



*Süleyman Demirel Üniversitesi*  
*YEKARUM e-DERGİ*  
*(Journal of YEKARUM)*



*Cilt 9 , Sayı 1 , 45-62 , 2024*  
*E - ISSN:1309-9388*

**Kırşehir İlinin Biyogaz Atık Potansiyelinin Ceviz  
(*Juglans regia* L.) Üretiminde Kullanılabilirliği**

Elmas Yağmur<sup>1\*</sup>, Sevil Sağlam Yılmaz<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji A.B.D., Kırşehir, Türkiye,  
(ORCID: 0000-0002-6363-3855), elmasmurtyagmur@gmail.com

<sup>2</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Kırşehir Türkiye, (ORCID:  
0000-0003-1302-9147), ssaglam@ahievran.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 03/12/2023 ve Kabul Tarihi 16/04/2024)

**ÖZET :**

Günümüzde enerji kaynaklarının azalması ile birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi artmaktadır. Alternatif bir enerji kaynağı olan biyokütlenin alt segmentini oluşturan biyogaz, organik atıkların belirli işlemlerden geçerek hem artan nüfusun enerji ihtiyacını karşılamakta hem de tarımsal faaliyetlerde kullanılmak üzere organik gübreyi meydana getirmektedir. Enerji artan nüfusun ihtiyacını karşılarken, organik gübre tarım alanlarında kullanılarak kimyasal içeriğe sahip gübre kullanımına olan talebi azaltmaktadır. Bu çalışmada, Kırşehir ilinde faaliyet gösteren biyogaz tesislerinden elde edilen veriler kullanılarak, Kırşehir ili genelinde bitkisel ve hayvansal atıkların biyogaz potansiyeli belirlenmeye ve bu potansiyelin Kırşehir ili için önemli bir ekonomik gelir kaynağı olan ceviz üretimine olası katkıları belirlenmeye çalışılmıştır. İl genelinde tarımsal atıklardan elde edilen yıllık toplam biyogaz enerji potansiyeli 11.04 MW yıl<sup>-1</sup> olup, bu enerjinin yaklaşık %1'ini bitkisel, %99'unu ise hayvansal atıklar oluşturmaktadır. Biyogaz enerjisi ilde en fazla Mucur ilçesinden temin edilmektedir. Üretimi gerçekleştirilen bu biyogaz atıklarının Kırşehir ceviz üreticilerine cevizin verim ve kalitesini artırması bakımından avantaj sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Biyogaz, Ceviz, Organik Gübre, Yenilenebilir Enerji*

## **Availability of Biogas Waste Potential of Kırşehir Province in Walnut (*Juglans regia* L.) Production**

### **ABSTRACT**

Today, with the decrease in energy resources, the interest in renewable energy sources is increasing. Biogas, which constitutes the sub-segment of biomass, which is an alternative energy source, passes through certain processes of organic wastes and both meets the energy needs of the increasing population and creates organic fertilizer for use in agricultural activities. While energy meets the needs of the increasing population, organic fertilizers are used in agricultural areas, reducing the demand for fertilizers with chemical content. In this study, it has been tried to determine the biogas potential of plant and animal wastes in Kırşehir province and the possible contributions of this potential to walnut production, which is an important source of economic income for Kırşehir province, by using the data obtained from the biogas facilities operating in Kırşehir province. The annual total biogas energy potential obtained from agricultural wastes throughout the province is 11.04 MW year<sup>-1</sup>, approximately 1% of this energy is vegetable waste and 99% is animal waste. Biogas energy is supplied mostly from Mucur district in the province. It is thought that these biogas wastes will provide an advantage to Kırşehir walnut producers in terms of increasing the yield and quality of walnuts.

**Keywords:** *Biogas, Walnut, Organic Fertilizer, Renewable Energy*

## 1. INTRODUCTION

Dünya nüfusunun 8 milyarı geçmesiyle birlikte gıda ve enerjiye olan talebin yükselmesi, azalan kırsal nüfus, artan kentleşme ve endüstrileşme gibi faktörlerden dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarına olan gereksinim artmaktadır [1], [2]. Yenilenebilir enerji kaynakları, hidroelektrik enerji, jeotermal enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, biyokütle enerjisi ve dalga enerjisi olarak kabul edilmektedir [3], [4], [5].

Biyokütle, yaşayan veya yakın zamanda yaşamış canlı organizmalardan elde edilmiş fosil olmayan organik maddelerdir. Bu organik maddeler biyokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan elde edilen enerji ise, biyokütle enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Tarımsal atıklar biyokütle atık potansiyelinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır [6]. Enerji kaynaklarına olan artan talebi karşılayabilmek için, Türkiye gibi tarımsal atık potansiyeli yüksek olan ülkeler biyolojik kökenli atıklarını daha fazla enerji üretmede kullanması gerekecektir [7], [8]. Biyokütle enerjisi ile biyogaz, etanol, hidrojen, metan, metanol ve motorin gibi yakıtlar elde edilmektedir. Bu yöntemi diğer yöntemlerden ayıran en önemli özellik tarımsal ve evsel biyokütle atıklarının oksijensiz ortamda biyolojik bir süreçten geçerek elde ediliyor olmasıdır [9], [10].

### 1.1 Türkiye’de biyogaz üretimi için başlıca biyokütle kaynakları

#### 1.1.1. Tarımsal Biyokütle Kaynakları

- Yağlı tohumlu bitkiler (kanola, ayçiçeği, soya vb.)
- Şeker ve nişasta bitkileri (patates, buğday, mısır, şeker pancarı vb.)
- Elyaf bitkileri (keten, kenevir, sorgum, miskantus vb.)
- Bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk, zeytin kara suyu, çay atıkları vb.)

#### 1.1.2. Orman ve Orman Ürünlerinden Elde Edilen Biyokütle Kaynakları

- Orman ve ormancılık endüstrisi atık ve artıkları, enerji ormanları, enerji bitkileri.

#### 1.1.3. Hayvansal Biyokütle Kaynakları

- Büyükbaş, küçükbaş, kümes hayvanlarının dışkıları, mezbaha atıkları ve hayvansal ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklar.

#### 1.1.4. Kentsel ve Endüstriyel Atıklardan Elde Edilen Biyokütle Kaynakları

- Biyolojik kökenli endüstri atıkları, belediye atıkları, arıtma çamurları [11], [12], [13].

