

BİYOĞAZ ATIĞI UYGULAMASININ ARPADA (*Hordeum vulgare* L.) BAZI VERİM VE KALİTE ÖĞELERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Selim ÖZDEMİR^{1*}, Erdal ÇAÇAN¹

¹Bingöl Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tarla Bitkileri Programı Bingöl/ Türkiye

ORCID ID: [0000-0003-1840-9907](https://orcid.org/0000-0003-1840-9907)

²Bingöl Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tarla Bitkileri Programı Bingöl/ Türkiye

ORCID ID: [0000-0002-9469-2495](https://orcid.org/0000-0002-9469-2495)

*Sorumlu yazar: ozdemir2312@gmail.com

Geliş (Received): 20.08.2024

Kabul (Accepted): 26.11.2024

ÖZET

Bu çalışmada, biyogaz atığı sıvı fermente gübre uygulamalarının arpa bitkisinde ot verimi ve kalitesi ile tohum verimi ve bazı verim özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Bingöl Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi uygulama arazisinde kuru koşullarda yürütülmüştür. Araştırma, tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve arpaya 0, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000 kg/da dozlarında üst gübre olarak sıvı fermente gübre uygulanmıştır. Araştırma sonuçları, biyogaz atıklarından elde edilen sıvı gübre uygulamasının arpa yetiştiriciliği üzerinde istatistiksel olarak olumlu etkileri olduğunu göstermiştir. Arpanın fosfor ve kalsiyum içeriklerinin sıvı gübre dozlarının uygulanmasıyla arttığı, potasyum ve magnezyum içeriklerinin ise istatistiksel olarak farklı olmadığı tespit edilmiştir. Uygulanan farklı dozlar arasında, 3000 kg/da sıvı gübrenin hem verim hem de kalitede istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme sağladığı belirlenmiştir.

Ancak, bu dozun üzerindeki uygulamalarda bazı önemli özelliklerde (metrekare başına başak sayısı, tohum verimi ve saman verimi) rakamsal düşüşler gözlenmiştir. Özellikle tane verimi açısından en yüksek verimin ortalama 488 kg/da ile 3000 kg/da dozunda elde edildiği ve bu dozun arpada verim açısından üst sınır doz olduğu tespit edilmiştir. Biyogaz atığı sıvı fermente hayvan gübresinin alternatif bir gübre kaynağı olarak kullanılabilirliğinin araştırıldığı bu çalışmada, arpada dekara 3000 kg kullanımının ot verimi, ot kalitesi, makro element içeriği ve tohum verimi üzerine istatistiksel olarak olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arpa; sıvı gübre; verim; verim özellikleri; kalite

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF BIOGAS WASTE APPLICATION ON SOME YIELD AND QUALITY ELEMENTS IN BARLEY (*HORDEUM VULGARE* L.)

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effect of biogas waste liquid fermented fertilizer applications on grass yield and quality, seed yield and some yield characteristics of barley plants. The research was carried out in Bingöl University Agricultural Application and Research Centre application field under dry conditions. The research was established in a random blocks experimental design with 3 replications and liquid fermented manure was applied to barley at doses of 0, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000 kg/da as top dressing. The results of

the study showed that the application of liquid fertilizer obtained from biogas wastes had statistically positive effects on barley cultivation. Phosphorus and calcium contents of barley increased with the application of liquid fertilizer doses, while potassium and magnesium contents were not statistically different. Among the different doses applied, it was determined that 3000 kg/da liquid fertilizer provided a statistically significant improvement in both yield and quality.

However, numerical decreases were observed in some important traits (number of ears per square meter, seed yield and straw yield) in the applications above this dose. Especially in terms of grain yield, the highest yield was obtained at 3000 kg/da dose with an average of 488 kg/da and it was determined that this dose was the upper limit dose in terms of yield in barley. In this study in which the usability of biogas waste liquid fermented animal manure as an alternative fertilizer source was investigated, it was determined that the use of 3000 kg per decare had statistically positive effects on grass yield, grass quality, macro element content and seed yield in barley.

Keywords: Barley; liquid fertilizer; yield; yield components; quality.

1. GİRİŞ

Serin iklim tahılları içerisinde rejenerasyon kabiliyeti en yüksek tür olan Arpa (*Hordeum vulgare*), *Poaceae* ailesine ve *Hordeum* cinsine ait olup yaygın olarak yetiştirilen türü *Hordeum vulgare*'dir (Bennet ve Smith, 1976). Arpa, insanlık tarihinin en eski kültüre alınan bitkilerinden biri olarak kabul edilir. Yazlık ve kışlık ekimi yapılabilen arpa (*Hordeum vulgare* L.), dünyada buğday, mısır ve çeltikten sonra en fazla üretimi yapılan çeşitli endüstrilerde ve hayvan beslenmesinde kullanılan çok yönlü bir tahıl cinsidir (Poehlman, 1985).

