

Sıvı Biyogaz Atığı Uygulamalarının Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Bazı Verim ve Kalite Ögelerine Etkisinin Araştırılması

Selim ÖZDEMİR^{*1}, Erdal ÇAÇAN¹

¹ Bingöl Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bingöl, Türkiye

Öz: Bu çalışmada, biyogaz atığı uygulamalarının buğdayda ot verimi ve kalitesi ile tohum verimi ve bazı verim özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, 2022-23 üretim sezonunda Bingöl Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi uygulama arazisinde kurak koşullarda yürütülmüştür. Araştırma ile ilgili arazi denemesi, tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve farklı dozlarda (0, 10, 20, 30, 40, 50 t/ha) sıvı biyogaz atığı, üst gübre olarak uygulanmıştır. Araştırma sonuçları, sıvı biyogaz atığı uygulamalarının buğday yetiştiriciliği üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu göstermektedir. Uygulanan farklı dozlar arasında 30 t/ha sıvı biyogaz atığı uygulamasının verim üzerinde olumlu etkisinin olduğu ve kalite özelliklerinden ADF (Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif) ve NDF (Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif) oranını düşürdüğü sonucuna varılmıştır. Sıvı biyogaz atığı uygulanması ile buğday kuru otunun magnezyum ve fosfor içeriğinin arttığı, kalsiyum oranının etkilenmediği ve potasyum oranının da düştüğü tespit edilmiştir. Tohum verimi özellikleri açısından bakıldığında da sıvı biyogaz atığının metrekarede başak sayısı, başak uzunluğu ve tohum verimini artırdığı, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı, bin tane ağırlığı ve saman verimi üzerinde de etkisinin olmadığı anlaşılmıştır. Sıvı biyogaz atığının alternatif bir gübre kaynağı olarak kullanılabilirliğinin araştırıldığı bu çalışmada, buğdayda hektara 30 ton kullanımının yeşil-kuru ot verimi, ot kalitesi, makro element içeriği ve tohum verimi üzerinde olumlu etkiler gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Fermente gübre, ot verimi, tohum verimi, makro elementler

Investigation of the Effect of Liquid Biogas Slurry Applications on Some Yield and Quality Characteristics in Wheat (*Triticum aestivum* L.)

Abstract: In this study, it was aimed to determine the effects of biogas slurry applications on forage yield and quality, seed yield and some yield traits in wheat. The research was conducted in 2022-23 production season in Bingöl University Agricultural Application and Research Center application field under dry conditions. The field trial was established in a randomized block design with 3 replications and different doses (0, 10, 20, 30, 40, 50 t/ha) of liquid biogas slurry were applied as top fertilizer. The results of the research show that liquid biogas slurry applications have positive effects on wheat cultivation. Among the different doses applied, it was concluded that 30 t/ha of liquid biogas slurry application had a positive effect on yield and decreased the ADF (Acid Detergent Fiber) and NDF (Neutral Detergent Fiber) ratio among the quality characteristics. It was determined that the application of liquid biogas slurry increased the magnesium and phosphorus content of wheat hay, while calcium content was not affected and potassium content decreased. In terms of seed yield traits, it was found that liquid biogas slurry increased the number of spikes per square meter, spike length and seed yield, but had no effect on the number of grains per spike, grain weight per spike, thousand grain weight and straw yield. In this study, in which the usability of liquid biogas slurry as an alternative fertilizer source was investigated, it was concluded that the use of 30 tons per hectare in wheat showed positive effects on green-dry matter yield, forage quality, macro element content and seed yield.

Anahtar kelimeler: Fermented fertilizer, forage yield, seed yield, macro elements

GİRİŞ

Dünyada en çok yetiştiriciliği yapılan bitki grubunu tahıllar oluşturmaktadır. Tahıllar içerisinde buğday, hem uluslararası düzeyde hem de Türkiye'de ekonomik, beslenme, tarla tarımı, sosyal ve kültürel açılarından önemli bir tarla bitkisi olarak öne çıkmaktadır. 2023 yılı itibarıyla Türkiye'de buğday, 6.6 milyon hektarlık ekim alanı ve 19.7 milyon tonluk üretim miktarıyla, en fazla ekim alanına ve üretime sahip tarla bitkisi konumundadır (TÜİK, 2023).

Tahıllar genel olarak taneleri için yetiştirilmekte olup insan gıdası olarak kullanılmalarının yanı sıra ot olarak biçilerek hayvanlar için kaba yem kaynağı olarak da değerlendirilmektedir (Tan ve Serin, 1997; Karabulut ve Çaçan, 2018; Çaçan ve Kökten, 2019; Çeri ve Acar, 2019). Ancak, buğdayın kaba yem olarak sınırlandırılmasının temel

nedeni, tanelerinin yüksek ekonomik değere sahip olmasıdır. İnsan tüketimi için temel bir gıda maddesi olan buğday, öncelikle un ve çeşitli gıda ürünlerinin yapımında kullanılmaktadır. Bu nedenle genellikle yem olarak değerlendirilmesi ekonomik açıdan tercih edilmemekte, ancak kurak geçen yıllarda buğday ekim alanlarında, iklim değişikliğinin olumsuz etkileri nedeniyle tane oluşturmayaacağı varsayıldığından, bu durumun alternatif bir kullanım yöntemi olarak kuru ot amacıyla değerlendirilmesi önemli bir strateji haline gelmektedir.

***Sorumlu Yazar:** ozdemir2312@gmail.com

Geliş Tarihi: 22 Temmuz 2024

Kabul Tarihi: 20 Ocak 2025

Bu çözümün, üretimin sürdürülebilirliğinin artırılmasının yanı sıra, hayvancılıkla uğraşan çiftçiler için de faydalı bir çözüm sunmaktadır.

