



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI DOZ ORANLARINDA BİYOGAZ BULAMACI VE KİMYASAL
GÜBRELERİN PAMUK BİTKİSİNDE (GOSSYPIUM HIRSUTUM L.) VERİM VE
LİF KALİTESİNE ETKİLERİ**

**Hakan YILDIRIM
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA
2026**



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI DOZ ORANLARINDA BİYOGAZ BULAMACI VE KİMYASAL
GÜBRELERİN PAMUK BİTKİSİNDE (GOSSYPIUM HIRSUTUM L.) VERİM VE
LİF KALİTESİNE ETKİLERİ**

**Hakan YILDIRIM
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

DANIŞMAN: Prof. Dr. Ahmet YILMAZ

**ŞANLIURFA
2026**

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının yürütülmesi ve tamamlanması sürecinde her zaman yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme en içten teşekkürlerimi sunarım. Özellikle dedem Nihat Yıldırım ve annem Rasime Yıldırım'a, bu süreç boyunca gösterdikleri sabır, anlayış ve destekleri için ayrıca minnettarım. Tez çalışmamın her aşamasında bilgi, deneyim ve yönlendirmeleriyle katkı sağlayan danışmanım Prof. Dr. Ahmet Yılmaz'a içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca değerli katkı ve desteklerinden dolayı Prof. Dr. Vedat Beyyavaş, Prof. Dr. Erdal Sakin ve Dr. Öğr. Üyesi Emrah Ramazanoğlu'na teşekkür ederim. Çalışma sürecinde birlikte bilgi paylaşımında bulunduğum ve desteklerini esirgemeyen doktora öğrencileri Zemzem Fırat ve Suat Cun'a da teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
KISALTMALAR	vi
SİMGELER.....	vii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
3. GEREÇ ve YÖNTEM	9
3.1. Gereç	9
3.1.1. Deneme yılı ve yeri	9
3.1.2. Deneme yerinin toprak ve iklim özellikleri.....	9
3.1.2.1. Toprak özellikleri	9
3.1.2.2. İklim verileri.....	9
3.1.3. Kullanılan bitki materyali.....	10
3.1.4. Çalışmada kullanılan biyogaz gübresi ve özellikleri.....	10
3.2. Yöntem	11
3.2.1. Deneme deseni	11
3.2.2. Denemede kullanılan gübre miktarları ve uygulamaları	11
3.2.3. Araştırmanın yürütülmesinde uygulanan kültürel işlemler	12
3.2.3.1. Toprak hazırlığı	12
3.2.3.2. Ekim işlemi	12
3.2.3.3. Bakım işlemi	12
3.2.4. Araştırmada incelenen özellikler ve yöntemleri.....	13
3.2.4.1. Bitki boyu (cm)	13
3.2.4.2. Boğum sayısı (adet/bitki)	13
3.2.4.3. SPAD değeri	13
3.2.4.4. Yaş ve Kuru madde birikimi parametrelerinin incelenmesi	13
3.2.4.5. Bitki başına koza sayısı (adet/bitki)	13
3.2.4.6. Koza ağırlığı (g)	13
3.2.4.7. Koza kütlü ağırlığı (g)	13
3.2.4.8. 100 tohum ağırlığı (g)	14
3.2.4.9. Çırcır randımanı (%)	14
3.2.4.10. Kütlü pamuk verimi (kg/da)	14
3.2.4.11. Lif kopma dayanıklılığı (g/tex).....	14
3.2.4.12. Lif inceliği (micronaire)	14
3.2.4.13. Lif uzunluğu (mm)	14
3.2.5. Verilerin değerlendirilmesi.....	14
4. BULGULAR	16
4.1. Bitki boyu (cm).....	16
4.2. Boğum sayısı (adet/bitki)	17
4.3. SPAD değeri	18
4.4. Bitki yaş ağırlığı (g).....	19
4.5. Bitki kuru ağırlığı (g)	21

4.6. Koza sayısı (adet/bitki)	22
4.7. Koza ağırlığı (g)	23
4.8. Koza kütü ağırlığı (g)	25
4.9. 100 tohum ağırlığı (g).....	26
4.10. Çırçır randımanı (%)	27
4.11. Kütü pamuk verimi (kg/da)	29
4.12. Lif inceliğı (mic)	30
4.13. Lif uzunluğu (mm)	31
4.14. Lif kopma dayanıklılığı (g/tex).....	33
5. TARTIŞMA.....	35
6. SONUÇLAR	40
7. ÖNERİLER	42
KAYNAKLAR.....	43
ÖZ GEÇMİŞ	48

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI DOZ ORANLARINDA BİYOGAZ BULAMACI VE KİMYASAL GÜBRELERİN PAMUK BİTKİSİNDE (GOSSYPIUM HIRSUTUM L.) VERİM VE LİF KALİTESİNE ETKİLERİ

Hakan YILDIRIM

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ahmet YILMAZ

Yıl: 2026, Sayfa: 48

Bu çalışma, 2024 yılında Şanlıurfa ilinde, Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü Ziraat Fakültesi deneme alanlarında, biyogaz bulamacı ve kimyasal gübre (U1:kontrol, U2-taban gübresi (0 kg)+üst gübre (üre 20 kg+15 kg/da) toplamda 35 kg/da, U2-taban gübresi (0 kg)+üst gübre (üre 20 kg+15 kg/da) toplamda 35 kg/da, U3-taban gübresi (20 DAP/da)+üst gübre (üre 20 kg+15 kg/da) toplamda 35 kg/da, U4-taban gübresi (30 DAP/da)+üst gübre (üre 20 kg+15 kg/da) toplamda 35 kg/da, U5-taban gübresi (4 ton biyogaz bulamacı/da)+ üst gübre (üre 20 kg+15 kg/da) toplamda 35 kg/da, U6-taban gübresi (8 ton biyogaz bulamacı/da)+üst gübre (üre 20 kg+15 kg/da) toplamda 35 kg/da, U7-taban gübresi (12 ton biyogaz bulamacı/da)+üst gübre (üre 20 kg+15 kg/da) toplamda 35 kg/da, U8-taban gübresi 12 ton/da biyogaz bulamacı) uygulamalarının pamuk bitkisinde büyüme, verim ve lif kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü kurulmuş ve bitki materyali olarak Fiona pamuk çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada; bitki boyu (cm), boğum sayısı (adet/bitki), SPAD değeri, yaş ve kuru bitki ağırlığı (g), koza sayısı (adet/bitki), koza ağırlığı (g), koza kütlü ağırlığı (g), çırcır randımanı (%), 100 tohum ağırlığı (g), kütlü pamuk verimi (kg/da) ile lif kalite özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre biyogaz bulamacı ve kimyasal gübre uygulamaları bitki gelişimini olumlu yönde etkilemiştir. Özellikle biyogaz bulamacı ve mineral gübrelerin birlikte uygulandığı uygulamalarda bitki boyu, boğum sayısı ile bitki yaş ve kuru ağırlıkları değerleri daha yüksek bulunmuştur. SPAD değerleri bakımından kimyasal gübre içeren uygulamalar öne çıkmış ve yeterli azot beslenmesinin klorofil içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Verim unsurları bakımından değerlendirildiğinde, mineral gübrelerin koza sayısı, koza ağırlığı, koza kütlü ağırlığını ve 100 tohum ağırlığını, biyogaz bulamacı uygulamaları ise çırcır randımanı ve kütlü pamuk verimini artırdığı saptanmıştır. En yüksek kütlü pamuk verimi U7 uygulamasından (550,13 kg/da) elde edilmiş ve U1 (kontrol) uygulamasına göre önemli düzeyde artış belirlenmiştir. Lif kalite özellikleri bakımından ise uygulamalar arasında belirli farklılıklar oluşmuş, özellikle lif uzunluğu U3 (31,16 mm) ve lif inceliği U8 (5,14 mic) bakımından bazı uygulamalar öne çıkmıştır. Sonuç olarak, biyogaz bulamacının pamuk yetiştiriciliğinde alternatif ve çevre dostu bir organik gübre kaynağı olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Ayrıca biyogaz bulamacının kimyasal gübrelerle birlikte uygulanmasının besin elementlerinin daha dengeli kullanılmasını sağladığı ve sürdürülebilir pamuk üretimi açısından önemli avantajlar oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELELER: Verim, Biyogaz bulamacı, Pamuk, Mineral gübre

ABSTRACT

MASTER’S THESIS

THE EFFECTS OF DIFFERENT DOSAGES OF BIOGAS AND CHEMICAL FERTILIZERS ON YIELD AND FIBER QUALITY IN COTTON (GOSSYPIMUM HIRSUTUM L.) PLANT

Hakan YILDIRIM

**HARRAN UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL
DEPARTMENT OF FIELD CROPS**

Thesis Advisor: Prof. Ahmet YILMAZ

Year: 2026, Page: 48

This study was conducted in 2024 in Şanlıurfa province at the experimental fields of the Faculty of Agriculture, Harran University Osmanbey Campus, to determine the effects of biogas slurry and chemical fertilizer applications on growth, yield, and fiber quality traits of cotton. The experiment included biogas slurry and chemical fertilizer treatments (U1: control; U2: basal fertilizer (0 kg) + topdressing (urea 20 kg+15 kg/da), totaling 35 kg/da; U3: basal fertilizer (20 kg DAP/da) + topdressing (urea 20 kg+15 kg/da), totaling 35 kg/da; U4: basal fertilizer (30 kg DAP/da) + topdressing (urea 20 kg+15 kg/da), totaling 35 kg/da; U5: basal fertilizer (4 tons biogas slurry/da) + topdressing (urea 20 kg+15 kg/da), totaling 35 kg/da; U6: basal fertilizer (8 tons biogas slurry/da) + topdressing (urea 20 kg+15 kg/da), totaling 35 kg/da; U7: basal fertilizer (12 tons biogas slurry/da) + topdressing (urea 20 kg+15 kg/da), totaling 35 kg/da; and U8: 12 tons/da biogas slurry alone). The experiment was arranged in a randomized complete block design with three replications, and the cotton cultivar ‘Fiona’ was used as plant material. The parameters evaluated in the study included plant height (cm), number of nodes (nodes per plant), SPAD value, fresh and dry plant weight (g), number of bolls (per plant), boll weight (g), seed cotton weight per boll (g), ginning outturn (%), 100-seed weight (g), seed cotton yield (kg/da), and fiber quality traits. The results showed that biogas slurry and chemical fertilizer applications had a positive effect on plant growth. In particular, combined applications of biogas slurry and mineral fertilizers resulted in higher plant height, number of nodes, and fresh and dry biomass values. In terms of SPAD values, treatments including chemical fertilizers were more prominent, indicating that adequate nitrogen nutrition increased chlorophyll content. Regarding yield components, mineral fertilizers increased boll number, boll weight, seed cotton weight per boll and 100-seed weight, while biogas slurry applications improved ginning outturn, and seed cotton yield. The highest seed cotton yield was obtained from the U7 treatment (550,13 kg/da), showing a significant increase compared to the control (U1). For fiber quality traits, notable differences were observed among treatments; in particular, fiber length was highest in U3 (31,16 mm), while fiber fineness showed favorable values in U8 (5,14 mic). In conclusion, biogas slurry is a promising and environmentally friendly organic fertilizer for cotton production. Its combined use with chemical fertilizers improves nutrient balance and provides important advantages for sustainable cotton production.

KEYWORDS: Yield, Biogas slurry, Cotton, Mineral fertilizer

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Deneme alanına ait toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	9
Çizelge 3.2.	2024 yılına ait Şanlıurfa ilinin iklim verileri	10
Çizelge 3.3.	Denemede kullanılan biyogaz bulamacının bazı kimyasal özellikleri	11
Çizelge 4.1.	Bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	16
Çizelge 4.2.	Bitki boyu değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri	16
Çizelge 4.3.	Boğum sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	17
Çizelge 4.4.	Boğum sayısı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri	18
Çizelge 4.5.	SPAD değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	18
Çizelge 4.6.	SPAD değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri	19
Çizelge 4.7.	Bitki yaş ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	20
Çizelge 4.8.	Bitki yaş ağırlığı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri	20
Çizelge 4.9.	Bitki kuru ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	21
Çizelge 4.10.	Bitki kuru ağırlığı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri	22
Çizelge 4.11.	Koza sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	22
Çizelge 4.12.	Koza sayısı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri	23
Çizelge 4.13.	Koza ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	24
Çizelge 4.14.	Koza ağırlığı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri	24
Çizelge 4.15.	Koza kütlü ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	25
Çizelge 4.16.	Koza kütlü ağırlığı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri	26
Çizelge 4.17.	100 tohum ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	26
Çizelge 4.18.	100 tohum ağırlığı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri	27
Çizelge 4.19.	Çırcır randımanı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	28
Çizelge 4.20.	Çırcır randımanı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri	28
Çizelge 4.21.	Kütlü pamuk verimi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	29
Çizelge 4.22.	Kütlü pamuk verimi değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri	30
Çizelge 4.23.	Lif inceliği değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	30
Çizelge 4.24.	Lif inceliği değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri	31
Çizelge 4.25.	Lif uzunluğu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	32
Çizelge 4.26.	Lif uzunluğu değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri	32
Çizelge 4.27.	Lif kopma dayanıklılığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	33

Çizelge 4.28.	Lif kopma dayanıklılığı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri	34
----------------------	--	----

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Deneme alanının hazırlanması ve biyogaz bulamacı uygulanma- sına ait görseller	15
Şekil 3.2.	Deneme alanında hasat işlemine ait görüntü	15

KISALTMALAR

TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
DAP	Diamonyum fosfat
ICAC	Uluslararası Pamuk Danışma Komitesi

SİMGELER

cm	santimetre
mm	Milimetre
g	Gram
kg	Kilogram
da	Dekar
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
ha	Hektar
m	Metre

1. GİRİŞ

Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.), başta doğal lif üretimi açısından dünya tarımında stratejik bir öneme sahip olmakla birlikte, tohumundan elde edilen yağın üretimi, hayvancılıkta yem hammaddesi olarak kullanılan küspesi ve son yıllarda biyoyakıt üretiminde değerlendirilen potansiyeli ile de önemli bir bitkisel kaynak olarak öne çıkmaktadır. Özellikle pamuk tohumu yağının biyodizel üretiminde kullanılabilirliği, bu bitkinin enerji tarımı açısından stratejik önemini daha da artırmaktadır (Özüdoğru, 2021; Meneghetti vd., 2007). Küresel ölçekte pamuk, hem doğal lif talebinin karşılanmasında hem de yan ürünlerinin endüstriyel kullanımında kritik bir tarımsal ürün olarak değerlendirilmektedir (Egbuta vd., 2017).

