

## Farklı Dozlarda Katı Biyogaz Atıklarının Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinin Toplam Fenol İçeriği ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi

Melike DEMİREL<sup>1</sup>, Osman EREKUL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Sorumlu yazar: [melikedemirel3592@hotmail.com](mailto:melikedemirel3592@hotmail.com)

Geliş tarihi:24/11/2019, Yayına kabul tarihi:30/12/2019

**Özet:** Bu çalışma Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde 2016/2017 buğday üretim sezonunda tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülmüştür. Çalışmanın amacı üç farklı mineral azot gübre dozu (0, 9, 18 kg/da) ve beş farklı katı biyogaz atık dozu uygulamasının (0, 2, 4, 6, 8 ton/da) ve bunların kombinasyonlarının buğday bitkisinde ki toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivitesini araştırmaktır. Toplam fenol miktar tayini Ceyhan-99 çeşidine ait tanelerin Folin-Ciocalteu yöntemine göre gallik asit standardı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Toplam antioksidan aktivite tayini 2, 2 diphenyl 1 picryl hidrazyl (DPPH) serbest radikali kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ekmeklik buğday tanesinde toplam fenolik madde içeriği serbest radikallerin zararını önlemek amacı ile yüksek olması istenir. Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde, katı biyogaz atık uygulaması ve mineral azot uygulaması ile bunların kombinasyonları ekmeklik buğday bitkisinde toplam fenol içeriği 158.15-361.84 µg GAE/g arasında değişmesine neden olmuştur. En yüksek fenolik madde içeriği 331.99 µg GAE/g ile 18 kg saf N/da uygulaması ve 2 ton/da katı biyogaz atık uygulamasından elde edilir iken en düşük toplam fenolik madde içeriği 215.83 µg GAE/g değeriyle azot kullanılmayan ve 2 ton/da katı biyogaz atık uygulamasından elde edilmiştir. Antioksidan aktivite değerleri % 16.17-29.68 arasında değişiklik göstermiştir ve en yüksek antioksidan aktivitesi 18 kg saf N/da ve 2 ton/da katı biyogaz atık uygulamasından elde edilir iken en düşük tanede antioksidan aktivitesi ise 9 kg saf N/da ve 8 ton/da katı biyogaz atık uygulamasında elde edilmiştir. Denemede genel olarak 2 ton/da katı biyogaz atığı ile 18 kg/da mineral azot dozu kombinasyonunda daha iyi sonuçlar tespit edilmiştir.

**Anathar Kelimeler :** Buğday, biyogaz, antioksidan aktivite, toplam fenol içeriği

### The Effect of Different Doses of Solid Biogas Wastes on Total Phenol Content and Antioxidant Activity of Wheat (*Triticum aestivum* L.)

**Abstract:** This study was conducted on the research and experimental fields at Adnan Menderes University Agriculture Faculty Research Farm during wheat growing period in 2016/2017. The experiment included the effects of three different mineral nitrogen fertilizer doses (0, 9, 18 kg/da) and five different solid biogas waste doses (0, 2, 4, 6, 8 t/da) and their combinations on the total phenol content and antioxidant activity of wheat. Total phenol content was determined by using gallic acid standard according to Folin-Ciocalteu method of grains of Ceyhan-99 variety. Determination of total antioxidant activity was performed using 2,2 diphenyl 1 picryl hydrazyl (DPPH) free radical. It is desirable that total phenolic content in bread wheat grain is high in order to prevent the damage of free radicals. When the results obtained in the study were examined, solid biogas waste application and mineral nitrogen application and their combinations caused total phenol content in bread wheat plant to change between 158.15-361.84 µg GAE/g. The highest phenolic content was obtained from the application of 18 kg N/da and 2 t/da solid biogas waste with 331.99 µg GAE/g, while the lowest total phenolic substance content was obtained from 215.83 µg 0 kg N/da and 2 t/da solid biogas waste application. Antioxidant activity varied between 16.17-29.68% and the highest antioxidant activity was obtained from 18 kg N/da and 2 t/da solid biogas waste application, while the lowest antioxidant activity was 9 kg N/da and 8 t/da also obtained in solid biogas waste application. In general, better results were obtained in combination with 2 t/da solid biogas waste and 18 kg/da mineral nitrogen dose.