Buğday, ilk kültüre alınan tarla bitkisi olmasının yanı sıra, tanesinin uygun beslenme değeri taşıması ve dengeli amino asit profili içermesi gibi önemli özelliklere sahiptir. Ayrıca yetiştirilmesi, taşınması, saklanması ve işlenmesi açısından sunduğu kolaylıklar, buğdayı geniş bir coğrafyada yaygın olarak yetiştirilebilir hale getirmektedir. Geniş adaptasyon sınırları, buğdayın çeşitli iklim ve toprak koşullarında başarılı bir şekilde yetiştirilmesine olanak tanımaktadır. Bunların yanı sıra, buğdayın tanesinde bulunan prolamin grubu depo proteinleri, özellikle gluten, günümüz teknolojileri sayesinde ekmek yapımında en uygun tahıl olmasını sağlamaktadır. Glutenin sağladığı elastik yapı, hamurun işlenmesini kolaylaştırarak, kaliteli ekmek üretimini mümkün kılmaktadır. Tüm bu özellikleri bir araya geldiğinde buğday, dünya genelinde beslenme açısından en çok tercih edilen tahıl konumuna gelmektedir. Bu durum, buğdayın tarımsal üretim ve gıda güvenliğinin sağlanmasında stratejik bir öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. (Shewry, 2009; Atak, 2017; Peng ve ark., 2011a, 2011b).

Tarımın en önemli üretim faktörü olan toprak, sınırlı ve üretilmeyen bir kaynak olarak büyük bir değere sahiptir. Bu bağlamda, insanların yeterli ve güvenilir gıdaya erişimi, sağlıklı gelecek nesillerin yetiştirilmesi, kırsal kalkınmanın desteklenmesi, ekonomik büyümenin sağlanması ve yaşanabilir bir çevrenin korunması için sürdürülebilir tarım uygulamalarına öncelik verilmesi gerekmektedir (Okur, 202). 11 Temmuz'da yani Dünya Nüfus Günü'nde yayımlanan Dünya Nüfus Beklentileri adlı raporda, gezegenimizdeki insan sayısının "2080 ortalarında zirve yapacağı ve daha sonra aşama aşama azalmaya başlayacağı" tahmin edilmektedir. Bu artış, insanların beslenme gereksinimlerini karşılamak için tarımsal üretimde daha verimli olmayı zorunlu kılmaktadır. Tarım toprağını kullanırken amaç yalnızca birim alandan en üst düzeyde verim elde etmek olmamalıdır. Bu anlayış, kısa vadede yüksek verim sağlasa da, uzun vadede toprak sağlığını ve ekosistem dengesini olumsuz etkilemektedir. Sürdürülebilir tarım, doğa ile uyumlu bir şekilde toprak kullanımı gerektirmektedir. Bu nedenle, tarım uygulamalarında çevreyi korumaya yönelik daha sürdürülebilir ve organik yöntemlerin benimsenmesi önem taşımaktadır (Sirat, 2016).

Biyogaz, düşük maliyetli, çevreye duyarlı bir enerji ve gübre kaynağıdır. Bu teknoloji, enerji ihtiyaçlarını karşılamanın yanı sıra, patojenlerin azaltılmasına, atık kaynaklı koku sorunlarının giderilmesine ve toprak kalitesini, verimliliğini ve yapısını iyileştiren işlenmiş organik gübrelerin üretilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca, modern

teknolojilerle entegre sistemler kullanılarak üretilbildiği gibi, organik atıkların yoğun olarak bulunduğu bölgelerde geleneksel yöntemlerle de elde edilip kullanıma hazır hale getirilebilmektedir. Bu nedenlerle, biyogaz teknolojisi çevresel ve ekonomik açıdan önemli bir alternatif olarak dikkat çekmektedir. (Çevik, 2016; Özer, 2017). Biyogazın son ürünü olan fermantasyon atıkları, tarım işletmecilerine yüksek kaliteli organik gübre olarak sunulmaktadır. Bu atıklar ham haldeki sıvı veya katı çiftlik gübresi ile kıyaslandığında kokusuz, daha az yakıcı ve bitkiler tarafından daha kolay alınabilmektedir. Ayrıca üretim sürecinde hastalık oluşturan bakteri ve parazitler büyük ölçüde yok olduğu gözlemlenmektedir (Türker, 2008). Sıvı biyogaz atığı, biyogaz tesislerinde yoğun miktarda üretilmekte, bu büyük üretim miktarları, bu atıkların etkili bir şekilde yönetilmesini önemli kılmaktadır. Doğru atık yönetimi uygulandığında, bu atıklar hem tarım arazileri için hem de çevre açısından uygun bir kaynak olarak değerlendirilebilmektedir (Tufaner, 2013). Biyogaz atığı gübrelerin, buğday üretiminde kullanılması, tarımsal sektörde sürdürülebilirlik ve verimlilik hedeflerine ulaşmada kayda değer bir yenilik olarak değerlendirilmektedir. Bu uygulama, atık yönetimiyle tarım arasında olumlu bir ilişki kurarak çevresel etkileri azaltmaktadır. Biyogaz tesislerinden elde edilen atıklar, organik gübre olarak kullanılarak toprağın verimliliğini artırmakta ve toprak yapısını iyileştirmektedir. Bu durum, toprak sağlığının korunmasına ve bitki besin maddelerinin dengelenmesine katkı sağlamaktadır. Aynı zamanda, kimyasal gübrelerin kullanımını azaltarak çevresel kirliliği önlemekte ve su kaynaklarının korunmasına destek olmaktadır. Bu uygulama, tarım sektöründe daha sürdürülebilir bir gelecek için önemli bir adımdır, çünkü hem tarımsal üretkenliği artırırken hem de çevresel etkileri azaltmakta ve böylece gıda talebini karşılamak için daha dengeli bir yol sunmaktadır.