Pamuk üretimi dünya genelinde geniş bir ekolojik adaptasyon alanına sahiptir. Tropikal ve subtropikal iklim kuşaklarında yoğunlaşan pamuk üretimi, özellikle Asya, Amerika ve Afrika kıtalarında önemli ekonomik faaliyetlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Günümüzde pamuk üretimi yaklaşık 80'den fazla ülkede yapılmakta olup, üretimin büyük bir kısmını Çin, Hindistan, ABD, Brezilya, Avustralya, Türkiye, Pakistan, Özbekistan gibi ülkelerde gerçekleştirilmektedir. Bu ülkeler, hem üretim alanı hem de verim açısından dünya pamuk ekonomisinin belirleyici aktörleridir (ICAC, 2024; TÜİK, 2024). 2023/2024 döneminde dünya lif pamuk üretimine bakıldığında ilk 10 ülke toplam dünya üretiminin yaklaşık %87,5'ini karşılamaktadır (ICAC, 2024).

Türkiye, pamuk üretimi açısından dünya sıralamasında önemli bir konuma sahiptir ve ülkenin dünya pamuk üretimine katkısı yaklaşık %2,8 düzeyindedir (ICAC, 2024). Ülke genelinde pamuk üretimi ağırlıklı olarak Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Bu bağlamda üretim dağılımı incelendiğinde, en yüksek paya Şanlıurfa (%41,1) sahip olup, bunu Diyarbakır (%17,3), Aydın (%11), Hatay (%7,8), İzmir (%7,1) ve Manisa (%3,6) illeri takip etmektedir (TÜİK, 2025). Üretimin en fazla yapıldığı şehirlerin başında olan Şanlıurfa ili, Türkiye pamuk üretiminin en önemli merkezlerinden biri olup, Harran Ovası'nın sağladığı uygun agroekolojik koşullar sayesinde ülke üretiminin yaklaşık yarısına yakınına karşılık gelmektedir. TÜİK'in 2023/2024 üretim sezonu verilerine göre kentte 2 milyon 34 bin 343 dekarlık alanda pamuk ekimi gerçekleştirilmiş ve bu üretim sonucunda

325 bin 979 ton lif pamuk elde edilmiştir. Bu veriler, Şanlıurfa'nın hem ekim alanı hem de üretim miktarı bakımından Türkiye'de pamuk üretiminin en yoğun gerçekleştirildiği il olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (TÜİK, 2024). Bölgede tarımsal üretimde yüksek verim elde edebilmek amacıyla uzun yıllardır yoğun şekilde kimyasal gübre uygulamaları yapılmaktadır.

Kimyasal gübreler, içerdikleri bitki besin elementlerinin (özellikle N, P, K) suda hızla çözünerek bitki kökleri tarafından kısa sürede alınabilmesi sayesinde dramatik verim artışları sağlama avantajına sahiptir. Ancak, bu yoğun girdi kullanımı, toprak ekosisteminin fiziksel, kimyasal ve biyolojik sağlığını uzun vadede ciddi şekilde tehdit etmektedir (Tilman vd., 2002; Singh, 2018; Pahalvi vd., 2021).

Kimyasal gübrelerin kontrolsüz ve uzun süreli kullanımı, toprağın en dinamik bileşeni olan mikrobiyal toplulukların yapısını bozarak toprak biyolojisini olumsuz etkilemektedir. Yapılan güncel araştırmalar, özellikle sentetik azotun sürekli uygulanmasının toprak karbon/azot (C/N) dengesini bozduğunu, toprağın organik madde içeriğini hızla tükettiğini ve mikrobiyal karbon kullanım etkinliğini azalttığını göstermektedir (Hu vd., 2022). Ayrıca, yoğun gübreleme rejimi altındaki topraklarda mikrobiyal çeşitliliğin (farklı bakteri ve mantar türleri) azaldığı ve toprağın baskılayıcı gücünün zayıfladığı bildirilmektedir (Geisseler ve Scow, 2014; Ramirez vd., 2012). Özellikle azotlu gübrelerin aşırı kullanımı, çevresel ve yapısal sorunların temel kaynağını oluşturmaktadır. Amonyum bazlı gübrelerin yoğun kullanımı, nitrifikasyon süreci sırasında açığa çıkan hidrojen iyonları nedeniyle toprak pH'ında belirgin bir düşüşe ve toprak asitlenmesine yol açmaktadır. Bu kimyasal bozulma, alüminyum toksisitesini tetikleyerek kök gelişimini engellemekte ve kalsiyum, magnezyum gibi temel katyonların topraktan yıkanarak uzaklaşmasına neden olmaktadır (Haynes ve Naidu, 1998). Modern çalışmalar ayrıca, bazı kimyasal gübrelerin toprakta ağır metal birikimine (özellikle fosforlu gübrelerde kadmiyum) ve mikroplastik kirliliğine katkıda bulunarak gıda güvenliğini dolaylı yoldan tehdit ettiğini vurgulamaktadır (Sun vd., 2015; Grant vd., 2008). Bu olumsuzluklar, tarımda sürdürülebilirliği sağlamak adına kompost, biyokömür ve biyogaz bulamacı gibi organik kökenli alternatif gübre kaynaklarının ve biyolojik iyileştiricilerin kimyasal girdilerle entegre edilmesinin zorunluluğunu ortaya

koymaktadır (Smith vd., 2016; Lehmann ve Joseph, 2024). Bu organik kökenli alternatif kaynaklar arasında yer alan biyogaz bulamacı (digestat), son yıllarda hem çevresel etkileri hem de agronomik özellikleri bakımından dikkat çeken ve önemi giderek artan bir ürün haline gelmiştir.

Biyogaz üretimi sonrası ortaya çıkan fermentasyon atıkları (biyogaz bulamacı/digestat), hem atık yönetimi hem de tarımsal üretimde alternatif gübre kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Biyogaz bulamacı; azot, fosfor, potasyum gibi temel besin elementlerinin yanı sıra mikro besin elementleri, amino asitler ve organik bileşikler açısından zengin bir yapıya sahiptir (Arthurson, 2009; Albuquerque vd., 2012). Biyogaz digestatının topraklara uygulanması, toprak organik maddesini artırmakta, mikrobiyal aktiviteyi teşvik etmekte ve besin döngüsünü iyileştirmektedir. Ayrıca bu materyallerin toprağa uygulanması, kimyasal gübre kullanımına alternatif veya tamamlayıcı bir strateji olarak değerlendirilmektedir (Nkoa, 2014; Cun vd., 2026).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, biyogaz atıklarının pamuk üretiminde verim ve kalite parametreleri üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceğini göstermektedir (Cun vd., 2026). Literatürde biyogaz bulamacı uygulamalarının bitki büyümesi, verim ve toprak enzim aktiviteleri üzerinde olumlu etkiler sağladığı, özellikle kimyasal gübrelerle birlikte kullanımının daha dengeli bir beslenme sistemi oluşturduğu bildirilmektedir (Wentzel ve Joergensen, 2016; Cun vd., 2026). Bununla birlikte pamuk bitkisinde biyogaz bulamacı ile kimyasal gübre kombinasyonlarının farklı dozlarda verim ve lif kalitesi üzerindeki etkilerini birlikte ele alan çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir.

Bu çalışma, farklı dozlarda biyogaz bulamacı ve kimyasal gübre uygulamalarının pamuk bitkisinde verim ve lif kalitesi üzerine etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Svensson vd. (2004), biyogaz kalıntıları ve kompost uygulamalarının tarım topraklarında çeşitli olumlu etkiler oluşturduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar, bu materyallerin bitkiler için besin kaynağı olmasının yanı sıra toprağın organik karbon havuzuna katkı sağladığını belirtmişlerdir. Ayrıca, söz konusu uygulamaların toprak mikrobiyal aktivitesi üzerinde olumlu etkiler meydana getirebildiği, toprak mikroorganizmalarının bitki besin elementleri ile organik materyalin dönüşümünde önemli rol oynadığı ve toprak yapısının korunmasına katkıda bulunduğu rapor edilmiştir.

Kıvılcım vd. (2010), Büyük Menderes Havzasında organik pamuk üretim olanaklarını araştırmak amacıyla 2003–2007 yılları arasında yürüttükleri çalışmada, ön bitki olarak arpa, arpa+fiğ, fiğ (konvansiyonel) ve kontrol uygulamalarını kullanmış, pamuk çeşidi olarak ise Nazilli-84'ü yetiştirmişlerdir. Araştırma sonuçlarında, organik ve konvansiyonel gübre uygulamalarının verim ile incelenen diğer özellikler bakımından istatistiksel olarak benzer performans gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca, Biofarm organik katı çiftlik gübresinin verim açısından diğer organik gübre uygulamaları ve konvansiyonel gübreleme ile aynı grupta yer aldığı belirtilmiş, elde edilen bulgular doğrultusunda Büyük Menderes Havzasında organik pamuk tarımının başarıyla uygulanabileceğini belirtmişlerdir.

Rosolem ve Mellis (2010), 2007–2008 yıllarında Brezilya'nın São Paulo eyaletinde yürüttükleri çalışmada, pamukta hem azot noksanlığının hem de aşırı azot uygulamalarının verim ve lif kalitesi üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, çiçeklenmeden yaklaşık bir hafta önce ana gövdenin üst kısmındaki 4. veya 5. yapraktan ölçülen azot konsantrasyonunun, geleneksel azot teşhisi için güvenilir bir referans değer olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Bibi vd. (2011), 2010 yılında Pakistan'ın Peshawar kentinde yürüttükleri çalışmada, altı farklı orta elyafli pamuk genotipinde farklı azot dozlarının (0, 50, 100 ve 150 kg N/ha) etkilerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar, artan azot seviyelerinin bitki ağırlığı, bitki başına yan dal sayısı, koza sayısı, koza ağırlığı ve kütlü pamuk verimi gibi özellikleri artırdığını ortaya koymuşlardır.

Hernandez-Cruz vd. (2015), 2011 yılında Meksika'nın Coahuila eyaletinde gerçekleştirildikleri çalışmada, %45 N içeren üre kullanarak 0, 50, 100 ve 150 kg N ha⁻¹ dozlarında uyguladıkları denemelerde, en yüksek verimin 150 kg N ha⁻¹ dozunda elde edildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada, farklı azot dozlarının pamuk lif kalitesi parametreleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etki oluşturmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Cevheri (2016), Harran Ovası koşullarında pamuk yetiştiriciliğinde organik çiftlik gübresi (200 kg/da), güvercin gübresi (100 kg/da) ve mikrobiyal gübre (100 mL 100 L⁻¹ su) uygulamalarının etkilerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, en yüksek kütlü pamuk veriminin güvercin gübresi ile mikrobiyal gübre kombinasyonundan elde edildiği bildirilmiş, mikrobiyal gübre uygulamasının kütlü pamuk verimi üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca organik ve mikrobiyal gübre uygulamalarının bitki boyu, odun dalı sayısı, meyve dalı sayısı, ilk meyve dalı boğum sayısı, bitki başına koza sayısı, koza ağırlığı, kütlü koza ağırlığı, 100 tohum ağırlığı, çırpır randımanı ve lif endeksi gibi birçok agronomik özellikte istatistiksel olarak artış sağladığı rapor edilmiştir. Kontrol uygulamasında 275,70 kg/da verim elde edilirken, güvercin gübresi ve mikrobiyal gübre kombinasyonunda bu değerin 437,82 kg/da'e yükseldiği belirtilmiştir.

Macdonald vd. (2018), Avustralya pamuk endüstrisinde azot gübresi kullanım etkinliğinin mevcut durumu ile gelecekteki araştırma alanlarını inceledikleri çalışmalarında, tüm üretim bölgelerinde 200–240 kg/ha'nın üzerindeki azot uygulamalarında gübreden sağlanan azotun lif üretimine dönüşümünün orantılı bir artış göstermediğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca, yaklaşık elli yıllık sürekli araştırma ve geliştirme faaliyetleri sonucunda Avustralya pamuk üretim sisteminde ortalama verimin hektar başına iki tonun üzerine çıktığı, ancak bu düzeyin uygulanan azot gübresi miktarına kıyasla beklenen verim artışının altında kaldığı bildirilmiştir.

Luo vd. (2020), 2012–2013 yıllarında Çin'in Wuhan kentinde yürüttükleri çalışmada, pamuk üretiminde ilk çiçeklenme döneminde yapılan dengeli ve düşük düzeyli gübre uygulamalarının azot, fosfor ve potasyum kullanım etkinliğini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuşlardır. Araştırmada, 225 kg N/ha, 67,5 kg P₂O₅/ha ve 225 kg K₂O/ha dozunda yapılan gübrelemenin pamukta besin maddesi birikimini desteklediği ve bitki beslenmesini

iyileştirdiği belirtilmiştir.

Aygün ve Mert (2020), Hatay Amik Ovası koşullarında 2019 yetiştirme sezonunda kimyasal gübre kullanımını azaltarak doğal toprak düzenleyiciler (leonardit ve zeolit; 1000 ve 2000 kg/ha) ile farklı azot dozlarının (0, 50, 100, 150 ve 200 kg/ha) pamuk verimi ve lif kalitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda bitki boyu, koza sayısı, lif inceliği, lif mukavemeti ve 100 tohum ağırlığı bakımından uygulamaların önemli bir etki oluşturmadığı bildirilmiştir. Buna karşılık çırçırılama randımanının azot dozlarından etkilendiği belirlenmiştir. Verim açısından ana etkilerin istatistiksel olarak önemli olmadığı, ancak toprak düzenleyici $\times$ azot dozu interaksyonunun verim ortalamalarında anlamlı farklılık oluşturduğu rapor edilmiştir.