Arpa (*Hordeum vulgare* L.), abiyotik streslere karşı iyi bir şekilde adapte olabilen bir bitki türüdür. Bu özelliğinden dolayı arpa dünya genelinde çeşitli iklim koşullarında ve farklı toprak tiplerinde geniş çapta ve kuru ekim şeklinde tarımı yapılabilmektedir (Baum ve ark., 2007). Arpa, baharda erkenci bir şekilde çimlenip büyümeye başladığı için kuraklıktan kaçış mekanizmasına sahiptir. Bu özelliği, özellikle erken ilkbaharda yağışlardan daha iyi yararlanmasını ve bu sayede arpa rekoltesinin birçok bölgede yüksek olmasını sağlar. 2022-23 üretim sezonunda dünya genelinde yaklaşık 47.3 milyon hektar arpa ekim alanında 151.9 milyon ton arpa üretimi gerçekleştirilmiştir. Türkiye'de ise aynı dönemde 3.2 milyon hektar arpa ekim alanında 8.5 milyon ton arpa üretimi elde edilmiştir. Dünya genelinde arpa dekara verimi 320 kg/da iken Türkiye'de ise 266 kg/da olarak tespit edilmiştir. AB, dünya arpa ekim alanları ve arpa üretiminde ilk sırada bulunmaktadır. Türkiye arpa üretiminde en büyük paya sahip iller içerisinde Konya birinci, Ankara ikinci sırada yer almaktadır (USDA, 2023; TÜİK, 2023).

Tarım arazilerinin sınırlı olması, artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak için daha verimli ve sürdürülebilir tarım yöntemlerinin benimsenmesini gerektirir. Birim alan veriminin artırılması, mevcut tarım arazilerinden daha fazla ürün elde etmeyi ve böylece gıda güvenliğini sağlamak amaçlanmalıdır (Doğan ve Kendal, 2012; Gülüt, 2021). Türkiye'deki toprakların organik madde içeriği genellikle bölgeden bölgeye ve toprak özelliklerine göre değişiklik gösterebilir. Ancak genel olarak, Türkiye'deki toprakların organik madde içeriği dünya ortalamasının altında bulunmaktadır. Orta Anadolu Bölgesi gibi bazı bölgelerde, organik madde içeriği %2'nin hatta %1'in altına düşmüş durumdadır (Şeker ve Karakaplan, 1999).

Toprak verimliliğinin azalmasında birçok faktör rol oynamaktadır. Bunlardan birisi de çiftçilerin bitkisel üretimlerde sadece kimyasal gübre kullanması gelmektedir. Yalnızca kimyasal gübre kullanımı, topraktaki organik maddeyi hızla mineral formdaki besin maddelerine dönüştürebilir. Bu durum, organik madde içeriğinin düşmesine ve toprak

verimliliğinin azalmasına yol açabilir. Bu nedenle, sürdürülebilir tarım uygulamaları kapsamında organik madde ilavesi ve kimyasal gübre kullanımının dengelenmesi önemlidir. Organik gübreler, doğal olarak oluşan organik maddelerden elde edilen gübrelerdir ve bu maddeler genellikle yavaşça parçalanır ve serbest bırakılır. Bu süreç, toprağın organik madde içeriğini artırır ve bitkilerin beslenmesini uzun bir süre boyunca sağlar. Organik gübrelerin kullanımı, toprağın organik madde içeriğini artırarak toprak sağlığını ve verimliliğini koruyacaktır.

Son yıllarda, bitkisel üretimde sıkça tercih edilen organik gübrelerden biri biyogaz atıklarıdır. Biyogaz, organik atıkların fermantasyonu veya çürütülmesiyle elde edilen bir enerji kaynağıdır. Bu süreçte oluşan atık, biyogübre olarak adlandırılır ve tarımsal alanlarda organik gübre olarak kullanılır. Biyogaz atıklarının, bitki büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan önemli besin maddelerini içerdiği belirtilmektedir (Smith ve ark., 2014). Biyogaz tesislerinde bol miktarda üretilen sıvı fermantasyon ürünü, atık yönetiminin kritik olduğu ve biyogaz tesislerinin artmasıyla daha da önem kazanan bir atıktır. Araştırmalar ve çalışmalar, bu atığın doğru bir şekilde işlendiğinde tarımsal uygulamalarda toprak ve ürün verimini artırabilen değerli bir gübre haline dönüştüğünü göstermektedir (Anacak ve Özdemir, 2018).

Bu çalışma; farklı dozlarda biyogaz atığı sıvı fermente gübre uygulamasının Türkiye’de geniş bir ekim alanına sahip arpanın ot verimi ve kalitesi ile tohum verimi ve bazı verim özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE METOT

Araştırma 2022-2023 üretim sezonunda Bingöl Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi uygulama arazisinde kuru koşullarda yürütülmüştür. Araştırmada bitki materyali olarak bölgenin iklim şartlarına uygun olarak tercih edilen 2 sıralı, alternatif gelişme tabiatlı ve yatmaya dayanıklı “Tarm-92” arpa çeşidi kullanılmıştır.