Bu çalışma; Farklı dozlarda sıvı biyogaz atığı uygulamasının dünyada ve ülkemizde önemli bir yere sahip olan buğdayın yeşil-kuru ot verimi ve kalitesi ile tohum verimi ve bazı verim özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma 2022-2023 üretim sezonunda Bingöl Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi uygulama arazisinde kurak koşullarda yürütülmüştür. Araştırmada bitki materyali olarak bölgenin iklim şartlarına uygun olarak tercih edilen kışlık/orta erkenci soğuk, kurak ve sıcaklığa karşı yüksek dayanıklılık gösteren "Syrena Odes'ka" buğday çeşidi kullanılmıştır. Bingöl İl Meteoroloji Müdürlüğü'nden elde edilen ve vejetasyon dönemi (Eylül 2022-Temmuz 2023) ile uzun dönemleri kapsayan (1939-2023) iklim verilerine ilişkin bilgiler Çizelge 1'de yer almaktadır. Çizelge 1'de verilen iklim

verilerine göre, vejetasyon dönemi (Eylül 2022-Temmuz 2023) ortalama sıcaklık 12.3 °C, toplam yağış 849 mm ve ortalama nispi nem değeri ise %57.3 olarak ölçülmüştür. Çalışmanın yapıldığı vejetasyon dönemi (Eylül 2022-Temmuz

2023) ile uzun yıllara ait iklim değerleri karşılaştırıldığında, vejetasyon dönemi sıcaklık ortalamasının uzun yıllara ait ortalamadan daha yüksek olduğu, ancak toplam yağış miktarı ve nispi nem değerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 1. 2022-2023 ve uzun yıllara ait iklim verileri (Bingöl)

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)		Ortalama toplam yağış (mm)		Ortalama nispi nem (%)	
	2022-2023	Uzun yıllar	2022-2023	Uzun yıllar	2022-2023	Uzun yıllar
Eylül	22.5	21.3	5.3	12.6	30.9	40.3
Ekim	16.6	14.3	19.6	65.4	47.1	56.1
Kasım	8.4	6.8	91.0	105.9	69.1	67.5
Aralık	5.1	0.7	9.6	134.3	71.3	74.2
Ocak	1.2	-2.1	21.0	139.6	68.1	72.7
Şubat	-2.6	-0.6	130.2	127.3	69.2	70.9
Mart	8.3	4.7	214.6	135.3	70.6	65.3
Nisan	11.1	11.1	182.2	105.7	67.2	60.3
Mayıs	16.0	16.3	139.0	78.8	55.7	56.3
Haziran	21.7	22.3	23.4	20.5	47.8	43.8
Temmuz	26.7	26.8	12.8	6.6	33.6	36.7
Ort/Toplam	12.3	11.1	849	932	57.3	58.5

Toprak analizi, çalışma alanının 0-30 cm derinliğinden alınan örneklerin saturasyonu, su ile doymuşluk (%) yöntemine göre (Richards, 1954), toprak reaksiyonu (pH) çözülmüş saturasyon çamurunda pH metre ile, elektriksel iletkenlik (EC) saturasyon çamurundan elde edilen ekstrakt ile kondaktivite cihazı aracılığıyla (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954), kalsiyum karbonat Scheibler kalsimetresiyle, organik madde modifiye edilmiş Walkley Black yöntemiyle (Walkley, 1946), alınabilir fosfor Olsen yöntemine göre (Olsen ve ark., 1954), alınabilir potasyum tayini 1.0 N amonyum asetat (pH 7.0) ile ekstraksiyon yöntemine göre (Pratt, 1965) belirlenmiştir. Sonuçlar, toprağın özelliklerini detaylı bir şekilde ortaya koymuş ve bu analize göre, toprak yapısının tınlı, pH değerinin asidik karakterli nötre yakın (6.47) olduğu belirlenmiştir. Tuzluluk oranı oldukça düşük seviyede (%0.0016) bulunmakta ve kalsiyum karbonat içeriği saptanmamıştır (%0.84). Organik madde içeriği ise düşük

seviyede (%1.97) tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, alınabilir fosfor miktarı az miktarda olup (4.85 kg/da), ancak alınabilir potasyum miktarı yeterli düzeydedir (27.3 kg/da). Araştırma ile ilgili deneme, parsel uzunluğu 5 m, sıra arası 20 cm, her parselde 6 sıra, toplam parsel alanı 6 m² olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Metrekareye 500 adet tohum düşecek şekilde ekim yapılmıştır. Ekim ile birlikte gübre uygulaması yapılmamıştır. Bitkilerin kardeşlenme dönemi başlangıcında Enfaş Enerji Elektrik Üretim A.Ş. tesislerinden temin edilen sıvı biyogaz atığı üst gübre olarak 0, 10, 20, 30, 40, 50 t/ha dozlarında sıvı formda uygulanmıştır. Sıvı biyogaz atığına herhangi bir seyreltme yapılmadan, tesisten geldiği haliyle kullanılmıştır. Uygulanan sıvı biyogaz atığının kimyasal özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Enfaş Enerji Elektrik Üretim A.Ş. tesislerinden temin edilen sıvı biyogaz atığının analiz sonuçları

Test adı	Test metodu	Sonuç	Birim
Toplam azot (N)	TS EN 15604	0.5	%
Suda çözünür kükürt (S)	ICP-OES	0.022	%
Suda çözünür magnezyum (MgO)	ICP-OES	0.005	%
Suda çözünür demir (Fe)	ICP-OES	0.009	%
Suda çözünür bakır (Cu)	ICP-OES	0.004	%
Suda çözünür molibden (Mo)	ICP-OES	0.0004	%
Suda çözünür çinko (Zn)	ICP-OES	0.001	%
Suda çözünür bor (B)	ICP-OES	0.001	%
pH	1:10	8.1	
EC	1:10	2.36	dS/m
Organik madde	Walkey-Black	7.14	%
Organik karbon	Walkey-Black	3.19	%
Toplam asit (Hümk+Fulvik)	Kalifornia	0.3	%

Uygulanan sıvı biyogaz atığı, kimyasal açıdan oldukça zengin bir bileşime sahiptir. Toplam azot içeriği %0.5 düzeyindedir ve suda çözünür kükürt miktarı %0.022 olarak belirlenmiştir. Ayrıca bünyesinde, suda çözünür magnezyum (%0.005), demir (%0.009), bakır (%0.004), molibden (%0.0004), çinko (%0.001) ve bor (%0.001) gibi elementler de bulunmaktadır. Sıvı biyogaz atığının pH değeri oldukça yüksektir ve 8.1 olarak ölçülmüştür. Elektriksel iletkenlik (EC) ise 2.36 dS/m olarak tespit edilmiştir. Organik madde içeriği oldukça yüksek seviyededir ve %7.14 oranındadır. Ayrıca, organik karbon miktarı %3.19 ve toplam asit içeriği (Hümik+Fulvik) (% 0.3) de belirlenmiştir.