Lee vd. (2021), 2018 yılında ABD'nin Boiling Springs bölgesinde yürüttükleri çalışmada, biyogaz reaktörlerinden elde edilen sindirim artığının (digestate) tek başına veya besin tutma kapasitesi yüksek olduğu düşünülen biyokömür (biochar) ile birlikte kullanımının bitki yetiştiriciliği üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Sera koşullarında gerçekleştirilen çalışmada, farklı bitki türlerinde sindirim artığı uygulamalarının büyüme gelişme, fotosentetik etkinlik, sebze verimi ve besin elementi içerikleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Sonuçlar, sindirim artığı dozunun artmasıyla bazı bitkilerde büyüme ve verimde artış gözlemlendiğini, ancak bu etkinin kimyasal gübre uygulamalarına kıyasla daha düşük düzeyde kaldığını göstermiştir. Yüksek doz sindirim artığı uygulamalarının kara lahana bitkisinde antioksidan kapasite, toplam fenolik madde ve askorbik asit içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Buna karşın baklagil türlerinde besin elementi içerikleri açısından değişken ve yer yer çelişkili tepkiler ortaya çıktığı ifade edilmiştir. Ayrıca biyokömür ve sindirim artığının kompostla birlikte yetiştirme ortamına eklenmesinin çimlenme performansını olumlu yönde etkilediği rapor edilmiştir. Çalışma, hayvansal ve gıda atıklarının hem enerji üretimi hem de yenilenebilir gübre kaynağı olarak değerlendirilerek tarımsal üretime kazandırılabilceğini ortaya koymuşlardır.

Tang vd. (2022), 2015–2020 yılları arasında Çin'in Henan eyaletindeki fluvo-aquic topraklarda yürüttükleri çalışmada, biyogaz bulamacı uygulamasının toprak hacim yoğunluğunu azalttığını ve su tutma kapasitesini iyileştirdiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca bu

uygulamanın, organik karbon ile birlikte yarayışlı fosfor, potasyum ve azot içeriklerini kimyasal gübre uygulamalarına kıyasla daha yüksek düzeyde artırdığı belirlenmiştir. Çalışmada, kimyasal gübrenin yarı dozunun biyogaz bulamacı ile ikame edildiği uygulamanın (BSCF), mikrobiyal çeşitlilik ve denge açısından en iyi performansı gösterdiği rapor edilmiştir. Bununla birlikte bakteri çeşitliliğinin özellikle toplam azot, pH ve potasyum ile; mantar topluluğunun ise potasyum ile yakından ilişkili olduğu ifade edilmiştir.

Otto vd. (2023), Brezilya’da killi ve tınlı kumlu toprak koşullarında dört sezon boyunca yürüttükleri tarla denemelerinde, üre ve kalsiyum amonyum nitratın (48–192 kg N/ha) pamuk verimi, lif kalitesi ve azot kullanım etkinliği üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, killi topraklarda azot uygulamaları verimi %50’ye kadar artırırken, tınlı kumlu topraklarda ise verim üzerinde belirgin bir etki göstermediği ifade edilmiştir.

Kumar vd. (2023), Hindistan’daki farklı tarım sistemlerinde biyogaz bulamacının potansiyelini kapsamlı bir şekilde değerlendirdikleri çalışmalarında, bu materyalin hem besin maddeleri hem de biyoaktif bileşikler bakımından zengin bir kaynak olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca biyogaz bulamacının çeşitli mikrobiyal toplulukların gelişimini desteklemede önemli bir rol oynadığı ve besin maddesi kullanım etkinliğini artırdığı belirlenmiştir. Çalışmada, özellikle tropikal ve subtropikal iklim koşullarında biyogaz bulamacının tarımsal verimlilik açısından etkili bir girdi olduğu vurgulanmıştır.

Mayerová vd. (2023), 2011–2021 yılları arasında Çekya’nın üç farklı bölgesinde yürüttükleri 10 yılı aşkın uzun dönemli tarla denemesinde, biyogaz sindirimi sonucu elde edilen iki farklı bulamaç tipinin (bulamaç I: mısır silajı + sığır gübresi; bulamaç II: mısır silajı + domuz gübresi + çiftlik gübresi + kuru ot) toprakların fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri üzerindeki etkilerini mineral gübre ve kompost uygulamalarıyla karşılaştırmışlardır. Geleneksel toprak işleme ve 6 yıllık ürün rotasyonu altında yürütülen çalışmada, beş farklı uygulama (kontrol, mineral gübre, bulamaç I, bulamaç II ve kompost) üç lokasyonda dört tekerrürlü olarak kurulmuş ve 2018–2021 yılları arasında yılda iki kez toprak örnekleme yapılmıştır. Sonuçlar, agregat stabilitesinin toplam organik karbon ($r = 0,37$), toplam organik azot ($r = 0,45$), porozite ($r = 0,57$) ve su infiltrasyonu ($r = 0,38$) ile pozitif; hacim yoğunluğu ile ise negatif ($r = -0,54$) ilişkili olduğunu göstermiştir. Bulamaç

II uygulamasının en yüksek agregat stabilitesini (%36,47) sağladığı, kontrol (%26,22) ve mineral gübre (%26,1) uygulamalarının ise en düşük değerlerde kaldığı belirlenmiştir. Kompostun organik madde artışında daha etkili olduğu, ancak uzun vadede bulamaç uygulamalarının toprak fiziksel özelliklerini ve su geçirgenliğini belirgin şekilde iyileştirdiği ifade edilmiştir.

Yadav vd. (2023), Hindistan'ın üç farklı bölgesinde (IARI–Yeni Delhi, Daryapur Kalan–Delhi ve Madanpur–Uttar Pradesh) süt çiftliklerinden elde edilen biyogaz bulamacının mevsimsel özelliklerini incelemişlerdir. Muson öncesi, muson ve muson sonrası dönemlerde alınan örneklerde toplam azot içeriğinin %2,13, toplam fosforun %0,98 ve toplam potasyumun %0,38 olduğu belirlenmiştir. Ayrıca mevsimsel değişimlerin azot içeriğinde %6'ya kadar farklılık oluşturduğu rapor edilmiştir. Çalışmada, biyogaz bulamacı kullanımının sentetik gübre ihtiyacını azot için %8,78, fosfor için %11,01 ve potasyum için %14,33 oranında azaltabileceği ortaya konmuştur. Uygulamada 1:1 ile 1:2 arasında değişen dilüsyon oranları kullanılmış ve fermantasyon süresinin 45–55 gün arasında olduğu saptamışlardır.

Li vd. (2025), 2020–2021 yılları arasında Çin'in Kuzeydoğusunda yürüttükleri çalışmada, biyogaz bulamacını siyah toprakta iki kez, rüzgârla taşınmış kumlu toprakta ise bir kez uygulamışlardır. Çalışma sonuçlarına göre siyah toprakta organik karbon, toplam azot ve toplam fosfor içeriklerinin arttığı, ayrıca karbon ve fosfor döngüsüyle ilişkili enzim aktivitelerinin yükseldiği belirlenmiştir. Bunun yanında mantar/bakteri oranının her iki toprak tipinde de arttığı ifade edilmiştir. Ancak siyah toprakta ağır metal birikim riskindeki artışın çevresel açıdan potansiyel bir sorun oluşturabileceğini ifade etmişlerdir.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Gereç

3.1.1. Deneme yılı ve yeri

Deneme 2024 yılında Harran üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Deneme alanında yürütülmüştür.

3.1.2. Deneme yerinin toprak ve iklim özellikleri

3.1.2.1. Toprak özellikleri

Deneme alanı, toprak pH'sı 7.88 olup toprak örneğinin organik madde kapsamı ise %1.26 civarındadır. Deneme yerinden alınan toprak örneklerinden elde edilen analiz sonucu ve bu topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 3.1.'de iklim özellikleri ise Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme alanına ait toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

pH	EC (ds/m)	Organik madde (%)	CaCO ₃ (%)	Besin elementleri (mg/kg)						
				P	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
7,88	0,72	1,26	24,8	4,77	188	297	3,53	0,76	4,74	0,48

3.1.2.2. İklim verileri

Çizelge 3.2'de 2024 yılına ait iklim verileri değerlendirildiğinde, Şanlıurfa ilinde tipik yarı kurak iklim karakteri gösterdiği; yaz aylarında yüksek sıcaklık, düşük nispi nem ve yok denecek kadar az yağış koşullarının hâkim olduğu görülmektedir. Özellikle ilkbahar döneminde daha yüksek yağış ve nispi nem değerleri ile nispeten daha elverişli başlangıç koşulları sunmuştur.

Çizelge 3.2. 2024 yılına ait Şanlıurfa ilinin iklim verileri

	Aylık Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. Nispi Nem (%)	Yağış (mm)
Aylar	2024	2024	2024
Nisan	21,7	44,2	40,1
Mayıs	22,8	42,3	31,9
Haziran	33,2	20,3	0,1
Temmuz	33,8	25,9	-
Ağustos	33,6	28,3	2,1
Eylül	27,6	41,0	8,0
Ekim	21,3	31,2	-

Kaynak: Şanlıurfa Meteoroloji İl Müdürlüğü, 2025

3.1.3. Kullanılan bitki materyali

Denemede, bitki materyali olarak FİONA pamuk çeşidi kullanılmıştır. FİONA pamuk çeşidinin özellikleri incelendiğinde;

1. Verim potansiyeli çok yüksektir.
2. Vejetasyon süresi orta – geç sınıftadır.
3. Kısa meyve dalları ve kloster yapıda koza bağlama özelliği sebebiyle sık ekim ve makinalı hasada son derece uygundur.
4. Çırcır randımanı %44–46’dır. Bu nedenle çırcır işletmelerince aranılan çeşitlerdendir.
5. Kozası orta büyüklüktedir ve koza açımı kuvvetlidir.
6. 1 kg’da yaklaşık 12,000 adet tohum bulunur.
7. Sahip olduğu Fibermax® standartlarındaki elyaf kalitesi ile tekstil sektörünün öncelikli tercihidir (BASF Tarım Çözümleri Türkiye, 2020).

3.1.4. Çalışmada kullanılan biyogaz gübresi ve özellikleri

Çalışmada kullanılan biyogaz gübresi, Namet Şanlıurfa Entegre Besi ve Et Tesisinden temin edilerek deneme alanına getirilmiştir. Deneme alanına getirilen biyogaz gübresi, başlangıçta 1 ton kapasiteli tanka boşaldıktan sonra traktörle çekilen kuyruk mili hareketiyle çalışan ve tüm traktörlere uyumlu tanklara boşaltılmıştır. Tanklara doldurulan biyogaz gübresi, ekim öncesinde standart tankın arkadan bağlı dağıtım sistemi kullanılarak homojen

ve eşit şekilde parsellere uygulanmıştır.

Çizelge 3.3. Denemede kullanılan biyogaz bulamacının bazı kimyasal özellikleri

PH	Elektriksel iletkenlik (dS/m)	N	P	K	Organik madde (%)
8,27	28,43	0,216	0,39	0,517	23,8

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme deseni

Çalışma, 2024 yılı Mayıs–Ekim periyodunda Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri deneme alanında yürütülmüştür. Ekim işlemi, tarla sürüm işlemlerinin tamamlanmasının ardından 4 Mayıs 2024 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Parseller 10 m uzunluğunda olup, sıra arası mesafe 75 cm ve sıra üzeri mesafe 10 cm olacak şekilde 8 sıradan oluşturulmuş ve parseller arasında 3 m boşluk bırakılmıştır.

3.2.2. Denemede kullanılan gübre miktarları ve uygulamaları

U1-Kontrol

U2-Taban gübresi (0 kg)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da

U3-Taban gübresi (20 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da

U4-Taban gübresi (30 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da

U5-Taban gübresi (4 ton biyogaz bulamacı/da)+ Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da)
Toplamda 35 kg/da

U6-Taban gübresi (8 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da)
Toplamda 35 kg/da

U7-Taban gübresi (12 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da)
Toplamda 35 kg/da

U8-Taban gübresi 12 ton/da biyogaz gübresi

3.2.3. Araştırmanın yürütülmesinde uygulanan kültürel işlemler

3.2.3.1. Toprak hazırlığı

Pamuk ekimi için tarla hazırlığı sürecine öncelikle tarla temizliği ile başlanmıştır. Deneme alanında sonbahar döneminde pulluk ile toprak sürümü gerçekleştirilmiştir. Erken ilkbaharda kültivatör kullanılarak orta derinlikte toprak işleme yapılmıştır. Ardından diskaro ile toprak karıştırılmış, son aşamada ise tesviye amacıyla tapan çekilerek tarla ekime uygun hale getirilmiştir. Parseller oluşturulduktan sonra belirlenen gübre dozları tırmık yardımıyla toprağa karıştırılmış ve böylece ekime hazır hale getirilmiştir.

3.2.3.2. Ekim işlemi

Yüksek verim ve kaliteli ürün elde edebilmek amacıyla genetik saflığı yüksek tohum kullanımı büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle çalışmada verim potansiyeli yüksek Fiona pamuk çeşidi tercih edilmiştir. Pamukta ekim zamanı iklim koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Tarla hazırlığı tamamlandıktan sonra uygun hava koşulları dikkate alınarak ekim işlemi gerçekleştirilmiştir. Ekim için toprak sıcaklığının 15 °C'nin üzerinde olması gerekmektedir. Bölgelere ve yıllara göre değişmekle birlikte, Şanlıurfa koşullarında pamuk ekimi genellikle 20 Nisan ile 20 Mayıs tarihleri arasında yapılmaktadır. Bu çalışma kapsamında ekim işlemi 4 Mayıs tarihinde gerçekleştirilmiştir. Ekim, mibzer kullanılarak sıraya yapılmıştır.

3.2.3.3. Bakım işlemi

Şanlıurfa ilinde pamuk yetiştiriciliğinde özellikle Kanyaş (*Setaria* spp.) ve domuz pıtrağı (*Xanthium strumarium* L.) gibi yabancı ot türleri önemli sorunlara yol açmaktadır. Ekim sonrası dönemde ortaya çıkan yabancı otlar, elle yolma ve kazayağı ile çapalama yöntemleri kullanılarak kontrol altına alınmıştır. Çapalama sayısı tarladaki yabancı ot yoğunluğuna bağlı olarak değiştiğinden, parseller haftalık olarak kontrol edilmiş ve gerekli görülen durumlarda yabancı ot mücadelesi gerçekleştirilmiştir. Yabancı ot yoğunluğunun düşük olduğu koşullarda, toprak sağlığını korumak amacıyla herbisit uygulanmamış; bunun yerine yabancı otlar düzenli olarak izlenerek mekanik ve el ile mücadele yöntemleri tercih edilmiştir.