Bingöl İl Meteoroloji Müdürlüğü’nden elde edilen ve vejetasyon dönemi (Eylül 2022-Temmuz 2023) ile uzun dönemleri kapsayan (1939-2023) iklim verileri arasında, bitki büyüme ve gelişmesini en çok etkileyen faktörler olan ortalama sıcaklık, toplam yağış ve ortalama nispi nem değerlerine ilişkin bilgiler Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Bingöl ilinin 2022-2023 ve uzun yıllara ait iklim verileri

Aylar	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)		Aylık Ortalama Toplam Yağış (mm)		Aylık 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

Tablo 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.

Çalışma alanından (0-30 cm) alınan toprak örneklerinden yapılan toprak analizi sonucunda toprak yapısının tınlı, hafif asit reaksiyonlu (6.47), düşük tuzluluk (%0.0016), CaCO₃ içermeyen (%0.84), düşük organik madde içeriği (%1.97), az miktarda alınabilir fosfor (4.85 kg/da) ve yeterli alınabilir potasyum (27.3 kg/da) içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (Ülgen ve Yurtsever, 1995).

Araştırma, parsel uzunluğu 5 m, 20 cm sıra aralığında 6 sıradan ve 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 SÜTAŞ Bingöl Entegre Tesislerinden temin edilen biyogaz atığı sıvı fermente gübre üst gübre olarak 0, 1, 2, 3, 4, 5 ton/da dozlarında sıvı formda uygulanmıştır. Uygulanan sıvı fermente gübrenin kimyasal özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. SÜTAŞ Bingöl Entegre Tesislerinden alınan sıvı fermente gübre analiz sonuçları

Kompozisyon	Miktar
Toplam azot (N)	%0.5
Suda çözümlü kükürt (S)	%0.022
Suda çözümlü magnezyum (MgO)	%0.005
Suda çözümlü demir (Fe)	%0.009
Suda çözümlü bakır (Cu)	%0.004
Suda çözümlü molibden (Mo)	%0.0004
Suda çözümlü çinko (Zn)	%0.001
Suda çözümlü bor (B)	%0.001
pH	8.1
EC	2.36 dS/m
Organik madde	%7.14
Organik karbon	%3.19
Toplam asit (Hümitik+Fulvik)	%0.3

Deneme kapsamında ot amaçlı hasat işlemi, 30.05.2023 tarihinde arpa 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 sıranın biçimi yapılmıştır. Biçilen alanlardaki yeşil ot miktarı tartılarak dekara verim olarak hesaplanmış, ardından elde edilen yeşil ottan 500 g örnekler alınarak kurutma dolabında 48 saat 70°C’de (sabit ağırlığa gelinceye kadar) kurutularak dekara kuru ot verimi hesaplanmıştır (Anonim, 2019). Kuru madde verimi belirlenen ve 1 mm’lik elekten geçirilerek öğütülen örneklerin ham protein, ADF, NDF, P, K, Ca ve Mg oranları, Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarında NIRS (Near Infrared Spectroscopy) cihazı yardımıyla belirlenmiştir.

Deneme alanında tohum verimi amacıyla bırakılan iki adet sıranın hasadı, 16.07.2023 tarihinde yapılmıştır. Bitkilerin hasat döneminde, metrekare başına başak sayısı, başak uzunluğu, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı, bin tane ağırlığı, tohum verimi ve saman

verimi gibi verim ve verim unsurları Kırtok ve ark., (1988)'ın kullandığı yöntemler dikkate alınarak belirlenmiştir.

JMP istatistik paket programında Tukey testi ile araştırma sonucunda elde edilen veriler arasındaki farklılıklar ve benzerlikler, karşılaştırılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1. Sıvı Gübre Uygulamasının Arpanın Ot Verimi ve Ot Kalitesi Üzerine Etkisi

Sıvı hayvan gübresinin farklı dozlarda arpaya uygulanması ile elde edilen bitki boyu, yeşil ot ve kuru ot verimi ile ham protein, ADF ve NDF oranları Tablo 3'de verilmiştir. Farklı sıvı gübre dozlarının arpanın bitki boyu, yeşil ot verimi, kuru ot verimi, ham protein, ADF ve NDF oranları üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Sıvı gübre uygulamasının arpada ot verimi ve kalitesine etkisi

Sıvı gübre dozları	Bitki boyu (cm)**	Yeşil Ot Verimi (kg/da)**	Kuru Ot Verimi (kg/da)**	Ham Protein (%)**	ADF (%)**	NDF (%)*
Kontrol (0 kg/da)	55.6 c	793 d	430 c	8.7 b	30.3 a	58.2 a
Doz-1 (1000 kg/da)	75.4 b	1300 cd	610 bc	8.7 b	28.2 ab	54.3 ab
Doz-2 (2000 kg/da)	91.0 ab	1957 b	903 ab	8.9 b	28.5 ab	54.0 ab
Doz-3 (3000 kg/da)	91.9 a	1840 bc	843 ab	10.2 a	27.0 b	52.8 ab
Doz-4 (4000 kg/da)	89.3 ab	2333 ab	1027 a	9.8 ab	27.4 b	53.1 ab
Doz-5 (5000 kg/da)	91.3 a	2640 a	1183 a	10.5 a	26.1 b	50.7 b
Ortalama	82.4	1811	833	9.5	27.9	53.8
CV (%)	6.70	12.72	16.67	4.93	3.07	4.11