**Keywords:** Wheat, biogase, antioxidant activity, total phenol content

## Giriş

*Gramineae* familyası içinde yer alan buğdayın geçmişi çok eski tarihlere dayanmakta ve kültüre alınması M.Ö. 15000-10000 yıllarına kadar uzanmaktadır. Yüzyıllar boyunca genetik ve morfolojik değişimler yaşamıştır. Kaplıca (*Einkorn*) buğday (*Triticum monococcum*) ve yabani buğday (*Aegilops sp.*) ırklarının karışımı sonucunda ortaya çıkmış olan Siyez (*Emmer*) buğdayı (*Triticum turgidum*) ilk buğday olarak günümüzdeki makarnalık buğdayın (*Triticum turgidum var. durum*) oluşumunda fayda sağladığı aynı zamanda Siyez (*Emmer*) buğday ile yabani buğdayın (*Aegilops sp.*) melezlenmesinden ekmeklik buğdayın (*Triticum aestivum*) oluştuğu ifade edilmektedir (Yiğit, 2015). Çok farklı çevre koşullarında yetiştirilen buğday kültür bitkisi, dünyada tahıllar içerisinde en fazla adaptasyon yeteneğine sahip bir bitkidir. Bunun yanı sıra buğdayın, ekmeklik ve makarnalık olmak üzere dünyada bitkisel kaynaklı gıda maddesi olması yönünden de ayrı bir önemi ve yeri vardır. Buğday yıllardır protein ve enerji kaynağı olarak insan beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Dünya’da üretilen buğdayın büyük bir kısmı insan beslenmesinde, hayvan beslenmesinde, endüstriyel alanlarda ve tohumluk gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. İnsan beslenmesinde gerekli enerjinin % 65’i tahıllardan, % 20’si bitkisel maddelerden, % 15-20’si de hayvansal ürünlerden sağlanmaktadır. Buğdayın sahip olduğu proteinde çok önemlidir. Genel olarak günlük protein ihtiyacımız vücut ağırlığımızın her bir kilogramı için 1 g olarak hesaplanmakta ve bunun da 1/3’ünün hayvansal protein olması istenmektedir. Yani tüketilen proteinin %70’i bitkisel kökenli olmalıdır (Sağlam-Tekin, 1995). Son yıllarda yapılan çalışmalar da, reaktif oksijen ve nitrojen kaynaklı oksidatif stresin, kanser, diyabet, yaşlanma gibi farklı dejeneratif hastalıklar da görüldüğü kanıtlanmıştır. Serbest radikalleri yakalama, serbest radikallerin neden olduğu oksidasyonları önleme ve stabilize etme yeteneğine sahip maddelere antioksidan adı verilmektedir. Bu antioksidanlar, radikaller ile reaksiyona girerek zararlı formlara dönüşmelerini önlemektedirler. Ayrıca hidrojen verici, tekli oksijen yakalayıcı gibi