Zararlı mücadelesinde ekonomik zarar eşiği dikkate alınarak Tütün tripsi (*Thrips*

tabaci), Pamuk yaprak biti (*Aphis gossypii* Glover), Kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae*), Yeşil kurt (*Helicoverpa armigera*), Tütün beyazsineği (*Bemisia tabaci*) ve Tahtakuruları (*Creontiades pallidus*) gibi zararlı türlere karşı gerekli durumlarda kimyasal mücadele uygulanmış ve popülasyon yoğunluğuna bağlı olarak etkin bir şekilde kontrol sağlanmıştır.

3.2.4. Araştırmada incelenen özellikler ve yöntemleri

3.2.4.1. Bitki boyu (cm)

Kotiledon yaprakların başladığı yerden itibaren bitkinin en üst kısmına kadar olan kısım 10 bitki üzerinden ölçülerek ve daha sonra ortalamaları alınarak belirlenmiştir

3.2.4.2. Boğum sayısı (adet/bitki)

Parsellerde bitkiler homojen olarak seçilen 10 bitkiden bitki başına düşen boğum sayısı sayılarak ortalamaları alınmıştır.

3.2.4.3. SPAD değeri

Minolta SPAD 502 aleti yardımı ile ekimden sonra bitkinin büyüme dönemlerinde her parselden bitki örnekleri tesadüfi seçilen 10 bitkide tespit edilmiştir. Gözlem ve ölçümlerde bitkinin en üst 5. yeni açmış ve tam gelişmiş yaprak kullanılmıştır (Johnson ve Sounders, 2002).

3.2.4.4. Yaş ve Kuru madde birikimi parametrelerinin incelenmesi

Ekimden sonra bitkinin büyüme dönemlerinde her parselden 10 bitki üzerinden fizyolojik parametrelere bakılmıştır. Kuru madde birikimi için parsellerden alınan 10 bitki örnekleri etüvde 65-70°C'de 72 saat kurutulduktan sonra tartılmıştır (Peñuelas vd.,1994).

3.2.4.5. Bitki başına koza sayısı (adet/bitki)

Her parselden rast gele seçilen 10 bitkide koza sayıları alınıp ortalaması alınmıştır.

3.2.4.6. Koza ağırlığı (g)

Her parselden rast gele seçilen 10 bitkide koza ağırlığı tartılıp ortalaması alınmıştır.

3.2.4.7. Koza kütlü ağırlığı (g)

Her parselden rast gele seçilen 10 bitkide koza kütlü ağırlığı tartılıp ortalaması alınmıştır.

3.2.4.8. 100 tohum ağırlığı (g)

Her parselden elde edilen tohumlardan, 4 tane 100 adet tohum 0,01 g duyarlı hassas terazide tartılıp ve ortalaması alınarak belirlenmiştir.

3.2.4.9. Çırcır randımanı (%)

Her parselden alınan 500 g kütlü pamuk örneği rollergin deneme çırcır makinasında çırcırlanıp ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Hesaplama; Çırcır randımanı = (Toplam lif miktarı (g)/Toplam kütlü miktarı (g))x100

3.2.4.10. Kütlü pamuk verimi (kg/da)

Her parselde kenarlardaki 2 sıra ile baş ve sonlardaki 1 metrelik kısım kenar tesiri olarak bırakıp 2 sıradan 15 m² (2×75×10)’e elle hasat edilmiştir.

3.2.4.11. Lif kopma dayanıklılığı (g/tex)

HVI 1000A aleti ile belirlenmiştir.

3.2.4.12. Lif inceliği (micronaire)

HVI 1000A aleti ile belirlenmiştir.

3.2.4.13. Lif uzunluğu (mm)

HVI 1000A aleti ile belirlenmiştir.

3.2.5. Verilerin değerlendirilmesi

Deneme sonucunda elde edilen veriler JMP 13.2 istatistik paket programı kullanılarak tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar LSD (0.05) testine göre gruplandırılmıştır.



Şekil 3.1. Deneme alanının hazırlanması ve biyogaz bulamacı uygulanmasına ait görseller



Şekil 3.2. Deneme alanında hasat işlemine ait görüntü

4. BULGULAR

4.1. Bitki boyu (cm)

Bitki boyuna ilişkin verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de, bitki boyuna ait ortalama değerler ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Tekerrür	2	59,4596	29,7298	2,5894	0,1104
Uygulama	7	1297,5465	185,3638	16,1448	<,0001 **
Hata	14	160,7387	11,481	-	-
Toplam	23	1517,7448	-	-	-

Çizelge 4.1’de bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasında istatistiksel olarak ($p<0,01$) önemli farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Bitki boyu değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri

Uygulamalar	Bitki boyu (cm)
U1-(Kontrol)	81,44 c
U2-(Taban gübresi (0 kg)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	94,39 b
U3-(Taban gübresi (20 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	91,88 b
U4-(Taban gübresi (30 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	96,22 b
U5-(Taban gübresi (4 ton biyogaz bulamacı/da)+ Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	104,33 a
U6-(Taban gübresi (8 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	97,55 b
U7-(Taban gübresi (12 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	82,11 c
U8-(Taban gübresi 12 ton/da biyogaz gübresi)	97,22 b
%CV	3,64
LSD	5,93

Aynı sütun içinde farklı harflerle (a–c) gösterilen ortalamalar, LSD (En Küçük Önemli Fark) testine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır.

Çizelge 4.2 incelendiğinde, gübre uygulamalarının bitki boyu üzerine etkileri incelenmiştir. Uygulamalara göre bitki boyu değerleri 81,44- 104,33 cm arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek bitki boyu değeri 104,33 cm ile U5 uygulamasın görülürken, bu

uygulamayı sırasıyla U6 (97,55 cm), U8 (97,22 cm), U4 (96,22 cm), U2 (94,39 cm) ve U3 (91,88 cm) uygulamaları takip etmiştir. En düşük bitki boyu değerleri ise 82,11 cm ile U7 ve 81,44 cm ile U1 uygulamalarında tespit edilmiştir.

Gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre gösterdikleri değişimler incelendiğinde; %15,90 (U2), %12,82 (U3) ve %18,15 (U4) oranında artış sağlamıştır. En yüksek bitki boyu artışı ise U5 gübre uygulamasından elde edilmiş olup, kontrol grubuna göre %28,11 gibi çok net bir büyüme meydana getirmiştir. U5 uygulamasını takiben %19,78 (U6) ve %19,38 (U8) oranında artış sergilemiştir. Buna karşın, gübre uygulamaları arasında kontrol grubuna göre en sınırlı gelişim U7 uygulamasında görülmüş ve yalnızca %0,82 oranında bir artış kaydedilmiştir.

4.2. Boğum sayısı (adet/bitki)

Boğum sayısına ilişkin verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'te, boğum sayısına ait ortalama değerler ise Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Boğum sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Tekerrür	2	3,857233	1,928617	3,6298	0,0537
Uygulama	7	29,545596	4,220800	7,9439	0,0006**
Hata	14	7,438567	0,531326	-	-
Toplam	23	40,841396	-	-	-

Çizelge 4.3'te boğum sayısına ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasında istatistiksel olarak ($p < 0,01$) önemli farklılıklar görülmüştür.

Çizelge 4.4'te bitki boğum sayısı incelendiğinde, boğum sayısı değerleri 18,55-21,89 adet/bitki arasında değişim göstermiştir. En yüksek boğum sayısı 21,89 adet/bitki ile U5 uygulamasından elde edilirken, bu uygulamayı sırasıyla U3 (21,78 adet/bitki), U4 (21,78 adet/bitki), U6 (21,11 adet/bitki), U2 (21,0 adet/bitki), U8 (21,0 adet/bitki) ve U7 (19,56 adet/bitki) uygulamaları takip etmiştir. En düşük boğum sayısı değeri ise 18,55 adet/bitki ile U1 uygulamalarında tespit edilmiştir.

Gübre uygulamalarının U1 (kontrol) grubuna göre gösterdikleri değişimler incelendiğinde; %13,21 (U2 ve U8), 13,80 (U6) %17,41 (U3 ve U4) ve oranında artış sağlamıştır. En

yüksek boğum sayısı artışı ise U5 gübre uygulamasından elde edilmiş olup, kontrol grubuna göre %18,01 oranında bir büyüme meydana getirmiştir. Buna karşın, gübre uygulamaları arasında kontrol grubuna göre en sınırlı gelişim U7 uygulamasında görülmüş ve %5,44 oranında bir artış kaydedilmiştir.

Çizelge 4.4. Boğum sayısı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri

Uygulamalar	Boğum sayısı (adet/bitki)
U1-(Kontrol)	18,55 b
U2-(Taban gübresi (0 kg)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	21,0 a
U3-(Taban gübresi (20 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	21,78 a
U4-(Taban gübresi (30 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	21,78 a
U5-(Taban gübresi (4 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	21,89 a
U6-(Taban gübresi (8 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	21,11 a
U7-(Taban gübresi (12 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	19,56 b
U8-(Taban gübresi 12 ton/da biyogaz gübresi)	21,0 a
%CV	3,50
LSD	1,27

Aynı sütun içinde farklı harflerle (a-b) gösterilen ortalamalar, LSD (En Küçük Önemli Fark) testine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır.

4.3. SPAD değeri

SPAD değerine ilişkin verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'te, SPAD değerine ait ortalama değerler ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. SPAD değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Tekerrür	2	4,52250	2,26125	1,1008	0,3597
Uygulama	7	220,14500	31,44929	15,3104	<,0001**
Hata	14	28,75750	2,05411	-	-
Toplam	23	253,42500	-	-	-

Çizelge 4.5'te SPAD değerine ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasında istatistiksel olarak ($p<0,01$) önemli farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. SPAD değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri

Uygulamalar	SPAD değeri
U1-(Kontrol)	37,33 b
U2-(Taban gübresi (0 kg)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	44,40 a
U3-(Taban gübresi (20 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	44,23 a
U4-(Taban gübresi (30 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	45,37 a
U5-(Taban gübresi (4 ton biyogaz bulamacı/da)+ Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	38,73 b
U6-(Taban gübresi (8 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	38,50 b
U7-(Taban gübresi (12 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	43,87 a
U8-(Taban gübresi 12 ton/da biyogaz gübresi)	43,77 a
%CV	3,41
LSD	2,51

Aynı sütun içinde farklı harflerle (a-b) gösterilen ortalamalar, LSD (En Küçük Önemli Fark) testine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır.

Çizelge 4.6'da gübre uygulamalarının SPAD değeri üzerine etkileri incelenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak SPAD değerleri 37,33-45,37 arasında değişim göstermiştir. En yüksek SPAD değeri 45,37 ile U4 uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamayı sırasıyla U2 (44,40), U3 (44,23), U7 (43,87), U8 (43,77), U5 (38,73), U6 (38,50) ve en düşük değeri 37,33 ile U1 uygulamalarında tespit edilmiştir.

Gübre uygulamalarının U1 (kontrol) grubuna göre gösterdikleri değişimler incelendiğinde; En yüksek SPAD artışı U4 gübre uygulamasından elde edilmiş olup, kontrol grubuna göre %21,54 oranında bir büyüme meydana getirmiştir. U4 uygulamasını takiben %18,94 (U2), %18,48 (U3), %17,52 (U7), %17,25 (U8) ve %3,75 (U5) oranında artış sergilemiştir. Buna karşın, gübre uygulamaları arasında kontrol grubuna göre en sınırlı gelişim U6 uygulamasında görülmüş ve %3,13 oranında bir artış kaydedilmiştir.

4.4. Bitki yaş ağırlığı (g)

Bitki yaş ağırlığına ilişkin verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de, bitki yaş ağırlığına ait ortalama değerler ise Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Bitki yaş ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Tekerrür	2	1256,600	628,300	1,9220	0,1830
Uygulama	7	96753,515	13821,931	42,2828	<,0001**
Hata	14	4576,500	326,893	-	-
Toplam	23	102586,610	-	-	-

Çizelge 4.7’de bitki yaş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasında istatistiksel olarak ($p<0,01$) önemli farklılıklar bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Bitki yaş ağırlığı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri

Uygulamalar	Bitki yaş ağırlığı (g)
U1-(Kontrol)	139,84 c
U2-(Taban gübresi (0 kg)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	261,25 b
U3-(Taban gübresi (20 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	261,45 b
U4-(Taban gübresi (30 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	264,28 b
U5-(Taban gübresi (4 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	329,98 a
U6-(Taban gübresi (8 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	249,59 b
U7-(Taban gübresi (12 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	350,72 a
U8-(Taban gübresi 12 ton/da biyogaz gübresi)	338,99 a
%CV	6,59
LSD	31,65

Aynı sütun içinde farklı harflerle (a-c) gösterilen ortalamalar, LSD (En Küçük Önemli Fark) testine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır.

Çizelge 4.8’de gübre uygulamalarının bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen bulgular incelendiğinde, bitki yaş ağırlığı değerlerinin 139,84-350,72 g arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek bitki yaş ağırlığı değeri 350,72 g ile U7 uygulamasında gözlemlenirken, söz konusu uygulamayı azalan değerlerle sırasıyla U8 (338,99 g), U5 (329,98 g), U4 (264,28 g), U3 (261,45 g), U2 (261,25 g) ve U6 (249,59 g) uygulamaları izlemiştir. Denemede en düşük bitki yaş ağırlığı ise 139,84 g değeriyle U1 (kontrol) uygulamasından elde edilmiştir.

Gübre uygulamalarının U1 (kontrol) grubuna göre gösterdikleri değişimler incelendiğinde; bitki yaş ağırlığında en yüksek artış U7 uygulamasında belirlenmiş olup, kontrol grubuna göre %150,80 oranında bir artış performansı sergilemiştir. U7 uygulamasının ardından en yüksek katkıyı sırasıyla %142,41 (U8), %135,97 (U5), %88,99 (U4), %86,96 (U3) ve %86,82 (U2) uygulamaları gerçekleştirmiştir. Diğer taraftan, gübreleme varyasyonları içerisinde kontrol koşullarına göre en zayıf gelişim U6 uygulamasında gözlenmiş ve %78,48 oranında bir artış tablosu ortaya koymuştur.