Deneme kapsamında ot amaçlı hasat işlemi, 30.05.2023 tarihinde ve buğday danelerinin süt olumu evresinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında, parsellerde bulunan ilk ve son sıradaki ile her iki baştan 50 cm'deki bitkiler kenar tesiri olarak çıkarılmış ve geriye kalan bitkiler üzerinde rastgele seçilen 10 bitkide bitki boyu (cm) ölçülmüş, kenar tesirleri dışında kalan iki sıra hasat edilmiştir. Hasat edilen bitkiler tartılarak dekara yeşil ot verimi

hesaplanmış, daha sonra kuru ot veriminin hesaplanması için elde edilen yeşil ottan 500 g örnekler alınarak kurutma dolabında 48 saat 70°C' de (sabit ağırlığa gelinceye kadar) kurutularak tartılmıştır. (Anonim, 2019).

Kuru madde verimi belirlenen ve 1 mm'lik elekten geçirilerek öğütülen bitki örneklerinin ham protein, ADF (Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif), NDF (Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif), P (Fosfor), K (Potasyum), Ca (Kalsiyum) ve Mg (Magnezyum) oranları, Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarında NIRS (Near

Infrared Spectroscopy– Foss Model 6500) cihazı yardımıyla ve #IC-0904FE kodlu kalibrasyon seti kullanılarak belirlenmiştir. (Brognia ve ark., 2009).

Deneme alanında tohum verimi amacıyla bırakılan iki adet sıranın hasadı, 26.07.2023 tarihinde yapılmıştır. Hasattan önce, metrekafe başına başak sayısı (adet/m²) parsel üzerinde belirlenmiştir. Deneme parselinde rastgele seçilen 10 bitki üzerinde başak uzunluğu (cm), başaktaki tane sayısı (adet) ve başak tane ağırlığı (g) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Kalan bitkilerin hasat ve harman işlemi sonrasında elde edilen taneler üzerinden tohum verimi (kg/da), saman verimi (kg/da) ve bin tane ağırlığı (g) değerleri belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen verilere homojenite testi uygulanmış ve verilerin varyans analizleri, JMP istatistik paket programı yardımıyla üç tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli çıkan faktör ortalamaları Tukey testi (%5) ile karşılaştırılmıştır (Steel ve Torrie, 1980).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Sıvı biyogaz atığı uygulamasının buğdayın yeşil-kuru ot verimi ve ot kalitesi üzerine etkisi

Sıvı biyogaz atığının farklı dozlarda buğdaya uygulanması ile elde edilen bitki boyu, yeşil ot ve kuru ot verimi ile ham protein, ADF ve NDF oranları Çizelge 3'te verilmiştir. Farklı sıvı biyogaz atığı dozlarının buğdayın bitki boyu, yeşil ot verimi, kuru ot verimi ile ADF ve NDF oranları üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli, ham protein oranı üzerindeki etkisinin ise önemsiz olduğu görülmüştür.

Çizelge 3. Sıvı biyogaz atığı uygulamasının buğdayda ot verimi ve kalitesine etkisi

Sıvı gübre dozları	Bitki boyu (cm) **	Yeşil ot verimi (kg/da) **	Kuru ot verimi (kg/da) **	Ham protein oranı (%) ^{öd}	ADF (%)**	NDF (%)**
Doz-0 (0 t/ha)	66.9 c	1270 b	603 b	8.01	36.0 a	61.4 ab
Doz-1 (10 t/ha)	69.1 c	1383 b	577 b	9.20	36.5 a	62.4 a
Doz-2 (20 t/ha)	68.0 c	1267 b	493 b	8.58	35.1 ab	59.8 abc
Doz-3 (30 t/ha)	83.9 b	2600 a	1040 a	8.21	33.7 b	58.4 c
Doz-4 (40 t/ha)	97.6 a	2713 a	1090 a	8.66	33.5 b	58.7 bc
Doz-5 (50 t/ha)	95.8 a	2787 a	1140 a	8.10	35.1 ab	60.3 abc
Ortalama	80.2	2003	824	8.46	35.0	60.2
CV (%)	4.67	10.29	9.91	8.35	2.07	1.68

** : P≤0.01, öd: önemli değil

Sıvı biyogaz atığı uygulaması ile buğdayın bitki boyu, yeşil ot ve kuru ot veriminin Doz-3 uygulaması ile artmaya başladığı ve Doz-3, Doz-4 ve Doz-5 uygulamalarının yeşil ve kuru ot verimi için istatistiksel olarak aynı grupta olduğu görülmüştür. Ham protein oranı açısından sıvı biyogaz atığı uygulamaları arasında bir farklılık gözlenmezken, ADF ve NDF oranlarının da Doz-3 uygulaması ile düşmeye başladığı, ancak bitki boyu, yeşil ot ve kuru ot verimlerinden farklı olarak Doz-5 uygulaması ile tekrar arttığı görülmüştür (Çizelge 3).

Farklı araştırmacıların tahıllar üzerinde yaptığı çalışmalarda biyogaz atığının, kimyasal gübrenin kullanıldığı alanlara kıyasla, hem tahıl verimini artırdığını hem de toprak özelliklerini iyileştirdiğini bildirmişlerdir (Dahlberg ve ark., 1988; Prasad ve Power, 1991; Rubaek ve ark., 1996; Garg ve ark., 2005; Arthurson, 2009). Başka araştırmacılar tarafından da serin iklim tahıllarında artan gübre dozlarına bağlı olarak bitki boyunun arttığı bildirilmiştir (Budaklı vd., 2005; Yang et al., 2008; Yaraşır, 2018; Kon, 2019).