görevlere sahip olan fenolik bileşiklerde antioksidanlar arasında yer almaktadır (Koca ve Karadeniz, 2003). Canlı sistemler, aşırı miktarlarda üretilen serbest radikaller ile sorumlu antioksidanlar arasında bağlı bir dengeye sahiptirler. Bu nedenle biyolojik materyaller ve gıdalarda ki antioksidan etkili bileşenlerin miktarı ve aktivite yönünden önemlidir. Gıdaların cinsi, hasat zamanı ve hasat yöntemleri, iklim, depolama ve muhafaza ortamının ısısı, nem ve gıdaların hazırlanışı, antioksidan içerikleri ve antioksidanların biyolojik faydalarına etki eden önemli etmenlerdendir (Menteş-Yılmaz, 2011). Çözünmeyen gıda bileşenlerinin antioksidan aktivitelerinin ölçümü için ise birçok çözünmeyen bileşenlerinin antioksidan aktivitesi önemli bir yere sahiptir. Özellikle tahıl esaslı ürünlerin çözünmeyen kısımlarının toplam antioksidan aktiviteye sağladığı katkı yüksektir (Serpen ve ark, 2007). Böylece buğday tanelerinde bulunan bu yararlı maddeler yardımı ile birçok ölümcül hastalık riski azaltılır ve önlenmektedir. Bu durum içerisinde bulunan fenolik bileşikler, karatonoidler ve E vitamini olan fitokimyasal maddeler sayesinde yapılmaktadır (Erekul ve ark, 2016). Biyogaz Dünya’da ilk olarak 1600’lü yıllarda biyogaz kullanımının başladığı bilinmekle beraber, bugün özellikle Uzakdoğu ülkelerinde kırsal alanlarda ilkel bir şekilde ve Avrupa ülkelerinde ise modern tesislerde yaygın bir şekilde kullanılmakta ve böylece biyogaza yönelik yatırımlar giderek artmaktadır. Türkiye’de ise 1950’lerde başlayan biyogaz üretim denemeleri bugün hala istenilen düzeye ulaşmamıştır (Çevik, 2016). Günümüzde de dünyada biyogaz üzerine birçok araştırma yapılmış ve oldukça başarı sağlanmıştır. Böylece biyogazın günlük hayatımıza daha çok girmesi için dünya genelinde de çalışmalar devam etmektedir. Bu enerjiyi elde etmekte, organik atıkların oksijensiz ortamda metan gazına dönüşümü ile mümkündür. Geriye kalan kısım ise zenginleştirilmiş bir gübre kaynağı olmaktadır. Biyogaz üretiminde kullanılan bazı organik atıklar ve bitkisel atıkları ise şunlardır; Hububat sap ve samanı, mısır, şeker pancarı yaprakları, fındık kapsülü, yabani otlar, bitkisel ürünlerin işlenmesi sırasında meydana gelen atıklardır. Bunların

yanında hayvansal atıklar ise; sığır, at, koyun, tavuk gibi hayvanların gübresidir (Gül, 2006). Organik atıklardan elde edilen biyogaz üretim verimliliği de sıcaklık, atık cinsi ve karıştırma vb. gibi şartlara bağlı olarak değişim göstermektedir (Buğutekin, 2007). Hayvan gübresi eski medeniyetlerden bugüne kadar bitki besin kaynağı olarak kullanılmakla birlikte toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirerek verimliliğin artmasında fayda sağlarlar. Son yıllarda artan çiftlik kapasitelerinde ve böylece gübre miktarının artmasıyla oluşan çevre sorunları meydana gelmiştir. Bu sorunlar doğrultusunda ülkemizde bazı çiftlik ve süt tesislerinde büyükbaş hayvan atıklarının ele alındığı bir kompost tesisi kurulmuştur. Bu sayede hayvan atıklarının daha iyi değerlendirilmesi ve dolayısıyla çevre sorunlarının da en aza indirilmesini sağlamıştır. Hayvansal atıklar uzun zamandır toprağa uygulanan önemli bir besin kaynağıdır. Toprağın bitkilere sağlaması gereken birçok önemli besin elementi hayvansal gübrelerden sağlanmaktadır. Tarımsal üretimin sürdürülebilirliğinin devamı ve önemli bir hal alması için son yıllarda hayvansal atıklar önemli bir girdidir. Fakat bunun yanı sıra çevreye bırakılan hayvansal atıklardan elde edilen metan gazı küresel ısınmayı da tetiklemektedir. Dünya genelinde fosil yakıtlarla yaşanan çevresel sorunlar ve fosil yakıtların rezervlerinin azalması tüm dünyanın yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesini sağlamıştır. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının yanında çevre ile uyumlu oluşu ve çevresel sorunlar yaratan atıkların işlenerek zararsız hale getirilmesi, enerji eldesinde de kullanılabilmesini sağlayan biyogaz teknolojisi, yenilenebilir enerji üretiminde önemli bir yeri vardır. Bu sebepten dolayı biyogaz üretimi için kurulan birçok tesiste hem metan gazı üretimi sağlanmakta hem de çıkan yan ürünler gübre olarak kullanılmaktadır. Böylece bu gübreler ile gerekli besin elementleri sağlanmış ve bunun yanı sıra mikroorganizma faaliyetlerini de

