

# Yenilenebilir Enerji Kaynağından Potansiyel Yem Kaynağına Giden Yol: Damıtık Tahıllar I- Damıtık Tahılların Elde Edilişi ve Nitelikleri

Ferhat POLAT<sup>1✉</sup>, Taylan AKSU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, HATAY

<sup>2</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, HATAY

**ÖZET:** Akaryakıt olarak kullanılacak etanol, nişasta gibi şekere dönüştürülebilen veya şeker içeren her biyolojik kaynaktan üretilebilmektedir. Bunun yanı sıra, tarımsal atıklar ve odun atıkları ile hızlı büyüyen ağaçlar ve otlar gibi selülozca zengin malzemelerden de elde edilebilmektedir. Temelde iki çeşit yöntemle etanol üretimi söz konusudur. Bunlar, yaş ve kuru öğütme yöntemleridir. Özellikle kuru öğütme yöntemi ile etanol üretimi esnasında elde edilen ürünler, hayvan beslemede yeni ve değerli bir yem potansiyeli oluşturmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** *Damıtık tahıl, DDGS, Etanol*

## The Way from Renewable Energy Sources to Potential Feed Opportunities: Distillers Grains

### I- Obtaining Distiller Grains and Their Properties

**SUMMARY:** Ethanol to be used as fuel can be produced from each source that can be converted into sugar or from that of biological origin containing sugar. Besides, ethanol can be produced from cellulose-rich materials such as agricultural wastes, wood wastes, fast-growing trees and herbs. Basically, two types of ethanol production are used. These are wet and dry grinding methods. Especially those products obtained during dry grinding method have potential as a new and valuable kind of feed for animal nutrition.

**Key words:** *Distillers grains, DDGS, Ethanol*

#### GİRİŞ

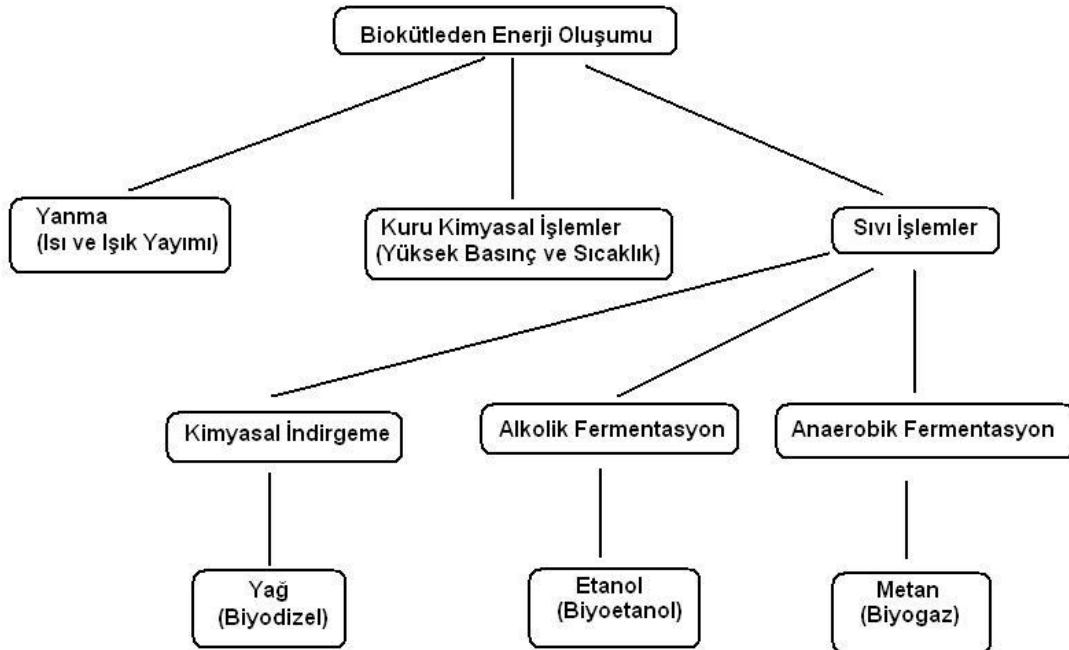
Hızla artan dünya nüfusu ve enerji tüketimi, sınırsız gibi görünen yakıt kaynaklarının giderek tükenebileceği riskini de beraberinde getirmiştir. Bu nedenle son yıllarda alternatif olarak kullanılacak birçok yeni enerji kaynağının arayışı başlamıştır. Bu

arayışlar içerisinde yenilenebilir enerji kaynakları önemli bir ilgi alanı oluşturmaktadır. İnsanoğlunun ihtiyacı olan enerjiyi her daim yenilenebilir bir kaynaktan elde edebilme ihtimali oldukça umut vaat edicidir. Bu kapsamda biokütleden enerji elde edilmesi ön plana çıkmıştır. Biyokütle tanım olarak, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yolu

ile kimyasal enerjiye dönüştürerek depolaması sonucu meydana gelen biyolojik kütle ve buna bağlı organik madde kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Yaygın olarak biyokütle, biyoyakıt elde etmek amacı ile yetiştirilen bitkiler ile lif, ısı ve kimyasal elde etmek üzere kullanılan hayvansal ve bitkisel ürünleri ifade eder (Aydın, 2008). Biyoyakıtların üretiminde, yağlı tohumlu bitkiler (kolza, soya, ayçiçeği, aspir vs.), nişasta ve şeker içeriği yüksek bitkiler (buğday, mısır, sorgum, pancar vs.), hızlı ve çok selülozik madde üreten bitkiler (ağaçlar, fil çimi, dallı darı vs.) ile hayvansal ve bitkisel atıklar kullanılmaktadır (Babaoğlu ve ark., 2007). Bütün bu yenilenebilir enerji kaynakları arasında tahıllardan etanol elde edilmesi özel bir yere sahiptir. Etanol tahıllardaki nişastanın fermantasyonu ile üretilen bir alkol olup, üretimi esnasında elde edilen yan ürünleri ile hayvan besleme alanında

dikkat çekmektedir. Bu derlemede nişasta içeriği yüksek tahıllardan özellikle mısırdan elde edilen etanolün üretim aşamaları ve "Damıtık Tahıllar" olarak adlandırılan bu yan ürünlerin ruminantlar açısından hayvan beslemede kullanım potansiyelleri incelenecektir.