Tahıllar kaba yem kaynağı olarak değerlendirildiğinde verim özellikleri açısından bitki boyu, yeşil ot ve kuru ot veriminin, kalite özellikleri açısından ise ham protein, ADF ve NDF oranı gibi özelliklerin öne çıktığı görülmektedir (Gökkuş ve ark., 2018; Karabulut ve Çağan, 2018; Çağan ve Kökten, 2019). Abubaker ve ark. (2012), buğdayda biyogaz atıklarını

kullandıkları çalışmalarında, biyogaz atığının bitki yaş ağırlığını artırarak verim unsurlarında olumlu etkiler gösterdiği rapor etmişlerdir. Cacın ve ark. (2017) buğday çeşitlerinde bitki boyunu 77.2 cm, yeşil ot verimini 1720 kg/da, kuru ot verimini 824 kg/da, ham protein oranını %11.7, ADF oranını %33.2, NDF oranını %55.4, Çağan ve Kökten (2019) buğdayda yeşil ot verimini 2036 kg/da, kuru ot verimini 777 kg/da, ham protein oranını %11.7, ADF oranını %32.3, NDF oranını %55.0, Yolcu (2008) buğdayda yeşil ot verimini 365 kg/da, kuru ot verimini 188 kg/da, ADF oranını %35.31 ve NDF oranını %60.64 olarak elde ettiklerini bildirmişlerdir. Önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlar, bu çalışma bulguları ile kısmen benzerlikler ve farklılıklar göstermektedir. Farklı iklim ve toprak koşullarında belli bir düzeye kadar farklılıkların ortaya çıkması olası ve beklenen bir durum olarak kabul görmektedir.

Sıvı biyogaz atığı uygulamasının buğday kuru otunun besin elementi içeriğine etkisi

Sıvı biyogaz atığının farklı dozlarda buğdaya uygulanması ile buğday kuru otundan elde edilen fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum oranları Çizelge 4'te verilmiştir. Sıvı biyogaz atığı dozlarının buğdayın fosfor, potasyum ve magnezyum oranlarına etkisinin istatistiksel olarak önemli, kalsiyum oranına etkisinin ise önemsiz olduğu görülmüştür.

Çizelge 4. Sıvı biyogaz atığı uygulaması ile buğday kuru otundan elde edilen bazı makro element oranları

Sıvı gübre dozları	Fosfor (%)**	Potasyum (%)*	Kalsiyum (%) ^{öd}	Magnezyum (%)**
Doz-0 (0 t/ha)	0.29 b	0.98 ab	0.43	0.13 b
Doz-1 (10 t/ha)	0.32 a	1.17 ab	0.44	0.14 b
Doz-2 (20 t/ha)	0.32 a	1.28 ab	0.45	0.14 b
Doz-3 (30 t/ha)	0.30 ab	0.97 ab	0.43	0.15 ab
Doz-4 (40 t/ha)	0.31 ab	0.86 b	0.39	0.17 ab
Doz-5 (50 t/ha)	0.30 ab	0.80 b	0.40	0.18 a
Ortalama	0.31	1.01	0.42	0.15
CV (%)	2.57	14.51	7.43	8.42

** : P≤0.01, öd: önemli değil

En düşük fosfor oranı kontrol grubundan elde edilirken, sıvı biyogaz atığı dozları verilen tüm uygulamalar en yüksek fosfor oranını veren gruplar olmuştur. Doz-4 ve Doz-5 uygulamaları ile potasyum oranının azaldığı ve kalsiyum oranı açısından uygulamalar arasında herhangi istatistiksel bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Magnezyum oranının ise Doz-3 uygulaması ile artmaya başladığı ve Doz-3, Doz-4 ve Doz-5 uygulamalarının aynı grup içerisinde yer aldığı görülmüştür (Çizelge 4).

Jones ve ark. (1991) buğdayda başaklanma döneminde fosfor oranının %0.20-0.50, potasyum oranının %1.50-3.00,

kalsiyum oranının %0.20-0.50 ve magnezyum oranının %0.15-0.50 arasında olmasının yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Jones ve ark. (1991) belirtmiş olduğu sınır değerler açısından bakıldığında fosfor ve kalsiyum oranlarının yeterli düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Magnezyum oranının Doz-0, Doz-1 ve Doz-2 uygulamalarının noksan olduğu, Doz-3 uygulaması ile birlikte buğdayın magnezyum içeriğinin yeterli hale geldiği anlaşılmaktadır. Potasyum içeriğinin ise tüm uygulamalarda noksan olduğu anlaşılmıştır. Hatta doz oranları arttıkça potasyum oranının daha da düştüğü görülmektedir.

Tan ve Serin (1997), tahılların mineral madde kompozisyonlarının hayvan beslemede yetersiz ve çok düzensiz olduğunu, tahılların baklagil yem bitkileri ile karışım şeklinde yetiştirilmesinin daha uygun olduğunu ifade ederken, Kızılgöz ve Sakin (2009), Şanlıurfa ili koşullarında çiçeklenme aşamasında buğdayın P içeriğini %0.87-1.14 ve K içeriğini %3.4-6.66 arasında bulmuşlardır. Kan (2011), 2000 kg/da uygulanan organik gübrelerin buğdayda P içeriğini olumlu yönde etkilediğini ve P içeriğinin ile Ca, Mg ve K içerikleri üzerinde pozitif etkisinin olduğunu ifade etmiştir. Sakin ve ark. (2013), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki buğday biyomaslarının sahip olduğu makro besin elementi içeriklerini belirledikleri çalışmalarında, buğdayların P, K, Ca ve Mg açısından yeterli düzeyde olduklarını bildirmişlerdir. Buldukları değerler Ca için %0.23-0.29, Mg için %0.04-0.08, P için %0.02-0.20 ve K için %0.70-1.20 arasında değişim göstermiştir. Solmaz ve ark. (2022) ekmeçlik buğdayda ortalama P içeriğini 2282-3772 mg/kg, K içeriğini 21099-30154 mg/kg, Ca içeriğini 5581-6526 mg/kg ve Mg içeriğini de 1401-1429 mg/kg aralığında bulduklarını bildirmişlerdir. Genel itibarıyla bu çalışmadan elde edilen bulgulardan Ca,

Mg ve P'nin yeterli düzeyde olduğu, K'nın ise hem Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen değerler hem de diğer araştırmacıların elde etmiş olduğu değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir. Buğdaydaki K noksanlığı giderilmek isteniyorsa ekim ile birlikte ilave olarak K gübrelemesi yapılmalıdır.