teşvik edilmiş olunur. Hayvansal atıkların ayrışma-parçalanma sırasında açığa çıkan ısı enerjisi ve organik madde de mikroorganizma faaliyetini aktifleştirmede rol oynamaktadır. Aynı zamanda bu hayvansal atıklar organik madde ve mikroorganizma faaliyetlerini etkileyerek enzim aktivasyonunda birçok değişiklikler meydana getirmektedir (Şartlan, 2013). Bu çalışma, Aydın ekolojik koşullarında farklı dozlarda (0, 2, 4, 6 ve 8 ton/da) katı biyogaz atıkların ve farklı dozlarda mineral azot gübresi ile bunların farklı kombinasyonlarının tanede sağlık yönünden önemli etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Biyogaz atığının tarla koşullarında değerlendirilmesi konusunda yapılan bu çalışma bölgemiz koşullarında bir ilk olması nedeniyle de büyük bir önem oluşturmaktadır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Yapılan araştırma Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama çiftliğinde 2016/2017 buğday üretim sezonunda gerçekleştirilmiştir. Araştırmada bitki materyali olarak Ceyhan 99 ekmeçlik buğday çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan biyogaz atığına ilişkin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1.'de sunulmuştur.

Çizelge 1'deki denemede kullanılan katı biyogaz atığının özelliklerine bakıldığında; pH'ı nötr, organik maddece yüksek bir gübre ve organik karbon oranı da 49.9 istenilen özelliklere sahip bir gübredir. Özellikle organik madde içeriğinin yüksek olması ülkemiz genelinde toprakların bu konuda fakir olması nedeniyle büyük önem arz etmektedir. Denemede taban gübresi olarak buğdayın büyüme ve gelişmesi için tavsiye edilen kompoze 'Süper Ekin' (13:25:5)+10(SO<sub>3</sub>)+Zn) gübresi kullanılmıştır. Kardeşlenme ve sapa kalkma dönemlerinde ise % 46'luk Üre gübresi üst gübre olarak kullanılmıştır.

Çizelge 1. Katı biyogaz gübre analiz raporu  
Table 1. Solid biogas fertilizer analysis report

Analiz Parametreleri Analysis parameters	Analiz Sonucu w/w Analysis result
pH (23 °C)	7.0
Özgül Ağırlık	0.69
Ec (23 °C) (ds/m)	2.5
Organik Madde (70 °c-550 °C) (%)	91.20
Nem (70 °C) (%)	12.7
Organik Carbon (%)	49.9
Kuru Madde (70 °C) (%)	87.3
Toplam (hümik+fülvik) (Rc: 0,54)	29.8
Azot (N) (%)	1.4
Fosfor Penta Oksit ( P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (%)	2.35
Suda Çözünür Potasyum Oksit (K <sub>2</sub> O)	0.64
Kalsiyum Oksit ( CaO)	2.96
Magnezyum Oksit ( MgO)	0.91
Fe (%)	0.065
Mn (%)	0.012
Mo (%)	<0.001
Co (%)	<0.001
Kükürt Trioksit ( SO <sub>3</sub> ) (%)	1.01
Se ppm	2.32
Klor Cl (%)	0.45