*: P≤0.05, **: P≤0.01

Sıvı gübre uygulaması ile arpadan ortalama 82.4 cm bitki boyu, 1811 kg/da yeşil ot verimi, 833 kg/da kuru ot verimi, %9.5 ham protein oranı, %27.9 ADF oranı ve %53.8 NDF oranı elde edilmiştir. Sıvı gübre uygulamalarının arpanın bitki boyu, yeşil ot ve kuru ot verimlerini artırmada etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bu etkinin, bitki boyu üzerinde kontrol ve Doz-1 uygulamaları dışındaki tüm uygulamalarda benzer bir artış eğilimi gösterdiği en yüksek seviyeye Doz-3 uygulaması ile ulaştığı belirlenmiştir. Yeşil ot ve kuru ot verimleri açısından ise istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu farklılıklar, istatistiki olarak aynı grupta olan Doz-4 ve Doz-5 uygulamalarıyla en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Doz-3 uygulaması ile istatistiksel olarak ham protein oranında bir artış, ADF oranında bir azalış olduğu görülmektedir. NDF oranı ise en düşük değerini Doz-5 uygulaması ile verdiği belirlenmiştir (Tablo 3).

Tahıllardan elde edilen yeşil ve kuru otlar, hayvanların besin ihtiyaçlarını bir kısmını karşılamakta ve onların sindirim sistemlerini korunmasına ve devamına katkı sağlamaktadır (Çeri ve Acar, 2019). Yolcu (2008), tahılların kaba yem kaynağı olarak hayvan beslemede verim ve kalite açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu ve ahır gübresi uygulamalarının yeşil ve kuru ot miktarını artırdığını tespit etmiştir. Yolcu ve ark., (2010) başka bir çalışmada sıvı, katı ve kombine gübre uygulamalarının arpa + fiğ karışımının kuru ot verimi, ham protein, ADF ve NDF oranları üzerinde önemli ve olumlu etkisinin olduğunu bildirmiştir. Karabulut ve Çaçan (2018), tahılların ülkemiz kaba yem kaynağının kapatılmasında kullanılabileceğini ve arpadan ortalama 78-86 cm bitki boyu, 2208-2228 kg/da yeşil ot, 520-685 kg/da kuru ot, %12.1-12.5 ham protein, %32.2-33.6 ADF ve %57.5-61.2 NDF oranı elde ettiklerini bildirmişlerdir. Çaçan ve Kökten (2019) de tahıl hasıllarının kaba

yem kaynağı olarak kullanılacaklarını ve arpadan ortalama 79.4 cm bitki boyu, 1762 kg/da yeşil ot verimi, 640 kg/da kuru ot verimi, %12.0 oranında ham protein oranı, %31.3 ADF oranı, %57.7 NDF oranı elde ettiklerini bildirmişlerdir. Elde edilen bu sonuçlar ve tespitler, araştırma bulgularını destekler niteliktedir.

3.2.Sıvı Gübre Uygulamasının Arpanın Besin Elementi İçeriğine Etkisi

Sıvı hayvan gübresinin farklı dozlarda arpaya uygulanması ile arpa kuru otundan elde edilen fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum oranları Tablo 4’de verilmiştir. Sıvı gübre dozlarının arpanın fosfor ve kalsiyum oranına etkisinin istatistiksel olarak önemli, potasyum ve magnezyum oranına etkisinin ise önemsiz olduğu görülmektedir.

Tablo 4. Sıvı gübre uygulanarak üretilen arpa kuru otunun bazı makroelement içerikleri

Sıvı gübre dozları	Fosfor (%)*	Potasyum (%)öd	Kalsiyum (%)**	Magnezyum (%)öd
Kontrol (0 kg/da)	0.33 b	1.97	0.06 b	0.15
Doz-1 (1000 kg/da)	0.35 ab	2.20	0.05 b	0.13
Doz-2 (2000 kg/da)	0.36 ab	2.24	0.05 b	0.12
Doz-3 (3000 kg/da)	0.36 a	2.24	0.06 b	0.15
Doz-4 (4000 kg/da)	0.35 ab	2.12	0.12 a	0.14
Doz-5 (5000 kg/da)	0.37 a	2.36	0.15 a	0.12
Ortalama	0.35	2.19	0.08	0.13
CV (%)	2.53	6.71	18.72	14.25

*: $P \leq 0.05$, **: $P \leq 0.01$, öd: önemli değil

Sıvı gübre uygulaması ile arpadan ortalama %0.35 fosfor, %2.19 potasyum, %0.08 kalsiyum ve %0.13 magnezyum oranı elde edilmiştir. En düşük fosfor oranı kontrol grubundan elde edilirken, sıvı gübre dozları verilen tüm uygulamalar en yüksek fosfor oranını veren gruplar olmuştur. Verilen dozlar arasında potasyum ve magnezyum açısından istatistiksel bir farklılık gözlenmezken, en yüksek kalsiyum oranlarının Doz-4 ve Doz-5 uygulamalarından alındığı görülmüştür (Tablo 4).