Günümüzde tarımsal ve endüstriyel organik atıkların yeterince değerlendirilememesi önemli bir sorundur [14]. Farklı biyokütle kaynaklarından üretilen biyogaz verimi miktarları Tablo 1 [15]'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Farklı biyokütle kaynaklarından üretilen biyogaz verimi miktarları

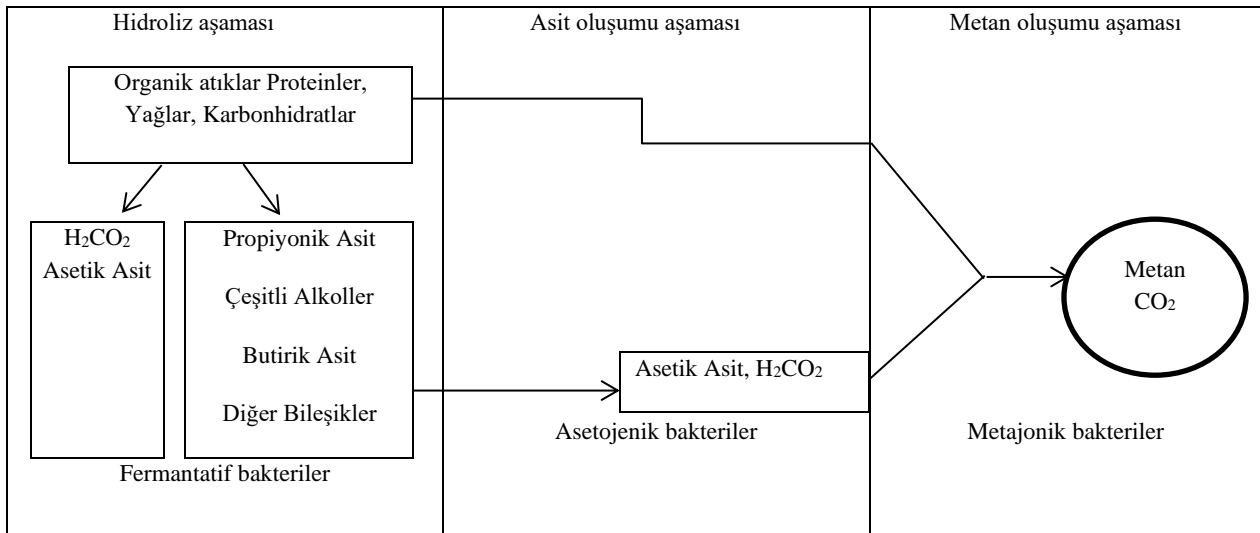
| Kaynak                   | Biyogaz verimi (litre kg <sup>-1</sup> ) |
|--------------------------|--|
| Sığır Gübresi            | 90- 310                                  |
| Kanatlı Gübresi          | 310- 620                                 |
| Buğday Samanı            | 200- 300                                 |
| Çimen                    | 280- 550                                 |
| Ziraat Atıkları          | 310- 430                                 |
| Dökülmüş Ağaç Yaprakları | 210- 290                                 |
| Atık Su Çamuru           | 310-800                                  |

Ülkemiz topraklarının organik madde bakımından fakir olması toprakların zamanla biyolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri gibi yapılarının bozulmasına neden olmaktadır [16]. Toprağın bu özelliklerinin yeniden iyileşme göstermesi için toprak organik madde oranının artırılması gerekmektedir. Bu yüzden biyogaz üretimi sırasında organik atıkların işlenmesi ile içindeki mikroorganizma aktivitesi sayesinde besin elementleri daha yararlı forma geçmektedir. Oluşan bu fermente gübrenin toprağa uygulanması hem toprak özelliklerinin iyileşmesini hem de bitki gelişimini teşvik etmektedir. Bu gübrelerin tarımsal alanlarda değerlendirilmesi toprağın sürdürülebilirliğini, verimini ve kaliteyi arttırmaktadır [17], [18]. Bu fermente gübrelerin faydaları arasında toprak düzenleyici görevi görmek, toprağı havalandırmak, su tutma kapasitesini arttırmak, yüzey akışını ve buharlaşmayı engellemek, toprağın tava gelmesini kolaylaştırmak, agregatlaşmayı sağlamak gibi birçok faydaları bulundurmaktadır [19]. Bu çalışma, ekonomik öneme sahip ceviz bitkisinin verim ve kalitesinin artırılmasında fermente gübrelerin kullanımının önemini ortaya koymaktadır.

## 2. BİYOGAZ TESİSLERİ

Biyogaz, organik atıkların anaerobik ortamda biyokimyasal reaksiyon ve mikroorganizmaların aktiviteleri sonucu kontrollü olarak çürütülmesi ile oluşan bir gazdır. Biyogazın içeriğinde, %25-60 karbondioksit (CO<sub>2</sub>), %40-75 metan (CH<sub>4</sub>), çok az hidrojen ve azot ayrıca %2 kadar hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S) bulunmaktadır. Metan gazı biyogazın içeriğinde bulunan ve biyogazın ısı değerini oluşturan temel maddedir ve biyogaza yanıcı etkiyi veren bileşendir [9], [20].

Biyogaz üretimi üç safhada gerçekleşmektedir. Bunlar Şekil 1’de gösterildiği gibi hidroliz, asit oluşumu ve metan oluşumudur. Hidroliz aşamasında, yağ, selüloz, hemiselüloz, protein, nişasta vb. polimer yapıya sahip olan katı ve çözünmüş organik maddeler, bakterilerin hücre dışı enzimleri sayesinde sindirime uğrayarak organik yapılı monomere dönüştürülmektedir [21]. Asit oluşumu aşamasında monomerlerine ayrılmış organik maddeler asit bakterileri tarafından önce uçucu yağ asitlerine ardından da asetik aside dönüştürülmektedir. Metan oluşumu aşamasında ise asetik asit parçalanmakta veya  $H_2$  ve  $CO_2$  sentezi sonucu metan üretimi gerçekleşmektedir [22].