### Yöntem

Araştırma, tarla koşullarında tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre oluşturulmuştur. Denemede ana faktör azotlu gübre dozları (0, 9, 18 kg/da) alt faktör katı atık dozları (0, 2, 4, 6 ve 8 ton/da) olup 3 tekerrür olacak şekilde toplam 45 parselde yürütülmüştür. Parsel boyutları 6 m x 1,2 m olup toplam parsel alanı 7.2 m<sup>2</sup> olarak planlanmıştır. Ekim 20 cm sıra arası mesafesinde mibzer ile yapılmıştır. Ekimden bir gün önce 23 Kasım 2016 tarihinde katı biyogaz atık uygulaması yapılmış ve bir gün sonra 24 Kasım 2016 tarihinde buğday ekimi gerçekleştirilmiştir. Taban gübrelemesinde 0 kg/da azot uygulamaları haricinde dekara 3 kg azot gelecek şekilde uygulanmıştır. Üst gübreleme ise taban gübresinde verilen 3 kg/da azot dozuna uygun şekilde iki defada verilmiştir. 07 Şubat 2017 tarihli kardeşlenme döneminde ve 9 kg/da azot parsellere 3 kg/da azot ve 18 kg/da azot uygulanan parsellere de 7.5 kg/da azot gelecek şekilde üre gübresi verilmiştir. 20 Mart 2017 tarihli sapa kalkma döneminde sonunda ise 9 kg/da azot ve 18 kg/da azot gübre miktarlarını tamamlamak amacıyla 3 kg/da ve 7.5 kg/da şeklinde uygulanmıştır.

### Toplam fenol ve antioksidan aktivite analizleri

Denemede kullanılan ekmeclik buğday çeşidine ait toplam fenol madde içeriği ve antioksidan aktivite tayini için kullanılan ekstraksiyonların eldesi %80 metanol-su çözeltisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Toplam fenol içerikleri Folin-Ciocalteu yöntemine göre gallik asit standardı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Ragae ve ark., 2006). Buna göre 250 µl ekstrakt üzerine 250 µl Folin-Ciocalteu ve 500 µl NA<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (% 33) ilave edilerek 4 ml saf su ekleyip 5 ml'ye tamamlanmıştır. Reaksiyonun gerçekleşmesi için elde edilen çözelti karıştırılarak 30 dakika bekletilmiştir ve spektrofotometrede 725 nm'de absorbans ölçümleri yapılmıştır. Toplam antioksidan aktivite tayini Brand Williams ve ark., (1995)'de belirlenen metot referans alınarak 2,2 diphenly-1 picrylhydrazyl (DPPH) serbest radikali kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre elde edilen örnekler spektrofotometrede 517 nm'de absorbans ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra absorbans ölçümleri DPPH radikalinin inhibasyon oranında yerine ilave edilerek toplam antioksidan aktivite tayini hesaplanmıştır (Yiğit, 2015).

% İnhibasyon = Kontrol absorbands ölçümü –  
Örnek absorbands ölçümü/Kontrol Absorbans

### Araştırma Bulguları ve Tartışma Toplam Fenol İçeriği (µg GAE/g)

Dünyada ve Türkiye’de önemli ekim alanı ve üretime sahip olan ekmeklik buğday insan beslenmesinde olduğu kadar sağlık açısından

da önemli fayda sağlamaktadır. Birtakım zararları olan serbest radikallerin etkilerini önlemek amacıyla kullanılan fenolik bileşikler ve antioksidan aktiviteleri bu çalışmada incelenmiştir. Çalışmada biyogaz atıkları ve farklı azot dozlarının fenolik madde içeriğine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Tanede toplam fenolik madde içeriğine ait varyans analiz tablosu

Table 2. Analysis of variance of total phenolic content in grain

Varyasyon Kaynağı Variation Source	Serbestlik Derecesi Degree of freedom	Kareler Toplamı Sum of squares	Kareler Ortalaması Mean Squares
Tekerrür	2	36.715	18.358 öd
Azot	2	5526.015	2763.008 öd
Hata-1	4	2020.788	505.197
Katı doz	4	11167.446	2791.861**
Azot x Katı	8	37292.980	4661.623**
Hata	24	7742.908	322.621
Genel	44	63786.853	1449.701