Jones ve ark., (1991) arpada başaklanma başlangıcından fosfor oranının %0.20-0.50, potasyum oranının %1.50-3.00, kalsiyum oranının %0.30-1.20 ve magnezyum oranının %0.15-0.50 arasında olmasının yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Jones ve ark., (1991) belirtmiş olduğu sınır değerler açısından bakıldığında fosfor ve potasyum oranlarının yeterli düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Kalsiyum ve magnezyum oranlarının ise noksan olduğu, sadece Doz-3 uygulaması ile birlikte arpanın magnezyum içeriğinin yeterli hale geldiği anlaşılmaktadır.

Arpa ile ilgili daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında; Yolcu (2008) tahılların kaba yem kaynağı olarak hayvan beslemede mineral madde içerikleri açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu ve ahır gübresi uygulamaları ile arpada ortalama %0.35-0.36 fosfor, %1.33-1.66 potasyum, %0.56-0.66 kalsiyum ve %0.23-0.27 magnezyum oranı tespit ettiğini bildirmiştir. Gülümser ve Acar (2017), arpada fosfor oranını ortalama %0.40, potasyum oranını %2.91, kalsiyum oranını %0.11 ve magnezyum oranını %0.09, Gülümser ve ark., (2017) arpada fosfor oranını ortalama %0.35-0.40, potasyum oranını %0.91-1.19, kalsiyum oranını %0.29-0.33 ve magnezyum oranını %0.07-0.15, Gül ve ark., (2022) arpada ortalama fosfor oranını %0.35, potasyum oranını %2.03, kalsiyum oranını %0.45 ve magnezyum oranını %0.15 olarak tespit etmişlerdir.

Genel itibarıyla bu çalışmadan elde edilen bulgulardan fosfor ve potasyum oranlarının yeterli düzeyde olduğu, kalsiyum ve magnezyum oranlarının ise hem Jones ve ark., (1991) tarafından

bildirilen değerler hem de diğer araştırmacıların elde etmiş olduğu değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir. Arpadaki kalsiyum ve magnezyum eksikliğinin büyük oranda araştırma alanındaki toprakların kalsiyum ve magnezyum içeriğinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Bu doğrultuda yapılacak gübreleme ile arpada bu eksikliklerin tamamlanabileceği ön görülmektedir.

3.3. Sıvı Gübre Uygulamasının Arpanın Tohum Verimi ve Verim Ögelerine Etkisi

Sıvı hayvan gübresinin farklı dozlarda arpaya 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 gübre doz uygulamalarının incelenen tüm özellikler üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

Tablo 5. Sıvı gübre uygulamasının arpada tohum verimi ve bazı verim özelliklerine etkisi

Sıvı gübre dozları	m ² 'de başak sayısı (adet)**	Başak uzunluğu (cm)**	Başakta tane sayısı (adet)**	Başakta tane ağırlığı (g)*	Bin tane ağırlığı (g)*	Tohum verimi (kg/da)**	Saman verimi (kg/da)**
Kontrol (0 kg/da)	375 b	4.48 b	9.3 b	0.39 b	41.3 b	71 c	185 c
Doz-1 (1000 kg/da)	880 a	4.43 b	9.8 b	0.49 ab	49.4 a	264 b	492 b
Doz-2 (2000 kg/da)	960 a	4.33 b	13.7 ab	0.69 ab	50.6 a	374 ab	778 a
Doz-3 (3000 kg/da)	1065 a	5.00 ab	13.3 ab	0.68 ab	51.1 a	488 a	842 a
Doz-4 (4000 kg/da)	950 a	5.55 ab	11.7 ab	0.54 ab	46.4 ab	408 a	759 a
Doz-5 (5000 kg/da)	1040 a	6.32 a	14.8 a	0.80 a	53.3 a	377 ab	708 a
Ortalama	878	5.02	12.1	0.60	48.7	330	627
CV (%)	12.27	10.41	12.76	18.67	5.26	14.02	10.32