Şekil 1. Biyogaz üretim safhaları

Biyogaz oluşum süreci fermantasyona bırakılan organik atıkların neler olduğuna, biyogaz tesisinin işletme şartlarına, sindirim süresine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Her atığın ayrışma süresi farklıdır. İçeriğinde farklı yapılar bulunan her bir organik atığın anaerobik proseslerde ayrışması farklı sürelerde gerçekleşmektedir [9]. Biyogazın üretimi için anaerobik ortam, uygun ısı değeri, bakteriler ve organik madde bileşenlerinin sağlanması gerekmektedir [23].

Ülkemizde  $240\ 673\ 168\ m^3\ yıl^{-1}$  biyogaz üretimi, tarımsal atıklardan elde edilebilecektir [24]. Avrupa'nın beşinci Türkiye'nin ise en büyük biyogaz tesisi Konya'nın Çumra ilçesinde kurulmuş ve 72 bin metreküp biyogaz üretim kapasitesine sahip olan Konya Biyogaz tesisidir. Bu tesiste 200 bin ton sıvı gübre, 30 ton organik katı gübre üretimi yapılmakta ve 12 MW elektrik üretilmektedir.

Kırşehir’de 2022 yılı itibariyle biri yeni faaliyete başlamak üzere toplam dört adet biyogaz tesisi bulunmaktadır. Bu tesislere ait bilgiler Tablo 2 [25]’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Kırşehir ilinde faaliyet gösteren biyogaz tesislerine ait bilgiler

| Sıra No | Tesisin adı   | Tesisin bulunduğu ilçe | Sıvı gübre kapasitesi (ton) | Katı gübre kapasitesi (ton) |
|---------|---------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1       | Çağlayanlar   | Mucur                  | 700                         | 300                         |
| 2       | Emin Biyogaz  | Merkez                 | 600                         | 80                          |
| 3       | As Koç Enerji | Merkez                 | 600                         | 60                          |
| 4       | Anka Biyogaz  | Boztepe                | -                           | -                           |

Kırşehir ilinde faaliyet gösteren bu biyogaz tesislerinden elde edilen 2022 yılı verilerine göre, Kırşehir ili genelinde tarımsal atıklardan elde edilebilecek yıllık toplam biyogaz enerji potansiyeli 11.04 MW yıl<sup>-1</sup>'dir. Biyogaz enerjisi ilde 4.8 MW yıl<sup>-1</sup> ile en fazla Mucur ilçesinden elde edilmektedir. Mucur ilçesini ise toplam 6.24 MW yıl<sup>-1</sup> (3.12 MW yıl<sup>-1</sup> +3.12 MW yıl<sup>-1</sup>) enerji potansiyeli ile Merkez ilçesinde yer alan iki biyogaz tesisi takip etmektedir. Bu enerjinin yaklaşık %1'ini bitkisel atıklar yaklaşık %99'unu ise hayvansal atıklar oluşturmaktadır. Bitkisel atık kaynakları daha çok domates yaprakları, patates, mısır silajı, pancar küspesi ve diğer bütün bitkisel ürün atıklarından oluşmaktadır. Hayvansal atık kaynakları ise ağırlıklı olarak kanatlı hayvan gübreleri, küçükbaş hayvan ve büyükbaş hayvansal atıklardan oluşmaktadır [26]. Bu tesislerden elde edilen katı ve sıvı gübreler ticari olmaksızın üreticilerin kullanımına sunulmaktadır. Biyogaz tesislerinden elde edilen gübreler ceviz üreticileri tarafından tam kapsamlı kullanılmamaktadır. Fakat son bir yıldır üreticiler deneme amaçlı bu gübreleri ceviz bahçelerinde kullanımı söz konusudur.

### 3. CEVİZ YETİŞTİRİCİLİĞİ ve GÜBRELEMENİN ÖNEMİ

Ceviz *Juglandales* takımının, *Juglandaceae* familyasının, *Juglans* cinsine ait bir bitkidir. *Juglans* cinsi 18 türden oluşmakta ve bu cinsin en üstün meyve özelliklerine sahip olan ve en önemli türü ise *Juglans regia*'dir [27]. Cevizde verim ve kaliteyi artırmak için uygun toprak ve iklim şartlarında yetiştiricilik yapılmalıdır. Gübreleme, budama, sulama gibi uygulamalar gerektiği miktarda ve zamanında yapılmalı, zararlılar ve hastalıklar ile mücadele edilmeli, kuraklık ve don gibi çevresel stres koşullarına karşı önlem alınmalıdır [28]. Cevizin anavatanı Türkiye, Irak, İran, Afganistan, Güney Rusya, Hindistan, Mançurya ve Kore'dir [29]. Türkiye, cevizin gen merkezleri arasında yer alıyor olması ve üretim bakımından dünya ülkeleri arasında üçüncü olmasına rağmen, üretim ve ihracatta maalesef istenen seviyede değildir [30], [31]. Dünyada ceviz üretiminin genel durumu Çizelge 3 [32]'de verilmiştir. Tabloya göre; Çin, ABD, Türkiye ve Hindistan dünyanın ceviz üreten ülkelerin başında gelmektedir.

**Tablo 3.** Ceviz üreten ülkelerin 2020 yılına ait üretim alanları (ha), miktarları (ton) ve verimleri (kg da<sup>-1</sup>)

| Ülke       | Alan (ha) | %    | Ülke       | Miktar (ton) | %    | Ülke        | Verim (kg da <sup>-1</sup> ) |
|------------|-----------|------|------------|--------------|------|-------------|------------------------------|
| Çin        | 284 375   | 27.8 | Çin        | 1 100 000    | 33.0 | Romanya     | 2 531                        |
| ABD        | 153 781   | 15.0 | ABD        | 707 604      | 21.2 | Avusturya   | 1 661                        |
| Türkiye    | 141 790   | 13.8 | İran       | 356 666      | 10.7 | Özbekistan  | 952                          |
| Meksika    | 108 771   | 10.6 | Türkiye    | 286 706      | 8.6  | Ukrayna     | 845                          |
| İran       | 59 920    | 5.8  | Meksika    | 164 652      | 4.9  | Pakistan    | 837                          |
| Şili       | 43 328    | 4.2  | Şili       | 158 000      | 4.7  | Peru        | 597                          |
| Fransa     | 24 990    | 2.4  | Ukrayna    | 113 320      | 3.4  | İran        | 595                          |
| Moldova    | 20 947    | 2.0  | Romanya    | 48 350       | 1.4  | Butan       | 576                          |
| Yunanistan | 20 270    | 1.9  | Özbekistan | 47 374       | 1.4  | Mısır       | 517                          |
| Arjantin   | 16 287    | 1.5  | Yunanistan | 36 400       | 1.0  | Kırgızistan | 467                          |
| Dünya      | 1 021 391 | 100  | Dünya      | 3 323 964    | 100  | Dünya       | 325                          |

Türkiye’de önemli ceviz üreticisi illerin 2021 yılına ait üretim miktarları ise Tablo 4 [33]’te verilmiştir.

