarımsal artıklar, odunsu maddeler, saman, katı hayvan artıkları gibi lignoselüloz yönünden zengin hammaddelere yönelmişlerdir. Bu hammaddeler öncelikli olarak şekere dönüştürme (sakarifikasyon) ön işlemine tabii tutulurlar [22]. Bu işlemden sonra fermentasyon ortamına eklenirler. En çok kullanılan lignoselülozik materyaller pirinç samanı ve buğday samanıdır [1, 8, 23]. Lignoelülozik materyal üretiminde verim yüksektir. Ama ekonomik, verimsiz topraklara uygunluğu ve çevresel etkilerinin az olması nedeniyle tercih edilmektedir. Buğday samanının içeriğı %30 selüloz, %50 hemiselüloz ve %15 lignin'dir. Buğday samanından biyoetanöl elde edilmesi ancak ön işlemler ile mümkündür. Bu ön işlemler ile hemiselüloz ve lignin uzaklaştırılır, selülozun kristalitesi azaltılır ve hammaddenin gözenekli yapısı artırılır. Dönüştürme iki süreci içerir; birinci kısımda buğday sapının yapısındaki selülozun ayrıştırılması aşamasından sonra selüloz hidroliz (parçalanarak) edilerek glikoza dönüştürülür. Yapılan işlemler sonucu lif yapısı değıştirilerek maddenin yüzey alanı artırılır ve enzimin selülozik materyale karşı daha etkin olması sağlanır [8, 21, 24, 25].

Yapılacak ön işlem aşağıdaki etkileri oluşturmalıdır:

1. Fermentasyona uygun şeker oluşumunu artırmalı,
2. Karbonhidrat yapının bozunmasına veya azalmasına yol açmamalı,

3. Fermentasyon ve hidroliz basamaklarını yavaşlatacak maddeler üretmemeli,
4. Ekonomik özellikte olmalı [1, 8].

4. Sonuç ve Öneriler

Günümüzdeki enerji ihtiyacı düşünüldüğünde ve eldeki fosil enerji kaynaklarının tükenme süreci göz önüne alındığında alternatif enerji kaynaklarının hayatımızda ne derece önemli bir yer kapladığı ve potansiyeli anlaşılmaktadır. Fosil yakıtların yerini alması muhtemel alternatif enerji kaynağı, biyoetanol olarak gözükmektedir. Biyoetanol üretiminde hammadde ihtiyacının karşılanması konusunda temel besin maddelerinden birisi olan buğdayın verimli bir hammadde olduğu anlaşılmaktadır. Buğdayın hem tanesinden hem de üretim artığı olan buğday samanından biyoetanol üretilebilmektedir. Ayrıca biyoyakıt üretim sonucu elde edilen artıklardan yine hayvan yemi olarak faydalanma imkânı bulunmaktadır. Buğdayın bir tonundan ortalama 340 litre biyoetanol elde edilmesi bu ürünün etanol elde edilmesinde verimli bir kaynak olduğunu gösterse de buğdayın bir besin maddesi olması, üretiminde mevsimsel etkilerin önemli bir yer alması dezavantajları arasındadır. Ayrıca kurak bir mevsimde ve enerji ihtiyacının her geçen gün arttığı bir ortamda üretimindeki azalmadan kaynaklanan fiyat artışları insanlığın ileride hem besin hem enerji ihtiyacının çok daha maliyetli olmasına neden olabilecektir. Buğdayın üretim artığı olan samandan, daha verimli bir şekilde enerji elde edilmesi ve nişasta oranı yüksek, enerji üretimi amacıyla kullanılacak buğday üretilmesi konusunda çalışmaların yapılması besin-enerji ihtiyacının karşılanmasında dengeli bir oran elde edilmesine yardımcı olacaktır.