*: P≤0.05, **: P≤0.01

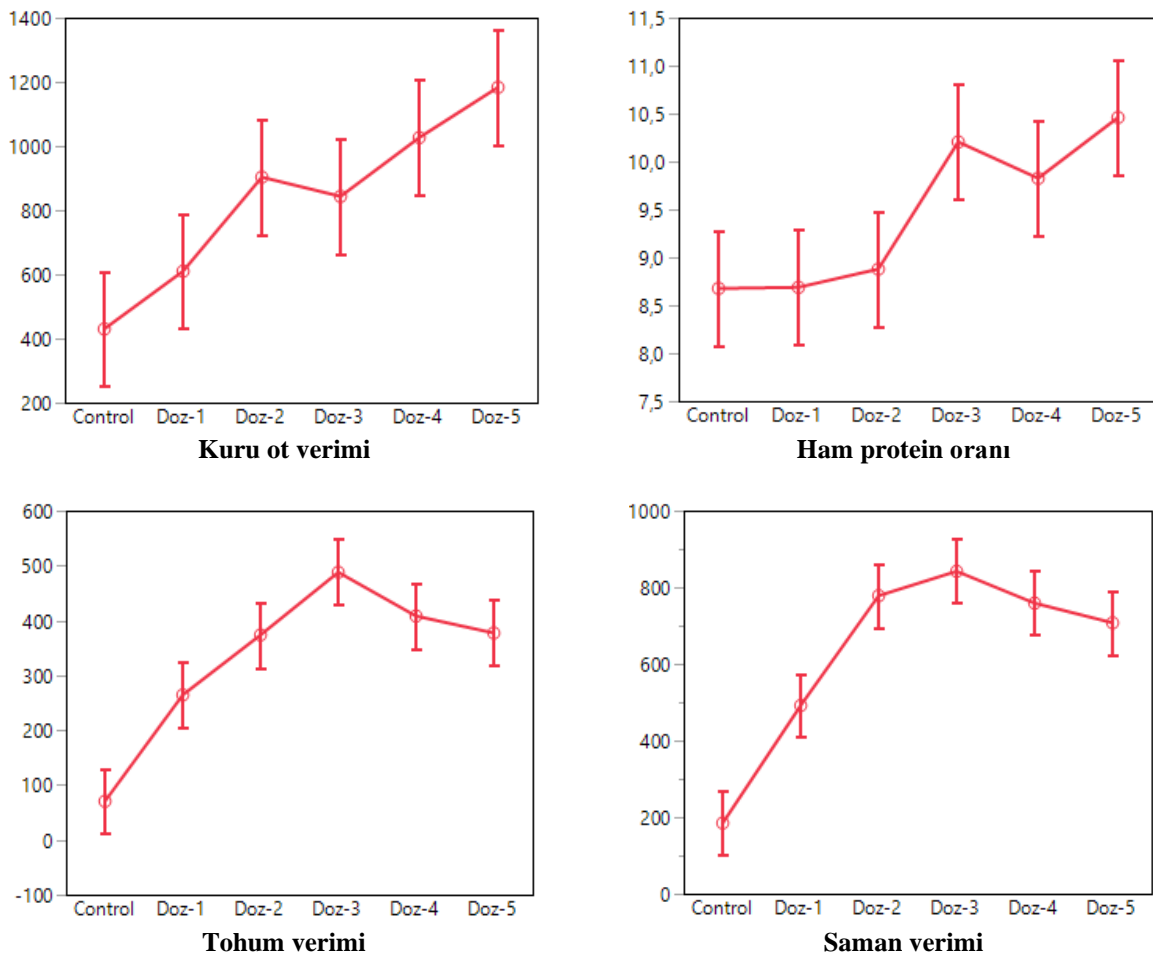
Sıvı gübre uygulaması ile arpadan ortalama 878 adet metrekarede başak sayısı, 5.02 cm başak uzunluğu, 12.1 adet başakta tane sayısı, 0.60 g başakta tane ağırlığı, 48.7 g bin tane ağırlığı, 330 kg/da tohum verimi ve 627 kg/da saman verimi elde edilmiştir. Metrekare başına başak sayısı, başakta tane ağırlığı ve bin tane ağırlığının en düşük değerlerini kontrol grubunda verdiği, geriye kalan tüm dozların en yüksek değeri veren gruplar olduğu belirlenmiştir. Başakta tane sayısı, tohum verimi ve saman verimi açısından en düşük değerler ise kontrol grubu ile Doz-1 uygulamasından elde edilmiştir. Doz-1 uygulamasından sonra artan dozların en yüksek değeri veren grup içerisinde olduğu görülmüştür. Başak uzunluğu açısından ise en yüksek değerler Doz-3 uygulaması ile birlikte alınmaya başlanmıştır (Tablo 5).

Doğadaki dengeyi korumak, toprak verimliliğini artırmak, hastalık ve zararlıların kontrolüne yardımcı olmak, biyoçeşitliliği sürdürmek ve yüksek kaliteli ürünler elde etmek için organik gübreler kullanılmalıdır (Mutlu, 2020). Organik gübreler toprakların fiziksel ve kimyasal yapısının olumlu yönde etkilemektedir (Shirani ve ark., 2002). Organik gübrelerin arpa bitkisinin gelişimi üzerinde de pozitif etkisinin olduğu belirlenmiştir (Özkan, 2024). Mutlu (2018), arpada sığır gübresi + sıvı gübre uygulamasının metrekarede başak sayısı, başak uzunluğu, başakta tane sayısı ve tane ağırlığında artışa sebebiyet verdiği ve nihayetinde en yüksek tane veriminin de sığı gübresi + sıvı gübre uygulamasından alındığını bildirmiştir.