**Tablo 4.** Türkiye’de önemli ceviz üreticisi illerin 2021 yılına ait üretim miktarları (ton)

| İller         | Miktar (ton) | Pay (%) |
|---------------|--------------|---------|
| Mersin        | 22 598       | 6.95    |
| Kahramanmaraş | 19 237       | 5.91    |
| Bursa         | 18 991       | 5.84    |
| Denizli       | 13 595       | 4.18    |
| Çorum         | 10 986       | 3.38    |
| İzmir         | 10 286       | 3.15    |
| Antalya       | 10 255       | 3.15    |
| Çanakkale     | 10 149       | 3.12    |
| Sakarya       | 10 104       | 3.12    |
| Manisa        | 8 838        | 2.71    |
| Kocaeli       | 8 139        | 2.50    |
| Hakkari       | 7 216        | 2.22    |
| Van           | 7 074        | 2.17    |
| Tokat         | 6 833        | 2.10    |
| Bitlis        | 6 730        | 2.07    |

|                  |         |        |
|------------------|---------|--------|
| Balıkesir        | 6 530   | 2.00   |
| Aydın            | 6 284   | 1.93   |
| Burdur           | 6 088   | 1.87   |
| Kastamonu        | 6 066   | 1.86   |
| Karaman          | 5 193   | 1.59   |
| Toplam (20 İl)   | 201 192 | 61.90  |
| Toplam (Türkiye) | 325 000 | 100.00 |

Kırşehir ili ise ülkemizdeki önemli ceviz üreticisi iller arasında üretim bazında 4.672 ton ile ilk 20 il arasında bulunmamaktadır.

Ülkemizin neredeyse tamamında ceviz üretimi yapılmaktadır. Üretilen cevizin yarısından fazlası 20 ilde yetiştirilmekte ve bu illerden ilk sırayı Mersin almaktadır. Bununla birlikte üretimin %50-60 kadarı 20 ilde gerçekleştirilmektedir.

Topraktan eksilen bitki besin maddelerini toprağa tekrar kazandırılması ile toprağın verim kalitesini arttıran ve tarımsal üretimi iyileştirmeyi amaçlayan bileşiklere gübre denir [34]. Eksilen besin elementlerinin toprağa geri verilmesi ise gübrelemedir [35]. Hayvan, bitki ve insan kaynaklı atıklardan ya da kalıntılardan oluşan organik gübreler bitki besin kaynağını oluşturmaktadır. Bitki besin kaynağı olarak kullanılan önemli gübreler çiftlik gübresi, yeşil gübre, hümik asit, kompost, torf ve biyogaz fermente gübrelerdir [36]. Biyogaz üretiminde oluşan fermente gübreler, biyogaz tesislerinde atık hammaddelerin işlenmesi ve seperatör ile ayrıştırılması sonucu elde edilen, son oluşan sıvı ve katı maddelerdir. Kırşehir’ deki bir biyogaz tesisinden elde edilen sıvı formda (Tablo 5) ve katı formdaki (Tablo 6) biyogaz atığına ait kimyasal içerikler aşağıda verilmiştir.

**Tablo 5.** Sıvı biyogaz atığına ait kimyasal kompozisyon

| Analiz Değişkenleri          | Analiz Verileri | Birim                |
|------------------------------|-----------------|----------------------|
| Tuzluluk (EC)                | 2.89            | dS m <sup>-1</sup>   |
| Nem (70 °C)                  | 91.8            | %                    |
| Organik Madde                | 5.2             | %                    |
| Toplam (Hümik+ Fulvik) Asit  | 1.6             | %                    |
| Toplam Organik Karbon (TOC)  | 2.8             | %                    |
| Toplam Azot (%)              | 0.5             | %                    |
| Nitrat Azotu                 | <0.24           | %                    |
| Amonyum Azotu                | 0.3             | %                    |
| C N <sup>-1</sup> Oranı      | 5.6             |                      |
| Ph                           | 8.5             |                      |
| Toplam Serbest Amino Asitler |                 |                      |
| Ornitin                      | <0.0009         | g 100g <sup>-1</sup> |
| Lizin                        | <0.0039         | g 100g <sup>-1</sup> |



**Tablo 6.** Katı biyogaz atığına ait kimyasal kompozisyon

| Analiz Değişkenleri          | Analiz Verileri | Birim                               |
|------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| Tuzluluk (EC)                | 2.05            | dS m <sup>-1</sup>                  |
| Nem (70 °C)                  | 73.9            | % (Kuru Madde)                      |
| Organik Madde                | 80.1            | % (Kuru Madde)                      |
| Toplam (Hüyük+ Fulvik) Asit  | 44.7            | % (Kuru Madde)                      |
| Toplam Organik Karbon (TOC)  | 43.7            | % (Kuru Madde)                      |
| Toplam Azot (%)              | 2.8             | % (Kuru Madde)                      |
| Nitrat Azotu                 | 1.1             | % (Kuru Madde)                      |
| Amonyum Azotu                | 1.0             | % (Kuru Madde)                      |
| C N <sup>-1</sup> Oranı      | 15.6            |                                     |
| pH                           | 9.1             |                                     |
| Toplam Serbest Amino Asitler |                 |                                     |
| Ornitin                      | <0.0009         | g 100g <sup>-1</sup> (Kuru Maddede) |
| Lizin                        | <0.0039         | g 100g <sup>-1</sup> (Kuru Maddede) |