4.5. Bitki kuru ağırlığı (g)

Bitki kuru ağırlığına ilişkin verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9’da, bitki kuru ağırlığına ait ortalama değerler ise Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Bitki kuru ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Tekerrür	2	111,710	55,8550	0,4731	0,6327
Uygulama	7	17758,065	2536,8664	21,4856	<,0001**
Hata	14	1653,020	118,0729	-	-
Toplam	23	19522,795	-	-	-

Çizelge 4.9’da bitki kuru ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasında istatistiksel olarak ($p < 0,01$) önemli farklılıklar bulunmamıştır.

Çizelge 4.10’da gübre uygulamalarının bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen bulgular incelendiğinde, bitki kuru ağırlığı değerlerinin 79,35-179,36 g arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek bitki kuru ağırlığı değeri 179,36 g ile U5 uygulamasında tespit edilmiştir. Bu değeri sırasıyla U7 (157,09 g), U8 (151,98 g), U6 (140,94 g), U3 (133,35 g), U4 (129,15 g) ve U2 (127,82 g) uygulamaları izlemiştir. Çalışmada, en düşük bitki kuru ağırlığı ise 79,35 g değeriyle U1 (kontrol) uygulamasından elde edilmiştir.

Gübre uygulamalarının U1 (kontrol) grubuna göre gösterdikleri değişimler incelendiğinde; kuru madde birikiminde en yüksek artış U5 uygulamasında belirlenmiş olup, kontrol grubuna göre %126,04 oranında bir artış performansı sergilemiştir. U5 uygulamasının ardından en yüksek katkıyı sırasıyla %97,97 (U7), %91,53 (U8), %77,62 (U6), %68,05 (U3) ve %62,76 (U4) uygulamaları gerçekleştirmiştir. Kontrol grubuna göre en zayıf gelişim ise

U2 uygulamasında gözlenmiş ve %61,08 oranında bir artış ortaya koymuştur.

Çizelge 4.10. Bitki kuru ağırlığı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri

Uygulamalar	Bitki kuru ağırlığı (g)
U1-(Kontrol)	79,35 e
U2-(Taban gübresi (0 kg)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	127,82 d
U3-(Taban gübresi (20 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	133,35 cd
U4-(Taban gübresi (30 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	129,15 d
U5-(Taban gübresi (4 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	179,36 a
U6-(Taban gübresi (8 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	140,94 bcd
U7-(Taban gübresi (12 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	157,09 b
U8-(Taban gübresi 12 ton/da biyogaz gübresi)	151,98 bc
%CV	7,91
LSD	19,03

Aynı sütun içinde farklı harflerle (a–e) gösterilen ortalamalar, LSD (En Küçük Önemli Fark) testine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır.

4.6. Koza sayısı (adet/bitki)

Koza sayısına ilişkin verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de, koza sayısına ait ortalama değerler ise Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Koza sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Tekerrür	2	8,096658	4,048329	0,8599	0,4444
Uygulama	7	88,081429	12,583061	2,6728	0,0557 ^{Öd}
Hata	14	65,908610	4,707758	-	-
Toplam	23	162,086700	-	-	-

Çizelge 4.11’de koza sayısına ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasında istatistiki olarak farklılıklar bulunmamıştır.

Çizelge 4.12. Koza sayısı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri

Uygulamalar	Koza sayısı (adet/bitki)
U1-(Kontrol)	13,23
U2-(Taban gübresi (0 kg)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	14,87
U3-(Taban gübresi (20 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	18,33
U4-(Taban gübresi (30 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	19,53
U5-(Taban gübresi (4 ton biyogaz bulamacı/da)+ Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	15,57
U6-(Taban gübresi (8 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	16,0
U7-(Taban gübresi (12 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	15,13
U8-(Taban gübresi 12 ton/da biyogaz gübresi)	17,67
%CV	13,31
LSD	3,80

Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar, LSD (En Küçük Önemli Fark) testine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır.

Çizelge 4.12’de elde edilen veriler incelendiğinde, koza sayısının 13,23-19,53 adet/bitki arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek koza sayısı değerine 19,53 adet ile U4 uygulamasında ulaşılmıştır. Bunu sırasıyla U3 (18,33 adet/bitki), U8 (17,67 adet/bitki), U6 (16,00 adet/bitki), U5 (15,57 adet/bitki), U7 (15,13 adet/bitki) ve U2 (14,87 adet/bitki) uygulamaları takip etmiştir. Deneme kapsamında en düşük koza sayısı ise 13,23 adet ile U1 (kontrol) uygulamasında saptanmıştır.

Gübre uygulamalarının kontrol grubuna (U1) göre oluşturduğu artışlar değerlendirildiğinde; koza oluşumunda en etkili gelişim U4 gübre uygulamasından elde edilmiş olup, kontrol koşullarına nazaran %47,62 oranında net bir artış performansı sergilemiştir. Diğer uygulamalar ise sırasıyla %38,55 (18,33 U3), %33,56 (U8), %20,93 (U6), %17,69 (U5), %14,36 (U7), oranında bir artış kaydetmiştir. Buna karşılık, gübreleme uygulamaları arasında kontrol grubuna kıyasla en zayıf performans U2 uygulamasında açığa çıkmış ve %12,40 oranında bir artış oluşturmuştur.

4.7. Koza ağırlığı (g)

Koza ağırlığına ilişkin verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13’te, koza

ağırlığına ait ortalama değerler ise Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Koza ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Tekerrür	2	0,016308	0,008154	0,1084	0,8980
Uygulama	7	0,932000	0,133143	1,7701	0,1720 ^{Öd}
Hata	14	1,053025	0,075216	-	-
Toplam	23	2,001333	-	-	-

Çizelge 4.13'te koza ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasında istatistiki farklılıklar bulunmamıştır.

Çizelge 4.14. Koza ağırlığı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri

Uygulamalar	Koza ağırlığı (g)
U1-(Kontrol)	5,17
U2-(Taban gübresi (0 kg)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	5,39
U3-(Taban gübresi (20 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	5,68
U4-(Taban gübresi (30 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	5,75
U5-(Taban gübresi (4 ton biyogaz bulamacı/da)+ Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	5,72
U6-(Taban gübresi (8 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	5,67
U7-(Taban gübresi (12 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	5,41
U8-(Taban gübresi 12 ton/da biyogaz gübresi)	5,70
%CV	4,93
LSD	0,48

Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar, LSD (En Küçük Önemli Fark) testine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır.

Çizelge 4.14'te koza ağırlığına ait veriler incelendiğinde, uygulamalara bağlı olarak koza ağırlığı 5,17-5,75 g arasında değişim göstermiştir. En yüksek koza ağırlığı değerine 5,75 g ile U4 uygulamasında görülürken, diğer uygulamalar sırasıyla U5 (5,72 g), U8 (5,70 g), U3 (5,68 g), U6 (5,67 g), U7 (5,41 g) ve U2 (5,39 g) uygulamaları izlemiştir. Çalışmada, en düşük koza ağırlığı ise 5,17 g değeriyle U1 (kontrol) uygulamasından elde edilmiştir.

Gübre uygulamalarının kontrol grubuna (U1) göre oluşturduğu artışlar değerlendirildi-

rildiğinde; koza ağırlığında en belirgin yükseliş U4 gübre uygulamasında açığa çıkmış olup, kontrol koşullarına kıyasla %11,22 oranında bir artış performansı sergilemiştir. U4 uygulamasının ardından en yüksek değerler sırasıyla %10,64 (U5), %10,25 (U8), %9,86 (U3), %9,67 (U6) ve %4,64 (U7) oranında artışlar gözlemlenmiştir. Kontrol koşullarına göre en sınırlı artış ise U2 uygulamasında gözlenmiş ve %4,26 oranında bir artış tablosu ortaya koymuştur.

4.8. Koza kütlü ağırlığı (g)

Koza kütlü ağırlığına ilişkin verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te, koza kütlü ağırlığına ait ortalama değerler ise Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Koza kütlü ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Tekerrür	2	0,051100	0,025550	0,6400	0,5420
Uygulama	7	1,079450	0,154207	3,8628	0,0151*
Hata	14	0,558900	0,039921	-	-
Toplam	23	1,689450	-	-	-

Çizelge 4.15'te koza kütlü ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasında istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemli farklılıklar görülmüştür.

Çizelge 4.16'da, koza kütlü ağırlığına ilişkin elde edilen bulgular incelendiğinde, koza kütlü ağırlığı değerlerinin uygulamalara bağlı olarak 3,39 ile 4,53 g arasında olduğu gözlemlenmiştir. U3 uygulamasında en yüksek koza kütlü ağırlığı (4,53 g) değeri görülmüş olup, uygulamayı azalan bir seyirle sırasıyla U5 (4,46 g), U4 (4,44 g), U8 (4,40 g), U6 (4,34 g), U2 (4,12 g) ve U7 (4,08 g) uygulamaları takip etmiştir. Çalışmada, en düşük koza kütlü ağırlığı ise 3,89 g değeriyle U1 (kontrol) uygulamasında saptanmıştır.

Gübre uygulamalarının kontrol grubuna (U1) göre oluşturduğu bağlı artışlar değerlendirildiğinde; kütlü ağırlığında en yüksek artış U3 uygulamasında belirlenmiş olup, kontrol grubuna göre %16,45 oranında bir artış performansı sergilemiştir. U3 uygulamasının ardından en yüksek katkıyı sırasıyla %14,65 (U5), %14,14 (U4), %13,11 (U8) %11,57 (U6) ve %5,91 ile U2 uygulamaları gerçekleştirmiştir. Gübreleme uygulamaları içerisinde kontrol grubuna göre en zayıf gelişim U7 uygulamasında gözlenmiş ve %4,88 oranında bir artış

göstermiştir.

Çizelge 4.16. Koza kütlü ağırlığı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri

Uygulamalar	Koza kütlü ağırlığı (g)
U1-(Kontrol)	3,89 d
U2-(Taban gübresi (0 kg)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	4,12 bcd
U3-(Taban gübresi (20 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	4,53 a
U4-(Taban gübresi (30 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	4,44 ab
U5-(Taban gübresi (4 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	4,46 ab
U6-(Taban gübresi (8 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	4,34 abc
U7-(Taban gübresi (12 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	4,08 cd
U8-(Taban gübresi 12 ton/da biyogaz gübresi)	4,40 abc
%CV	4,67
LSD	0,35

Aynı sütun içinde farklı harflerle (a–d) gösterilen ortalamalar, LSD (En Küçük Önemli Fark) testine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır.

4.9. 100 tohum ağırlığı (g)

100 tohum ağırlığına ilişkin verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de, 100 tohum ağırlığına ait ortalama değerler ise Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. 100 tohum ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Tekerrür	2	0,0107583	0,005379	2,2036	0,1472
Uygulama	7	1,2742000	0,182029	74,5691	<,0001**
Hata	14	0,0341750	0,002441	-	-
Toplam	23	1,3191333	-	-	-

Çizelge 4.17.’de 100 tohum ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasında istatistiksel olarak ($p < 0,01$) önemli farklılıklar görülmüştür.

Çizelge 4.18.’de elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, en yüksek 100 tohum ağırlığı değerine 8,87 g ile U4 uygulamasında ulaşılmıştır. U4 uygulamasından sonra azalan

değerlere göre sırasıyla U5 (8,86 g), U2 (8,74 g), U6 (8,51 g), U3 (8,41 g), U7 (8,34 g) ve U8 (8,33 g) uygulamaları takip etmiştir. En düşük 100 tohum ağırlığı ise 8,27 g ile U1 (kontrol) uygulamasında saptanmıştır.

Gübre uygulamalarının U1 (kontrol) grubuna göre gösterdikleri değişimler incelendiğinde; 100 tohum ağırlığında en yüksek artış U4 uygulamasında belirlenmiş olup, kontrol grubuna göre %7,26 oranında bir artış performansı sergilemiştir. U4 uygulamasının ardından en yüksek katkıyı sırasıyla %7,13 (U5), %5,68 (U2), %2,90 (U6), %1,69 (U3), %0,85 ile U7 uygulamaları gerçekleştirmiştir. Gelişim performansın en düşük olan uygulama ise U8 uygulamasında gözlenmiş ve %0,73 oranında bir artış ortaya koymuştur.

Çizelge 4.18. 100 tohum ağırlığı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri

Uygulamalar	100 tohum ağırlığı (g)
U1-(Kontrol)	8,27 e
U2-(Taban gübresi (0 kg)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	8,74 b
U3-(Taban gübresi (20 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	8,41 d
U4-(Taban gübresi (30 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	8,87 a
U5-(Taban gübresi (4 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	8,86 a
U6-(Taban gübresi (8 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	8,51 c
U7-(Taban gübresi (12 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	8,34 de
U8-(Taban gübresi 12 ton/da biyogaz gübresi)	8,33 de
%CV	0,58
LSD	0,09

Aynı sütun içinde farklı harflerle (a-e) gösterilen ortalamalar, LSD (En Küçük Önemli Fark) testine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır.

4.10. Çırcır randımanı (%)

Çırcır randımanına ilişkin verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19’de, çırcır randımanı ait ortalama değerler ise Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Çırçır randımanı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Tekerrür	2	1,831033	0,915517	1,2431	0,3185
Uygulama	7	21,605229	3,086461	4,1907	0,0109*
Hata	14	10,311033	0,736502	-	-
Toplam	23	33,747296	-	-	-

Çizelge 4.19’de çırçır randımanına ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasında istatistiksel olarak ($p<0,05$) önemli farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.20. Çırçır randımanı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri

Uygulamalar	Çırçır randımanı (%)
U1-(Kontrol)	45,73 c
U2-(Taban gübresi (0 kg)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	47,64 a
U3-(Taban gübresi (20 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	47,57 a
U4-(Taban gübresi (30 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	45,99 bc
U5-(Taban gübresi (4 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	47,48 ab
U6-(Taban gübresi (8 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	48,61 a
U7-(Taban gübresi (12 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	47,42 ab
U8-(Taban gübresi 12 ton/da biyogaz gübresi)	48,35 a
%CV	1,81
LSD	1,50

Aynı sütun içinde farklı harflerle (a-c) gösterilen ortalamalar, LSD (En Küçük Önemli Fark) testine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır.