**Etanol:** Etanol, suda her oranda çözünebilen ve kimyasal sembolü  $C_2H_5OH$  olan bir alkoldür. Hidroksietil, etil alkol ya da bitkisel alkol olarak da bilinir. Kaynama ısı  $78,4^{\circ}C$ , donma ısı  $-114,5^{\circ}C$ 'dir. İlaç sanayinden alkollü içki endüstrisine, evlerde termometre sıvısı olarak kullanımından çözücü madde özelliklerine kadar çok çeşitli alanlarda yaygın bir biçimde kullanımı mevcuttur. Alternatif yakıt olarak kullanılan etanol alkolik fermantasyonla üretilmektedir (Anonim1. 2009). Üretilen etanol çeşitli oranlarda benzin ile karıştırılarak kullanılmakta olup bu ürün biyobenzin ya da biyoetanol ismini almaktadır.



**Şekil 1.** Biyokütleden enerji üretimi için uygulanan işlemler ve ürünler.

**Figure 1.** Processes used for energy production from the bio-mass and their products.

### **Biyobenzin/Biyoetanol:**

Akaryakıt olarak kullanılacak etanol, nişasta gibi şekere dönüştürülebilir veya şeker ihtiva eden her biyolojik kaynaktan üretilebilmektedir. Bunun yanı sıra tarımsal atıklar ve odun atıkları ile hızlı büyüyen ağaçlar ve otlar gibi selülozca zengin malzemelerden de üretilebilmektedir (Acaroğlu ve ark., 2004). Temelde iki çeşit yöntemle etanol üretimi söz konusudur. Bunlar yaş ve kuru öğütme yöntemleridir. Bir bushel (25,4 kg) mısırdan yaş öğütme işlemi ile 2,5 galon (9,5 litre etanol ve yan ürün olarak mısır gluteni ile mısır yağı), kuru öğütme işlemi ile 2,8 galon (10,6 litre etanol ve yan ürün olarak DGS) etanol üretilir (Bothast ve Schlicher, 2005). Biyoetanol içeriğindeki yüksek oksijenden (%35) dolayı motorlarda benzinin yerine kullanılma oranına bağlı olarak zehirli egzoz gazlarının emisyonunu da azaltmaktadır (Şeker-iş Araştırma Grubu, 2006). Bunun dışında etanol dizel yakıtlara da katılabilmektedir (Çelikten, 2004).

### **Dünyada ve Türkiye’de Etanol Üretimi:**

2004 yılı verilerine göre etanol üretiminde en fazla pay sahibi olan ülkeler; Brezilya (%37), Amerika Birleşik Devletleri (%33), Çin (%9) ve Hindistan (%4), AB ülkeleri arasında ise %2’lik pay ile Fransa’dır (Taşdan, 2005). ABD’de mevcut 112 kuru öğütmeli etanol tesisinin toplam kapasitesi 5.53 milyar galon/yıldır. İnşa veya kapasite artırımı çalışmaları süren 83 tesisin de faaliyete geçmesiyle birlikte bu toplam kapasiteye iki yıl içinde 6,0 milyar galon/yıl daha eklenecektir. Bu etanol tesislerinin damıtık tahıl ve yan ürünleri üretimi 2006 yılında 8,5 milyon ton iken, 2010 yılı itibarıyla 36 milyon tona çıkarılması öngörülmektedir (DDGS Kullanıcı El Kitabı, 2008). Türkiye’de etanol üretimi, yüksek kapasiteli yatırımlar bulunmasına rağmen, talep yetersizliğinden dolayı

henüz düşük seviyede olup, 2008 yılı için bu rakam 132.000 m<sup>3</sup> (Anonim2. 2009) olarak telaffuz edilmektedir. 2004 yılından bu yana Türkiye’de üretilmekte olan biyoetanol yürürlükteki ÖTV uygulaması nedeniyle benzinlere yüzde 2 oranında harmanlanabilmektedir (Şeker-iş araştırma grubu, 2006). Oysa benzine %3 harmanlama yapıldığında Türkiye’nin petrol ithalatının 358 milyon dolar azalacağı belirtilmektedir. Yüzde 5 harmanlama yapıldığında ise petrol ithalatı yılda 596 milyon dolar azalacağı gibi 313 milyon TL’de katma değer oluşturulabilecektir (TOBB, 2008). Ayrıca dizel araçlarda da %15 oranında etanol kullanılmaya başlanmıştır (Anonim2. 2009). Türkiye’de benzin ihtiyacı 4 milyon ton, dizel ihtiyacı 15 milyon tondur. Benzin ve dizel ihtiyacının %23’ünün yenilenebilir kaynaklardan karşılanması halinde tane yem ihtiyacı 2.300.000 ton ve yağlı tohum ihtiyacı 11.500.000 ton olacaktır (Coşkun, 2007).