Sıvı biyogaz atığı uygulamasının buğdayın tohum verimi ve verim ögelerine etkisi

Sıvı biyogaz atığının farklı dozlarda buğdaya uygulanması ile elde edilen m² başına başak sayısı, başak uzunluğu, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı, bin tane ağırlığı, tohum verimi ve saman verimi Tablo 5'te verilmiştir. Sıvı biyogaz atığı dozlarının metrekarede başak sayısı, başak uzunluğu ve tohum verimi üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı, bin tane ağırlığı ve saman verimi üzerinde ise herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Tohum verimi ve m² başına başak sayısının en düşük değerini kontrol grubunda verdiği, başak uzunluğunda ise en yüksek değerlerin Doz-3, Doz-4 ve Doz-5 uygulamalarından elde edildiği belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Sıvı biyogaz atığı uygulamasının buğdayda tohum verimi ve bazı verim özelliklerine etkisi

Sıvı gübre dozları	m ² 'de başak sayısı (adet) **	Başak uzunluğu (cm) **	Başakta tane sayısı (adet) ^{öd}	Başakta tane ağırlığı (g) ^{öd}	Bin tane ağırlığı (g) ^{öd}	Tohum verimi (kg/da) *	Saman verimi (kg/da) ^{öd}
Doz-0 (0 t/ha)	465 b	6.47 bc	16.8	0.57	33.2	209 b	480
Doz-1 (10 t/ha)	650 a	6.20 bc	20.7	0.76	37.0	276 ab	532
Doz-2 (20 t/ha)	600 a	6.03 c	16.5	0.64	38.6	293 ab	588
Doz-3 (30 t/ha)	550 ab	7.13 ab	24.7	0.95	38.6	370 a	726
Doz-4 (40 t/ha)	670 a	7.50 a	18.2	0.68	37.7	278 ab	637
Doz-5 (50 t/ha)	620 a	7.73 a	20.8	0.77	36.5	331 ab	664
Ortalama	593	6.84	19.6	0.73	36.9	293	604
CV (%)	7.78	5.30	16.36	19.73	8.80	15.32	16.74

** : P≤0.01, * : P≤0.05, öd: önemli değil

Buğdayda tane verimini etkileyen faktörlerden bir tanesi, kardeş sayısına bağlı olarak farklılık gösteren metrekarede başak sayısıdır (Baysal, 2014). Yüksek tane verimi elde etmek için başakta tane sayısı önemli bir verim ögesidir (Yaraşır ve ark., 2018). Bin tane ağırlığı da tüm tahıllarda verim üzerinde etkili olan önemli başka bir verim ögesidir (Baysal, 2014).

Organik kaynaklı gübre uygulamaları neticesinde buğdaydan verim ve verim ögeleri ile ilgili alınan sonuçlara bakıldığında; Kodaş ve ark. (2015) farklı organik gübre uygulamaları ile ortalama olarak buğdayda başakta tane sayısını 25.2 adet ve tohum verimini 250 kg/da, Altuntaş ve Akgün (2016),

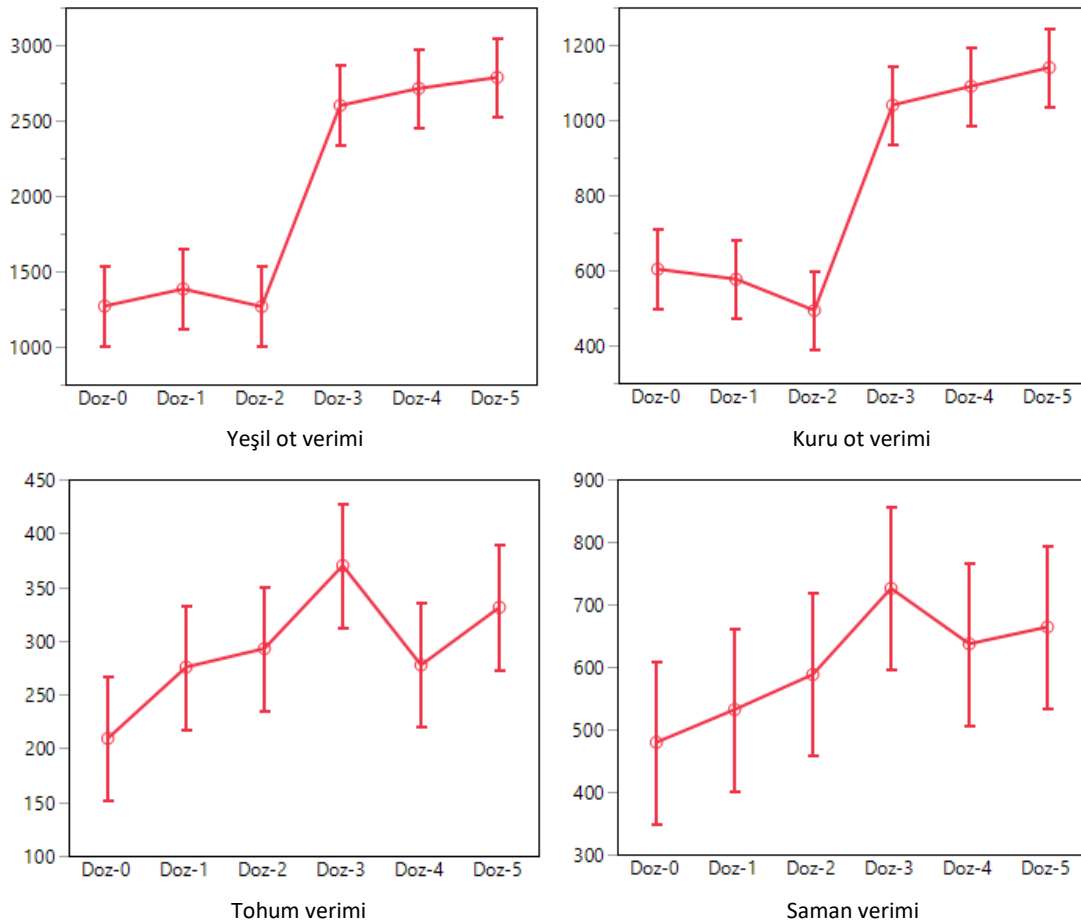
buğdayda metrekarede başak sayısının 378-400 adet, başakta tane sayısının 30-31 adet, başata tane ağırlığının 1.19-1.24 g, tane veriminin 447-495 kg/da ve bin tane ağırlığının da 38.9-39.9 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yaraşır ve ark. (2018), buğdayda sıvı biyogaz atık ve azot uygulaması ile metrekarede başak sayısının 281-516 adet/m², başakta tane sayısının 20.73-33.60 adet/başak, bin tane ağırlığının 36.9-58.8 g ve tane veriminin 194.9-466.0 kg/da arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Mutlu ve ark. (2020) farklı dönemlerde makarnalık buğdaya uyguladıkları sıvı gübre ile bitkide başak uzunluğunu 5.78-6.29 cm, başakta