Ahır gübresi bulamacı uygulamalarının arpanın verim parametreleri ile tane protein içeriği üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, ahır gübresi ile mineral gübre uygulamaları arasında bir fark bulunmadığı rapor edilmiştir. Buna göre ahır gübresi bulamacının, sürdürülebilirlik ve kolaylık açısından mineral gübreler yerine kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Karakoyunlu, 2020). Mutlu (2020), arpada organik gübrelemenin bazı verim özelliklerine etkisini incelediği çalışmasında, sığır gübresi + sıvı gübre uygulamasının bitki

boyu, tane verimi ve bin tane ağırlığını artırdığını bildirmiştir. Bu uygulama ile arpada ortalama bitki boyunu 84.8 cm, metrekarede başak sayısını 493 adet, bin tane ağırlığını 48.8 g ve tane verimini 463 kg/da olarak belirlemiştir. Karaman ve Türkay (2022), biyogaz atıklarının gübre olarak kullanıldığı bir çalışmada arpanın bitki boyunu 75.5-85.9 cm, başak uzunluğunu 7.3-8.1 cm, başakta tane sayısını 22.1-25.4 adet, başakta tane ağırlığını 1.00-1.28 g, bin tane ağırlığını 40.9-45.3 g ve tohum verimini de 365-477 kg/da olarak tespit etmişlerdir. Elde edilen bu sonuçların, kısmen çalışmadan elde edilen bulgular ile benzerlikler gösterdiği belirlenmiştir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında ot verimi ve kalitesi açısından kuru ot verimi ve ham protein oranının, tohum ile ilgili özelliklerden ise tohum verimi ve saman veriminin genel itibarıyla diğer özelliklere nazaran daha öne çıktığı ve üreticiler nezdinde de ilk önce bu özelliklerin dikkate alındığı bilinmektedir. Bu özelliklere ait grafikler Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Sıvı gübre uygulaması ile arpada öne çıkan bazı özellikler

Şekil 1 incelendiğinde kuru ot verimi ile ham protein oranının, artan sıvı gübre dozları ile artmaya başladığı ve bu artışın bir süreklilik sağladığı görülmektedir. Tohum ve saman verimine baktığımızda ise bu özelliklerin Doz-3 uygulaması ile maksimum seviyeye ulaştığı, Doz-2 ile Doz-3 arasında istatistiksel olarak bir farklılığın olmadığı ve artan sıvı gübre dozları ile tohum ve saman verimi artışının da durduğu görülmektedir. Tohum ve saman verimi için Doz-3 uygulamasının yeterli olduğu ancak ot verimi ve kalitesi için daha yüksek dozların başka çalışmalar ile denenmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

4. SONUÇ

Sıvı fermente gübre uygulamasının arpanın ot verimi ve kalitesi ile tohum verimi ve bazı verim özellikleri üzerindeki etkisinin incelendiği bu çalışmada; sıvı fermente hayvan gübresinin 3000 kg/da dozunda verilmesinin verim üzerinde olumlu etkisinin olduğu ve kalite özelliklerinden özellikle ADF oranını düşürdüğü sonucuna varılmıştır. Sıvı gübre dozlarının uygulanması ile arpanın fosfor ve kalsiyum içeriklerinin arttığı, potasyum ve magnezyum içeriklerinin ise etkilenmediği tespit edilmiştir. Arpada kalsiyum ve magnezyum içeriğinin noksan olduğu sonucuna varılmıştır. Tohum verimi ve diğer verim özellikleri açısından bakıldığında da; sıvı fermente gübre uygulamasının incelenen tüm özellikler üzerinde istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu görülmüştür. 3000 kg/da doz uygulaması ile en yüksek metrekaşe başına başak sayısı, tohum verimi ve saman veriminin elde edildiği belirlenmiştir. Sonuç olarak; sıvı fermente hayvan gübresinin alternatif bir gübre kaynağı olarak kullanılabilmesi ve arpada üst gübre olarak dekara 3000 kg kullanılmasının ot verimi, ot kalitesi, makro element içeriği ile tohum verimi üzerinde olumlu etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Anacak, S., Özdemir, E., (2018). Biyogaz Tesisi Çıktısı Sıvı Fermente Gübre Yönetimi, *Organomineral Gübre Çalıştayı*, İstanbul, p:206, 2018.
- Anonim, (2019). Buğdaygil Yem Bitkileri Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı, Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Bennet, M.D., Smith, L.B., (1976). Nuclear DNA amounts in angiosperms. *Philosophical transactions of the Royal Society (London), Biological Sciences*, 274; 227-274. <https://doi.org/10.1098/rstb.1976.0044>
- Çaçan, E., Kökten, K., (2019). Tahıl türlerinin kaba yem olarak değerlendirilmesi üzerine bir araştırma, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(2), 221-229. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.459694>
- 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.
- Doğan, Y., Kendal E., (2012). Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum L.*) genotiplerinin tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29 (1): 113-121.
- Gül, E., Akabay, F., Erol, A., (2022). Farklı fiğ türleri ile arpa karışım oranlarının mineral besin elementi içeriklerine etkisi, *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 4(2), 36-41.
- Gülümser, E., Acar, Z., (2017). Biçim zamanı ve tohum oranlarının Macar fiği tahıl karışımlarının bazı kalite özellikleri üzerine etkisi, *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(2), 14-21. <https://doi.org/10.15316/SJAFS.2017.14>
- Gülümser, E., Hanife, M., Doğrusöz, M.Ç., Başaran, U., (2017). Baklagil yem bitkisi tahıl karışımlarının ot kalitesi üzerinde ekim oranlarının etkisi, *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3), 43-51. <https://doi.org/10.15316/SJAFS.2017.33>
- Gülüt, K.Y., (2021). The Effect of Different Fertilizer Applications on the SPAD Values of Wheat, Green Part Yield and N Concentration. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 9(5), 919-925. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i5.919-925.4387>
- Jones, J.B.Jr., Wolf, B., Mills, H.A., (1991). Plant analysis handbook, *Micro-Macro Publishing, Inc. Georgia 30607, USA.*

