



T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



# TR22 Bölgesi Biyoçar Üretim Potansiyeli Analiz Raporu

Hayvansal Atıkların Biyoçar Üretimi Açısından Değerlendirilmesi  
**2026**



# Yayın Künyesi

## Yayın sahibi

### Güney Marmara Kalkınma Ajansı

Paşa Alanı Mahallesi, A. Gaffar Okkan Caddesi No: 36/1, 10020 Karesi / Balıkesir

Balıkesir Ofisi: (0266) 246 10 00 · Çanakkale Ofisi: (0286) 211 00 81 · Faks: (0266) 246 17 00

info@gmka.gov.tr · www.gmka.gov.tr

## Yayın adı

TR22 Bölgesi Biyoçar Üretim Potansiyeli Analizi

## Alt başlık

Hayvansal Atıkların Biyoçar Üretimi Açısından Değerlendirilmesi

### Yasal uyarı ve kullanım koşulları

Bu yayında yer alan analiz ve değerlendirmeler, belirtilen kaynaklardan elde edilen veriler varsayımlara dayanmaktadır. Hesaplanan değerler teorik potansiyeli ifade eder; yatırım kararlarına esas teşkil edecek fizibilite çalışmalarının yerini almaz. Kaynak gösterilmek kaydıyla alıntı yapılabilir. Kalkınma Ajansı yayınları bedelsizdir, satılamaz.

# Önsöz

İklim değışikliğıyle mücadele, kaynakların verimli kullanılması ve döngüsel ekonominin geliştirilmesi, bölgesel kalkınma politikalarının önemli unsurları arasında yer almaktadır. Bu çerçevede, bölgelerde ortaya çıkan organik atıkların yalnızca bertaraf edilmesi gereken bir kaynak olarak değil, ekonomik ve çevresel değere dönüştürülebilecek bir potansiyel olarak ele alınması önem taşımaktadır.

TR22 Bölgesi, güçlü tarımsal ve hayvansal üretim yapısı nedeniyle önemli miktarda organik atık kaynağına sahiptir. Güney Marmara Kalkınma Ajansı tarafından 2026 yılında hazırlanan “TR22 Bölgesi Biyogaz ve Biyoatık Potansiyeli Analiz Raporu” ile bölgedeki hayvansal ve evsel biyobozunur atıkların mevcut potansiyeli ortaya konulmuştur.

Bu çalışma, söz konusu mevcut verilerden hareketle hayvansal atıkların biyoçar üretimi açısından değerlendirilmesine odaklanmaktadır. Organik atıkların biyoçara dönüştürülmesi; atıkların yeniden değerlendirilmesi, toprağın desteklenmesi ve karbonun daha uzun süreli olarak tutulmasına katkı sağlanması açısından önemli bir fırsat sunmaktadır.

Çalışma kapsamında, TR22 Bölgesi'nde mevcut hayvansal atık potansiyeli kullanılarak biyoçar üretim potansiyeli ve bunun karbon yönetimi açısından taşıdığı potansiyel değerlendirilmiştir. Bunun yanında biyoçarın toprak yönetimi, iklim değışikliğıyle mücadele ve döngüsel ekonomi açısından sağlayabileceğı katkılar ele alınmıştır.

Bu çalışmanın, TR22 Bölgesi'nde organik atıkların daha etkin değerlendirilmesine ve toprak, iklim ve kaynak yönetimini birlikte ele alan yeni uygulamaların geliştirilmesine katkı sağlaması temenni edilmektedir.

**Güney Marmara Kalkınma Ajansı**

Genel Sekreterlik

# İçindekiler

|                                                               |   |
|---------------------------------------------------------------|---|
| Önsöz .....                                                   | 1 |
| 1. Yönetici Özeti.....                                        | 1 |
| 2. Giriş ve Amaç .....                                        | 2 |
| 2.1. Çalışmanın Amacı .....                                   | 2 |
| 2.2. Çalışmanın Kapsamı .....                                 | 2 |
| 3. Biyokütle Verisi ve Biyoçar İçin Değerlendirme .....       | 3 |
| 3.1. Mevcut Atık Potansiyeli .....                            | 3 |
| 3.2. Biyoçar Açısından Değerlendirme .....                    | 3 |
| 4. Teorik Biyoçar Potansiyeli .....                           | 4 |
| 5. Biyoçarın Karbon İçeriği ve CO <sub>2</sub> Eşdeğeri ..... | 5 |
| 6. Toprak ve İklim Açısından Değerlendirme .....              | 7 |
| 6.1. Toprak Yönetimi Açısından Potansiyel .....               | 7 |
| 6.2. İklim Değişikliği Açısından Potansiyel.....              | 8 |
| 6.3. Döngüsel Ekonomi Açısından Değerlendirme .....           | 8 |
| 7. Sonuç ve Öneriler .....                                    | 8 |
| 7.1. Sonuç .....                                              | 8 |
| 7.2. Öneriler.....                                            | 9 |

