



## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (4):633-643  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1098688>

Ruziye KARAMAN<sup>1\*</sup>

Cengiz TÜRKAY<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,  
32260, Çünür, Isparta, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):  
[ruziyekaraman@isparta.edu.tr](mailto:ruziyekaraman@isparta.edu.tr)

# Arpada (*Hordeum vulgare* L.) biyogaz atığı uygulamalarının agronomik ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi

Effect of biogas waste applications on agronomic and some quality traits in barley (*Hordeum vulgare* L.)

Received (Alınış): 05.04.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 30.06.2022

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmada ahır gübresinden elde edilen biyogaz atığı uygulamalarının, Tarm 92 arpa çeşidinde verim, verim öğeleri ve kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Materyal ve Yöntem:** Araştırma 2019-20 ve 2020-21 yıllarında Akdeniz iklimi ve karasal iklimin arasında geçiş ikliminin görüldüğü bölgede yer alan Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanlarında tarla denemesi olarak yürütülmüştür. Çalışma tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada 0, 1, 2, 3 ve 4 ton da<sup>-1</sup> dozlarında biyogaz atığı uygulanmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Araştırmada incelenen özellikler üzerine biyogaz atığı uygulamaları olumlu etkide bulunmuş, arpa yetiştiriciliğinde 3 ton da<sup>-1</sup> biyogaz atığı uygulamasının verim ve kalite özellikleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Bu dozdan sonra bazı özelliklerde (başak uzunluğu, başakta tane ağırlığı, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve tane verimi) azalmalar gözlemlenmiştir. Özellikle tane verimi bakımından, 3 ton da<sup>-1</sup> dozunda ortalama 478 kg da<sup>-1</sup> ile en yüksek değer elde edilmiş, bu değer arpada verim yönünden üst sınır dozu olduğu belirlenmiştir. Biyogaz atığı uygulamaları, kontrol uygulamasına göre bin tane ağırlığını %10.6, hektolitre ağırlığını %6.0, kül içeriğini %10.5 ve protein içeriğini %8.4 oranında artırmıştır.

**Sonuç:** Arpa yetiştiriciliğinde 3 ton da<sup>-1</sup> biyogaz atığı kullanılarak hem verim ve kalite özellikleri üzerinde en iyi sonuçlar alındığı, hem de yenilenebilir enerji atıkları değerlendirildiği ifade edilebilir.

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to determine the effects of biogas waste applications obtained from barnyard manure on yield, yield components and quality characteristics of Tarm 92 barley variety.

**Materials and Methods:** The study was carried out as a field experiment in the experimental areas of the Faculty of Agriculture, Isparta University of Applied Sciences, located in the region where the transition climate between the Mediterranean climate and the continental climate is observed in 2019-20 and 2020-21. The study was set up in a randomized block design with 4 replications. In the study, biogas waste was applied at doses of 0, 1, 2, 3 and 4 tons da<sup>-1</sup>.

**Results:** Biogas waste applications had a positive effect on the properties examined and it was determined that 3 ton da<sup>-1</sup> biogas waste application in barley cultivation was effective on yield and quality characteristics. After this dose, decreases were observed in some properties (head length, grain weight per spike, thousand grain weight, test weight and grain yield). Especially in terms of grain yield, the highest value was obtained with an average of 478 kg da<sup>-1</sup> at the dose of 3 tons da<sup>-1</sup>, and it was determined that this value was the upper limit dose in terms of yield in barley. Biogas waste applications increased 1000 seed weight by 10.6%, test weight by 6.0%, ash content by 10.5% and protein content by 8.4% compared to control application.

**Conclusion:** It can be stated that application of 3 ton da<sup>-1</sup> biogas waste in barley cultivation revealed the best results on yield and quality characteristics so that renewable energy wastes are evaluated.

**Anahtar sözcükler:** Arpa, biyogaz atığı, kalite, verim, verim öğeleri

**Keywords:** Barley, biogas waste, quality, yield, yield components

## GİRİŞ

Arpa (*Hordeum vulgare* L.), dünyada ilk kültüre alınan bitkilerden birisidir. Geniş adaptasyon kabiliyeti sayesinde hem ülkemizde hem de Dünya'da geniş alanlarda yetiştiriciliği yapılmaktadır. Dünyada ve Türkiye'de hayvan beslenmesi için son derece önemli olan arpa, doğrudan insan beslenmesinde kullanılmasa da, hayvansal üretim ve yem rasyonlarında önemli protein kaynağı olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Payı çok az olmakla birlikte, un ve çeşitli ürünler olarak insan beslenmesi için de tüketilmektedir (Mutlu, 2021). Dünya genelinde ekiliş ve üretim miktarı bakımından arpa tahıllar içerisinde dördüncü, ülkemizde ise ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye 8.3 milyon tonluk (2020 yılı) üretimi ile dünya arpa üretiminin (159 milyon ton) yaklaşık olarak %5'ini gerçekleştirmektedir. Ortalama verimi 268 kg da<sup>-1</sup> olup, dünya ortalamasının (304 kg da<sup>-1</sup>) altındadır (FAO, 2021). Dünya nüfusunun hızla artması, azalan tarım arazileri, insan ve hayvanların beslenme sorunlarının yaygınlaşmasına sebep olmaktadır. Bu nedenlerle bitkisel üretimde birim alan verimi ile ürün kalitesinin artırılması gerekmektedir (Doğan & Kendal, 2012; Gülüt, 2021).

Ülkemizin tarım topraklarında organik madde miktarı giderek azalmaktadır. Nitekim, organik madde içerikleri birçok bölgede %2'den %1'e düşmüş durumdadır (Gümüş & Şeker, 2014). Toprak verimliliğinin azalmasında, organik gübrelemenin yetersizliği, monokültür veya sınırlı ekim nöbeti, anız yakılması gibi işlemler neden olmuştur (Şeker & Karakaplan, 1999). Diğer taraftan topraklara organik madde ilavesi olmaksızın, yalnız kimyasal gübre kullanımı toprakta bulunan değerli organik maddenin daha hızlı mineralizasyonuna da neden olmaktadır (OGÇ, 2018). Bu bağlamda, ülkemizdeki toprakların organik maddenin yetersizliğini gidermek için, organik gübrelerin topraklara uygun dozlarda uygulanması önem arz etmektedir.