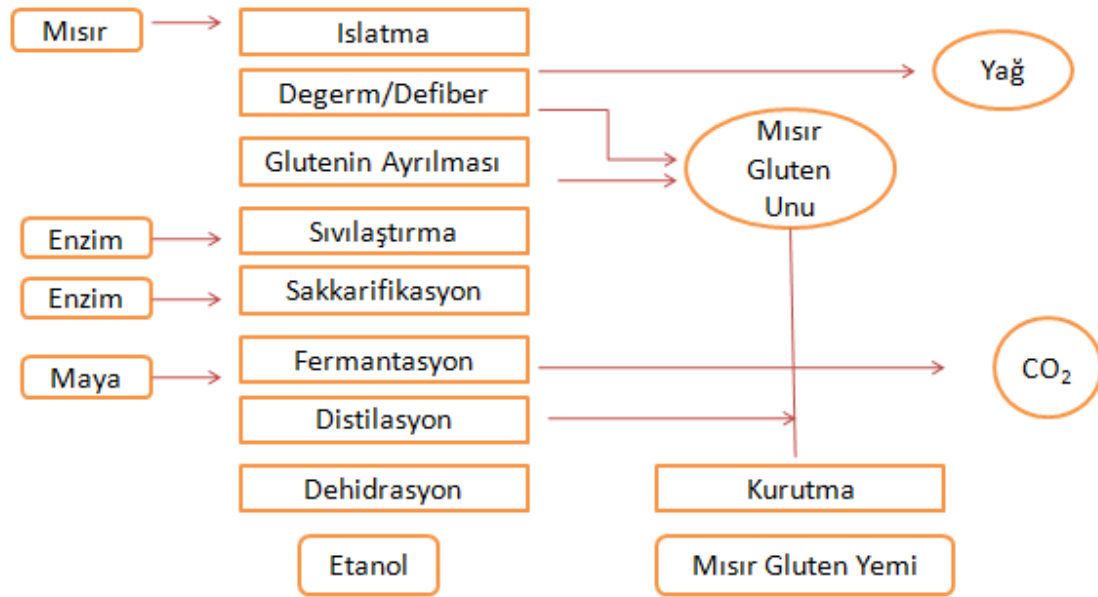
Etanol tahıllardan en yaygın olarak mısır (ABD’de üretimin yaklaşık %90’ı) olmak üzere tek başına veya kombinasyon şeklinde bölgeye, ürün yoğunluğuna, fiyatına bağlı olarak sorgum, buğday, arpa ve çavdar gibi farklı tahıllardan da elde edilebilmektedir. Tahıllar karışık olarak etanol üretiminde kullanıldığında, en yüksek oranda kullanılan tahılın ismini taşıyan yan ürünler elde edilir (Çiftçi ve Tüzün 2006). Etanol üretimi amacıyla tahılların nişastaları alınır. Nişasta, tahıl (mısır) tanesinin ana karbonhidrat içeriğidir ve tane ağırlığının kuru madde bazında %72’sini oluşturur (Bothast ve Schlicher, 2005). Tahıllar alkole fermente edildiğinde yaklaşık olarak kuru maddenin üçte biri oranında yan ürün elde edilmektedir. Tahılın nişastası alındıktan sonra kalan kısım, orijinal taneye kıyasla protein, yağ, vitamin ve mineralce zengin olup (yaklaşık 3 katı),

hayvan beslemede önemli bir yem olarak değerlendirilmektedir. Mevcut durumda üretilen yan ürünlerin %40'ı kuru-tulmadan yaş durumda etanol fabrikalarının yakınında yer alan besi ve süt sığırıcılığı işletmelerine satılmaktadır. Geri kalan %60'lık kısım ise kurutulmaktadır (Çiftçi ve Tüzün, 2006). Tahıllardan etanol ve tahıl yan ürünlerinin elde edilmesi amacıyla temelde iki yöntem uygulanmaktadır. Bunlar yaş öğütme (wet milling) ve kuru öğütme (kuru serme – dry grind/milling process) yöntemleridir. İki yöntem arasında uygulama, elde edilen son ürünler ve üretim işlemlerinin maliyetleri bakımından bazı farklılıklar mevcuttur (Bothast ve Schlicher, 2005).

### Yaş Öğütme Yöntemi:

Yaş öğütme işlemleri tanenin bileşenlerine (nişasta, selüloz, gluten ve

germ) ayrılması zorunluluğu nedeniyle maliyeti daha yüksek bir yöntemdir. Bu yöntemde mısırın ıslatılması işleminden sonra germ yani embriyo kısmı mısır tanesinden ayrılır. Ayrılan embriyodan mısır yağı ekstrakte edilir ve kalan kısım mısır gluteni olarak kullanılır. Ayrıca gluten yüksek protein içerikli mısır gluten ununu oluşturmak üzere de işleme alınabilir. Bu işlemlerden sonra kalan nişasta sıvılaştırma, sakkarifikasyon ve fermantasyon işlemlerine tabi tutularak etanol üretiminde kullanılır (Bothast ve Schlicher, 2005). Yaş öğütme yöntemi ile üretilen etanol miktarı kuru öğütme yöntemine göre çok az oranda fark etmekte olup, maliyeti daha yüksektir (Dale ve Tyner, 2006).



(Dale ve Tyner, 2006)

**Şekil 2.** Yaş Öğütme Yöntemi ve Aşamaları.

**Figure 2.** Wet grinding methods and its steps.

### Kuru Öğütme Yöntemi:

Yaygın olarak uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntemde, tahıl lapayı

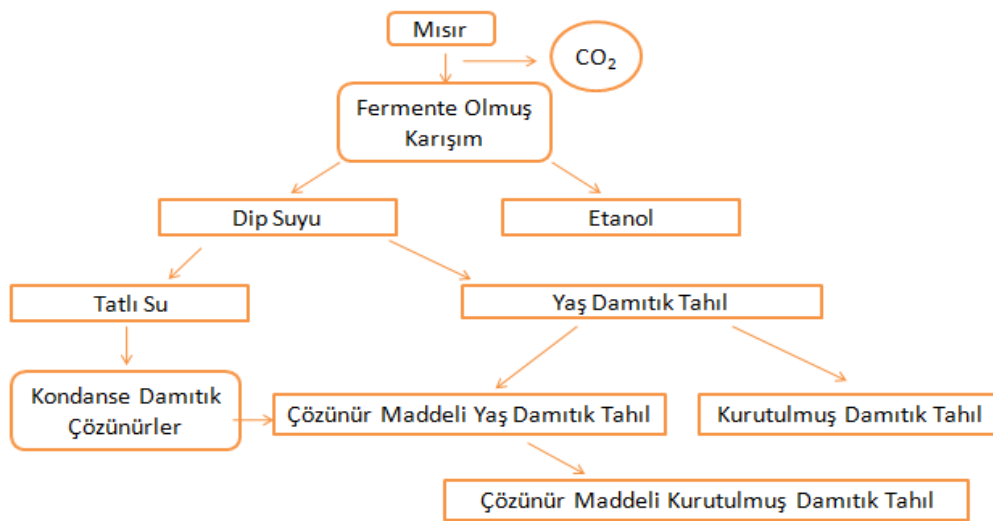
teşkil ettirmek için su ile karıştırılır. Lapa ısıtılır ve nişastayı şekere dönüştürmek üzere enzim ilavesi yapılır. Nişasta, basit