## Tablolar Listesi

|                                                             |   |
|-------------------------------------------------------------|---|
| Tablo 1. TR22 Bölgesi Mevcut Organik Atık Potansiyeli ..... | 3 |
| Tablo 2. TR22 Bölgesi Teorik Biyoçar Potansiyeli .....      | 5 |
| Tablo 3. Temel Senaryoda Karbon Potansiyeli .....           | 6 |

## Şekiller Listesi

|                                                       |   |
|-------------------------------------------------------|---|
| Şekil 1. Öne Çıkan Sonuçlar.....                      | 1 |
| Şekil 2. Biyoçar Proses Akışı .....                   | 4 |
| Şekil 3. Teorik Biyoçar Potansiyeli Senaryosu .....   | 4 |
| Şekil 4. Biyoçarın Karbon Dönüşümü.....               | 6 |
| Şekil 5. Toprak ve İklim Açısından Değerlendirme..... | 7 |
| Şekil 6. Önerilen Uygulama Yaklaşımı .....            | 9 |

## Kısaltmalar / Terimler Listesi

| Kısaltma / Terim                               | Açıklama                                                                                               |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TR22                                           | Balıkesir ve Çanakkale illerini kapsayan İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması Düzey 2 bölgesi   |
| CO <sub>2</sub>                                | Karbondioksit                                                                                          |
| CO <sub>2</sub> -eşdeğeri (CO <sub>2</sub> -e) | Farklı sera gazlarının karbondioksit cinsinden ifade edilen karşılığı                                  |
| C                                              | Karbon                                                                                                 |
| t/yıl                                          | Ton/yıl                                                                                                |
| Biyoçar                                        | Organik materyalin oksijenin sınırlı olduğu koşullarda ısıtılmasından elde edilen karbonca zengin ürün |
| Piroliz                                        | Organik materyalin oksijenin sınırlı veya oksijensiz ortamda ısıtılarak parçalanması                   |
| Biyokütle                                      | Biyolojik kökenli organik kaynakların genel adı                                                        |

# 1. Yönetici Özeti

TR22 Bölgesi, sahip olduğu güçlü hayvancılık yapısı sayesinde önemli miktarda hayvansal atık ortaya çıkarmaktadır. Bu atıklar yalnızca enerji üretiminde değil, toprakların iyileştirilmesi ve karbonun toprakta tutulması amacıyla da değerlendirilebilecek bir kaynak niteliğindedir.

Güney Marmara Kalkınma Ajansı tarafından 2026 yılında hazırlanan TR22 Bölgesi Biyogaz ve Biyoatık Potansiyeli Analiz Raporu kapsamında, bölgede yıllık yaklaşık 1,33 milyon ton toplanabilir hayvansal atık bulunduğu ortaya konulmuştur.

Bu çalışma, daha önce belirlenen bu atık potansiyelini farklı bir açıdan ele almakta ve biyoçar üretiminde değerlendirilmesi durumunda ortaya çıkabilecek potansiyeli incelemektedir. Biyoçar, organik atıkların oksijenin sınırlı olduğu koşullarda ısıtılmasıyla elde edilen ve toprak uygulamalarında değerlendirilebilen karbonca zengin bir üründür.[5] Bu yöntem sayesinde atıkların azaltılmasının yanı sıra toprağa karbon kazandırılması ve kaynakların daha verimli kullanılması mümkün olabilmektedir.

Mevcut veriler üzerinden yapılan hesaplama göre, temel senaryoda TR22 Bölgesi'ndeki hayvansal atıkların biyoçara dönüştürülmesiyle yılda yaklaşık 465.811 ton biyoçar üretilebileceği öngörülmektedir. Bu miktarın yaklaşık %40 karbon içerdiği varsayımıyla, yılda yaklaşık 186.324 ton karbon içeriğine karşılık gelen bir potansiyel bulunmaktadır. Bu karbon miktarının CO<sub>2</sub> eşdeğeri yaklaşık 683.190 ton/yıl olarak hesaplanmaktadır.

Çalışmanın amacı, TR22 Bölgesi'nde mevcut organik atıkların biyoçar üretimi açısından değerlendirilmesi ve bu yaklaşımın bölgenin toprak yönetimi, döngüsel ekonomi ve karbon yönetimine sağlayabileceği potansiyelin ortaya konulmasıdır.