Bitkilerin gelişmesinde mutlak gerekli olan 17 element vardır. Bunlar, O, C, P, H, N, K, Mg, Ca, Fe, S, B, Mn, Cu, Zn, Mo, Cl, Na'dur [37]. Makro elementler, O, C, H, K, N, S, P, Ca, Mg, (Na, Si); mikro elementler ise Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B ve Cl'dür [38]. İç Anadolu Bölgesindeki bazı illerde ceviz yetiştiriciliği sorunları ve çözüm yolları üzerine yapılan bir çalışmada Niğde, Nevşehir ve Kırşehir'deki üreticilerin %71.43'ünün yaprak analizi yaptırıldıkları bildirilmiştir. Ancak aynı çalışmaya göre, ceviz üreticilerinin çok bilinçli bitki besleme programı uygulamadıkları, üreticilerin bazılarının sadece toprak, bazılarının ise sadece yaprak analizi yaptırarak gübreleme yaptıkları anlaşılmaktadır [39]. Ceviz bahçesi tesisinde dikim öncesinde K, Mg ve kireç ihtiyacı karşılanmalıdır. Cevizin en önemli bitki besin maddesi ihtiyacı azottur. Orta ve ağır topraklarda hasattan sonra 10-15 kg da<sup>-1</sup> azotlu gübre verilmelidir. 2-10 yaş arasındaki ağaçlara 10-12 kg ağaç<sup>-1</sup>, olgun ağaçlara ise 20-40 kg süperfosfat atılmalıdır. Ceviz iç dolgunluğu ve iç kalitesi için toprakta fosfor elementinin noksanlığı mutlaka giderilmelidir. Potasyum fazlalığında Mg alımı azalmakta olduğundan dolayı potasyumlu gübre kullanımında daha dikkatli olunmalıdır. Çinko uygulaması ZnSO<sub>4</sub> şeklinde 2.5-5.0 kg ağaç<sup>-1</sup> şeklinde uygulanmalıdır. Demir ihtiyacı ise 25-50 kg toz kükürdün uygulanması ile giderilebilmektedir. Bor noksanlığında ise 2 kg boraks toprağa serpilerek kullanılması tavsiye edilmektedir. Mangan noksanlığında mangan sülfat çözeltisi ağaçlara püskürtülerek kullanılabilir. Bakır noksanlığı için 5 kg bakır sülfat ile 5 kg sönmüş kirecin 400 litre suda çözündürülmesi ile elde edilen bordo bulamacının Haziran başlarında uygulanması gerekmektedir. Magnezyum noksanlığı için 2.5 kg magnezyum sülfat çözeltisi Haziran başlarında ağaçlara püskürtülmelidir. Bununla beraber kullanılacak gübrelerin cinsi, miktarı, verilme şekli ve zamanının tespiti için mutlaka toprak ve yaprak analizlerinin yapılması gerekmektedir [40], [41].

#### **4. BİYOGAZ ATIKLARININ CEVİZ ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARI**

Biyogaz tesislerinin bir çıktısı olan katı ve sıvı gübreler toprağın mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapılarını iyileştirmesi sebebiyle güvenilir organik gübrelerdir. Hümik asit bakımından zengin olan bu fermente gübreler bitkilerin besin maddesi alımını arttırmakta ve metal alımını kısıtlamaktadır [6]. En iyi bilinen özelliği; yeterli oranda yarayışlı bitki besin maddelerini içermesi, kullanıldığı toprağın içeriğini iyileştirmesi ile ürün verimini ve kalitesini artırması, çevreci ve uzun vadede kullanıldığında ekonomik bir gübre olması sayılabilmektedir [42].

Ülkemizde son yıllarda kanalizasyon ve kentsel katı atık arıtma tesisleri yanında yoğun çiftlik hayvancılığı sonucu açığa çıkan katı atıkların değerlendirilmesi amacıyla biyogaz üretim tesisleri de yaygınlaşmaktadır. Bu tesislerden elde edilen fermente gübreler bazen mineral gübrelerle karıştırılmak suretiyle daha verimli şekle dönüştürülmektedir [43]. Bu gübrelerin çiftçiler tarafından kullanılıp ve bu kullanımın da süreklilik sağlamasını teşvik etmek amacıyla bazı biyogaz tesisleri elde ettikleri fermente gübreleri çiftçilere ücretsiz olarak vermektedir.

Biyogaz atıklarının bitkisel üretimde bitki veriminin artırılması veya kalite kriterlerine olan etkileri gibi agronomik ya da biyoteknolojik akademik çalışmalar henüz yeterli değildir. Bu konuda yapılmış birkaç tane yüksek lisans tezi ve makale mevcuttur. Bu çalışmaların tamamı bitkilerin verim ve kalite kriterleri üzerinedir. Bu konuda çalışmalar son beş yılda başlamış ve domates, buğday, marul, mısır, sorgum ve arpa üzerine yapılmıştır.

Koçar ve ark. (2018), domates (*Solanum lycopersicon* L.) bitkisinin fide üretiminde perlit, zeolit, torf ve fermente gübrenin farklı kombinasyonlarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında zeolit, torf ve fermente gübrenin (1:100:15) birlikte kullanıldığı uygulamanın diğer uygulamalara göre çimlenmeyi %8 oranında artırdığı sonucuna varmışlardır [44]. Aynı yıl Yaraşır (2018), yaptığı çalışmada ise 0, 9, 18 kg da<sup>-1</sup> dozlarında azotlu mineral gübre ve 0, 1, 2, 3, 4 ton da<sup>-1</sup> dozlarında sıvı biyogaz atık gübre dozları ile karışımlarını Ceyhan-99 buğday çeşidinin verim ve kalitesi üzerine etkilerini incelemiştir. Sıvı biyogaz atıklarının başak sayısının metrekarede miktarı, bitki boyu, başakta tane sayısı, bayrak yaprak alan miktarı, tane verimi, tanede kül oranı, bin tane ağırlığı, tanede lif oranı, tek başak ağırlığı, hektolitre ağırlığı, tek başak verimine en iyi etkinin 3 ton da<sup>-1</sup> sıvı biyogaz atığı ile 18 kg da<sup>-1</sup> mineral azot dozu kombinasyonundan elde ettiğini bildirmiştir [45].

Baştabak (2019), organik madde bakımından değerli olan fermente gübrenin marul bitkisinin üç farklı gelişme dönemine olan etkisini incelemiş ve biyogaz fermente ürünü (BFÜ) gübreyi; katı ortam kültürü faaliyetinde, fide yetiştiriciliğinde ve tohum ön işleme uygulamalarında kullanılabilecek katma değeri yüksek bir ürün olarak ifade etmiştir [6].