şekerlere dönüştükten sonra maya ilavesi yapılarak şekerlerin fermentasyonu sonucunda etanol ve katı maddelerin bir karışımını içeren ürün elde edilir. Bu ürün daha sonra distile ve dehidre edilerek etanol kısmı ayrılır. Etanolün ayrılmasından sonra kalan kısma "Dip Suyu" (Whole Stillage) adı verilir. Bir sonraki aşamada santrifüj ve pres yöntemleri ile bu kısımdan katı maddeler ayrılır. Kalan sıvı kısım Seyreltik Dip Suyu/ Tatlı Su (Thin Stillage) ismini alırken katı kısım ise Yaş Damıtık Tahıl (Wet Distillers' Grain, WDG) adını alır (Bothast ve Schlicher, 2005). Yaş damıtık tahılın kurutulması ile Kurutulmuş Damıtık Tahıl (Dried Distillers' Grains, DDG) elde edilir. Hem WDG'ye hem de DDG'ye seyreltik dip suyundan ayrılan kondanse damıtık çözümler ilave edilerek çözümlü maddeli yaş (Wet Distillers' Grains with Solubles, WDGS) veya kurutulmuş damıtık tahıllar (Dried Distillers' Grains with Solubles, DDGS) üretilir. Geleneksel yöntemle elde edilen son ürünler olan DDG ve DDGS taşıma, depolama gibi kullanım kolaylıkları açısından diğer yan ürünlerden daha avantajlıdır. Bu ürünler yağ, selüloz ve protein bakımından

zengin yemlerdir. Ancak yeni fraksiyonlama yöntemlerinin gelişmesi ile daha değerli ürünlerin elde edilmesine çalışılmaktadır. Bu yeni modifiye fraksiyonlama yöntemlerine, E-Mill adı verilen enzimatik kuru işleme (Quick Germ Quick Fiber; QGQF) ve 3D (Dry Defiber Degerm Process) yöntemi örnek verilebilir. Bu modifiye yöntemlerde selülozun bir yan ürün olarak elde edilmesi söz konusudur. Modifiye yöntemlerle yapılan çalışmada elde edilen verilere göre DDGS' nin protein içeriği %28'den %41'e; yağ içeriği ise %12'den %14'e yükseltilmiştir. Bu sonuçlar azaltılan selüloz içeriği sayesinde DDGS'nin non-ruminant hayvanların beslenmesinde bir protein katkısı olarak seçenek oluşturabileceğini göstermektedir (Singh ve ark., 2007).

#### Kuru Öğütme Yöntemi Aşamaları:

Günümüzde tahıllardan elde edilen etanolün büyük kısmı geleneksel kuru öğütme yöntemi ile üretilmektedir. Kuru öğütme işlemi sırasıyla önce mısırın temizlenmesi ve hazırlanması, sivilaştırma, sakkarifikasyon, fermentasyon, distilasyon ve santrifüj aşamalarını içerir.



(Coşkun, 2007; Erickson ve ark., 2007).

**Şekil 3** . Kuru öğütme yöntemi ile mısırdan elde edilen yan ürünler.  
**Figure 3.** By-products obtained from corn by dry grinding method.

## **Kuru Öğütmeli Yöntemle Elde Edilen Yan Ürünler**

### **Seyreltik Dip Suyu (Tatlı Su- Thin Stillage) :**

Bu kısım, fermente olmamış glikoz üniteleri ve suda çözünebilir proteinleri içermektedir. KM düzeyi %5-10 olup, besleme çalışmalarında su yerine kullanılabilir. Yapılan önceki çalışmalar su yerine bu yan ürünün kullanımının KM alımını herhangi bir yan etki olmaksızın azalttığını göstermiştir. Ancak hayvanlar bu yan ürünü tüketebilmek için uzun bir adaptasyon süresine ihtiyaç duyarlar (Tjardes ve Wright, 2002). Mısırdan elde edilen Thin Stillage buğdaya göre daha düşük oranda HP ve NDF düzeyine sahiptir.

Sahip olduğu aminoasit kompozisyonu orijinal taneye yakındır. Kalitesiz çayır mera veya kötü kaliteli kaba yemle beslenen ruminantlarda, ilave enerji ve protein kaynağı olarak kullanılabilir (Mustafa ve ark., 2000).

### **Kondanse Damıtık Çözünürler (Condensed Distillers' Grains - CDS)**

Seyreltik dip suyunun evaporasyonla yoğunlaştırılması sonucu oluşan, şurup kıvamında ve %23-45 KM içeren bir üründür. Kuru maddede %20-30 HP içermektedir. Proteinin %20'si kolay yıkılanmayan özelliindedir. Sıvı yapısı sayesinde tozumanın kontrolünde yararlı olur ve besi sığırı rasyonlarında sıvı melas ürünlerinin yerini alabilir. Özellikle düşük kaliteli kaba yemlerle birlikte kullanılabilir. Ancak rasyonlarda kullanım oranı %10'u geçmemelidir (Lardy, 2007).

### **Yaş Damıtık Tahıl (WDG) ve Çözünür Maddeli Yaş Damıtık Tahıl (WDGS)**

Dip suyundan seyreltik kısım ayrıldıktan sonra kalan üründür. WDGS, %30 kuru madde içermekte olup, kuru

maddede yaklaşık olarak %65 oranında yaş damıtık tahıl ve %35 oranında çözünür madde içerir. Besin madde içeriği, DDGS ile yaklaşık aynı düzeydedir (Al Suwaiegh ve ark., 2002). Damıtık tahılların çoğunluğu kuru formda üretilse de bazı bölgelerde yaş damıtık tahıl formu da kullanılabilir. Bu kullanım şekli, kurutulmuş damıtık tahıl üretiminde kullanılan enerji maliyetini azaltabilir. Ancak, bu ürünün kullanımı bozulma, taşıma ve kullanım problemlerini de beraberinde getirmektedir (Linn ve Chase, 1996). Bu nedenle, yaş ürün haftalık olarak alınmalı ve tazeliğinden emin olunmalıdır. Yaş damıtık tahılın; sindirilebilir enerji (SE), metabolize olabilir enerji (ME) ve Net Enerji Laktasyon (NEL) değerleri sırası ile 3.8, 3.4 ve 2.1 Mcal/kg'dır (Schroeder, 2003).