Çizelge 4.20’de gübre uygulamalarının çırçır randımanına ilişkin bulgular verilmiştir. Elde edilen bulgular incelendiğinde, çırçır randımanı değerlerinin %45,73-%48,61 arasında değişiklik göstermiştir. Uygulamalara bağlı olarak en yüksek çırçır randımanı değeri %48,61 ile U6 uygulamasında ulaşılmıştır. Bu artışı takiben, U8 (%48,35), U2 (%47,64), U3 (%47,57), U5 (%47,48), U7 (%47,42) ve U4 (%45,99) uygulamaları izlemiştir. Deneme kapsamında en düşük çırçır randımanı ise %45,73 değeriyle U1 (kontrol) uygulamasında saptanmıştır.

Gübre uygulamalarının U1 (kontrol) grubuna göre gösterdikleri değişimler incelendiğinde; çırçır randımanında en yüksek artış U6 uygulamasında belirlenmiş olup, kontrol grubuna göre %6,30 oranında bir artış performansı sergilemiştir. U6 uygulamasının ardından en yüksek katkıyı sırasıyla %5,73 (U8), %4,18 (U2), %4,02 (U3), %3,83 (U5) ve %3,70 ile U7 uygulamaları gerçekleştirmiştir. Diğer taraftan, gübreleme uygulamaları içerisinde kontrol grubuna göre en zayıf gelişim U4 uygulamasında gözlenmiş ve %0,57 oranında bir artış ortaya koymuştur.

4.11. Kütlü pamuk verimi (kg/da)

Kütlü pamuk verimine ilişkin verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21’de, kütlü pamuk verimine ait ortalama değerler ise Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Kütlü pamuk verimi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Tekerrür	2	1027,210	513,605	0,7899	0,4731
Uygulama	7	86082,505	12297,501	18,9123	<,0001**
Hata	14	9103,350	650,239	-	-
Toplam	23	96213,065	-	-	-

Çizelge 4.21’de kütlü pamuk verimine ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasında istatistiksel olarak ($p < 0,01$) önemli farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.22’de, kütlü pamuk verimine ilişkin bulgular verilmiştir. Gübre uygulamalarına göre kütlü pamuk verimi değerleri 349,07-550,13 kg/da arasında olduğu gözlemlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak en yüksek kütlü pamuk verimi değeri 550,13 kg/da ile U7 uygulamasında görülürken en düşük değer ise 349,07 kg/da değeriyle U1 (kontrol) uygulamasından elde edilmiştir. U7 uygulamasını ise sırasıyla U8 (538,67 kg/da), U4 (515,13 kg/da), U3 (505,40 kg/da), U5 (473,00 kg/da), U6 (468,47 kg/da) ve U2 (446,33 kg/da) uygulamaları izlemiştir.

Gübre uygulamalarının U1 (kontrol) grubuna göre gösterdikleri değişimler incelendiğinde; kütlü pamuk veriminde en yüksek artış U7 uygulamasında belirlenmiş olup, kontrol grubuna göre %57,60 oranında bir artış performansı sergilemiştir. U7 uygulamasının ardından en yüksek katkıyı sırasıyla %54,32 (U8), %47,57 (U4), %44,78 (U3), %35,50

(U5) ve %34,20 ile U6 uygulamaları gerçekleştirmiştir. Uygulamalar içerisinde kontrol koşullarına göre en düşük verim U2 uygulamasında gözlenmiş ve %27,86 oranında bir artış olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.22. Kütlü pamuk verimi değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri

Uygulamalar	Kütlü pamuk verimi (kg/da)
U1-(Kontrol)	349,07 f
U2-(Taban gübresi (0 kg)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	446,33 e
U3-(Taban gübresi (20 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	505,40 bcd
U4-(Taban gübresi (30 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	515,13 abc
U5-(Taban gübresi (4 ton biyogaz bulamacı/da)+ Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	473,0 cde
U6-(Taban gübresi (8 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	468,47 de
U7-(Taban gübresi (12 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	550,13 a
U8-(Taban gübresi 12 ton/da biyogaz gübresi)	538,67 ab
%CV	5,30
LSD	44,65

Aynı sütun içinde farklı harflerle (a-f) gösterilen ortalamalar, LSD (En Küçük Önemli Fark) testine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır.

4.12. Lif inceliği (mic)

Lif inceliğine ilişkin verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23'te, lif inceliğine ait ortalama değerler ise Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4.23. Lif inceliği değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Tekerrür	2	0,0520861	0,026043	1,9796	0,1749
Uygulama	7	1,7169529	0,245279	18,6440	<,0001**
Hata	14	0,1841828	0,013156	-	-
Toplam	23	1,9532218	-	-	-

Çizelge 4.23'te lif inceliğine ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasında istatistiksel olarak ($p < 0,01$) önemli farklılıklar görülmüştür.

Çizelge 4.24. Lif inceliği değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri

Uygulamalar	Lif inceliği (mic)
U1-(Kontrol)	4,43 c
U2-(Taban gübresi (0 kg)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	5,07 a
U3-(Taban gübresi (20 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	5,06 a
U4-(Taban gübresi (30 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	4,47 c
U5-(Taban gübresi (4 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	4,62 bc
U6-(Taban gübresi (8 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	4,77 b
U7-(Taban gübresi (12 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	5,01 a
U8-(Taban gübresi 12 ton/da biyogaz gübresi)	5,14 a
%CV	2,38
LSD	0,20

Aynı sütun içinde farklı harflerle (a-c) gösterilen ortalamalar, LSD (En Küçük Önemli Fark) testine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır.

Çizelge 4.24'te uygulamara bağlı olarak elde edilen bulgulara lif incelendiği değerleri 4,43-5,14 mic arasında olduğu saptanmıştır. U8 uygulamasında 5,14 mic ile en yüksek değer görülürken U1 (kontrol) uygulamasında ise 4,43 mic ile en düşük lif inceliği değeri gözlemlenmiştir. U8 maksimum değerini azalan bir sıralamayla U2 (5,07 mic), U3 (5,06 mic), U7 (5,01 mic), U6 (4,77 mic), U5 (4,62 mic) ve U4 (4,47 mic) uygulamaları izlemiştir.

Gübre uygulamalarının U1 (kontrol) grubuna göre gösterdikleri değişimler incelendiğinde; lif inceliğinde en yüksek artış U8 uygulamasında belirlenmiş olup, kontrol grubuna göre %16,03 oranında bir artış performansı sergilemiştir. U8 uygulamasının ardından en yüksek değerler sırasıyla %14,45 (U2), %14,22 (U3), %13,09 (U7), %7,67 (U6), %4,29 ile U5 uygulamaları gerçekleştirmiştir. Diğer taraftan, gübreleme varyasyonları içerisinde kontrol koşullarına göre en zayıf gelişim U4 uygulamasında gözlenmiş ve %0,90 oranında bir artış göstermiştir.

4.13. Lif uzunluğu (mm)

Lif uzunluğuna ilişkin verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'te, lif uzunluğuna ait ortalama değerler ise Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.25. Lif uzunluğu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Tekerrür	2	1,772144	0,886072	1,1257	0,3521
Uygulama	7	45,356416	6,479488	8,2318	0,0005**
Hata	14	11,019812	0,787129	-	-
Toplam	23	58,148372	-	-	-

Çizelge 4.25'te lif uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasında istatistiksel olarak ($p < 0,01$) önemli farklılıklar bulunmuştur.

Çizelge 4.26. Lif uzunluğu değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri

Uygulamalar	Lif uzunluğu (mm)
U1-(Kontrol)	26,24 d
U2-(Taban gübresi (0 kg)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	29,62 ab
U3-(Taban gübresi (20 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	31,16 a
U4-(Taban gübresi (30 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	27,64 cd
U5-(Taban gübresi (4 ton biyogaz bulamacı/da)+ Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	28,98 bc
U6-(Taban gübresi (8 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	29,09 bc
U7-(Taban gübresi (12 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	29,68 ab
U8-(Taban gübresi 12 ton/da biyogaz gübresi)	28,42 bc
%CV	3,08
LSD	1,55

Aynı sütun içinde farklı harflerle (a–d) gösterilen ortalamalar, LSD (En Küçük Önemli Fark) testine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır.

Çizelge 4.26'da yer alan bulgular doğrultusunda, lif uzunluk değerleri 26,24-31,16 mm arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Uygulamalara göre en yüksek lif uzunluğu değerine 31,16 mm ile U3 uygulamasında ulaşılmıştır. U3 maksimum seviyesini sırasıyla U7 (29,68 mm), U2 (29,62 mm), U6 (29,09 mm), U5 (28,98 mm), U8 (28,42 mm) ve U4 (27,64 mm) uygulamaları izlemiştir. En düşük lif uzunluğu ise 26,24 mm değeriyle U1 (kontrol) uygulamasında saptanmıştır.

Gübre uygulamalarının U1 (kontrol) grubuna göre gösterdikleri değişimler incelendiğinde; lif uzunluğunda en yüksek artış U3 uygulamasında belirlenmiş olup, kontrol

grubuna göre %18,75 oranında bir artış performansı sergilemiştir. U3 uygulamasını sırasıyla %13,11 (U7), %12,88 (U2), %10,86 (U6), %10,44 (U5) ve %8,31 ile U8 uygulamaları gerçekleştirmiştir. Gübre uygulamaları bakımından kontrol grubuna göre en düşük artış U4 uygulamasında gözlenmiş ve %5,34 oranında bir artış sergilemiştir.

4.14. Lif kopma dayanıklılığı (g/tex)

Lif kopma dayanıklılığı değerlerine ilişkin verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27’de, lif kopma dayanıklılığına ait ortalama değerler ise Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Lif kopma dayanıklılığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Tekerrür	2	8,544002	4,272001	1,5578	0,2450
Uygulama	7	28,674793	4,096399	1,4938	0,2473 ^{Öd}
Hata	14	38,392693	2,742335	-	-
Toplam	23	75,611488	-	-	-

Çizelge 4.27’de lif kopma dayanıklılığı ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasında istatistiki farklılıklar bulunmamıştır.

Çizelge 4.28. Lif kopma dayanıklılığı değerlerine ilişkin ortalama değerler ile % CV ve LSD değerleri

Uygulamalar	Lif kopma dayanıklılığı (g/tex)
U1-(Kontrol)	31,94
U2-(Taban gübresi (0 kg)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	32,27
U3-(Taban gübresi (20 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	31,10
U4-(Taban gübresi (30 DAP/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	30,02
U5-(Taban gübresi (4 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	30,20
U6-(Taban gübresi (8 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	29,15
U7-(Taban gübresi (12 ton biyogaz bulamacı/da)+Üst gübre (Üre 20 kg+15 kg/da) Toplamda 35 kg/da)	30,11
U8-(Taban gübresi 12 ton/da biyogaz gübresi)	29,20
%CV	5,43
LSD	2,90

Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar, LSD (En Küçük Önemli Fark) testine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır.

Çizelge 4.28’de lif kopma dayanıklılığı değerlerine ilişkin elde edilen bulgular incelendiğinde, lif kopma dayanıklılığı değerleri 29,15-32,27 g/tex arasında olduğu belirlenmiştir. En yüksek lif kopma dayanıklılığı değeri 32,27 g/tex ile U2 uygulamasında ulaşılırken, en düşük değer ise 29,15 g/tex ile U6 uygulamasından elde edilmiştir. U2 uygulamasını sırasıyla U1 (31,94 g/tex), U3 (31,10 g/tex), U5 (30,20 g/tex), U7 (30,11 g/tex), U4 (30,02 g/tex) ve U8 (29,20 g/tex) uygulamaları izlemiştir.

Gübre uygulamalarının U1 (kontrol) grubuna göre gösterdikleri değişimler incelendiğinde; lif kopma dayanıklılığı bakımından en yüksek artış U2 uygulamasında belirlenmiş olup, kontrol grubuna göre %1,03 oranında bir artış göstermiştir. U2 uygulaması dışında diğer uygulamalar ise U1 (kontrol) uygulamasına göre azalış göstermişlerdir. Uygulamaların kontrole göre gösterdikleri azalışlar sırasıyla %2,63 (U3), %5,45 (U5), %5,73 (U7), %6,01 (U4), %8,58 ile U8 uygulamaları gerçekleştirmiştir. Kontrol koşullarına göre en zayıf gelişim U6 uygulamasında gözlenmiş ve %8,74 oranında bir azalış gözlemlenmiştir.

5. TARTIŞMA

Pamuk bitkisinde sürdürülebilir üretim sistemlerinin geliştirilmesi amacıyla organik ve mineral gübre kaynaklarının birlikte kullanımına yönelik çalışmalar son yıllarda önemli ölçüde artış göstermiştir. Özellikle biyogaz üretimi sonrası ortaya çıkan digestat materyallerinin tarımsal üretimde değerlendirilmesi; hem atık yönetimi hem de toprak verimliliğinin korunması açısından dikkat çekmektedir. Bu çalışmada farklı dozlarda biyogaz bulamacı ve kimyasal gübre uygulamalarının pamukta büyüme, verim ve lif kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmış ve elde edilen sonuçlar, biyogaz bulamacının özellikle kimyasal gübrelerle birlikte uygulanması durumunda önemli agronomik avantajlar sağladığını ortaya koymuştur. Araştırmadan elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, uygulamaların bitki gelişimi, vegetatif büyüme, koza oluşumu, kütlü pamuk verimi ve bazı lif kalite parametreleri üzerinde belirgin etkiler oluşturduğu görülmektedir.