Yaraşır (2018), mısırdaki yapmış olduğu çalışmada, üç farklı katı biyogaz dozunun (0, 2 ve 4 ton da<sup>-1</sup>), iki farklı mineral azot dozu (0 ve 20 kg da<sup>-1</sup>) ve sıvı biyogazın üç değişik dozu (0.0, 2.5, 5.0 ton da<sup>-1</sup>) ve bunların kombinasyonlarının bazı agronomik, kalite özellikleri ve tane verimine olan etkilerini incelemiştir. Hem katı hem sıvı biyogaz atığı gübrelerin mısır üretiminde diğer organik gübrelere alternatif olarak kullanılabileceğini tavsiye etmişlerdir [45]. İbil (2019), sorgum-sudanotu melezinin [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] Rox çeşidi ile sorgum bitkisinin (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Mtapf) Gözde-80 çeşidi ile yaptığı

çalışmada, Aydın ekolojik koşullarında 5 farklı katı biyogaz dozu (0, 500, 1000, 1500, 2000 kg da<sup>-1</sup>) uygulamasının verim ve kalite üzerine etkilerini incelemiştir. Katı biyogazın kullanılan çeşitlerin yaprak sayısı, kuru ot verimi, bitki boyu gibi verim öğeleri ve NDF, ADL, ADF, ham protein oranı gibi kalite parametreleri üzerine etkileri üzerine herhangi bir doz önerisinde bulunmamıştır [46].

Kara ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada 0, 9, 18 kg da<sup>-1</sup> azotlu mineral gübre ve 0, 2, 4, 6, 8 ton da<sup>-1</sup> katı biyogaz dozu ile bunların kombinasyonlarının buğdayın antioksidan aktivitesi ve fenol içeriği üzerine etkisini araştırmışlardır. Maksimum fenol içeriği 331.99 µg GAE g<sup>-1</sup> ile 2 ton da<sup>-1</sup> katı biyogaz uygulaması ve 18 kg saf N da<sup>-1</sup> uygulamasından elde edilmiştir. Antioksidan aktivite değerleri ise %16.17-29.68 arasında değişmiş olup, en yüksek değer 2 ton da<sup>-1</sup> katı biyogaz atık ve 18 kg saf N da<sup>-1</sup> uygulamasından elde edilmiştir. Çalışmada en iyi sonuçlar 18 kg da<sup>-1</sup> mineral azot ile 2 ton da<sup>-1</sup> katı biyogaz atığı karışımından elde edilmiştir [47].

Demirel ve Ereku (2020), yapmış oldukları çalışmada BFÜ gübre uygulamasının buğdayın gelişimi ve mineral beslenmesine etkisini araştırmıştır. BFÜ'nün toprağın yarayışlı besin elementi içeriklerini iyileştirerek buğdayın mineral beslenmesini ve topraktan almış olduğu besin elementi miktarlarını olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir [48].

Hacıüstemoğlu (2021), biyogaz üretimi sonucu ortaya çıkan organik gübre ile ayrı ayrı yerlerde ya da bir arada uygulanan potasyum (*K*), fosfor (*P*) ve azot (*N*)'un buğdayın (*Triticum aestivum* L.) besin elementleri alımı ve gelişimi üzerine etkisini incelemiştir. Sera koşullarında oluşturulan saksı denemeleri sonuçlarına göre, BFÜ gübrenin bitki besin elementleriyle bir arada bitki gelişimi üzerindeki etkisinin olumlu olduğu tespit edilmiştir. Uygulamanın tüm saksıya karıştırma ve özellikle de yüzeyin 5 cm altına yapıldığında daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir [43].Yaylacı (2020), çiftlik gübresinden elde edilen biyogazın, Tarm-92 arpa çeşidinde kalite özellikleri, verim ve verim öğeleri ile üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışmada farklı dozlarda (0, 1, 2, 3 ve 4 ton da<sup>-1</sup>) biyogaz atığı uygulanmıştır. Araştırmada incelenen özellikler üzerine biyogaz atığı uygulamaları olumlu etkide bulunmuş, arpa yetiştiriciliğinde 3 ton da<sup>-1</sup> biyogaz atığının hem kalite özellikleri hem verim üzerinde en iyi sonuçları verdiği ifade edilmiştir [49].

Ülkemiz için çok değerli bir meyve olan ceviz üretimi için biyogaz ürünü olan fermente gübrenin kullanımı hem verimi hem de ürün kalitesini arttıracaktır. Ceviz bahçelerindeki toprak içeriğinin organik madde miktarına bağlı olarak değişebilecek verim miktarı toprak analizine bağlıdır. Eğer organik madde yönünden çok fakir bir toprak değil ise kullanılabilir olan bir

biyogaz çıktısı olan organik gübre bitki boyunu ve bitki vejetasyonunu artırarak verimi %30-35 arttırabilmektedir. Türkiye’de de önemli bir potansiyele sahip ceviz bahçelerinde bu gübrelerin uygulanması gelecek açısından önem arz etmektedir.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tarımsal ve kentsel artıkların en doğru biçimde değerlendirilip organik maddesi düşük topraklara ilave edilmesi Türkiye’de tarım sektörünün öncelikli hedeflerinden olması gerekmektedir. Ayrıca, ortaya çıkan atıkların çevresel riskler oluşturmasının da önüne geçilmesi sağlanabilmelidir. Üzerinde yaşadığımız dünyanın ekosistemini korumak, daha temiz ve verimli üretim sağlamak için evrensel eylemler gerekmektedir.

Türkiye’nin enerji tüketiminde dışa bağımlılığının azaltılması, organik atıkların değerlendirilmesi ile bu atıkların yararlı bir şekilde toprağa geri kazandırılması biyogaz tesis sayısının artırılması ile mümkündür. Atıkların toprağa kazandırılması biyogazın bir çıktısı olan fermente gübreler ile sağlanabilmektedir.