### **Kurutulmuş Damıtık Tahıl (DDG) ve Çözünür Maddeli Kurutulmuş Damıtık Tahıl (DDGS)**

Kuru değirmencilik yönteminin son ürünü Kurutulmuş Damıtık Tahıldır. Etanol endüstrisindeki gelişmeye paralel olarak üretimi artan bu yem hayvan besleme açısından oldukça değerlidir. Tahılın 2/3'lük kısmı etanole fermente olduğu için kalan kısım orijinal taneye oranla 3 katı daha yoğun besin maddesi içermektedir. Kurutulmuş damıtık tahıllar %90-95 kuru maddeye sahiptir (Klopfenstein ve Grant 2001). Kuru öğütmeli yöntemle 100 kg mısırdan yaklaşık olarak 40,2 L etanol, 32,3 kg DDGS ve 32,3 kg CO<sub>2</sub> üretilir (Schingoethe, 2006). Ürünün kurutulmuş formda olması taşıma, depolama ve kullanım açısından kolaylıklar sağlar. Damıtık tahıl ve çözünür maddeleri Yaş (WDGS- %30 KM), modifiye (MDGS/MWDGS- %50 KM) ya da kuru formda (DDGS- %90 KM) piyasaya sunulmaktadır (Tjardes ve Wright,

2002). Bütün formlar KM bazında besin madde içerikleri açısından benzerlik göstermektedir (Al Suwaiegh ve ark., 2002).

Damıtık tahılların piyasaya sunulan bir diğer formu MDGS ya da MWDGS olarak isimlendirilen "Çözünür Maddeli Modifiye Yaş Damıtık Tahıl"dır. Bu yem yaş damıtık tahılın KM oranının %50 olarak modifiye edilmiş halidir. Her ne kadar nem içeriği yaş damıtık tahıla oranla azaltılmış olsa da MDGS kullanımı da bu yüksek nem içeriğinin beraberinde getireceği sorunlarla karşı karşıyadır.

Damıtık tahıl ve çözünür maddelerinin hayvan beslemede daha

etkin kullanımı için çiftliğin tesise olan uzaklığı, çiftliğin depolama koşulları, tahmini besleme düzeyi ve kullanım ekipmanları gibi birçok faktör göz önünde bulundurulmalıdır (Kononoff ve Janicek, 2005). Genel anlamda yaş damıtık tahıllar, üretildiği etanol tesisine 160 km yarıçapındaki alanlarda bulunan çiftlikler için tercih edilebilecek ekonomik bir yemdir (NCGA broşür, 2008). Bu alan içerisinde kullanılan WDGs'nin kullanım etkinliği %30-40 iken; bu alan dışındaki çiftliklerde kullanım etkinliği %20-30 olarak belirlenmiştir (Vander Pol ve ark., 2006).

**Tablo 1.** Mısırdan Elde Edilen Ürünlerin Kuru Madde Bazında Besin Değerleri  
**Table 1.** The nutritive values of corn products based on dry matter

	<i>CDS</i>	<i>WDG</i>	<i>MDGS</i>	<i>DDG</i>	<i>DDGS</i>
<b>Kuru Madde (KM), %</b>	30-50	25-35	50	88-90	88-90
<b>Ham Protein (HP), %</b>	20-30	30-35	30-35	25-35	25-32
<b>Kolay Yıkılabilir Protein (DIP), % of HP</b>	50	45-53	45-53	40-50	43-53
<b>Yağ, %</b>	9-15	8-12	8-12	8-10	8-10
<b>Nötral Deterjan Fiber (NDF), %</b>	10-23	30-50	30-50	40-44	39-45
<b>Total Sindirilebilir Besin Maddeleri (TDN), %</b>	75-120	70-110	70-110	77-88	85-90
<b>Net İdame Enerjisi (NEm), Mcal/lb</b>	1.00-1.15	0.90-1.10	0.90-1.10	0.89-1.00	0.98-1.00
<b>Kazanılan Net Enerji (NEg), Mcal/lb</b>	0.80-0.93	0.70-0.80	0.70-0.80	0.67-0.70	0.68-0.70
<b>Kalsiyum, %</b>	0.03-0.17	0.02-0.03	0.02-0.03	0.11-0.20	0.17-0.26
<b>Fosfor, %</b>	1.3-1.45	0.5-0,8	0.5-0,8	0.41-0.80	0.78-1.08

(Tjardes ve Wright, 2002)

**Tablo 2.** DDG, DDGS ve CDS'nin besin madde içerikleri (KM'de)  
**Table 2.** The nutritive components of DDG, DDGS and CDS (DM basis)

	<b>Kurutulmuş Damıtık Tahıl</b>	<b>Çözünür Maddeli Kurtulmuş Damıtık Tahıl</b>	<b>Kondanse Damıtık Çözünürler</b>
KM (%)	94	92	93
HP (%)	23	25	30
NEL (Mcal/lb)	0,90	0,93	0,93
TDN (%)	86	88	88
YAĞ (%)	10	10	9
ADF (%)	17	18	7
NDF (%)	43	44	23

(Al-Suwaiegh ve ark., 2002)

Depolama işlemi; yan ürünlerin kullanımındaki önemli faktörlerden biridir ve hangi yan ürünün tercih edilmesi gerektiğinin de referansıdır. Kurutulmuş ürünler, yaş ürünlere kıyasla daha uzun süreler depo edilebilmektedir. Yaş damıtık tahıl (WDG), çözünür maddeleri içersin ya da içermesin %70 nem oranına sahiptir (Tjardes ve Wright, 2002). Çevre şartlarına bağlı olarak 5-7 günden uzun sürelerde tazeliğini ve lezzetini kaybetmektedir. Bunun yanında prezervatif maddelerin ilavesi ürünün raf ömrünü uzatabilmekte ancak maliyetini de arttırmaktadır (Schingoethe, 2004). Yaş ürünler soğuk havalarda donabilmekte ve yem karışımında homojenizasyon sorunu oluşturmaktadır. WDG için uygun konservasyon yöntemi silaj çuvallarında depolamaktır. Bu şekilde aylarca depolanabilen WDG, hacmi arttırmak için başka yemlerle birlikte de çuvallanabilir (Tjardes ve Wright, 2002). DDG ise çözünür maddeleri olsun ya da olmasın nem içeriğinin %10-12 kadar olması nedeniyle kolaylıkla depolanabilmekte, taşınabilmekte ve yeme katılabilmektedir. Ancak bu ürünlerin elde edilışı sırasında yaş ürünlere kıyasla ayrıca bir kurutma maliyeti söz konusudur. Buna ilave olarak küçük partikül yapısı nedeniyle rüzgâra maruz kalınan yerlerde depolanması zordur. Genel olarak eşya tenekeleri ya da yük depolama kulübeleri bu iş için en uygun yerlerdir (Tjardes ve Wright, 2002).