Son yıllarda bitkisel üretimde yaygın olarak kullanılan organik gübrelerden birisi de biyogaz atığıdır. Organik madde oranı yüksek; hayvan, bitki, şehir ve endüstriyel atıklardan biyogaz elde edilmektedir (Yaraşır vd., 2018). Biyogaz teknolojisi aracılığıyla çeşitli organik atıkların anaerobik parçalanmasından elde edilen biyogaz atığı dünya çapında büyük ilgi görmektedir (Weiland, 2010; Smith et al., 2014; Nyang'au et al., 2016; Kara vd., 2019; Demirel & Ereku, 2020). Biyogaz atığının, bitki büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan makro ve mikro besinler bakımından zengin olduğu bildirilmektedir (Smith et al., 2014; Kumar vd., 2015; Cao et al., 2016). Nitekim, biyogaz atığının yüksek besin bileşimi, kimyasal gübrelerle kıyasla daha ucuz ve daha güvenli bir alternatif besin kaynağı sağlarken, organik bir gübre olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Odlare et al., 2011; Khan et al., 2012). Ayrıca, biyogaz atığı uygulaması ile bitkilerin azot alımı, büyümesi ve verimi artmakta olup, buna ek olarak bu uygulamanın toprak kalitesini de iyileştirdiği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Bachmann et al., 2011; Galvez et al., 2012; Alaboz et al., 2021). Bununla birlikte Yaraşır vd. (2018), buğdayda biyogaz atığının uygulamasının m<sup>2</sup>'deki başak sayısı, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, bayrak yaprak alanı ve tane verimi üzerine önemli etkileri olduğunu ifade etmişlerdir. Ferdous et al. (2020) ise, mısır üzerine inek gübresi veya kümes hayvanı gübresinden elde edilen biyogaz atığının kimyasal gübre ile birlikte uygulanmasının, geleneksel çiftçi uygulamasına kıyasla %20-24 daha yüksek tane verimi, %22-23 daha fazla brüt getiri ve %52-53 daha fazla brüt kar marjı elde edildiğini bildirmişlerdir. Bu çalışma; toprağa farklı dozlarda biyogaz atığı ilavesinin arpada verim, verim öğeleri ve bazı kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma; 2019-2020 ve 2020-2021 yılları vejetasyon döneminde Akdeniz iklimi ve karasal iklimin arasında geçiş ikliminin görüldüğü bölgede yer alan Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (37°84' K, 30°54' D, 1035 m) Ziraat Fakültesi deneme alanlarında tarla denemesi olarak yürütülmüştür. Çalışma alanı olarak iki yıldır ekim yapılmayan nadas alanı seçilmiştir. Çalışma alanlarından (0-30 cm) alınan toprak örneklerinde yapılan toprak analizleri sonucunda, ekim yapılan toprakların bünyeleri killi tınlı yapıya sahip, organik maddesi yıllara göre sırasıyla %1.69 ve %1.65, kireç içeriği %25.43 ve %25.50, tuzluluk sorunu

görünmeyen ( $0.38$  ve  $0.40$   $\text{dS m}^{-1}$ ) ve hafif alkalın ( $7.89$  ve  $7.92$ ) topraklar olduğu belirlenmiştir. Araştırmada hidrometre yöntemiyle toprak tekstürü (Demiralay, 1993), modifiye edilmiş Walkley Black metoduyla organik madde içeriği (Kacar, 2009), Scheibler kalsimetresi yöntemiyle  $\text{CaCO}_3$  içeriği (Kacar, 2009), 1:1 toprak su süspansiyonu metoduyla elektriksel iletkenlik (US Salinity Laboratory Staff, 1954) ve pH değeri (Kacar, 2009) belirlenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda (2019-2020 ve 2020-2021 vejetasyon döneminde) da sıcaklıkların ortalaması ( $11.4^\circ\text{C}$  ve  $12.5^\circ\text{C}$ ), uzun yıllar sıcaklık ortalamasının ( $10.2^\circ\text{C}$ ) üzerinde olmuştur. Çalışmada yetiştirme sezonlarında görülen toplam yağış miktarı her iki yılda da ( $421.5$  mm ve  $374.9$  mm) uzun yıllar toplam yağış miktarından ( $497.5$  mm) daha az olmuştur (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Deneme yıllarına ve uzun yıllara ait iklim verileri.

**Table 1.** Climatic data of trial years and long years.

	Ortalama Sıcaklık ( $^\circ\text{C}$ )			Toplam Yağış (mm)		
	2019-20	2020-21	Uzun yıllar	2019-20	2020-21	Uzun yıllar
Kasım	9.8	9.3	7.8	28.6	26.5	44.8
Aralık	4.6	6.9	3.6	45.3	35.4	86.7
Ocak	1.4	5.2	1.8	74.1	88.3	81.0
Şubat	3.8	6.5	3.0	71.4	16.3	67.0
Mart	7.7	6.7	6.0	41.3	45.0	58.7
Nisan	11.6	12.7	10.7	24.2	8.0	51.6
Mayıs	16.1	19.6	15.5	92.1	2.3	56.4
Haziran	20.3	19.9	19.9	42.6	144.7	35.5
Temmuz	27.0	25.9	23.4	1.9	8.4	15.8
Ort/Top	11.4	12.5	10.2	421.5	374.9	497.5

Araştırmada Tarm-92 iki sıralı arpa çeşidi tohum materyali olarak kullanılmıştır. Denemede toprağa farklı dozlarda (0, 1, 2, 3 ve 4 ton  $\text{da}^{-1}$ ) biyogaz atığı uygulanmıştır. Araştırmada kullanılan biyogaz atığı, biyogaz üretim tesisinde, ahır gübresinden elde edilmiş ve Seperatör Pres'den yaklaşık %15 nem ile çıkan atık organik bir materyaldir. Alaboz et al. (2021), tarafından biyogaz atığının organik madde içeriği %46.7, pH değeri 7.70 ve C:N oranı 12.1' olarak belirlenmiştir. Bu atık materyalin P ve K içerikleri %0.84 ve %0.75 iken, Cu, Zn Mn ve Fe içerikleri sırasıyla 15.8, 35, 109 ve 859  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Araştırmada kullanılan biyogaz atığının içeriği.

**Table 2.** Content of biogas waste used in the experiment.

Özellikler	Değerler
Nem (%)	15
Organik Madde (%)	46.7
pH	7.70
C:N	12.1
P (%)	0.84
K (%)	0.75
Cu ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	15.8
Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	35
Mn ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	109
Fe ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	859

Tarla denemeleri, tesadüf blokları deneme deseninde göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada, ekimler her iki deneme yılında Kasım ayının ilk haftasında sıra arası 20 cm ve  $\text{m}^2$ 'ye 500 tohum düşecek şekilde ekim mibzeri ile yapılmıştır. Denemede parseller 5 m uzunluğunda ve 1.2 m genişliğinde dizayn edilmiştir. Çalışmada her bir parselde ekim öncesinde belirtilen dozlarda biyogaz atığı uygulaması yapıldıktan sonra, biyogaz atığı çapa makinesi ile 0-20 cm derinliğe karıştırılmıştır. Çalışmada kontrol parselleri (0  $\text{kg da}^{-1}$  biyogaz atığı uygulaması) de dahil olmak üzere, tüm gruplara temel gübreleme olarak 10  $\text{kg N da}^{-1}$  ve 6  $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$  uygulanmıştır (Gümüş ve Akgün, 2021). Çalışmada fosforun tamamı ve

azotun yarısı ekimle birlikte, geri kalan yarısı üst gübre olarak kardeşlenme döneminde verilmiştir. Hasat, her iki yıl Temmuz ayının ortasında yapılmıştır.