öd: önemli değil, \*:0.05 düzeyinde, \*\*: 0.01 düzeyinde önemli

öd: not important, \*: 0.05 level, \*\*: 0.01 level important

Elde edilen sonuçlara göre; çalışmada mineral azot dozu x katı biyogaz atık dozu interaksyonu ve katı biyogaz atık dozu % 1 düzeyinde önemli bulunurken azot dozu tanedeki toplam fenol içeriği üzerine önemsiz bulunmuştur. Ekmeklik buğday tanesinde toplam fenolik madde içeriği serbest radikallerin zararını önlemek amacı ile yüksek olması istenir. Yapılan çalışmada katı biyogaz atık, mineral azot dozu ve

interaksiyonlarına göre tanede toplam fenolik madde içerikleri 215.83-331.99 µg GAE/g arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek tanede toplam fenolik madde içeriği 18 kg saf N/da uygulamasında ve 2 ton/da katı biyogaz atık uygulamasından elde edilir iken en düşük toplam fenolik madde içeriği ise 215.83 µg GAE/g ile azot kullanılmayan ve 2 ton/da katı biyogaz atık uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Tanede toplam fenolik madde içeriğine ait ortalama değerler

Table 3. Average values of total phenolic content in grain

Azot/Katı Atık Nitrogen/Solid Waste	0 kg saf N/da 0 kg pure N/da	9 kg saf N/da 9 kg pure N/da	18 kg saf N/da 18 kg pure N/da	Ortalama Average
0 ton/da	243.29 cde	274.78 b	232.38 e	<b>250.15 B</b>
2 ton/da	215.83 e	262.95 bcd	331.99 a	<b>270.26 A</b>
4 ton/da	226.02 e	265.95 bcd	242.58 cde	<b>244.85 B</b>
6 ton/da	216.70 e	228.88 e	271.82 bc	<b>239.13 B</b>
8 ton/da	325.04 a	235.66 de	280.74 b	<b>280.48 A</b>
<b>Ortalama</b>	<b>245.38</b>	<b>253.65</b>	<b>271.90</b>	

LSD Katı atık: 17.488, LSD AzotxKatı atık: 30.290

LSD Solid waste: 17.488, LSD Nitrogenx Solid waste: 30.290

Elde edilen bu sonuçlar diğer literatürler ile kıyaslandığında; yapmış olduğumuz çalışmada buğday tane toplam fenol miktarlarını 1859.31±10.88-2276.97±22.59 mg GAE/kg değerleri arasında bularak; Bezostaya, Gerek 79, Kırac 66, Ceyhan 99

çeşitleri için sırasıyla (2033.61, 2020.29, 2058.36, 2142.41 mg GAE/kg) toplam fenol içeriklerine sahip olmuşlardır (Menteş-Yılmaz, 2011). Böylece diğer çalışmalarda elde edilen bilgilere göre elde etmiş olduğumuz sonuçlar daha düşük oran

göstermiştir. Elde etmiş olduğumuz bu verilerin düşük oran elde edilmesinin analizlerde uygulanan farklı yöntemlerden farklı oranda sonuçların elde edilmesidir. Ancak yapılan bazı çalışmalar ile benzerlik gösterdiği görülmektedir (Zilic et al., 2012; Güven ve Kara, 2016).

### Toplam Antioksidan Aktivitesi (İnhibasyon)

Bazı çevresel ve çevresel olmayan faktörler sebebiyle vücudumuzda üretilen serbest radikaller vücut hücrelerine, hücre duvarlarına ve DNA'ya verebilmektedirler.