#### **Damıtık Tahılların Besin Madde Kompozisyonları:**

Damıtık tahıllar genel olarak nişastadan yoksun olmalarına rağmen iyi bir enerji, protein, selüloz ve fosfor kaynağıdır. Besin madde içerikleri orijinal taneye kıyasla 3 katı daha yoğundur. Besin madde yoğunlukları, tahılın tipi, işleme yöntemi, tahıl kalitesi, fermantasyon işlemi, kurutma ısı ve

kurutma süresince fermente olmayan kısma tekrardan karıştırılan çözünür madde miktarı gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Linn ve Chase, 1996). Mikrobiyel protein (MP), besi sığırlarının öncelikli protein kaynağıdır. Bununla birlikte kaba yem ağırlıklı rasyonlar hayvanın ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde mikrobiyel protein üretimine izin vermez. Özellikle kötü kaliteli kaba yem tüketen sığırlarda rasyon sindirilebilirliğinin ve performansın artırılabilmesi için genellikle rumende yıkımlanabilir protein (RDP) katkısına ihtiyaç duyulur. Çoğu zaman hayvanın metabolize olabilir protein ihtiyacı için mikrobiyel protein ve rumende yıkımlanmayan proteinin (RUP) katkısı gereklidir. Yaşlı sığırlar için RDP yönünden zengin bir protein kaynağı ilavesi besin madde ihtiyaçlarını karşılamaya yeterli iken; düveler ve genç ineklerin büyüme, doğum ve laktasyon için gerekli besin maddesi ihtiyaçlarını karşılayabilmek için RUP ilavesi gerekmektedir (Tjardes ve Wright, 2002).

Damıtık tahıllar RUP yönünden zengin bir kaynaktır. Ham proteinin yaklaşık %55'i RUP formundadır (Klopfenstein ve Grant 2001; Schingoethe, 2001). Rasyonda damıtık tahıl kullanımı oransal olarak RUP miktarını arttırmaktadır. RUP miktarındaki bu artışın hayvan performansında olumsuz bir etkiye neden olup olmayacağı ve rasyona WDGS ile birlikte üre gibi kolay yıkımlanabilir azot kaynaklarının katılmasının bu olumsuzluğu giderip gidermeyeceği önemli bir konudur (Shaw, 2006). Ruminantların sindirilemeyen yem proteini (Undegradable Intake Protein- UIP) ve Sindirilebilen yem proteini (Degradable Intake Protein- DIP) ihtiyaçları uygun şekilde karşılandığında fazla N atılımı azaltılmaktadır. Vejetatif formdaki kaba yemler, rumende yüksek oranda



parçalanabilen protein içerir. Yüksek kaliteli kaba yem ağırlıklı rasyon tüketen ruminantlara enerji ilavesi rumen mikroorganizmalarını indükleyerek hem azot hem de enerji etkinliğini arttırmaktadır. DDG, enerji ve UIP açısından oldukça ideal bir kaynaktır (Greenquist ve ark., 2007). Damıtık tahıllarda protein kalitesi oldukça iyi olmasına rağmen genel olarak mısır yan ürünlerinde olduğu gibi lizin sınırlayıcı amino asit olarak göze çarpmaktadır (Linn ve Chase, 1996; Shurson ve Noll, 2005). Ancak yeni nesil damıtık tahıllar ve ürünleri lizin ve metiyonin yönünden daha iyi durumda bulunmaktadır. Özellikle mısır yan ürünlerinin lizin ve metiyonin yönünden yetersiz olduğu göz önünde bulundurularak DDGS içeren rasyonlara lizin ve metiyonin ilavesi yapılmalıdır. Damıtık tahılların kurutma işlemi esnasında fazlaca ısıtılması protein kullanılabilirliğini azaltarak rumen mikrobiyel varlığının azottan faydalanma oranını düşürmektedir. Bu durum laboratuvarlarda Asit Deterjanda Çözünmeyen Azot (Acid Detergent Insoluble Nitrogen- ADIN) ve Asit Deterjan Ham Protein (Acid Detergent Crude Protein - ADCP) yöntemleri ile belirlenir (Garcia, 2005). DDGS'in uygun protein değerini hesaplamak için laboratuvarında tespit edilen ADIN değeri 6.25'le çarpılır. Hesaplanan bu değer, DDGS'deki kullanılmayan ham protein miktarını temsil eder (DDGS Kullanıcı El Kitabı, 2008). DDG veya DDGS'nin hayvansal performansı baskı altına alacak kesin ADIN oranı bilinmemektedir. İyi ve yüksek kalitedeki damıtık tahıllarda renk, balımsı altın sarısından karamelize altın sarı renge kadardır. Koyu kahve tonları ısı hasarının bir göstergesidir (Lardy, 2003). Mısır danelerinin rengi, çeşide bağlı olarak farklılıklar gösterir ve bunun da son ürün DDGS'nin rengi üzerinde belirli bir etkisi vardır. Mısır-sorgum karışımından elde edilen DDGS, birçok sorgum çeşidinin bronz renkli olması itibarıyla, mısır

DDGS'sinden biraz daha koyu renkli olur. DDGS üretiminde, tahıl içeriğine katılan çözümlü madde miktarının yüksek olması da rengi koyulaştırır (DDGS Kullanıcı El Kitabı, 2008).

Damıtık tahıllar iyi bir protein kaynağı oldukları kadar çok iyi de bir enerji kaynağıdır. Yüksek enerji niteliğini kolay sindirilebilir özellikteki Nötral Deterjan Fiber (NDF, %39) ve yüksek yağ (%10-12) içeriği sağlar (Klopfenstein ve Grant 2001; Schingoethe, 2006). Damıtık tahıllar yüksek düzeyde sindirilebilir NDF (%40-45) ve yağ (%10-15) düşük oranda da lignin içerir. Bu yemlerdeki lignin oranı düşüktür. Damıtık tahılların bu özelliği, mısır yerine kullanımında içeriğindeki selülozun sağladığı uygun rumen şartları nedeniyle, asidozis, laminitis ve karaciğer apseleri vakalarını azaltacağı gibi rasyonlarda konsantre yemlerin yerine kullanılmasının dışında kaba yemlerin yerine de kullanılabilmesini sağlar (Klopfenstein ve Grant, 2001; Schingoethe, 2004). Ancak yüksek selüloz içeriğine rağmen damıtık tahıllarda partiküller küçük boyutludur ve bu nedenle fiziksel olarak rasyona yeterli efektif selüloz sağlanamayabilir. Rumende damıtık tahıl NDF'si başlangıçta yavaş, ilerleyen sürelerde ise hızlı şekilde fermente olur. Bu düşük başlangıç hızı küçük parçalı yapısıyla birleştiğinde damıtık tahıllardaki NDF'nin etkinliğini oldukça sınırlar (Schingoethe, 2004). Selülozca yetersiz rasyonlarda, DDGS'den gelen NDF'nin mısır silajından gelen NDF'nin %68'i oranında etkin olduğu; selülozu yeterli rasyonlarda ise bu etkinliğin mısır silajının %21'i kadar olduğu belirlenmiştir (Staples ve ark., 1995).