Çalışmada parsellerdeki ilk ve son sıradaki ile her iki baştan 50 cm'deki bitkiler kenar tesiri olarak çıkarılmış ve geri kalan bitkiler üzerine ölçümler yapılmıştır. Parselde rastgele seçilen 10 bitki üzerinde bitki boyu (cm), başak uzunluğu (cm), başakta tane sayısı (adet/başak) ve başaktaki tane ağırlığı (g/başak) belirlenmiş, geri kalan bitkilerin hasat-harmanı yapıldıktan sonra elde edilen taneler üzerinde tane verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ), bin tane ağırlığı (g), hektolitreye ağırlığı (kg) belirlenmiştir. Tanelerde ham kül içeriği (%) Yılmaz vd. (2005)'e, protein içeriği (%) Kjeldahl yöntemine göre (Kacar & İnal, 2008) yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen verilerin varyans analizleri TOTEMSTAT istatistik paket programında yapılmış ve uygulamalar ile yılların ortalamaları arasındaki farklılıklar Duncan testi kullanılarak belirlenmiştir.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Arpada bitki boyunu yıllar, biyogaz atığı dozları ve yıl x uygulama interaksyonu önemli seviyede etkilemiştir. Birinci yıldaki bitki boyu değeri (85.87 cm), ikinci yıla (76.93 cm) göre daha yüksek olmuştur. Biyogaz uygulamaları yönünden ortalama bitki boyu en yüksek 4 ton  $\text{da}^{-1}$  dozunda (85.96 cm) belirlenmiş olup, 4 ton  $\text{da}^{-1}$  dozu ile 3 ton  $\text{da}^{-1}$  (83.90 cm) dozu istatistik olarak aynı grupta yer almıştır. Her iki yılda da bitki boyu kontrol uygulamalarında en düşük değerleri almıştır. Çalışmada ikinci yılda yağış miktarının ilk yıla nazaran düşük olması ve bahar aylarında (Nisan-Mayıs) gerçekleşen yağışların Haziran ayına kayması, buna ek olarak da ortalama sıcaklıkların ikinci yılın (12.5°C) ilk yıla (11.4°C) nazaran daha fazla olması sebebiyle bitki boyu olumsuz olarak etkilenmiştir (Çizelge 1; Çizelge 3). Pek çok araştırmacı tarafından bitki boyunun, iklim faktörleri, toprak verimliliği, ekim normu ve çeşit gibi birçok faktöre bağlı olarak değişim gösterdiği bildirilmiştir (Kün, 1996; Mut vd., 2014; Yaraşır, 2018; Kon, 2019). Ayrıca, bitki boyunun verim ve kalite özellikleri üzerine de önemli etkilerinin olduğu ifade edilmektedir (Kilercioğlu, 2020). Literatür çalışmaları incelendiğinde; pek çok araştırmacı tarafından da artan gübre dozlarına bağlı olarak serin iklim tahıllarında bitki boyunun arttığı bildirilmiştir (Budaklı vd., 2005; Yang et al., 2008; Yaraşır, 2018; Kon, 2019).

**Çizelge 3.** Arpada farklı biyogaz atığı uygulamasının bitki boyu ve başak uzunluğuna ait ortalamalar.

**Table 3.** Means of plant height and spike length of different biogas waste application in barley.

Uygulama/Yıl	Bitki Boyu (cm)			Başak Uzunluğu (cm)		
	2019-20	2020-21	Ortalama	2019-20	2020-21	Ortalama
0 kg/da	76.83 d	73.21 c	75.52 C	7.76 d	6.77 c	7.26 D
1 kg/da	89.34 b	75.88 bc	79.85 B	7.94 c	7.12 b	7.53 C
2 kg/da	86.51 bc	77.43 ab	81.77 B	8.27 b	7.49 a	7.88 B
3 kg/da	89.34 b	78.45 a	83.90 A	8.75 a	7.57 a	8.16 A
4 kg/da	92.84 a	79.83 a	85.96 A	8.69 a	7.59 a	8.14 A
Ortalama	85.87 A	76.93 B		8.28 A	7.31 B	
	Yıl: 380.62**; Uygulama: 61.17**; YılxUygulama: 16.29**			Yıl: 865.7**; Uygulama: 111.72** YılxUygulama: 5.43**		

\*\* :  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli

Başak uzunluğu üzerine yılların, biyogaz atığı dozlarının ve interaksyonun etkisi önemli bulunmuştur. Birinci yıl ortalama başak uzunluğu 8.28 cm olarak belirlenmiş olup, yağışın yetersizliği ve kuraklığa bağlı olarak ikinci yıl başak uzunluğu (7.31 cm) birinci yıla göre azalmıştır. Biyogaz atığı uygulamalarına göre ortalama başak uzunluğu artış göstermiş olup, 3 ton  $\text{da}^{-1}$  (8.16 cm) ve 4 ton  $\text{da}^{-1}$  (8.14 cm) uygulamalarında en yüksek değerleri almıştır. En yüksek başak uzunluğu değerlerini ilk yıl 3 ve 4 ton  $\text{da}^{-1}$  biyogaz atığı uygulamasında, ikinci yılda ise 2, 3 ve 4 ton  $\text{da}^{-1}$  biyogaz atığı uygulaması sonucunda elde edilmiştir. Her iki yılda da en kısa başak uzunluğu sadece standart gübreleme yapılan

kontrol parsellerinde tespit edilmiştir (Çizelge 3). Başak uzunluğunun tahıllarda yüksek değerlerde olması ve başakçıkların başak ekseninde çok sık dizilmemesi istenilen bir karakterdir. Bu durum tane dolum döneminde tanenin daha kolay şişkinleşmesine ve tane ağırlığının artışına imkan sağlamaktadır (Bilgin & Korkut, 2005). Nitekim çalışmada biyogaz atığı dozlarının artışına paralel olarak başak uzunluğunu genel olarak artış göstermiş, bunun sonucunda da başaktaki tane sayısı, tane ağırlığı ve tane verimi de artmıştır. İlker (2006), arpada tane verimi üzerine doğrudan ve dolaylı etkileri yüksek olan başak uzunluğunun, seleksiyon kriteri olabileceğini ifade etmiştir. Organik kaynaklı gübrelerin başak uzunluğu ve tane verimi üzerine oldukça etkili olduğu birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Kara & Gül, 2013; Mutlu, 2018; Mutlu vd., 2020).