Kaynaklar

- [1] Sun Y., Cheng J. 2002. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: A review. *Bioresour Technol.*, 83 (1): 1-11.
- [2] Mohapatra S. 2019. Bioethanol From Biorenewable Feedstocks: Technology, Economics, and Challenges. *Bioethanol Prod from Food Crop*, 3-27.
- [3] Demirbas A. 2008. Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections. *Energy Convers Manag.*, 49 (8): 2106-2116.
- [4] ePURE. 2016. European renewable ethanol – key figures 2016. <https://epure.org/media/1610/2016-industry-statistics.pdf> (Erişim tarihi: 16.06.2018).
- [5] Adıgüzel A.O. 2013. Biyoetanolün Genel Özellikleri ve Üretimi İçin Gerekli Hammadde Kaynakları. *BEÜ Fen Bilim Dergisi*, 2 (2): 204-220.
- [6] Polat F., Aksu T. 2009. Yenilenebilir Enerji Kaynağından Potansiyel Yem Kaynağına Giden Yol: Damıtık Tahıllar I- Damıtık Tahılların Elde Edilişi ve Nitelikleri. *Atatürk Üniversitesi Vet Bil Derg* 4 (3):197–208.
- [7] Swain M.R., Singh A., Sharma A.K., Tuli D.K. 2019. Bioethanol Production From Rice- and Wheat Straw: An Overview. *Bioethanol Prod from Food Crop.*, doi: 10.1016/B978-0-12-813766-6.00011-4.
- [8] Meral R., Kanberoğlu G.S. 2012. Tahıllardan Etanol Üretimi Ethanol Production from Cereals. *Iğdır Univ J Inst Sci Tech.*, 2 (3): 61-68.
- [9] Zabed H., Sahu J.N., Suely A., Boyce A.N., Faruq G. 2017. Bioethanol production from renewable sources : Current perspectives and technological progress. *Renew Sustain Energy Rev.*, 71 (December 2016): 475-501.
- [10] Aditiya H.B., Mahlia T.M.I., Chong W.T., Nur H., Sebayang A.H. 2016. Second generation bioethanol production: A critical review. *Renew Sustain Energy Rev.*, 66: 631-653.
- [11] Jambo S.A., Abdulla R., Mohd Azhar S.H., Marbawi H., Gansau J.A., Ravindra P. 2016. A review on third generation bioethanol feedstock. *Renew Sustain Energy Rev.*, 65: 756-769.
- [12] van Eijck J., Batidzirai B., Faaij A. 2014. Current and future economic performance of first and second generation biofuels in developing countries. *Appl Energy*, 135: 115-141.
- [13] Buckeridge M.S., Grandis A., Tavares E.Q.P. 2019. Disassembling the Glycomic Code of Sugarcane Cell Walls to Improve Second-Generation Bioethanol Production. *Bioethanol Prod from Food Crop.*, doi: 10.1016/B978-0-12-813766-6.00002-3.
- [14] Talebnia F., Karakashev D., Angelidaki I. 2010. Production of bioethanol from wheat straw: An overview on pretreatment, hydrolysis and fermentation. *Bioresour Technol.*, 101 (13): 4744-4753.

- [15] Bulut B. 2006. Tarıma Dayalı Alternatif Yakıt Kaynaklarından Biyoetanol ve Türkiye İçin En Uygun Biyoetanol Hammaddesi Seçimi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 145s, İstanbul.
- [16] Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü. 2016. 2016 Yılı Hububat Raporu.
- [17] Sarkar N., Ghosh S.K., Bannerjee S., Aikat K. 2012. Bioethanol production from agricultural wastes: An overview. *Renew Energy*, 37 (1): 19-27.
- [18] Sanchez O.J., Cardona C.A. 2008. Trends in biotechnological production of fuel ethanol from different feedstocks. *Bioresour Technol.*, 99 (13): 5270-5295.
- [19] Özberk F., Karagöz A., Özberk İ., Atli A. 2016. Buğday Genetik Kaynaklarından Yerel ve Kültür Çeşitlerine; Türkiye’de Buğday ve Ekmek. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (2): 218-233.
- [20] Manochio C., Andrade B.R., Rodriguez R.P., Moraes B.S. 2017. Ethanol from biomass: A comparative overview. *Renew Sustain Energy Rev.*, 80 (November 2016): 743-755.
- [21] Tomas-Pejo E., Oliva J.M., Ballesteros M. 2008. Realistic approach for full-scale bioethanol production from lignocellulose: A review. *J Sci Ind Res (India)*, 67 (11): 874-884.
- [22] Jiang B., Yu J., Luo X., Zhu Y., Jin Y. 2018. A strategy to improve enzymatic saccharification of wheat straw by adding water-soluble lignin prepared from alkali pretreatment spent liquor. *Process Biochem.*, doi: 10.1016/j.procbio.2018.05.007.
- [23] Ballesteros I., José Negro M., Miguel Oliva J., Cabanas A., Manzanares P., Ballesteros M. 2016. *Biomass Fractionation Technologies for a Lignocellulosic Feedstock Based Biorefinery*. Elsevier Science.
- [24] Xu C., Arancon R.A.D., Labidi J., Luque R. 2014. *Chem Soc Rev Lignin depolymerisation strategies : towards valuable chemicals and fuels*. *Chem Soc Rev.*, doi: 10.1039/C4CS00235K.
- [25] Li X., Zheng Y. 2017. Lignin-enzyme interaction: Mechanism, mitigation approach, modeling, and research prospects. *Biotechnol Adv.*, 35 (4): 466-489.