Damıtık tahıllar kalsiyum bakımından fakir, fosfor ve sülfür bakımından zengin yemlerdir. Bu özelliklerinden dolayı kaba yem ağırlıklı beslenen sığırlarda ilave fosfor kaynağı kullanımına gerek olmayabilir (Tjardes ve Wright, 2002;

Schingoethe, 2004b). Ancak, yüksek oranda mısır kullanılan yem karmalarında damıtık tahıldan kaynaklanabilecek fazla fosfor atılımı göz önünde bulundurulmalıdır (Tjardes ve Wright, 2002). Damıtık tahıllar kükürt açısından da zengin yem maddeleridir. Rasyon kökenli kükürdün fazlalığı ruminantlarda bakırın emilimini ve metabolize olmasını azaltmakla birlikte, polioensefalomalaziye de neden olmaktadır (Tjardes ve Wright, 2002; Shurson ve Noll, 2005).

Sonuç olarak, karbon temelli yakıtların tükenme ihtimali ve bunun sonucunda yoğunlaşan alternatif enerji kaynağı arayışları içerisinde yenilenebilir materyalden enerji eldesi insanlara bir seçenek sunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında biyolojik kaynaklardan elde edilen etanol, üretimi esnasında oluşan yan ürünlerinin de değerlendirilebilirliği ihtimali nedeniyle oldukça dikkat çekmektedir. Özellikle kuru öğütme yöntemi ile etanol üretimi esnasında elde edilen ürünlerin, hayvan beslemede yeni ve değerli bir yem potansiyeli taşıyabileceği öngörülmektedir. Ancak, bu potansiyel yem maddelerinin en uygun şekilde kullanılabilirliğinin ve oluşturabileceği olumsuz etkilerin ortaya konulması için yeni çalışmalar yapılması gereklidir.

## KAYNAKLAR

- Acaroğlu M., Oğuz H., Ünalı M., 2004. Türkiye İçin Alternatif Bir Yakıt: Biyoetanol, Yakıt Olarak Kullanımı ve Emisyon Değerleri. Ege Üniversitesi Biyoenerji 2004 Sempozyumu.
- Al-Suwaiegh S., Fanning KC., Grant RJ., Milton CT., Klopfenstein TJ. 2002. Utilization of distillers grains from the fermentation of sorghum or corn in diets for finishing beef and lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 80:1105-1111.
- Anonim 1., 2009. Etil Alkol. Nedir Bilelim. <http://www.nedirbilelim.com/dizin2/etil-alkol-etanol.html>. [Erişim: 17 Ekim 2008].
- Anonim 2., 2009. Biyoetanol ve Biyoetanol Üretimi. Konya Şeker Web Sitesi. <http://www.konyaseker.com.tr/?sayfa=icerik&pgid=208&text=208&s=etanol>. [Erişim: 17 Ekim 2008]
- Aydın O., 2008. Biyokütle. Enerji Verimliliği 2008 Toplantısı Power Point Sunumu.
- Babaoğlu M., Basım H., Gezgin S., 2007. Biyoteknoloji ve Biyoyakıtlar. 2007 EMO İÇEF Nevşehir Sunusu.
- Bothast RJ., Schlicher MA., 2005. Biotechnological processes for conversion of corn into ethanol. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 67(1):19-25.
- Çelikten İ., 2004. Tam Yükte Çalışan İndirekt Püskürtmeli Bir Dizel Motorunda, Dizel Ve Dizel-Etanol Yakıt Karışımlarının Performans ve Emisyon Değişimlerine Etkisi. *Teknoloji Cilt 7 sayı 1*, 11-18.
- Coşkun B., 2007. Biyoyakıt Üretiminin Hayvancılığa Katkısı. Enerji Güvenliği, Enerji Tarımı, Küresel Isınma Açısından Biyoyakıtlar-Biyodizel-Biyogaz-Biyoetanol sunusu. [http://www.albiyobir.org.tr/files/img\\_etc/behic\\_coskun.pdf](http://www.albiyobir.org.tr/files/img_etc/behic_coskun.pdf). [Erişim: 14 Ekim 2008].
- Çiftçi İ., Tüzün CG., 2006. Damıtma Yan Ürünleri ve Hayvan Beslemede Kullanımı. *Yem Magazin Dergisi Sayı 46 Sayfa 33-41*.
- Dale RT., Tyner WE., 2006. Economic and Technical Analysis of Ethanol Dry Milling: Model Description. Staff Paper 06-04 April 2006. Purdue University.
- DDGS, 2008. Us grains council (USGC). <http://old.grains.browsermedia.com/galleries/DDGS%20User%20Handbook/FULL%20TURKISH%20DDGS%20HANDBOOK.pdf>. [Erişim: 13 Ekim 2008].