Biyogaz atığı dozlarının, yılların ve interaksiyonun arpada başakta tane sayısına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Vejetasyon dönemindeki yağış miktarının fazla olduğu birinci yılda (25.34 adet) başakta tane sayısı daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En düşük ortalama başakta tane sayısı biyogaz atığı dozlarına göre kontrol (22.19 adet) ve 1 ton da<sup>-1</sup> (22.55 adet) uygulamalarında tespit edilmiştir. Bunun nedeni 1 ton da<sup>-1</sup> biyogaz atığı dozunda bitki besin elementleri miktarının düşük olması gösterilebilir. En yüksek başakta tane sayısı ise 3 (25.33 adet) ve 4 ton da<sup>-1</sup> (25.47 adet) biyogaz atığı uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4). Başakta tane sayısı tane verimine doğrudan etki eden önemli bir karakterdir. Başak uzunluğu ile başakta başakçık sayısına bağlı olarak değişiklik gösteren başakta tane sayısının, fazla olması, istenilen dolgunluk ve irilikte olması istenmektedir (Gürsoy, 2011). Ayrıca organik gübrelerin toprak verimliliğinde sağladıkları avantajlar sayesinde, serin iklim tahıllarının çiçeklenme, tane dolum dönemlerini ve başakta tane sayısını olumlu yönde etkilemektedir (Asmus et al., 1990). Çalışmada da biyogaz atığı dozlarının artmasıyla birlikte başakta tane sayısı artış göstermiştir. Yaraşır vd. (2018), sıvı biyogaz atığı uygulaması ile birlikte başakta tane sayılarının arttığını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte Demirel (2018), katı biyogaz atığının başakta tane sayısı üzerine önemli etkileri olduğunu bildirmiştir.

**Çizelge 4.** Arpada farklı biyogaz atığı uygulamasının başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığı ait ortalamalar.

**Table 4.** Means of grain number per ear and grain weight per spike of different biogas waste application in barley.

Uygulama/Yıl	Başakta Tane Sayısı (adet/başak)			Başakta Tane Ağırlığı (g/başak)		
	2019-20	2020-21	Ortalama	2019-20	2020-21	Ortalama
0 ton da <sup>-1</sup>	22.75 d	22.00 c	22.19 B	1.11 e	1.00 e	1.05 E
1 ton da <sup>-1</sup>	23.20 d	21.90 c	22.55 B	1.17 d	1.02 d	1.10 D
2 ton da <sup>-1</sup>	25.55 c	22.55 bc	24.05 AB	1.32 c	1.15 c	1.24 C
3 ton da <sup>-1</sup>	27.25 b	23.40 a	25.33 A	1.44 a	1.28 a	1.36 A
4 ton da <sup>-1</sup>	27.93 a	23.00 ab	25.47 A	1.37 b	1.21 b	1.29 B
Ortalama	25.34 A	22.50 B		1.28 A	1.13 B	
	Yıl: 374.14 **; Uygulama: 84.48**			Yıl:1167.7**; Uygulama:654.9**		
	YılxUygulama: 29.67**			YılxUygulama: 5.81**		

\*\* : P≤0.01 düzeyinde önemli

Başakta tane ağırlığı üzerine yılların, biyogaz atığı dozlarının ve interaksiyonun etkisi önemli bulunmuştur. Birinci yıldaki başakta tane ağırlığı (1.28 g) ikinci yıla (1.13 g) göre daha yüksek olmuştur. En yüksek ortalama başakta tane ağırlığı 3 ton da<sup>-1</sup> (1.36 g) biyogaz atığı dozundan elde edilirken, en düşük ortalama başakta tane ağırlığı ise kontrol uygulamasında (1.05 g) tespit edilmiştir (Çizelge 4). Arpada başakta tane ağırlığı, tane verimini etkileyen en önemli parametrelerden birisidir. Sushila & Gajendra (2000)'nin çiftlik gübresinin başakta tane ağırlığını artırdığını ifade etmişlerdir. Cheraghi et al. (2016), ise kontrol uygulamasına göre 1 ton da<sup>-1</sup> çiftlik gübresinin başakta tane ağırlığını artırdığını ancak, 2 ton da<sup>-1</sup> çiftlik gübresi uygulamasının ise başakta tane ağırlığını düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Nitekim yaptığımız çalışmada da biyogaz atığı dozlarının belli bir seviyeye (3 ton da<sup>-1</sup>) kadar artması ile,

başakta tane ağırlığı da artmış, ancak o seviyeden sonrada yapılan uygulamalar ile başakta tane ağırlığını azalmıştır (Çizelge 4). Ayrıca, literatür çalışmaları incelendiğinde araştırmacılar tarafından arpa çeşitlerinin başakta tane ağırlığının değişik çevre koşullarında farklı tepkiler gösterdiği sonucu ortaya konmuştur (Sirat & Sezer 2005; Koca vd., 2015). Çalışmadaki bulgular ile literatürler arasındaki farklılık, organik materyalin besin içeriğinden, kullanılan çeşidin genetik yapısından veya bölgenin iklim ve toprak özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Arpada bin tane ağırlığı önemli bir kalite kriteridir. Biyogaz atığı dozlarına göre ortalama bin dane ağırlığı 40.97-45.16 g arasında değişim göstermiş, en yüksek bin tane ağırlığı 3 ton da<sup>-1</sup> biyogaz atığı uygulamasında, en düşük ise, kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. En yüksek bin tane ağırlığı birinci yılda 4 ton da<sup>-1</sup> biyogaz atığı uygulamasında, ikinci yılda ise 3 ton da<sup>-1</sup> biyogaz atığı uygulamasında tespit edilmiş, her iki yılda da 3 ve 4 ton da<sup>-1</sup> biyogaz atığı uygulamaları arasında istatistiki olarak fark oluşmamıştır. En düşük bin tane ağırlığı birinci yılda kontrol ve 1 ton da<sup>-1</sup> biyogaz atığı uygulamasında ikinci yılda ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Diğer taraftan bin tane ağırlığı birinci yıla (44.31 g) göre ikinci yıl (43.25 g) daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). Araştırma yıllarına göre bin tane ağırlığının farklılık göstermesinde, yağışın, hava sıcaklığının etkili olduğu düşünülmektedir (Çizelge 1). Arpada bin tane ağırlığının yüksek olması; nişastanın fazlalığını ve tanelerin iri ve dolgun olmasını göstermektedir (Kün, 1996). Bin tane ağırlığı genotipe (Mut vd., 2014), birim alandaki fertil başak sayısına (Çarpıcı & Çelik, 2012), birim alandaki başak sayısına, başaktaki tane sayısına (Öztürk & Akten 1999), yetiştirme tekniklerine (O'Donovan et al., 2012), ekim zamanına (Akdamar et al., 2002; Alam et al., 2007) ve çevre şartlarına (Kızılgeçi vd., 2016) bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Diğer taraftan organik bazı gübrelerin verim ve verim ögeleri üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır (Kara & Gül, 2013). Yaraşır vd. (2018), ekmeleklik buğdayda sıvı biyogaz atığı dozlarının artmasına paralel olarak bin tane ağırlıklarının arttığını tespit etmişlerdir. Demirel (2018), buğdayda bin tane ağırlığının yüksek olması için katı biyogaz atığının mineral azot ile birlikte uygulanması gerektiğini ifade etmiştir. Bu sonuçlar elde etmiş olduğumuz bulgular ile uyum içerisindedir.