tane sayısını 35.6-47.2 adet, tane ağırlığını 2.32-2.71 g, tane verimini 417-530 kg/da ve bin tane ağırlığını 36.8-43.1 arasında tespit etmişlerdir. Daha önceki çalışmalardan elde edilen sonuçların, bu çalışma sonuçları ile kısmen benzerlik ve farklılıkları bulunmaktadır. Farklı iklim ve toprak koşullarında belli bir düzeye kadar farklılıkların ortaya çıkması olası ve beklenen bir durum olarak kabul görmektedir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, üreticiler tarafından buğdayın hayvan beslemede kullanılması durumunda yeşil ve kuru ot verimlerinin, insan besini olarak değerlendirildiğinde ise tohum veriminin ve bunun yanında yine kaba yem kaynağı olarak saman veriminin ön plana

çıktığını söylemek mümkündür. Bu özelliklere ait elde edilen grafikler Şekil 1’de verilmiştir.

Şekil 1 incelendiğinde kuru ot ile yeşil ot verimlerinin, Doz-3 uygulaması ile büyük bir artış göstermeye başladığı ve bu artışın bir süreklilik arz ettiği görülmektedir. Tohum ve saman verimine baktığımızda ise bu özelliklerin Doz-3 uygulaması ile maksimum seviyeye ulaştığı, Doz-4 ile Doz-5 arasında istatistiksel olarak bir farklılığın olmadığı ve artan sıvı biyogaz atığı dozları ile tohum ve saman verimi artışının da durduğu görülmektedir. Tohum ve saman verimi için Doz-3 uygulamasının yeterli olduğu ancak yeşil ot ve kuru verimi için daha yüksek dozların başka çalışmalar ile denenmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 1. Sıvı biyogaz atığı uygulaması ile buğdayda öne çıkan bazı özellikler

SONUÇ

Sıvı biyogaz atığı uygulamalarının buğdayın ot verimi ve kalitesi ile tohum verimi ve bazı verim özellikleri üzerindeki etkisinin incelendiği bu çalışmada; sıvı biyogaz atığının 30 t/ha dozunda verilmesinin verim üzerinde olumlu etkisinin olduğu ve kalite özelliklerinden ADF ve NDF oranını düşürdüğü sonucuna varılmıştır. Sıvı biyogaz atığı uygulanması ile buğday kuru otunun magnezyum ve fosfor

içeriğinin arttığı, kalsiyum oranının etkilenmediği ve potasyum oranının da düştüğü tespit edilmiştir. Buğdayda noksan olan magnezyum oranının, 30 t/ha doz uygulaması ile yeterli düzeye geldiği anlaşılmıştır. Tohum verimi özellikleri açısından bakıldığında da; sıvı biyogaz atığı metrekarede başak sayısı, başak uzunluğu ve tohum verimini artırdığı, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı, bin tane ağırlığı ve

saman verimi üzerinde de etkisinin olmadığı anlaşılmıştır. En yüksek tohum verimi dekara 30 t/ha doz uygulamasından alınmıştır. Sonuç olarak; kimyasal gübre kullanımı tarımda yaygın bir uygulama olmakla birlikte, girdi maliyetlerini artırması, çevresel etkileri ve sürdürülebilirlik açısından ortaya çıkardığı sorunlar nedeniyle, kimyasal gübrelere alternatif olabilecek kaynakların araştırılması büyük önem arz etmektedir. Sıvı biyogaz atığı, bu bağlamda dikkate değer bir alternatif gübre kaynağı olarak kullanılabilmesi ve dekara 30 t/ha kullanılmasının buğdayın ot verimi, kalitesi, makro element içeriği ile tohum verimi üzerinde olumlu etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abubaker J, Risberg K, Pell M (2012) Biogas residues as fertilisers—Effects on wheat growth and soil microbial activities. *Applied energy*, 99: 126-134.
- Altuntaş A, Akgün İ (2016) Uşak koşullarında Kızıltan-91 buğday çeşidi üzerinde farklı azot dozu ve sıvı gübre uygulamalarının verim ve verim unsurlarına etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20(3): 496-503.
- Anonim (2015) Buğday Tarımı, <https://ankara.tarimorman.gov.tr>, (Erişim Tarihi: 27/03/2024).
- Anonim (2016) Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Ankara.
- Arthurson V (2009) Closing the global energy and nutrient cycles through application of biogas residue to agricultural land—potential benefits and drawbacks. *Energies*, 2(2):226-242.
- Atak M (2017) Buğday ve Türkiye buğday köy çeşitleri. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2): 71-88.
- Baysal Z (2014) Aydın ekolojik koşullarında çinko uygulamasının buğdayın (*Triticum aestivum* L.) tane verimi ve kalitesi üzerinde etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 59, Aydın.
- Brogna N, Pacchioli M.T, Immoilli A, Ruozzi F, Ward R, Formigoni A (2009) The use of near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) in the prediction of chemical composition and in vitro neutral detergent fiber (NDF) digestibility of Italian alfalfa hay. *Italian Journal of Animal Science*, 8(sup2): 271-273.
- Italian Journal of Animal Science, 8(Suppl. 2):271-273. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s2.271>
- Budaklı E, Bayram G, Türk M, Çelik N (2005) Bazı iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare* conv. *distichon*) çeşitlerinde farklı azot dozlarının verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(2): 1-11.
- Cacan E, Basbag M, Kokten K, Sharif AJ (2017) Evaluation of some wheat cultivars as roughage. *Eurasian Journal of Agricultural Research*, 1(2): 144-152.
- Çağan E, Kökten K (2019) Tahıl türlerinin kaba yem olarak değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 56(2): 221-229.
- Çeri S, Acar R (2019) Serin iklim tahıllarının hayvan beslemede yeşil ve kuru ot olarak kullanımı. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 8(1): 178-194.
- Çevik A. (2016) Çanakkale ilindeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Değerlendirilmesi. Potansiyelinin Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.
- Dahlberg S. P, Lindley J. A, Giles J. F (1988) Effect of anaerobic digestion on nutrient availability from dairy manure. *Transactions of the ASAE*, 31(4): 1211-1216.
- Garg R. N, Pathak H, Das D. K, Tomar R. K (2005) Use of flyash and biogas slurry for improving wheat yield and physical properties of soil. *Environmental monitoring and assessment*, 107: 1-9.
- Gökkuş A, Alatürk F, Çil K, Tuna İH, Akar C, Kaya S (2018) Tohum ve ot üretimi amacıyla buğday yetiştiriciliği üzerine farklı biçim sayısı ve yüksekliklerinin etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(özel sayı): 219-225.
- Jones J. B, Wolf B, Mills H. A (1991) *Plant Analysis Handbook*, Micro-Macro Publishing House.
- Kan A (2011) Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) organik ve inorganik gübrelerin bitki besin elementi kapsamaları üzerine etkisi. Bitkisel Araştırma Dergisi (1): 1-5.
- Karabulut D, Çağan E (2018) Farklı zamanlarda ekilen bazı tahıl türlerinin ot verimi ve kalitesi bakımından karşılaştırılması. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 33(2): 125-131.
- Kızılöz İ, Sakin E (2009) Sulu ovası sulu koşullarında yetiştirilen buğdayın makro ve mikro besin elementleri ile beslenme durumu. *Ziraat Mühendisliği*, (353): 52-55.
- Kodaş R, Şengül N, Muzaffer A, Akçelik E (2015) Farklı organik uygulamaların ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve verim öğeleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19(3): 162-171.
- Kon H. İ. F (2019) Orta Anadolu Koşullarında, Bazı Arpa çeşitlerinin Verim, Kalite ve Azot Kullanım Randımanlarının Azotlu Gübreleme Miktarlarına