Bitki boyu sonuçları incelendiğinde, biyogaz bulamacı ile kimyasal gübre uygulamalarının kontrol uygulamasına göre önemli artışlar sağladığı belirlenmiştir. Özellikle U5 uygulamasında elde edilen en yüksek bitki boyu (104,33 cm) değeri, biyogaz bulamacının bitki gelişimini teşvik ettiğini göstermektedir. Organik materyallerin toprağın fiziksel yapısını iyileştirmesi, agregat stabilitesini artırması ve kök gelişimini teşvik etmesi bitki büyümesi üzerinde doğrudan etkili olmaktadır (Svensson vd., 2004; Arthurson, 2009). Bunun yanında digestatların içerdiği organik azot, amino asitler ve humik maddeler, bitkinin büyüme sürecinde düzenli besin teminine katkı sağlamaktadır (Albuquerque vd., 2012). Wentzel ve Joergensen (2016), biyogaz kalıntılarının mikrobiyal biyokütleyi artırarak azot mineralizasyonunu hızlandığını ve bu durumun bitki gelişimini olumlu etkilediğini bildirmiştir. Benzer şekilde Hudson (2014) ve Cun vd. (2026), organik kaynaklı gübrelerin bitki gelişimini desteklediğini ifade etmiştir. Harran Ovası koşullarında yürütülen çalışmalarda da organik gübre uygulamalarının bitki boyu üzerine olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir (Cevheri, 2016). Çalışmada, özellikle orta düzey biyogaz uygulamalarında daha yüksek bitki boyu elde edilmesi, optimum organik madde düzeyinin önemini ortaya koymaktadır. Bu durum, aşırı organik uygulamalarda bitkinin vegetatif gelişime yönelmesi generatif gelişimi baskılayabilmektedir. Benzer durum Agegnehu vd. (2016) tarafından

da bildirilmiş ve yüksek organik gübre dozlarının vegetatif büyümeyi artırmasına rağmen bazı durumlarda generatif organ oluşumunu sınırlayabildiği ifade edilmiştir. Çalışmada U7 uygulamasında bitki boyunun beklenenden daha düşük gerçekleşmesi de yüksek organik dozların besin dengesizliği oluşturabileceğini düşündürmektedir.

Boğum sayısına ilişkin sonuçlar değerlendirildiğinde, organik ve kimyasal gübre uygulamalarının U1 (kontrol) uygulamasına göre önemli artışlar sağladığı görülmektedir. Boğum sayısı pamukta vegetatif gelişim kapasitesini yansıtan önemli parametrelerden biridir. Bitkide boğum sayısının artması, daha fazla meyve dalı ve koza oluşumu için uygun fizyolojik altyapının oluştuğunu göstermektedir. Özellikle U5 uygulamasında belirlenen yüksek boğum sayısı, biyogaz bulamacının bitki gelişimi üzerindeki olumlu etkisini desteklemektedir. Organik gübrelerin toprakta mikrobiyal aktiviteyi artırması ve besin elementlerinin daha dengeli kullanılmasını sağlaması nedeniyle boğum oluşumu üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir (Nkoa, 2014). Cevheri (2016), organik ve mikrobiyal gübre uygulamalarının pamukta boğum sayısını artırdığını ve bunun verim artışıyla ilişkili olduğunu bildirmiştir.

SPAD değerleri bakımından elde edilen sonuçlar, özellikle mineral gübre içeren uygulamalarda daha yüksek değerlerin oluştuğunu göstermektedir. SPAD değeri yapraktaki klorofil yoğunluğunu yansıttığından bitkinin azot beslenme düzeyi hakkında önemli bilgiler vermektedir. Azot, klorofil sentezinde temel elementlerden biri olduğundan özellikle DAP ve üre uygulamalarında SPAD değerlerinin artması beklenen bir durumdur (Shankar ve Gupta, 2020; Geng vd., 2020). U4 uygulamasında elde edilen yüksek SPAD değeri, dengeli azot ve fosfor beslenmesinin fotosentetik kapasiteyi artırdığını göstermektedir. Benzer şekilde Karademir vd. (2019), biyogübre uygulamalarının klorofil içeriği üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte çalışmada SPAD değeri ile verim arasında tam bir paralellik oluşmaması dikkat çekmektedir. Bu durum, pamukta yalnızca yaprak azot düzeyinin değil, assimilantların generatif organlara taşınmasının da verim açısından önemli olduğunu göstermektedir. Taiz vd. (2015), vegetatif gelişimin aşırı artmasının bazı durumlarda generatif gelişimi sınırlayabileceğini belirtmiştir.

Bitki yaş ağırlığı ve kuru ağırlık değerlerinde özellikle yüksek biyogaz dozlarında

önemli artışlar elde edilmiştir. Organik materyallerin toprağın su tutma kapasitesini artırması, kök bölgesinde havalanmayı iyileştirmesi ve besin maddelerinin yavaş salınımını sağlaması bitkisel biyokütle oluşumunu desteklemektedir (Smith vd., 2016). Özellikle U7 ve U8 uygulamalarında yaş ağırlığının belirgin şekilde yükselmesi, biyogaz bulamacının vegetatif büyümeyi teşvik ettiğini göstermektedir. Digestat uygulamalarının organik karbon kaynağı oluşturarak mikrobiyal aktiviteyi artırdığı ve bunun bitki gelişimine olumlu yansıdığı bildirilmektedir (Odlare vd., 2008; Gómez-Brandón vd., 2016). Wentzel ve Joergensen (2016), digestat uygulamalarının toprak enzim aktivitelerini artırarak bitki gelişimini desteklediğini ifade etmiştir. Bunun yanında Ramazanoglu vd. (2025) ile Küçük ve Arslan (2024), organik kaynaklı uygulamaların toprak biyolojik aktivitesini artırdığını ve bunun bitki gelişimi üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Koza sayısı bakımından elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, özellikle fosforlu gübre uygulamalarında daha yüksek değerlerin elde edildiği görülmektedir. Fosfor, enerji metabolizması ve çiçeklenme süreçlerinde kritik rol oynadığından koza oluşumu üzerinde doğrudan etkili olmaktadır (Marschner, 2011). U4 uygulamasında belirlenen yüksek koza sayısı, fosforun generatif gelişim üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymaktadır. Khaliq vd. (2006), organik ve mineral gübre kombinasyonlarının pamukta koza sayısını artırdığını bildirmiştir. Beyyavaş vd. (2022) ise organik gübre dozlarının artırılmasıyla koza sayısının önemli ölçüde yükseldiğini ifade etmiştir. Çalışmada organik ve kimyasal gübrelerin birlikte kullanılmasıyla koza sayısındaki artışın daha belirgin olması, besin elementlerinin dengeli kullanılmasının önemini göstermektedir.

Koza ağırlığı bakımından uygulamalar arasında istatistiksel farklılık oluşmamasına rağmen, tüm uygulamaların U1 (kontrol) grubuna göre belirli düzeyde artış sağlaması dikkat çekmektedir. Özellikle U4 uygulamasında daha yüksek değerlerin elde edilmesi, dengeli beslenmenin koza gelişimini desteklediğini göstermektedir. Beyyavaş vd. (2022), çiftlik gübresi ve üre uygulamalarının koza ağırlığını artırdığını bildirmiştir. Akyol ve Aydın (2016) ise sıvı hayvan gübresi uygulamalarının koza gelişimi üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu ifade etmiştir.

Koza ağırlığı bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar

bulunmazken, koza kütlü ağırlığı sonuçları bakımından ise U3 uygulamasında en yüksek değer elde edilmiştir. Bu durum, dengeli fosfor ve azot beslenmesinin kütlü oluşumunu desteklediğini göstermektedir. Fosfor, enerji transfer süreçlerinde görev alırken azot fotosentetik aktiviteyi artırarak assimilant üretimini desteklemektedir. Bu assimilantların kozalara taşınması sonucunda daha yüksek kütlü ağırlıkları oluşmaktadır (Taiz vd., 2015). Cevheri ve Yılmaz (2018), organik gübre uygulamalarının koza kütlü ağırlığını artırdığını bildirmiştir. Benzer şekilde Beyyavaş vd. (2022), organik gübre uygulamalarının pamukta verim unsurlarını olumlu etkilediğini belirtmişlerdir.

100 tohum ağırlığı sonuçları, özellikle organik ve mineral gübre uygulamalarının tohum gelişimi üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Tohum gelişimi sırasında yeterli azot ve fosfor bulunması embriyo gelişimini ve depo maddesi birikimini artırmaktadır (Marschner, 2011). U4 ve U5 uygulamalarında daha yüksek değerlerin elde edilmesi, dengeli besin yönetiminin önemini göstermektedir. Beyyavaş vd. (2022), çiftlik gübresi ve üre kombinasyonlarının 100 tohum ağırlığını artırdığını bildirmiştir.

Çırçır randımanı bakımından elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, özellikle biyogaz bulamacı uygulamalarında daha yüksek değerlerin oluştuğu görülmektedir. Lif oluşumu ile tohum gelişimi arasındaki dengenin korunması çırçır randımanı açısından büyük önem taşımaktadır. Organik materyallerin bitkide karbon metabolizmasını desteklemesi ve fotosentez ürünlerinin lif oluşumuna yönlendirilmesi çırçır randımanını artırabilmektedir. Blaise vd. (2005), organik gübre uygulamalarının çırçır randımanı üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada özellikle U6 ve U8 uygulamalarında daha yüksek çırçır randımanı elde edilmesi, biyogaz bulamacının lif oluşum sürecini olumlu etkilediğini göstermektedir.

Çalışmanın en önemli sonuçlarından biri kütlü pamuk veriminde ortaya çıkmıştır. Özellikle yüksek doz biyogaz bulamacı uygulamalarında önemli verim artışları elde edilmiştir. U7 uygulamasında U1 (kontrol) grubuna göre yaklaşık %57,60 oranında verim artışı sağlanması, biyogaz digestatlarının pamuk yetiştiriciliğinde etkili bir alternatif gübre kaynağı olabileceğini göstermektedir. Organik materyallerin toprak yapısını iyileştirmesi, kök gelişimini desteklemesi ve bitkinin büyüme dönemi boyunca sürekli besin sağlaması

verim artışının temel nedenleri arasında yer almaktadır (Nkoa, 2014). Cun vd. (2026), biyogaz atıklarının pamukta verim ve kaliteyi artırdığını bildirmişlerdir. Beyyavaş vd. (2022), organik ve kimyasal gübre kombinasyonlarının verim üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Diacono ve Montemurro (2011), organik materyallerin su kullanım etkinliğini artırarak kurak koşullarda verim kayıplarını azalttığını bildirmiştir. Harran Ovası gibi yüksek sıcaklık ve düşük organik madde içeren topraklarda digestat uygulamalarının verim artışı sağlaması bu açıdan oldukça önemlidir.

Lif kalite özellikleri bakımından elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, lif inceliği ve lif uzunluğu üzerinde uygulamaların belirli düzeyde etkili olurken, lif kopma dayanıklılığı açısından önemli bir etki görülmemiştir. Lif inceliğinin özellikle yüksek organik madde uygulamalarında artış göstermesi, vegetatif gelişim ile lif oluşumu arasındaki ilişkinin değiştiğini göstermektedir. Lif oluşumu sırasında karbonhidrat metabolizması büyük önem taşımakta olup, yeterli beslenme koşullarında lif hücrelerinin uzama kapasitesi artmaktadır (Basra ve Malik, 1984). U3 uygulamasında belirlenen yüksek lif uzunluğu değeri, dengeli azot ve fosfor beslenmesinin lif gelişimini desteklediğini göstermektedir. Ancak aşırı vegetatif gelişimin bazı durumlarda lif kalitesini olumsuz etkileyebileceği de bildirilmektedir (Reddy vd., 2004). Bu nedenle sürdürülebilir pamuk üretiminde yalnızca yüksek verim değil, aynı zamanda optimum lif kalite özelliklerinin korunması da önem taşımaktadır.

6. SONUÇLAR

Bu çalışmanın sonuçlarına göre, biyogaz bulamacının tek başına ve özellikle kimyasal gübrelerle birlikte uygulanmasının pamuk bitkisinin gelişim ve verim parametreleri üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu göstermiştir.

Çalışmada incelenen bitki boyu, boğum sayısı, yaş ve kuru bitki ağırlığı gibi vegetatif gelişim parametrelerinde uygulamalar arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Özellikle organik ve mineral gübrelerin birlikte uygulandığı U5 ve U7 uygulamaları birçok parametrede öne çıkmıştır. Biyogaz bulamacının içerdiği organik madde ve besin elementleri sayesinde bitki gelişimini önemli ölçüde desteklediği değerlendirilmiştir. Ayrıca organik materyalin toprak mikrobiyal aktivitesini artırması ile besin maddelerinin bitki tarafından kullanım etkinliğinin yükseldiği düşünülmektedir.

SPAD değerleri bakımından özellikle kimyasal gübre içeren uygulamalarda daha yüksek sonuçlar elde edilmiş, bu durum yeterli azot beslenmesinin yapraktaki klorofil miktarını artırdığını göstermiştir. Bununla birlikte yalnızca yüksek SPAD değerlerinin doğrudan yüksek verim anlamına gelmediği, vegetatif ve generatif gelişim arasındaki dengenin önemli olduğu belirlenmiştir.