**Çizelge 5.** Arpada farklı biyogaz atığı uygulamasının bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığına ait ortalamalar.

**Table 5.** Means of thousand grain weight and test weight of different biogas waste application in barley.

Uygulama/Yıl	Bin Tane Ağırlığı (g)			Hektolitre Ağırlığı (kg)		
	2019-20	2020-21	Ortalama	2019-20	2020-21	Ortalama
0 ton da <sup>-1</sup>	42.55 b	39.39 c	40.97 D	68.37 d	63.17 d	65.77 E
1 ton da <sup>-1</sup>	43.34 b	43.09 b	43.22 C	69.42 c	64.05 c	66.74 D
2 ton da <sup>-1</sup>	44.85 a	43.61 b	44.23 B	70.94 b	65.99 b	68.46 C
3 ton da <sup>-1</sup>	45.35 a	45.29 a	45.32 A	72.56 a	66.81 a	69.69 A
4 ton da <sup>-1</sup>	45.47 a	44.85 a	45.16 A	72.45 a	66.00 b	69.23 B
Ortalama	44.31 A	43.25 B		70.75 A	65.20 B	
	Yıl: 30.92**;Uygulama: 69.19**			Yıl:5488.7**;Uygulama:397.5**		
	YılıUygulama: 8.61**			YılıUygulama: 12.12**		

\*\* : P≤0.01 düzeyinde önemli

Arpada önemli bir diğer kalite kriteri olan hektolitre ağırlığı üzerine, yılların, biyogaz atığı dozlarının ve interaksiyonun etkisi önemli bulunmuştur. 2019-20 vejetasyon döneminde (birinci yıl) ortalama hektolitre ağırlığı 70.75 kg, 2020-21 vejetasyon döneminde (ikinci yıl) ise ortalama hektolitre ağırlığı 65.20 kg olarak belirlenmiştir. Biyogaz dozlarının ortalaması incelendiğinde bin tane ağırlığına benzer olarak en yüksek hektolitre ağırlığı 3 ton da<sup>-1</sup> biyogaz atığı uygulamasında, en düşük hektolitre ağırlığı ise sadece standart gübreleme yapılan kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. En yüksek hektolitre ağırlığı 2019-20 vejetasyon döneminde 3 ve 4 ton da<sup>-1</sup> biyogaz atığı uygulamasından, 2020-21 vejetasyon döneminde ise 3 ton da<sup>-1</sup> biyogaz atığı uygulamasından elde edilmiştir. Her iki vejetasyon döneminde kontrol uygulaması en düşük

hektolitre ağırlığı değerlerine sahip olmuştur (Çizelge 5). Hektolitre ağırlığı, arpada bira ve malt sanayinde kullanıldığı için yüksek olması istenmektedir (Sirat, 2014). Nitekim biyogaz atığı uygulamalarına göre hektolitre ağırlığı genel olarak artış göstermiş, bu artışa bağlı olarak maltlık değerinin de artması beklenmektedir. Hektolitre ağırlığı arpanın çeşidine, kültürel uygulamalara ve çevre şartlarına göre değişiklik göstermektedir (Gürsoy, 2011; Sirat & Sezer, 2016; Aydoğan vd., 2017). Kandemir (2004), iki sıralı arpa çeşitlerinin hektolitre ağırlığını ilk yıl 64.3 - 70.8 kg, ikinci yıl ise 61.6 - 69.1 kg olarak belirlemiş, yıllar arasındaki farklılığın yağış miktarından kaynaklandığını ifade etmiştir. Yaraşır vd. (2018), ekmeçlik buğdayda en yüksek hektolitre ağırlığını 3 ton da<sup>-1</sup> sıvı biyogaz atığı uygulamasında elde etmişlerdir. Ayrıca, organik kaynaklı gübrelerin hektolitre ağırlığını arttırdığı birçok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Mutlu, 2018; Mutlu vd., 2020).

Arpada tane veriminin artırılması en önemli yetiştiricilik amaçlarından birisidir. Uygulamalara göre ortalama tane verimi birinci yıl 444.31 kg da<sup>-1</sup>, ikinci yıl ise 424.70 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Yıllar arasındaki bu farklılığın nedeni ikinci yıldaki yağış miktarının oldukça düşük olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca, birinci yıldaki verim öğelerinin (bitki boyu, başak uzunluğu, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı gibi) yüksek olması tane verimine olumlu katkı sağladığı düşünülmektedir. Biyogaz atığı dozlarına göre ortalama tane verimi en yüksek 3 kg da<sup>-1</sup> (477.98 kg da<sup>-1</sup>) uygulamasında, en düşük ise kontrol (365.29 kg da<sup>-1</sup>) uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 6). Demirel (2018), buğdayda tane verimi üzerine katı biyogaz atığı uygulamasının olumlu bir etkisinin olduğu bildirmiştir. Yapılan araştırmalarda arpanın tane verimi üzerine çeşitlerin, çevre faktörlerinin ve kültürel uygulamaların etki ettiği rapor edilmiştir (Aydoğan vd., 2011; Kızılgeçi vd., 2016; Altuner vd., 2018; Kızılgeçi vd., 2019). Ayrıca, organik gübrelerin tane verimini arttırdığı birçok çalışmada ifade edilmiştir (Öztürk et al., 2012; Abera et al., 2018; Mutlu, 2021).