Şekil 1. Öne Çıkan Sonuçlar

## 2. Giriş ve Amaç

### 2.1. Çalışmanın Amacı

TR22 Bölgesi, sahip olduğu hayvancılık faaliyetleri nedeniyle önemli miktarda organik atık oluşumuna sahiptir. Bu atıkların değerlendirilmesinde biyogaz gibi enerji üretimine yönelik uygulamaların yanı sıra, toprağın iyileştirilmesi ve karbonun toprakta tutulmasına katkı sağlayabilecek yöntemlerin de ele alınması önem taşımaktadır.

Bu çalışma, Güney Marmara Kalkınma Ajansı tarafından 2026 yılında hazırlanan TR22 Bölgesi Biyogaz ve Biyoatık Potansiyeli Analiz Raporu kapsamında ortaya konulan mevcut organik atık verilerinden yararlanarak, bu kaynakların biyoçar üretimi açısından değerlendirilmesini amaçlamaktadır.

Çalışmanın amacı, TR22 Bölgesi'nde mevcut organik atıkların biyoçar üretimi açısından değerlendirilmesi ve bu yaklaşımın bölgenin toprak yönetimi, döngüsel ekonomi ve karbon yönetimine sağlayabileceği potansiyelin ortaya konulmasıdır.

Bu kapsamda, önceki çalışmada belirlenen yıllık 1.330.889 ton toplanabilir hayvansal atık miktarı, biyoçar üretim potansiyelinin sayısal olarak değerlendirilmesinde temel veri olarak kullanılmıştır. Evsel biyobozunur atıklar ise mevcut veri setindeki karakterizasyon sınırlılıkları nedeniyle sayısal biyoçar hesabına dahil edilmemiş, potansiyel bir kaynak olarak nitel olarak değerlendirilmiştir.

### 2.2. Çalışmanın Kapsamı

Çalışma; önceki çalışmada belirlenen hayvansal atık potansiyelinin biyoçar üretimi açısından yeniden değerlendirilmesi, farklı üretim verimi senaryolarına göre biyoçar üretim potansiyelinin hesaplanması ve elde edilen biyoçarın karbon içeriği ile toprak ve iklim açısından sağlayabileceği potansiyelin ortaya konulması üzerine kuruludur.

Bu doğrultuda çalışmada;

- Mevcut toplanabilir hayvansal atık miktarı,
- Biyoçar üretim verimi,
- Biyoçar üretim potansiyeli,
- Biyoçarın karbon içeriği ve CO<sub>2</sub> eşdeğeri,
- Toprak ve iklim açısından sağlayabileceği katkılar ele alınmıştır.

Evsel biyobozunur atıklar, mevcut veri setinde biyoçar üretimine yönelik yeterli hammadde karakterizasyonu bulunmaması nedeniyle sayısal potansiyel hesabına dahil edilmemiş, potansiyel bir kaynak olarak nitel olarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışma bir tesis fizibilitesi veya yatırım projesi değildir. Hesaplanan değerler bölgesel teorik potansiyeli göstermekte olup, gerçek üretim koşullarının belirlenmesi için hammadde ve ürün analizleri ile tesis bazlı fizibilite çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

### 3. Biyokütle Verisi ve Biyoçar İçin Değerlendirme

TR22 Bölgesi'nde biyoçar üretimi açısından değerlendirilebilecek organik atık kaynaklarının belirlenmesinde, Güney Marmara Kalkınma Ajansı tarafından 2026 yılında hazırlanan TR22 Bölgesi Biyogaz ve Biyoatık Potansiyeli Analiz Raporu kapsamında ortaya konulan mevcut veriler esas alınmıştır. Önceki çalışmada bölgede hayvansal atıklar ile evsel biyobozunur atıklar değerlendirilmiştir.

#### 3.1. Mevcut Atık Potansiyeli

Önceki raporda TR22 Bölgesi için yıllık 1.330.889 ton toplanabilir hayvansal atık potansiyeli belirlenmiştir. [3] Bu miktarın 992.829 tonu Balıkesir, 338.060 tonu ise Çanakkale kaynaklıdır.

Bunun yanında bölgede yıllık 224.116 ton evsel biyobozunur atık oluştuğu hesaplanmıştır. [3] Bu miktar Balıkesir için 177.116 ton, Çanakkale için ise 47.000 tondur.

| Atık Kaynağı      | TR22 Bölgesi(ton/yıl) | Biyoçar Hesabındaki Yaklaşım |
|-------------------|-----------------------|------------------------------|
| Hayvansal         | 1.330.889             | Sayısal hesaplama dahil      |
| Evsel Biyobozunur | 224.116               | Nitel olarak değerlendirildi |

Tablo 1. TR22 Bölgesi Mevcut Organik Atık Potansiyeli

Hayvansal atıklar, miktarlarının yanı sıra biyoçar üretimine yönelik literatürde kullanılabilir bir hammadde grubu olmaları nedeniyle çalışmanın sayısal potansiyel hesabının temelini oluşturmaktadır.