Verim unsurları incelendiğinde, koza sayısı, koza kütlü ağırlığı ve kütlü pamuk verimi bakımından biyogaz bulamacı ve kimyasal gübre uygulamaları U1 (kontrol) uygulamasına göre daha başarılı sonuçlar verdiği saptanmıştır. Özellikle U7 uygulamasında en yüksek kütlü pamuk verimi elde edilmiş ve kontrol uygulamasına göre önemli düzeyde verim artışı sağlanmıştır. Bu sonuç, biyogaz bulamacının pamuk yetiştiriciliğinde alternatif ve sürdürülebilir bir organik gübre kaynağı olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Lif kalite özellikleri bakımından uygulamalar arasında belirli farklılıklar oluşmuş, özellikle lif uzunluğu ve lif inceliği parametrelerinde bazı uygulamalar öne çıkmıştır. Ancak yüksek vegetatif gelişimin her zaman lif kalite özelliklerinde aynı düzeyde iyileşme sağlamadığı görülmüştür. Bu durum, pamuk yetiştiriciliğinde yalnızca yüksek verimin değil, aynı zamanda kalite parametrelerinin de dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma sonucunda, biyogaz bulamacının özellikle kimyasal gübrelerle birlikte

uygulanmasının pamukta büyüme, verim ve bazı lif kalite özelliklerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Organik ve mineral gübrelerin birlikte kullanılması, besin elementlerinin daha dengeli kullanılmasını sağlamış ve sürdürülebilir üretim açısından önemli avantajlar oluşturmuştur. Elde edilen bulgular doğrultusunda biyogaz bulamacının pamuk tarımında çevre dostu, ekonomik ve alternatif bir organik gübre kaynağı olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

7. ÖNERİLER

1. Pamuk yetiştiriciliğinde biyogaz bulamacının tek başına kullanılabilmesine rağmen, kimyasal gübrelerle birlikte uygulanması büyüme, verim ve bazı lif kalite özellikleri bakımından daha başarılı sonuçlar verdiği için entegre gübreleme programlarının tercih edilmesi önerilmektedir.
2. Araştırmada en yüksek kütlü pamuk veriminin elde edildiği U7 uygulaması dikkate alınarak, biyogaz bulamacı ile mineral gübre kombinasyonlarının farklı toprak ve iklim koşullarında da test edilmesi önerilmektedir.
3. Biyogaz bulamacının toprak organik maddesi, mikrobiyal aktivite ve besin elementi döngüsü üzerindeki uzun dönem etkilerinin belirlenebilmesi için çok yıllık tarla denemelerinin yürütülmesi gerekmektedir.
4. Kimyasal gübre kullanımının kısmen azaltılarak biyogaz bulamacı ile desteklenmesi, hem üretim maliyetlerinin düşürülmesi hem de çevresel sürdürülebilirliğin artırılması açısından değerlendirilebilir.
5. Pamuk yetiştiriciliğinde yalnızca verim artışına değil, lif kalite özelliklerinin korunması ve geliştirilmesine yönelik gübreleme stratejilerinin geliştirilmesi önerilmektedir.
6. Biyogaz bulamacının farklı dozları ile uygulama zamanlarının belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılarak optimum uygulama programları oluşturulmalıdır.
7. Gelecekte yapılacak araştırmalarda biyogaz bulamacının toprak biyolojik özellikleri, karbon depolama potansiyeli ve besin kullanım etkinliği üzerine etkilerinin detaylı olarak incelenmesi önerilmektedir.
8. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda biyogaz bulamacı, pamuk üretiminde çevre dostu, ekonomik ve sürdürülebilir bir organik gübre alternatifi olarak üreticilere önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Agegehu, G., Bass, A. M., Nelson, P. N., & Bird, M. I. (2016). Benefits of biochar, compost and biochar–compost for soil quality, maize yield and greenhouse gas emissions in a tropical agricultural soil. *Science of the Total Environment*, 543, 295–306.
- Akyol, N., & Aydın, M. (2016). The effect of liquid animal manure on vegetative growth and fiber properties used as top-dressing in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivation. *Journal of Central Research Institute for Field Crops*, 25(Special Issue 2).
- Albuquerque, J. A., de la Fuente, C., Ferrer-Costa, A., Carrasco, L., Cegarra, J., Abad, M., & Bernal, M. P. (2012). Assessment of the fertilizer potential of digestates from farm and agroindustrial residues. *Biomass and Bioenergy*, 40, 181–189.
- Arthurson, V. (2009). Closing the global energy and nutrient cycles through application of biogas residue to agricultural land – potential benefits and drawbacks. *Energies*, 2, 226–242.
- Aygün, Y. Z., & Mert, M. (2020). Effects of soil conditioners and nitrogen applications on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield and fiber technological properties. *Biological Diversity and Conservation*, 13, 290–297.
- Basra, A. S., & Malik, C. P. (1984). Development of the cotton fiber. İçinde *International Review of Cytology* (ss. 65–113, C. 89). Academic Press.
- Beyyavaş, V., Yılmaz, Ş. N., Cevheri, C. İ., & Cun, S. (2022). Farklı gübre uygulamalarının pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) verim, verim unsurları ve lif kalitesine etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(3), 371–379.
- Bibi, Z., Khan, N. U., Mussarat, M., Khan, M. J., Ahmad, R., Khan, I. U., & Shahan, S. (2011). Response of *Gossypium hirsutum* genotypes to various nitrogen levels. *Pakistan Journal of Botany*, 43(5), 2403–2409.
- Blaise, D., Singh, J. V., Bonde, A. N., Tekale, K. U., & Mayee, C. D. (2005). Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fibre quality and nutrient balance of rainfed cotton (*Gossypium hirsutum*). *Bioresource Technology*, 96(3), 345–349.
- Cevheri, C. İ. (2016). *Harran Ovası organik üretim koşullarında organik ve mikrobiyal gübre uygulamalarının bazı pamuk çeşitlerinde (Gossypium hirsutum L.) tarımsal ve lif kalite özellikleri üzerine etkisi* [dok. tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Cevheri, C. İ., & Yılmaz, A. (2018). Research on the effects of NPK (chemical fertilizer) and organic fertilizers used for some cotton species (*Gossypium hirsutum* L.) grown in semi-arid climate conditions on growing crops, growing crop elements and sustainable agriculture. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2), 1–17.
- Cun, S., Beyyavaş, V., Cevheri, C. İ., Akın, S., Sakin, E., Fırat, Z., & Ramazanoğlu, E. (2026). Effects of chemical fertilizer and biogas slurry on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield and soil properties under different irrigation levels. *BMC Plant Biology*.

- Diacono, M., & Montemurro, F. (2010). Long-Term Effects of Organic Amendments on Soil Fertility. A Review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30(2), 401–422.
- Egbuta, M. A., McIntosh, S., Waters, D. L., Vancov, T., & Liu, L. (2017). Biological importance of cotton by-products relative to chemical constituents of the cotton plant. *Molecules*, 22(1), 93.
- Geisseler, D., & Scow, K. M. (2014). Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms—A review. *Soil Biology and Biochemistry*, 75, 54–63.
- Geng, J., Yang, X., Huo, X., Chen, J., Lei, S., Li, H., & Liu, Q. (2020). Effects of controlled-release urea combined with fulvic acid on soil inorganic nitrogen, leaf senescence and yield of cotton. *Scientific Reports*, 10(1), 17135.
- Gómez-Brandón, M., Juárez, M. F. D., Zangerle, M., & Insam, H. (2016). Effects of digestate on soil chemical and microbiological properties: A comparative study with compost and vermicompost. *Journal of Hazardous Materials*, 302, 267–274.
- Grant, C. A., Clarke, J. M., Duguid, S., & Chaney, R. L. (2008). Selection and breeding of plant cultivars to minimize cadmium accumulation. *Science of the Total Environment*, 390(2–3), 301–310.
- Haynes, R. J., & Naidu, R. (1998). Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 51(2), 123–137.
- Hernández-Cruz, A. E., Sánchez, E., Preciado-Rangel, P., García-Bañuelos, M. L., Palomogil, A., & Espinoza-Banda, A. (2015). Actividad de la nitrato reductasa, biomasa, rendimiento y calidad en algodón en respuesta a la fertilización nitrogenada. *Phyton (Buenos Aires)*, 84(2), 454–460.
- Hu, J., Huang, C., Zhou, S., & Kuzyakov, Y. (2022). Nitrogen addition to soil affects microbial carbon use efficiency: Meta-analysis of similarities and differences in ¹³C and ¹⁸O approaches. *Global Change Biology*, 28(16), 4977–4988.
- Hudson, B. D. (1994). Soil organic matter and available water capacity. *Journal of Soil and Water Conservation*, 49(2), 189–194.
- International Cotton Advisory Committee. (2024). *Annual Cotton Report 2023/2024* (tek. rap.). ICAC.
- Johnson, J. R., & Saunders, J. R. (2002). Evaluation of Chlorophyll Meter for Nitrogen Management in Cotton. *Annual Report*, 162–163.
- Karademir, Ç., Abdulla, D. O., & Karademir, E. (2019). Biyogübre uygulamalarının pamukta verim ve bazı fizyolojik parametrelere etkisi. 1. *Uluslararası Harran Multidisipliner Çalışmalar Kongresi*, 8–10.
- Khaliq, A., Abbasi, M. K., & Hussain, T. (2006). Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. *Bioresource Technology*, 97(8), 967–972.

- Kıvılcım, M. N., Erdogan, O., Bozbek, T., Sezener, V., Özkan, İ., Erdal, Ü., & Güler, A. (2010). Büyük Menderes Havzasında Organik Pamuk Üretim Olanaklarının Araştırılması. İçinde *Organik Tarım Araştırma Sonuçları* (ss. 145–152). T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü.
- Kumar, A., Verma, L. M., Sharma, S., & Singh, N. (2023). Overview on agricultural potentials of biogas slurry (BGS): applications, challenges, and solutions. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 13(15), 13729–13769.
- Küçük, Ç., & Arslan, A. (2024). Toprakta uygulanan yara gübresinin mercimek gelişimi ile rizosfer toprağının bazı biyolojik özelliklerine etkisi. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1), 61–71.
- Lee, M. E., Steiman, M. W., & Angelo, S. K. S. (2021). Biogas digestate as a renewable fertilizer: effects of digestate application on crop growth and nutrient composition. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 36(2), 173–181.
- Lehmann, J., & Joseph, S. (Ed.). (2024). *Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation*. Taylor & Francis.
- Li, P., Jiang, D., Wang, S., Zhang, X., Zhang, Y., Wang, Y., & Jiang, N. (2025). Effect of Biogas Slurry on the Nutrient Cycling and Micro-organisms Community in Two Types of Soil. *BioResources*, 20(1).
- Luo, H., Wang, Q., Zhang, J., Wang, L., Li, Y., & Yang, G. (2020). Minimum fertilization at the appearance of the first flower benefits cotton nutrient utilization of nitrogen, phosphorus and potassium. *Scientific Reports*, 10(1), 6815.
- Macdonald, B. C., Latimer, J. O., Schwenke, G. D., Nachimuthu, G., & Baird, J. C. (2018). The current status of nitrogen fertiliser use efficiency and future research directions for the Australian cotton industry. *Journal of Cotton Research*, 1(1), 15.
- Marschner, H. (Ed.). (2011). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press.
- Mayerová, M., Šimon, T., Stehlík, M., Madaras, M., Koubová, M., & Smatanová, M. (2023). Long-term application of biogas digestate improves soil physical properties. *Soil and Tillage Research*, 231, 105715.
- Meneghetti, S. M. P., Meneghetti, M. R., Serra, T. M., Barbosa, D. C., & Wolf, C. R. (2007). Biodiesel production from vegetable oil mixtures: cottonseed, soybean, and castor oils. *Energy & Fuels*, 21(6), 3746–3747.
- Nkoa, R. (2014). Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(2), 473–492.
- Odlare, M., Pell, M., & Svensson, K. (2008). Changes in soil chemical and microbiological properties during 4 years of application of various organic residues. *Waste Management*, 28(7), 1246–1253.

- Otto, R., Ferraz-Almeida, R., Soares, J. R., Carneiro, P. V., Coser, T. R., Horowitz, N., & Holzschuh, M. J. (2023). Nitrogen fertilizer management on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield and quality in two tropical soils. *European Journal of Agronomy*, 142, 126672.
- Özüdoğru, T. (2021). Dünya ve Türkiye’de pamuk üretim ekonomisi. *Tekstil ve Mühendis*, 28(122), 149–161.
- Pahalvi, H. N., Rafiya, L., Rashid, S., Nisar, B., & Kamili, A. N. (2021). Chemical fertilizers and their impact on soil health. İçinde *Microbiota and Biofertilizers, Vol. 2: Ecofriendly Tools for Reclamation of Degraded Soil Environs* (ss. 1–20). Springer International Publishing.
- Peñuelas, J., Gamon, J. A., Fredeen, A. L., Merino, J., & Field, C. B. (1994). Reflectance Indices Associated with Physiological Changes in Nitrogen- and Water-Limited Sunflower Leaves. *Remote Sensing of Environment*, 48(2), 135–146.
- Ramazanoglu, E., Yanardag, İ. H., Sakin, E., Beyyavas, V., Cevheri, C. İ., Cun, S., & Yanardağ, A. B. (2025). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and biochar on cotton plants: a comprehensive study. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 25(2), 3527–3544.
- Ramirez, K. S., Craine, J. M., & Fierer, N. (2012). Consistent effects of nitrogen amendments on soil microbial communities and processes across biomes. *Global Change Biology*, 18(6), 1918–1927.
- Reddy, K. R., Koti, S., Davidonis, G. H., & Reddy, V. R. (2004). Interactive effects of carbon dioxide and nitrogen nutrition on cotton growth, development, yield, and fiber quality. *Agronomy Journal*, 96(4), 1148–1157.
- Rosolem, C. A., & van Mellis, V. (2010). Monitoring nitrogen nutrition in cotton. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34, 1601–1607.
- Shankar, A., & Gupta, R. K. (2020). Site-specific fertilizer nitrogen management in Bt cotton using chlorophyll meter. *Experimental Agriculture*, 56(3), 397–406.
- Singh, B. (2018). Are nitrogen fertilizers deleterious to soil health? *Agronomy*, 8(4), 48.
- Smith, P., House, J. I., Bustamante, M., Sobocká, J., Harper, R., Pan, G., & Pugh, T. A. (2016). Global change pressures on soils from land use and management. *Global Change Biology*, 22(3), 1008–1028.
- Sun, R., Zhang, X. X., Guo, X., Wang, D., & Chu, H. (2015). Bacterial diversity in soils subjected to long-term chemical fertilization can be more stably maintained with the addition of livestock manure than wheat straw. *Soil Biology and Biochemistry*, 88, 9–18.
- Svensson, K., Odlare, M., & Pell, M. (2004). The fertilizing effect of compost and biogas residues from source separated household waste. *Journal of Agricultural Science*, 142(4), 461–467.

- Taiz Lincoln, Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant Physiology and Development* (6. bs.). Sinauer Associates, Inc.
- Tang, J., Yin, J., Davy, A. J., Pan, F., Han, X., Huang, S., & Wu, D. (2022). Biogas slurry as an alternative to chemical fertilizer: Changes in soil properties and microbial communities of fluvo-aquic soil in the North China Plain. *Sustainability*, *14*(22), 15099.
- Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, *418*(6898), 671–677.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2024). Bitkisel Üretim İstatistikleri [Erişim tarihi: 15 Haziran 2026]. <https://www.tuik.gov.tr>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2025). Pamuk Üretim Verileri [Erişim tarihi: 19 Haziran 2026]. <https://www.tuik.gov.tr>
- Wentzel, S., & Joergensen, R. G. (2016). Effects of biogas and raw slurries on grass growth and soil microbial indices. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, *179*(2), 215–222.
- Yadav, R., Sudhishri, S., Khanna, M., Lal, K., Dass, A., Kushwaha, H. L., & Nag, R. H. (2023). Temporal characterization of biogas slurry: a pre-requisite for sustainable nutrification in crop production. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *7*, 1234472.