- Erickson GE., Bremer VR., Klopfenstein TJ., Stalker A., Rasby R., 2007. Feeding of corn milling co-products to beef cattle. Institute of Agriculture and Natural Resources Agricultural Research Division University of Nebraska-Lincoln Extension. [http://beef.unl.edu/byprodfeeds/07CORN-048\\_BeefCoProducts.pdf](http://beef.unl.edu/byprodfeeds/07CORN-048_BeefCoProducts.pdf). [Erişim: 17 Ekim 2008, 05 Kasım 2009]
- Garcia AD., 2005. Preservation and feeding of wet distillers grains to dairy cattle. 66<sup>th</sup> Minnesota Nutrition Conf., St. Paul, MN. Sep. 20-21, 2005.
- Greenquist MA., Vander Pol KJ., Klopfenstein TJ., Erickson GE., Baleseng L., Schacht WH., 2007. Dried Distillers Grains Substitute for Forage and Nitrogen on Pasture: N Dynamics and Use Efficiency. Nebraska 2007. Beef Cattle Report. Agricultural Research Division University of Nebraska Lincoln Extension – MP90.
- Klopfenstein T., Grant R., 2001. Uses of corn coproducts in beef and dairy rations. Presented at the Minnesota Corn Growers Association Technical Symposium, Bloomington, MN. Sep.11, 2002. <http://www.ddgs.umn.edu/articles-dairy/2001-Klopfenstein-%20MNC%20beef-dairy.pdf>. [Erişim: 21.10.2008].
- Kononoff PJ., Janicek B., 2005. Understanding Milling Feed Byproducts for Dairy Cattle. G1586 NebGuide. University of Nebraska, Lincoln, October. <http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/live/g1586/build/g1586.pdf>. [Erişim:17.10.2008].
- Lardy G., 2003. Feeding Coproducts of the Ethanol Industry to Beef Cattle. NDSU Extension Service AS-1242.
- Lardy G., 2007. Feeding Coproducts of the Ethanol Industry to Beef Cattle. NDSU Extension Service North Dakota State University Fargo North Dakota 58105 AS-1242 Revised. <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/beef/as1242.pdf> [Erişim: 21.10.2008].
- Linn JG., Chase L., 1996. Using distiller's grains in dairy cattle rations. Pages 1-11 in Proc. Prof. dairy mgt. conf., Dubuque, IA.
- Luo L., 2005. Biofuels. COSMOS 2005. <http://cosmos.ucdavis.edu/2005/Cluster%201/Biofuels%20Luo.pdf>. [Erişim: 19.10. 2008].
- Mustafa AF., McKinnon JJ., Christensen DA., 2000. Effects of Pea, Barley, and Alfalfa Silage on Ruminant Nutrient Degradability and Performance of Dairy Cows. Asian-australas-j-anim-sci. Seoul, Korea : AAAP and Korean Society of Animal Nutrition. Nov 2000. v. 13 (11) p. 1609-1618.
- NCGA, 2008. Corn Distiller Grains Value-Added Feed Source For Beef, Dairy Beef, Dairy, Poultry, Swine, Sheep. Distillers Grains Brochure <http://www.ncga.com/livestock/PDFs/DistillersGrainsBooklet.pdf>. [Erişim: 17.10.2008].
- Schingoethe DJ. 2001. Using distillers grains in the dairy ration. Presented at the National Corn Growers Association Ethanol Co-products *Workshop*, Lincoln, NE. Nov. 7, 2001.
- Schingoethe DJ., 2004. Corn Products For Cattle. Pages 30-47 in Proc. 40<sup>th</sup> Eastern Nutr. Conf., May 11-12, 2004, Ottawa. ON, Canada.
- Schingoethe DJ., 2004b. Distillers Grains For Dairy Cattle. Presented at Iowa Regional Distillers Grains Workshops, Calmar, Waverly, and Cherokee, IA, February 2004.
- Schingoethe DJ., 2006. Utilization of DDGS by Cattle. Pages 61 -74 in Proc. 27<sup>th</sup> Western Nutrition Conf., Winnipeg, Manitoba, Canada, September 19-20, 2006.
- Schroeder JW., 2003. Distillers Grains as a Protein and Energy Supplement for Dairy Cattle. North Dakota State Univ. Extension Service, February 2003-AS-1241. <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/dairy/as1241.pdf>. [Erişim:17.10.2008].
- Shaw LM., 2006. Effects of degraded intake protein concentration in diets containing wet sorghum distiller's grains plus solubles on performance and carcass characteristics of finishing beef steers fed steam-flaked corn based diets. Yüksek Lisans Tezi, Texas Tech University, ABD 2006.

- Shurson J., Noll S., 2005. Feed and Alternative Uses for DDGS -University of Minnesota. Presented at Energy from Agriculture Conf., St. Louis, MO. Dec. 14-15, 2005.
- Singh V., Parsons C., Pettigrew J., 2007. Process and Engineering Effects on DDGS Products – Present and Future. 5. Orta Atlantik Besleme Konferansı. [http://www.ddgs.umn.edu/articles-proc-storage-quality/2007-Singh-%20Process%20and%20engineering%20\(MANC\).pdf](http://www.ddgs.umn.edu/articles-proc-storage-quality/2007-Singh-%20Process%20and%20engineering%20(MANC).pdf). [Erişim: 15.10.2008].
- Staples CR., Oldick BS., Hirschert E., Velasquez J., 1995. Identifying the effective fiber value of whiskey solubles in lactating dairy cow diets. Proc. 6<sup>th</sup> Annual Florida Ruminant Nutr. Symp. p. 75.
- Şeker-İş Araştırma Grubu, 2006. Biyoetanol. Türkiye Şeker Sanayi Sendikası 2006. [http://www.sekeris.org.tr/yazi\\_ayrinti.php?yazi\\_no=337](http://www.sekeris.org.tr/yazi_ayrinti.php?yazi_no=337). [Erişim: 17.10.2008].
- Taşdan K., 2005. Biyoyakıtların Türkiye Tarım Ürünleri Piyasalarına Olası Etkileri, Biyobenzin-Etanol. Tarım ve Mühendislik, Sayı 75.
- Tjardes K., Wright C., 2002. Feeding Corn Distiller's Co-Products to Beef Cattle. Glacial Lakes Energy Informational Meeting - July 16, 2002.
- TOBB, 2008. Türkiye için Biyogaz Verimli Bir Alternatif. Ekonomikforum Mayıs 2008, sayfa: 50-51 <http://www.tobb.org.tr/ekonomikforum/2008/05/50-51.pdf>. [Erişim: 21.10.2008].
- Vander Pol KJ., Erickson GE., Klopfenstein TJ., Mark DR. 2006. Economic Optimum Use of Wet Distillers Grains in Feedlots. 2006 Nebraska Beef Cattle Report Agricultural Research Division University of Nebraska Lincoln Extension – MP88 –A.

---

✉ **Yazışma Adresi:**

*Ferhat POLAT*  
*Mustafa Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,*  
*Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı*  
*HATAY*  
*E-posta: polatum@gmail.com*