- Karabulut, D., Çaçan, E., (2018). Farklı zamanlarda ekilen bazı tahıl türlerinin ot verimi ve kalitesi bakımından karşılaştırılması, *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 33(2), 125-131. <https://doi.org/10.28955/alinterizbd.360031>
- Karakoyunlu, M.E., (2020). Ahır Gübresi Uygulamalarının Arpa Verim Parametreleri ile Azot ve Protein İçeriği Üzerine Etkilerinin SPAD ve IHA ile Belirlenmesi, *Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilim ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa*.
- Karaman, R., Türkay, C., (2022). Arpada (*Hordeum vulgare L.*) biyogaz atığı uygulamalarının agronomik ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 59(4), 633-643 <https://doi.org/10.20289/zfdergi.1098688>
- Kırtok, Y., Genç, İ., Yağbasanlar, T., Çölkesen, M., (1988). Tescilli ekmeçlik ve makarnalık buğday çeşitlerinin Çukurova koşullarında başlıca tarımsal karakterleri üzerine araştırmalar, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(3). 98-106.
- Mutlu, A., (2018). Organik gübrelemenin arpanın (*Hordeum vulgare L.*) başak özelliklerine etkisi, *Journal of Current Researches on Engineering, Science and Technology*, 4(2), 125-134.
- Mutlu, A., (2020). The effect of organic fertilizers on grain yield and some yield components of barley (*Hordeum vulgare L.*), *Fresenius Environmental Bulletin*, 29(12), 10840-10846.
- Özkan, R., (2024). Effects of organic and inorganic fertilizers on yield and yield components of barley, *Black Sea Journal of Agriculture*, 7(2), 7-8. <https://doi.org/10.47115/bsagriculture.1361074>
- Poehlman, M.I., (1985). Adaptation and Distribution. Barley, *American Society of Agronomy*. Number 26 in the Series, Madison, Wisconsin.
- Shirani, H., Hajabbasi, M.A., Afyuni, M., Hemmat, A., (2002). Effects of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran, *Soil and Tillage Research*, 68(2), 101-108. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(02\)00110-1](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(02)00110-1)
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.02.030>
- Sullivan, P., Arendt, E., Gallagher, E., (2013). The Increasing Use of Barley and Barley By-Products in The Production of Healthier Baked Goods, *Trends in Foods Science & Technology* 29, 124-134. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.10.005>
- Şeker, C., Karakaplan, S., (1999). Konya Ovasında Toprak Özellikleri ile Kırılma Değerleri Arasındaki İlişkiler, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 29: 183-190.
- TÜİK., (2023). Türkiye İstatistik Kurumu (<https://www.tuik.gov.tr>).
- USDA., (2023). The United States Department of Agriculture, Foreign Agriculture Service (<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>).
- Ülgen, N., Yurtsever, N., (1995). Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, Ankara.
- Yolcu, H., (2008). Kaba yem olarak kullanılan arpa ve buğday çeşitleri de ahır gübresi uygulamasının morfolojik, verim ve kalite özelliklerine etkisi, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(3), 137-144.
- Yolcu, H., Gunes, A., Dascı, M., Turan, M., Serin, Y., (2010). The effects of solid, liquid and combined cattle manure applications on the yield, quality and mineral contents of common vetch and barley intercropping mixture. *Ekoloji*, 19(75), 71-81. <https://doi.org/10.5053/ekoloji.2010.7510>