Besinlerden alınan ve vücudumuzda üretilen antioksidan aktivite gösteren bazı kimyasallar bu radikallerin zararlarını engellemektedir. Ceyhan-99 ekmeklik buğday çeşidinin toplam antioksidan aktivite içeriğine ait varyans analiz tablosu Çizelge 4'te verilmiştir. Buna göre çalışmada mineral azot dozu x katı biyogaz atık dozu interaksyonu ve mineral azot dozu önemsiz bulunur iken katı biyogaz atık dozu tanedeki antioksidan aktivitesi üzerine % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Fakat katı biyogaz atık ile azot dozları arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Çizelge 4. Tanede antioksidan aktivitesine ait varyans analiz tablosu

Table 4. Analysis of variance of antioxidant activity in grain

Varyasyon Kaynağı Variation Source	Serbestlik Derecesi Degree of Freedom	Kareler Toplamı Sum of Squares	Kareler Ortalaması Mean Squares
Tekerrür	2	40.933	20.467 öd
Azot	2	40.933	20.467 öd
Hata-1	4	32.533	8.33
Katı doz	4	121.778	30.444*
Azot x Katı	8	61.289	7.661 öd
Hata	24	218.533	9.106
Genel	44	516.000	11.727

öd: önemli değil, \*:0.05 düzeyinde, \*\*: 0.01 düzeyinde önemli  
öd: not important, \*: 0.05 level, \*\*: 0.01 level important

Denemede tanede antioksidan aktivitesi % 18.33-27.00 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek tanede antioksidan aktivitesi 18 kg saf N/da ve 2 ton/da katı biyogaz atık uygulamasından elde edilir iken en düşük tanede antioksidan aktivitesi ise 9 kg saf N/da ve 8 ton/da katı biyogaz atık uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 5). Elde edilen

verilere bakıldığında; katı biyogaz atık ve azot dozları arasında önemli bir fark bulunmadığından dolayı antioksidan aktivite içeriğinin çeşitler arasında fark yaratabileceği kanısına varılmıştır. Elde edilen değerler yapılan önceki çalışmalar ile uygun bulunmuştur (Narwal et al., 2014; Yiğit, 2015).

Çizelge 5. Tanede antioksidan aktivitesine ait ortalama değerler

Table 5. Average values of antioxidant activity in grain

Azot/Katı Atık Nitrogen/Solid Waste	0 kg saf N/da 0 kg pure N/da	9 kg saf N/da 9 kg pure N/da	18 kg saf N/da 18 kg pure N/da	Ortalama Average
0 ton/da	26.33	24.33	26.00	<b>25.55 A</b>
2 ton/da	25.33	26.33	27.00	<b>26.22 A</b>
4 ton/da	26.00	24.00	22.00	<b>24.00 AB</b>
6 ton/da	26.66	23.00	23.66	<b>24.44 A</b>
8 ton/da	23.33	18.33	22.66	<b>21.44 B</b>
<b>Ortalama</b>	<b>25.53</b>	<b>23.20</b>	<b>24.26</b>	

Lsd Katı atık: 2.938

Lsd Solid waste: 2.938

## Sonuç

Araştırmada farklı mineral azot dozları ve katı biyogaz atığı ile kombinasyonlarının Aydın ekolojik koşullarında buğday bitkisinin toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre incelenen çoğu özelliklerin mineral azot, katı biyogaz atığının dozlarından ve interaksiyonlarından önemli oranda etkilendiği saptanmıştır. Elde edilen sonuçlarda Ceyhan-99 çeşidinin kalite özelliklerinin yetiştirildiği bölgenin iklim, toprak özelliklerine bağlı olarak da değişim gösterdiği görülmüştür. Mevcut çalışma kapsamında değerlendirilen tane kalite özelliklerinin özellikle mineral azot dozlarından önemli ve pozitif yönde etkilendiği ve artışlara neden olduğu söylenebilir. Katı biyogaz atığının da bazı özellikler üzerine pozitif ve olumlu etkisi belirlenmiştir. Ancak incelenen özellikler üzerine olan bu etkiler mineral azot dozları kadar belirgin olmamıştır. Fakat 6 ton/da katı biyogaz atık uygulamasının verim ve kalite özellikleri bakımından uygulanabilir sonucuna varılmıştır. Sonuçta çalışmanın tek yıllık olması, ülkemiz toprakların organik madde bakımında çoğu zaman yetersiz veya fakir olması da göz önünde bulundurularak biyogaz tesislerinde oluşan atığın tarımsal alanlarda toprağın mineral madde ihtiyacının karşılanmasında ve aynı zamanda oluşan biyogaz atıklarının çevre duyarlılığının da dikkate alınarak değerlendirilmesinde önemli bir gübre kaynağı oluşturabileceği kanısına varılmıştır.