Günümüzde üreticilerin büyük bir kısmının klasik kimyasal gübre kullanımını tercih etmelerinden dolayı ülkemizde fermente gübrelerin çok yaygın kullanıma sahip olmadığını görmekteyiz. Türkiye’nin birçok ilinde biyogaz üretimi sonucu açığa çıkan fermente gübrenin ticari satışını yapan firmalar bulunmaktadır. Üretici toprak analizini yaptırıp bitki isteğine göre satış noktalarından istediği içeriğe sahip fermente gübreye ulaşabilmektedir. Fermente gübre, istediği içeriğe sahip değil ise, fermente gübrenin içeriğinin dışında bu gübreye fiziksel olarak eklenmiş minerallerden oluşmuş organomineral gübreleri tercih edebilirler.

Ceviz üreticileri de toprak analizleri sonucunda kullanabilecekleri fermente gübre veya organomineral gübreleri tercih ederek Türkiye’de önemli bir ekonomik potansiyele sahip bu meyve türünün ceviz bahçelerine uygulanması ile hem verim artışını sağlayan hem de ürün kalitesini arttıran bir sonuca varabilirler. Ceviz ülkemizde birçok sektörde kullanılmaktadır. Ayrıca ceviz kabuğu atıkları biyokütle üretiminde de önemli bir hammaddedir. Türkiye ceviz üretiminde dünya üçüncüsü olmasına rağmen verimde dünya ortalamasının altındadır. Verim düşüklüğü sorununun ortadan kaldırılmasında organik içeriği yüksek gübrelerin kullanımı kaçınılmazdır. Çevre dostu olan biyogaz fermente gübrelerin ülkemiz ceviz üretiminde kullanımı hem cevizin verim ve kalitesini artıracak hem de toprak verimliliğinin artmasına sebep olarak sürdürülebilir tarıma da katkı sağlayacaktır.

### **Teşekkür**

Çalışmamızda etik kurul izni gerekmemiştir ve çalışmamız araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır. Yazarlar çalışmaya ortak katkı sağlamıştır.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

### **Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı**

Çalışma, araştırma ve yayın etiğine uygundur.

### **KAYNAKLAR**

- [1] M. Topal, ve E.I. Arslan, ‘*Biyokütle Enerjisi ve Türkiye,*’ VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 17, 19, 2008.
- [2] R. Atelge, ‘Kısmi Yük Koşullarında Dizel-Biyogaz Kullanılarak Çift Yakıtlı Dizel Motorun Enerji ve Ekserji Analizi,’ *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi,* (27): 334-346, 2021.
- [3] <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-biyokutle>.
- [4] E. Koç ve K. Kaya, ‘ Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu,’ *Mühendis ve Makina,* 56(668): 36- 47, 2015.
- [5] H. H. Öztürk, ‘*Yenilenebilir Enerji Kaynakları,*’ Birsen Yayınevi, pp.667, İstanbul, 2021.
- [6] B. Baştabak, ‘Biyogaz Sistemlerinden Elde Edilen Fermente Gübrenin Marul Yetiştiriciliğinde Bitki Gelişimine Etkilerinin İncelenmesi,’ Yüksek Lisans, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019.
- [7] S. Saraçoğlu, ‘Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Biyokütle Üretiminin Dünya’da ve Türkiye’de Durumu,’ *Fiscaoeconomia,* 1(3): 126-155, 2017.
- [8] M. Taşova ve G. Ergüneş, ‘Determination of Biomass Potential and Energy Values of Walnut (*Juglans regia* L.) Wastes: Case of Tokat Province,’ *ISVOS Journal,* 2(2): 67-72, 2018.
- [9] Ç. F. Kılıç, ‘Biyogaz, Önemi, Genel Durumu ve Türkiye'deki Yeri,’ *Mühendis ve Makine Dergisi,* 52 (617): 94- 106, 2011.
- [10] S. Işık ve S. Yavuz, ‘Biyokütleden Elde Edilen Biyoyakıtlara Genel Bir Bakış,’ *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi,* (34): 193-201, 2022.

- [11] H. Şenol, E. A. Elibol, Ü. Açıklık ve M. Şenol, ‘Türkiye’de Biyogaz Üretimi İçin Başlıca Biyokütle Kaynakları,’ *Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6 (2): 81-92, 2017.
- [12] N. Mutlu, M. Tolay, C. Karaca ve H. H. Öztürk, ‘Biyokütle Gazlaştırma Teknolojisindeki Gelişmeler,’ *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 15 (2): 53-59, 2020.
- [13] Anonim 2022a. Biyokütle. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-biyokutle> (Erişim tarihi: 26.08.2022).
- [14] Y. Ulusoy, R. Arslan, A. H. Ulukardeşler, C. Kaplan, B. Kul ve R. Arslan, ‘Bursa İli Tarımsal Organik Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyeli ve Biyogazın Dizel Motorlarda Yakıt Olarak Kullanımının İncelenmesi,’ *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 29(2), 2015.
- [15] F. Y. Şahin, ‘Enerji Üretimi Bakımından Karadeniz Bölgesi’nin Biyokütle Potansiyeli ve Bölgenin Ekonomisine Katkısı,’ Yüksek Lisans, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 2019.
- [16] S. Erşahin, ‘Toprak Amenajmanı Tarımda Sürdürülebilirlik ve Çevre Kalitesi,’ *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No:56, Ders Notları Serisi No:21, Tokat, 2001.
- [17] Z. Bayramoğlu, ‘Tarımsal Verimlilik ve Önemi,’ *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 24(3): 52-61, 2010.
- [18] N. Küren, ‘Farklı Su Stresli Koşullarında Yetiştirilen Buğday Bitkisinde Biyogaz Atığı Kompostunun Rizosfer Mikrobiyolojisine Etkisi,’ Yüksek Lisans, Ondokuz Mayıs Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018.
- [19] S. Anacak ve E. Özdemir, ‘*Biyogaz Tesisi Çıktısı Sıvı Fermente Gübre Yönetimi*,’ Organomineral Gübre Çalıştayı, İstanbul, p:206, 2018.
- [20] F. Tufaner ve Y. Avşar, ‘*Yenilenebilir Bir Enerji Kaynağı Olarak Organik İçeriği Yüksek Atıklardan Biyogaz Üretim Teknolojisi*,’ Adıyaman Üniversitesi Bilim, Kültür ve Sanat Sempozyumu, 2014.
- [21] J. Gülen ve Ç. Çeşmeli, ‘Biyogaz Hakkında Genel Bilgi ve Yan Ürünlerinin Kullanım Alanları,’ *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 5(1): 65-84, 2012.
- [22] H. Çelikkaya, Fırat Kalkınma Ajansı, Biyogaz. Erişim adresi: <https://fka.gov.tr>. 2016.
- [23] Y. Korkmaz, S. Aykanat ve A. Çil, ‘Organik Atıklardan Biyogaz ve Enerji Üretimi,’ *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 1, 489-497, 2012.