**Çizelge 6.** Arpada farklı biyogaz atığı uygulamasının tane verimine ait ortalamalar.

**Table 6.** Means of grain yield of different biogas waste application in barley.

Uygulama/Yıl	Tane Verimi (kg da <sup>-1</sup> )		
	2019-20	2020-21	Ortalama
0 ton da <sup>-1</sup>	379.08 d	351.50 e	365.29 E
1 ton da <sup>-1</sup>	427.28 c	405.17 d	416.22 D
2 ton da <sup>-1</sup>	464.25 b	436.17 c	450.21 C
3 ton da <sup>-1</sup>	484.31 a	471.65 a	477.98 A
4 ton da <sup>-1</sup>	467.39 b	459.00 b	463.20 B
Ortalama	444.46 A	424.70 B	
Yıl: 344.45**; Uygulama: 1425.79**; Yıl x Uygulama: 13.92**			

\*\* : P≤0.01 düzeyinde önemli

Arpada biyogaz atığı dozları ve yıllar ham kül içeriğini istatistiki olarak önemli seviyede etkilemiştir. İkinci yıldaki ham kül içeriği (%2.59), birinci yıla (%2.49) göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7). Biyogaz uygulamaları yönünden ham kül içeriği %2.39-2.64 arasında değişim göstermiş, en yüksek ham kül içeriği 4 ton da<sup>-1</sup> dozunda belirlenmiş olup, bu doz ile 2 ve 3 ton da<sup>-1</sup> dozu uygulamalarının aralarında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. Çalışmanın her iki yılında da ham kül oranı kontrol uygulamasında en düşük değerleri almış olup, 1 ton da<sup>-1</sup> biyogaz atığı uygulaması ile kontrol uygulaması arasında istatistiki olarak fark belirlenmemiştir. Yaraşır (2018), buğdaya uyguladığı sıvı biyogaz atığı uygulamasına göre ham kül içeriğini %1.33 ile %1.44 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Buna ek olarak, araştırmacı ham kül içeriği, mineral madde zenginliği ile ilişkili olduğunu ve çeşit ile yetiştirme koşullarından etkilendiğini ifade etmiştir. Bulut (2012), ise ham kül içeriğinin yağışlı dönemlerde azaldığını, kurak dönemlerde ise artış gösterdiğini tespit etmiştir. Bu durum, ham kül içeriğinin iklim şartlarından etkilendiğini göstermekte olup, çalışmadan elde edilen veriler ile paralellik göstermektedir.

**Çizelge 7.** Arpada farklı biyogaz atığı uygulamasının ham kül oranı ve protein oranı ait ortalamalar.

**Table 7.** Means of raw ash ratio and protein ratio of different biogas waste applications in barley.

Uygulama/Yıl	Ham Kül Oranı (%)			Protein Oranı (%)		
	2019-20	2020-21	Ortalama	2019-20	2020-21	Ortalama
0 ton da <sup>-1</sup>	2.36	2.43	2.39 B	10.01 D	10.58 D	10.30 D
1 ton da <sup>-1</sup>	2.40	2.54	2.47 B	10.22 C	10.69 C	10.46 C
2 ton da <sup>-1</sup>	2.49	2.67	2.58 A	10.62 B	10.89 B	10.75 B
3 ton da <sup>-1</sup>	2.59	2.68	2.63 A	11.03 A	11.24 A	11.13 A
4 ton da <sup>-1</sup>	2.62	2.65	2.64 A	11.07 A	11.25 A	11.16 A
Ortalama	2.49 B	2.59 A	2.39 B	10.59 B	10.93 A	
	Yıl: 39.02**; Uygulama: 35.93** YılxUygulama: 2.51 ns			Yıl:285.51**; Uygulama:300.1** YılxUygulama: 14.27**		

\*\* : P≤0.01 düzeyinde önemli; ns: önemli değil

Arpada biyogaz atığı dozlarının, yılların ve yıl x uygulama interaksyonu protein içeriğini 0.01 seviyesinde etkilemiştir. Çalışmanın ikinci yılındaki (%10.93) protein içeriği birinci yıla (%10.59) göre daha yüksek olmuştur (Çizelge 7). Biyogaz atığı dozlarının artması ile de protein içeriği artmıştır. Her iki yılda da en yüksek protein içeriği 3 ve 4 ton da<sup>-1</sup> biyogaz atığı dozlarında, en düşük ise kontrol dozunda belirlenmiştir. Biyogaz atığı uygulamaları protein içeriğini kontrole göre sırasıyla %10.59 ve %6.33 oranlarında artırmıştır. Yolcu (2008), uyguladığı farklı dozlardaki ahır gübresinin protein oranını artırdığını ifade etmiştir. Kara vd. (2019), sorgum x sudan otu melezi farklı dozlarda (0, 1, 1.5 ve 2 ton da<sup>-1</sup>) katı biyogaz atığı uygulaması sonucunda en yüksek ham protein oranını 2 ton da<sup>-1</sup> uygulamasında elde etmişlerdir. Çalışmada kullanılan biyogaz atığı, ahır gübresinden elde edilmiş olup, yapılan uygulamalar protein oranını düşük miktarlarda olsa da artırmıştır. Birçok araştırmacı artan gübre dozlarına paralel olarak protein oranının da arttığını ifade etmişlerdir (Petrie et al., 2003; Yang et al., 2008; Kara vd., 2019; Kon, 2019).

## SONUÇ

Tarımsal üretimde organik gübre kullanımının yaygınlaşması her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır. Bu amaçla çalışmada hayvansal atıklardan elde edilen alternatif bir gübre olan biyogaz atığı uygulamalarının arpada verim ve kalite üzerine olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. Arpa yetiştiriciliğinde 3 ton da<sup>-1</sup> biyogaz atığı uygulamasının verim ve kalite özellikleri üzerine en etkili doz olduğu belirlenmiştir. Araştırmada incelenen önemli verim öğeleri olan bitki boyu, başak uzunluğu, başakta tane sayısı ve ağırlığı özelliklerinde ve kalite özelliklerinde de 3 ton da<sup>-1</sup> dozunun uygulanması ile en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç olarak biyogaz tesislerinin yan ürünü olan biyogaz atığının organik gübre olarak kullanımının yaygınlaştırılması, insan ve hayvanların besin kaynaklarından biri olan arpa yetiştiriciliğine önemli katkılar sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Abera, T., T. Tufa, T. Midega, H. Kumbi & B. Tola, 2018. Effect of integrated inorganic and organic fertilizers on yield and yield components of barley in Liben Jawi District. International Journal of Agronomy, 1-7. doi:10.1155/2018/2973286
- Akdamar, M., Ş. Tayyar & A. Gökkuş, 2002. Effects of different sowing times on yield and yield related traits in bread wheat grown in Çanakkale. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15 (2): 81-87.
- Alaboz, P., O. Dengiz & S. Demir, 2021. Barley yield estimation performed by ANN integrated with the soil quality index modified by biogas waste application. Zemdirbyste-Agriculture, 108 (3): 217-226. doi: 10.13080/z-a.2021.108.028
- Alam, M. Z., S. A. Haider & N. K. Paul, 2007. Yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) in relation to sowing times. Journal of Bio-Science, 15: 139-145 doi: 10.3329/jbs. v15i0.2154