## Teşekkür

Bu çalışma Melike DEMİREL'İN Yüksek Lisans Tezinden türetilmiştir. Araştırma, Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi (Proje No: ZRF-17020) tarafından desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Buğutekin, A., 2007. Atıklardan Biyogaz Üretiminin İncelenmesi. Marmara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Makine Eğitimi Ana Bilim Dalı. Doktora Tezi. İstanbul. 12: 26-28.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. ve Berset, C. 1995. Use of a radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. U Technology- Food Science and Tecnology*, 28 (1): 25-30.
- Çevik, A., 2016. Çanakkale İli'ndeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Potansiyelinin Değerlendirilmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Coğrafya Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale. s(4-17).
- Erekul, O., Yiğit, A., Koca, Y.O., Ellmer, F., Weib, K. (2016). Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum L.*) Çeşitlerinin Kalite Potansiyelleri ve Beslenme Fizyolojisi Açısından Önemi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. Sayı 25 (Özel sayı -1 ): 31-36.
- Gül, N., 2006. Tavuk Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyelinin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Isparta. 7-13.
- Güven, M., Kara, H. H. 2016. Some chemical and physical properties, fatty acid composition and bioactive compounds of wheat germ oils extracted from different wheat cultivars. *Journal of Agricultural Sciences*. 22: 433-443.
- Koca ve Karadeniz, 2003. Serbest radikal oluşum mekanizmaları ve vücuttaki antioksidan savunma sistemleri. *Gıda Mühendisliği Dergisi* Sayı: 16 Aralık 2013: 32-37.

- Menteş-Yılmaz, Ö., 2011. Türkiye’de Yetiştirilen Başlıca Buğday Çeşitlerinin Antioksidan Aktivitelerinin ve Fenolik Asit Dağılımlarının Belirlenmesi ve Ekmeğin Nar Kabuğu Ekstraktı ile Zenginleştirilmesi. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi. 89 sayfa. Ankara.
- Narwal, S., Thakur, V., Sheoran, S., Dahiya, S., Jaswal, S., Gupta, R. K. 2014. Antioxidant activity and phenolic content of the Indian wheat varieties. J. Plant Biochem. 23(1): 11-17.
- Ragae, S., Abdel-Aal, E. M., Noaman, M. 2006. Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. Food Chemistry, 98-32-32.
- Sağlam (Tekin), F., 1995. Trakya Bölgesinde Yetiştirilen Ekmeklik Buğdaylarda Verim ve Verim Öğeleri Üzerinde Araştırmalar. Trakya Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ. 4: 11-12.
- Serpen, A., Capvana, E., Foglıana, V., Gökmen, V. 2007. A new procedure to measure the antioxidant activity of insoluble food components. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 55, 7676-7681.
- Şartlan, H., 2013. Hayvansal kompost ve biyogaz atıklarının toprak enzim aktivitesine etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Tokat. 5-13.
- Yiğit, A., 2015. Türkiye’de Yaygın Olarak Yetiştirilen Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum L.*) Çeşitlerinin Protein, Aminoasit Dağılımı ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Aydın. 34: 91-130.
- Zilic, S., Serpen, A., Akıllıoğlu, G., Jankovic, M., Gökmen, V. 2012. Distributions of phenolic compounds, yellow pigments and oxidative enzymes in wheat grains and their relation to antioxidant capacity of bran and debranned flour. Journal of Cereal Science. 56: 652-658.