- [24] S. Çakal ve S. Çelik, ‘Türkiye Genelinde En Çok Yetiştirilen Tarımsal Ürünlerin Atıklarının Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi,’ *El-Cezeri*, 9(1):1-11, 2022.
- [25] Anonim 2022b. 2022 Yılı Biyogaz Yekdem Listesi. <https://biyogazder.org/biyogaz-tesisleri/> (Erişim tarihi:26.11.2022).
- [26] S. Boyacı, ‘Determination of Biogas Potential from Animal Waste in Kırşehir Province,’ *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(4), 447-455, 2017.
- [27] S. Bayazit, H. Tefek ve O. Çalışkan, ‘Türkiye’de Ceviz (*Juglans regia* L.) Araştırmaları,’ *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1):169-179, 2016.
- [28] N. Kılıç, ‘Ceviz Yetiştiriciliğinde Kaolin Uygulamasının Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri,’ Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.
- [29] E. Canhoş, N. Öztürk, M. Sütyemez, S. T. Demiray ve A. Hazır, ‘Ceviz,’ Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK). Tarım, Ormancılık ve Veterinerlik Araştırma Grubu Yayını (69 p.), 54-68, 2014.
- [30] E. Kapluhan, ‘Ziraat Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Kaman İlçesinde (Kırşehir) Ceviz Üretim Faaliyetleri,’ *Marmara Coğrafya Dergisi*, (32): 147-170, 2015.
- [31] T. Karadeniz ve E. Güler, ‘Cumhuriyetin İlk Yıllarından Günümüze Ceviz Yetiştiriciliği,’ *Bahçe*, 46 (özel sayı 2): 53 – 56, 2017.
- [32] Anonim 2022c. ‘Food and Agriculture Organisation.’ Data. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: 1.11.2022).
- [33] Anonim 2022d. ‘Bitkisel Üretim İstatistikleri.’ <http://www.tuik.gov.tr/tarım> (Erişim tarihi: 1.10.2022).
- [34] U. Yıldırım, ‘Trakya Bölgesinde Tarımsal Gübre Kullanımının Analizi,’ Yüksek Lisans, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2020.
- [35] S. Taban ve Ö. Şahin, *GübreKullanımının Öyküsü*, Erişim adresi: <https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php>, 2022.
- [36] E. Beşeli, ‘Gübrelemenin Bazı Toprak Karakterleri ve Bitki Gelişimine Etkisi,’ Yüksek Lisans, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2021.
- [37] B. Kacar, ‘*Gübre Bilgisi*’ (4. Basım). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara. 397p. 1994.
- [38] M. Aktaş, ‘*Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği*,’ (3. Baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara. 33p. 1995.



- [39] H. İ. Oğuz, O. Gökdoğan ve M. F. Baran, ‘İç Anadolu Bölgesinin Bazı İllerinde Ceviz Yetiştiriciliğinin Sorunları ve Çözüm Yolları,’ *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 3(2): 105-113, 2016.
- [40] S. M. Şen, ‘Ceviz Yetiştiriciliği Besin Değeri ve Folklorü,’ (4. Baskı). ÜÇM Yayıncılık, Ankara. 99p. 2011.
- [41] V. Yurtkulu, ‘Ceviz Bahçe Tesisi Projesi Fizibilite Raporu ve Yatırımcı Rehberi,’ T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Ankara. 2020.
- [42] A. Yılmaz, S. Ünvar, T. Koca ve A. Koçer, ‘Türkiye’de Biyogaz Üretimi ve Biyogaz Üretimi İstatistik Bilgileri,’ *Technological Applied Sciences*, 12(4): 218-232, 2017.
- [43] K. D. Hacırüstemoğlu, ‘Biyogaz Tesisi Kaynaklı Organik Gübrenin Model Bitki Buğdayın Gelişimi ve Besin Elementleri Alımı Üzerine Etkisi,’ Yüksek Lisans, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2021.
- [44] G. Koçar, B. Baştabak ve B. G. Yağbasan, ‘Biyogaz Sistemlerinden Elde Edilen Kurutulmuş Fermente Gübrenin *solanum lycopersicon* L. Fide Üretiminde Kullanılabilirliğinin İncelenmesi,’ *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, Özel Sayı, 2018.
- [45] N. Yaraşır, ‘Farklı Dozlarda Sıvı Biyogaz Atıklarının Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi,’ Yüksek Lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018.
- [46] A. İbil, ‘Farklı Katı ve Sıvı Biyogaz Atıklarının Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisinin Verim ve Kalitesi Üzerine Etkisi,’ Yüksek Lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019.
- [47] E. Kara, M. Sürmen, H. Erdoğan, ‘Katı Biyogaz Atığı Uygulamalarının Sorgum ve Sorgum x Sudanotu Melezi Bitkilerinde Yem Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri,’ *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5(2): 355 - 36, 2019.
- [48] M. Demirel ve O. Ereku, ‘Farklı Dozlarda Katı Biyogaz Atıklarının Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinin Toplam Fenol İçeriği ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi,’ *Ziraat Fakültesi Dergisi Türkiye 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı*:87-94, 2020.
- [49] C. Yaylacı, ‘Biyogaz Fermantasyon Ürünü ve Farklı NPK Seviyelerinin Buğdayın Gelişimi ve Mineral Beslenmesine Etkisi,’ Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 2020.

Elmas Yağmur, Sevil Sağlam Yılmaz, “ Kırşehir İlinin Biyogaz Atık Potansiyelinin Ceviz (*Juglans regia* L.) Üretiminde Kullanılabilirliği ”, *Yekarum e-Dergi*, 9 / 1 (2024) 45-61

[50] R. Karaman, ve C. Türkay, ‘ Arpada (*Hordeum vulgare* L.) Biyogaz Atığı Uygulamalarının Agronomik ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi,’ *Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi*, 59 (4):633-643, 2022.