- Altuner, F., O. Erol & M. Ülker, 2018. Bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinde verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 7 (2): 11-22.
- Asmus, F., H. Görlitz, G. Blüttchen, 1990. Ergebnisse aus einem 30 einfluss langjährigen dauerversuch zu fragen der organischen düngung auf tieflehmfelder in gross-kreuz Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, 34: 41-46.
- Aydoğan, S., M. Şahin, A. G. Akçacık, B. Demir, S. Hamzaoğlu & İ. Kara, 2017. Arpa genotiplerinin farklı lokasyonlardaki kalite özelliklerinin değerlendirilmesi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 31 (2): 8-13. doi: 10.15316/SJAFS.2017.13
- Bachmann, S., S. Wentzel & B. Eichler-Löbermann, 2011. Codigested dairy slurry as a phosphorus and nitrogen source for *Zea mays* L. and *Amaranthus cruentus* L. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 174 (6): 908-915. doi: 10.1002/jpln.201000383
- Bilgin, O. & K. Z. Korkut, 2005. Bazı ekmeklik buğday çeşit ve hatlarının (*T. aestivum* L.) tane verimi ve bazı fenolojik özelliklerinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 (1): 57-65.
- Budaklı, E., G. Bayram, M. Türk & N. Çelik, 2005. Bazı iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare* conv. distichon) çeşitlerinde farklı azot dozlarının verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkileri. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (2): 1-11.
- Bulut, S., 2012. Ekmeklik Buğdayda Kalite. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 28 (5): 441-446.
- Cao, Y., J. Wang, H. Wu, S. Yan, D. Guo, G. Wang & Y. Ma, 2016. Soil chemical and microbial responses to biogas slurry amendment and its effect on Fusarium wilt suppression. Applied Soil Ecology, 107: 116-123. doi: 10.1016/j.apsoil.2016.05.010
- Cheraghi, Y., F. A. Mohyedi & M. Kalhor, 2016. Effects of organic and chemical fertilizers on yield components of common wheat (*Triticum aestivum* L.). Applied Research in Biological Sciences, 7 (8): 82-86.
- Çarpıcı, E. B. & N. Çelik, 2012. Correlation and path coefficient analyses of grain yield and yield components in two-rowed of barley (*Hordeum vulgare* convar. distichon) varieties. Notulae Scientia Biologicae, 4 (2): 128-131.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 143, 131 s.
- Demirel, M. & O. Ereku, 2020. Farklı dozlarda katı biyogaz atıklarının buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisinin toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi. Ziraat Fakültesi Dergisi, Özel Sayı: 87-94.
- Demirel, M., 2018. Farklı Dozlarda Katı Biyogaz Atıklarının Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinin Verim ve Kalitesi Üzerine Etkisi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 95 s.
- Doğan, Y. & E. Kendal, 2012. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29 (1): 113-121.
- FAO, 2021. Food and agriculture organization of the united nations. (Web sayfası: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>) (Erişim tarihi: Mart 2022).
- Ferdous, Z., H. Ullah, A. Datta, A. Attia, A. Rakshit & S. H. Molla, 2020. Application of biogas slurry in combination with chemical fertilizer enhances grain yield and profitability of maize (*Zea Mays* L.). Communications in Soil Science and Plant Analysis, 51 (19): 2501-2510.
- Galvez, A., T. Sinicco, M. L. Cayuela, M. D. Mingorance, F. Fornasier & C. Mondini, 2012. Short term effects of bioenergy by-products on soil C and N dynamics, nutrient availability and biochemical properties. Agriculture, Ecosystems & Environment, 160: 3-14. doi: 10.1016/j.agee.2011.06.015
- Gülüt, K. Y., 2021. The effect of different fertilizer applications on the spad values of wheat, green part yield and n concentration. Turkish JAF Sci. Tech., 9 (5): 919-925. doi:10.24925/turjaf.v9i5.919-925.4387
- Gümüş, İ. & C. Şeker, 2014. Farklı organik gübrelerin mısır-buğday ekim nöbetinde buğdayın verimine bakiye etkileri. Toprak Su Dergisi, 3 (1):1-5.
- Gümüş, T. & İ. Akgün, 2021. Isparta koşullarında kavuzsuz arpa (*Hordeum vulgare* L. var. nudum) çeşit/hatlarının verim ve bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (31): 624-628.
- Gürsoy, M., 2011. Bazı iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare* L.) hat ve çeşitlerinde farklı azot dozlarının verim ve kalite öğelerine etkileri. Ecological Life Sciences, 6 (4): 114-123.