- Göre Belirlenmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Mutlu A, Taş T, Uçak AB (2020) Farklı dönemlerde verilen organik sıvı gübrenin makarnalık buğdayda (*Triticum durum* L.) tane verimi, verim komponentleri ve kaliteye etkisi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(9): 2025-2033.
- National Research Council (2000) Nutrient requirements of beef cattle, Seventh.
- Okur N (2021) Toprak Bilimi ve Bitki Besleme. Ed. Okur, N. Nobel Akademik Yayıncılık, ISBN: 978-625-439-788-2, Ankara.
- Olsen S.R, Cole V, Watanabe F. S, Dean L. A (1954) Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction With Sodium Bicarbonate, US Department of Agriculture.
- Özer B (2017) Biogas energy opportunity of Ardahan city of Turkey. *Energy*, 139: 1144-1152.
- Peng JH, Sun D, Nevo E (2011a) Will emmer wheat, *Triticum dicoccoides*, occupies a pivotal position in wheat domestication process. *Australian Journal of Crop Science*, 5 (9): 1127-1143.
- Peng JH, Sun D, Nevo E (2011b) Domestication, evaluation, genetics and genomics in wheat. *Molecular Breeding*, 28:281-301.
- Prasad R, Power J. F (1991) Crop residue management. *Advances in Soil Science*, 15: 205-251.
- Pratt P.F (1965) Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. C.A. Black. Amer. Soc. Agr. Inc. Publisher Agro. Series No:9., Madison. USA.
- Richards L.A (1954) Diagnosis on improvement of saline and alkali soils, USDA, Handbook no. 60. *Agri. Handb. US Dep. Agric*, 160.
- Rubæk G. H, Henriksen K, Petersen J, Rasmussen B, Sommer S. G (1996) Effects of application technique and anaerobic digestion on gaseous nitrogen loss from animal slurry applied to ryegrass (*Lolium perenne*). *The Journal of Agricultural Science*, 126(4): 481-492.
- Sakin E, Sakin ED, Seyrek A (2013) Güneydoğu bölgesindeki bitki biyomasın bazı besin elementi içerikleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 17(1): 1-6.
- Shewry P. R (2009).Wheat. *Journal of experimental botany*, 60(6): 1537-1553.
- Solmaz Y, Adiloğlu A, Turan M (2022) Mineral ve organik gübrelerin mikrobiyal kapsülasyonunun buğdayda bazı besin elementlerinin alımı üzerine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(11): 2132-2139.
- Sirat, A., (2016). Organik Tahıl Tarımı. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 26 (3): 455-474
- Steel R.G.D, Torrie J.H (1980) Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach, McGraw-Hill, New York.
- Tan M, Serin Y (1997) Kaba yem olarak kullanılan tahılların besleme değerine yaklaşımlar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1): 130-137
- Tufaner F, Aşar Y, Dere T, Gönüllü T (2013) Türkiye'de biyogaz tesisi projelerinde başarı ve başarısızlık nedenlerinin analizi ve merkezi biyogaz tesislerinin önemi. 2013 I. Ulusal Kompost ve Biyogaz Çalıştayı. Antalya.
- Tüik (2023) www.tuik.gov.tr. (Erişim Tarihi: 10/12/2024).
- Türker M (2008) Anaerobik Biyoteknoloji ve Biyoenerji Üretimi. İzmir: Yayınları.
- U.S. Salinity Laboratory Staff (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. *Agricultural Handbook No: 60*.
- Walkley A (1946) A. Critical Examination of a Rapid Method For Determining Organic Carbon in Soils. *Soil Sci*, 63: 251-263
- Yang C. H, Lee S. B, Kim T. K, Ryu J. H, Yoo C. H, Lee J. J, Kim J. D, Jung K. Y (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, Ereku O, Yiğit A (2018) Farklı dozlarda sıvı biyogaz fermentasyon atıklarının ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisinin verim ve kalite üzerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2): 9-16.
- Yaraşır N (2018) Farklı Dozlarda Sıvı Biyogaz Atıklarının Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Yolcu H (2008) Kaba yem olarak kullanılan arpa ve buğday çeşitlerinin ahır gübresi uygulamasının morfolojik, verim ve kalite özelliklerine etkisi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 23(3): 137-144.