- İlker, E., 2006. Arpa melezlerinde verim ve verim özellikleri arasındaki ilişkiler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 43 (3): 1-11.
- Kacar, B. & A. İnal, 2008. Bitki Analizleri, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Yayınları, Yayın No: 1241; Fen Bilimleri: 63, (I. Basım) Ankara.
- Kacar, B., 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayın No: 1387, 459 s.
- Kandemir, N., 2004. Tokat-Kazova şartlarına uygun maltlık arpa çeşitlerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21 (2): 94-100
- Kara, B. & H. Gül, 2013. Alternatif gübrelerin farklı ekmeleklik buğday çeşitlerinin tane verimi, verim komponentleri ve kalite özelliklerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8: (2): 88-97
- Kara, E., M. Sürmen & H. Erdoğan, 2019. Katı biyogaz atığı uygulamalarının sorgum ve sorgum x sudanotu melezi bitkilerinde yem verimi ve kalitesi üzerine etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 5 (2): 355-361. doi: 10.24180/ijaws.621094
- Khan, S.A., L. C. Malav, S. Kumar, M. K. Malav & N. Gupta, 2012. Resource utilization of biogas slurry for better yield and nutritional quality of baby corn. Advances in Agriculture and Environmental Science, 32: 382-394.
- Kızılgöçü, F., M. Yıldırım, C. Akıncı & Albayrak, Ö. 2019. Arpada tane verimi ve kalite özellikleri üzerine genotip ve çevrenin etkileşimi Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22 (3): 346-353. doi:10.18016/ksutarimdog.vi.499013
- Kızılgöçü, F., M. Yıldırım, C. Akıncı & Ö. Albayrak, 2016. Bazı arpa genotiplerinin Diyarbakır ve Mardin koşullarında verim ve kalite parametrelerinin incelenmesi İğdır University Journal of the Institute of Science, 6 (3): 161-169.
- Kilercioğlu, B., 2020. Güney Marmara Koşullarında Farklı Azot Dozlarının Kavuzsuz Arpa Çeşidinin (*Hordeum vulgare* L. Var. Nudum hook.ef.) Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkisi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 53 s.
- Koca, Y. O., O. Erekul, S. Sabancı, A. Zeybek & A. Yiğit, 2015. Akdeniz kuşağında yetiştirilen arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinde verim unsurları ve tane kalite özelliklerinin belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12 (1): 9-15.
- Kon, H. İ. F., 2019. Orta Anadolu Koşullarında, Bazı Arpa çeşitlerinin Verim, Kalite ve Azot Kullanım Randımanlarının Azotlu Gübreleme Miktarlarına Göre Belirlenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 115 s.
- Kumar, S., L. C. Malav, M. K. Malav & S. A. Khan, 2015. Biogas slurry: source of nutrients for eco-friendly agriculture. Journal of Extensive Research, 2 (2): 42-46.
- Kün, E., 1996. Tahıllar I (Serin İklim Tahılları). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No: 1451, 322 s.
- Mut, Z., A. Sirat & İ. Sezer, 2014. Samsun koşullarında bazı iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare* conv. distichon) genotiplerinde tane verimi ile başlıca tarımsal özelliklerin belirlenmesi ve stabilite analizi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 24 (1): 60-69. doi: 10.29133/yyutbd.235917
- Mutlu, A., 2018. The effect of organic fertilizer on spike characteristics of barley (*Hordeum vulgare* L.). JoCREST, 4 (2): 125-134. doi: 10.26579/jocrest-4.2.10
- Mutlu, A., 2021. The effect of organic fertilizers on grain yield and some yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.). Fresenius Environmental Bulletin, 29 (12): 10840-10846.
- Mutlu, A., T. Taş & A. B. Uçak, 2020. The effect of organic liquid fertilizer given in different periods on grain yield, yield components and quality in durum wheat (*Triticum durum* L.). Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 8 (9): 2025-2033. doi: 10.24925/turjaf.v8i9.2025-2033.3800
- Nyang'au, J., E. Gatebe, C. Nyagah & S. Ahenda, 2016. Evaluation of biogas slurry as an alternative organic fertilizer: a case study in Kenya. International Journal of Extensive Research, 9: 10-14.
- O'Donovan, J. T., T. K. Turkington, M. J. Edney, P. E. Juskiw, R. H. McKenzie, K. N. Harker, G. W. Clayton, G. P. Lafond, C. A. Grant, S. Brandt, E. N. Johnson, W. E. May & E. Smith, 2012. Effect of seeding date and seeding rate on malting barley production in western Canadian Journal of Plant Science, 92 (2): 321-330. doi: 10.4141/cjps2011-130
- Odlare, M., V. Arthurson, M. Pell, K. Svensson, E. Nehrenheim & J. Abubaker, 2011. Land application of organic waste-effects on the soil ecosystem. Applied Energy, 88 (6): 2210-2218. doi: 10.1016/j.apenergy.2010.12.043

- OGÇ, 2018. Organomineral gübre çalıştay. (Web sayfası: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.sutas.com.tr%2Fuploads%2Fimages%2FTEMA-organomineral-gubre-calistayi-bildirileri.pdf%23page%3D43&clen=7550605&chunk=true) (Erişim tarihi: Mart 2022).
- Öztürk, A. & Ş. Akten, 1999. Kışlık buğdayda bazı morfofizyolojik karakterler ve tane verimine etkileri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23 (2): 409-422.
- Öztürk, A., S. Bulut, N. Yıldız & M. Karaoğlu, 2012. Effects of organic manures and non-chemical weed control on wheat: I-Plant growth and grain yield. The Journal of Agricultural Science, 18 (1): 9-20. doi: 10.1501/Tarimbil\_0000001188
- Petrie, S., P. Hayes, K. Rhinhart, N. Blake, J. Kling & A. Corey, 2003. Fertilizer management for winter malting barley. Agricultural Experiment Station, Oregon University Special Report, 1047.
- Sirat, A. & İ. Sezer, 2005. Samsun ekolojik koşullarına uygun arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 20 (3): 72-81.
- Sirat, A. & İ. Sezer, 2016. Bazı iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare* conv. distichon) çeşitlerinin verim ve verim unsurları ile bazı kalite özellikleri üzerine bir araştırma. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25 (özel sayı-1): 151-157.
- Sirat, A., 2014. Orta Karadeniz Bölgesi koşullarına uygun maltlık ve yemlik arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 11 (1): 9-17.
- Smith, J., A. Abegaz, R. B. Matthews, M. Subedi, E. R. Orskov, V. Tumwesige & P. Smith, 2014. What is the potential for biogas digesters to improve soil fertility and crop production in Sub-Saharan Africa?. Biomass and Bioenergy, 70: 58-72. doi: 10.1016/j.biombioe.2014.02.030
- Sushila, R. & G. I. R. I. Gajendra, 2000. Influence of farmyard manure, nitrogen and biofertilizers on growth, yield attributes and yield of wheat (*Triticum aestivum*) under limited water supply. Indian Journal of Agronomy, 45 (3): 590-595.
- Şeker, C. & S. Karakaplan, 1999. Konya ovasında toprak özellikleri ile kırılma değerleri arasındaki ilişkiler. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 29: 183-190.
- U.S Salinity Laboratory Staff., 1954. Diagnosis and Improvement of Salina and Alkali Soils. Agricultural Handbook, 60, U.S.D.A.
- Weiland, P., 2010. Biogas production: current state and prespectives. Applied Microbiology and Biotechnology, 85: 849-860. doi: 10.1007/s00253-009-2246-7
- Yang, C. H., S. B. Lee, T. K. Kim, J. H. Ryu, C. H. Yoo, J. J. Lee, J. D. Kim & K. Y. Jung, 2008. The effect of tillage methods after application of liquid pig manure on silage barley growth and soil environment in paddy field. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer, 41 (5): 285-292.
- Yaraşır, N., 2018. Farklı Dozlarda Sıvı Biyogaz Atıklarının Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 75 s.
- Yaraşır, N., O. Ereku & A. Yiğit, 2018. Farklı dozlarda sıvı biyogaz fermentasyon atıklarının ekmeleklik buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisinin verim ve kalite üzerine etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15 (2): 9-16. doi:10.25308/aduziraat.409364
- Yılmaz, M. F., 2005. Kahramanmaraş Koşullarında II. Ürün Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L.) Farklı Sıra Üzeri Mesafeler ve Azot Dozlarının Verim ve Verim Unsurları ile Tohum Kalitesine Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 65 s.
- Yolcu, H., 2008. Kaba yem olarak kullanılan arpa ve buğday çeşitlerinde ahır gübresi uygulamasının morfolojik, verim ve kalite özelliklerine etkisi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 23 (3): 137-144.