Evsel biyobozunur atıklar ise bölgede önemli bir organik kaynak oluşturmaya rağmen, mevcut çalışmada bunlara ilişkin biyoçar üretim hesabı için gerekli ayrıntılı kuru madde, karbon içeriği ve hammadde karakterizasyonu bulunmadığından sayısal potansiyel hesabına dahil edilmemiştir. Bu nedenle söz konusu atıklar çalışma kapsamında dışlanmamakta, tamamlayıcı bir potansiyel kaynak olarak ele alınmaktadır.

#### 3.2. Biyoçar Açısından Değerlendirme

Bu çalışma, yeni bir biyokütle envanteri oluşturmayı değil, mevcut atık verilerinin biyoçar perspektifinden yeniden değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu nedenle hesaplamalarda, önceki raporda belirlenen 1.330.889 ton/yıl toplanabilir katı madde miktarı temel veri olarak kullanılmıştır. Önceki raporda bu miktar, hayvansal atıkların katı madde oranları ve toplanabilirlik oranları dikkate alınarak hesaplanmıştır. [3]

Temel senaryoda, Türkiye'de hayvansal atıklardan biyokömür üretim potansiyelinin belirlenmesine yönelik çalışmada kullanılan %35 dönüşüm katsayısı esas alınmıştır. Bu katsayı, bu çalışmada belirlenen toplanabilir katı madde miktarına uygulanmıştır. Sümer, Kavdır ve Çiçek (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Türkiye'deki tarımsal ve hayvansal atıklardan biyokömür üretim potansiyeli değerlendirilmiş ve hayvansal atıklar için %35 dönüşüm oranı kullanılmıştır. [1]

## 4. Teorik Biyoçar Potansiyeli

Biyoçar üretim potansiyelinin hesaplanmasında, önceki bölümde belirlenen 1.330.889 ton/yıl toplanabilir hayvansal atık miktarı esas alınmıştır.



Şekil 2. Biyoçar Proses Akışı

Türkiye'de hayvansal atıklardan biyokömür üretim potansiyelinin belirlenmesine yönelik çalışmada kullanılan %35 dönüşüm katsayısı, bu çalışmada temel senaryo olarak kabul edilmiştir. [1]

Düşük ve yüksek senaryolar ise bu değerin çevresinde %30 ve %40 dönüşüm oranları kullanılarak oluşturulmuştur.



Şekil 3. Teorik Biyoçar Potansiyeli Senaryosu

Bu kapsamda biyoçar üretim potansiyeli aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$1.330.889 \text{ ton/yıl} \times \%35 = 465.811 \text{ ton/yıl}$$

| Senaryo Dönüşüm Oranı | Hayvansal Atık (ton/yıl) | Biyogas Potansiyeli (ton/yıl) |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Düşük                 | 1.330.889                | 399.267                       |
| <b>Temel</b>          | <b>1.330.889</b>         | <b>465.811</b>                |
| Yüksek                | 1.330.889                | 532.356                       |

*Tablo 2. TR22 Bölgesi Teorik Biyogas Potansiyeli*

Mevcut hammadde verisi ve kabul edilen dönüşüm oranları altında hesaplanan teorik biyogas üretim potansiyeli yaklaşık 399 bin–532 bin ton/yıl aralığında, temel senaryoda ise 465.811 ton/yıl olarak hesaplanmaktadır.

Türkiye'de büyükbaş hayvan gübresi üzerinde yapılan deneysel bir çalışmada, piroliz sıcaklığına bağlı olarak yaklaşık %32–45 arasında biyogas verimi elde edilmiştir. [2] Bu sonuç, çalışmada kullanılan %30–40'lık senaryo aralığının teknik açıdan makul bir aralık olduğunu desteklemektedir.

Bununla birlikte, gerçek biyogas üretim miktarının; kullanılan hayvansal atığın özellikleri, nem ve kül içeriği, piroliz sıcaklığı ve proses koşullarına bağlı olarak değişebileceği dikkate alınmalıdır. Bu nedenle hesaplanan değerler, mevcut veriler ve varsayımlar çerçevesinde teorik potansiyel olarak değerlendirilmelidir.

## 5. Biyogazın Karbon İçeriği ve CO<sub>2</sub> Eşdeğeri

Biyogazın önemli özelliklerinden biri, üretim sırasında biyokütlede bulunan karbonun bir bölümünün daha kararlı bir yapıya dönüşerek uzun süre çevrede kalabilmesidir. Bu nedenle biyogas uygulamaları, organik atıkların değerlendirilmesinin yanı sıra toprakta karbon tutulmasına katkı sağlayabilecek bir yöntem olarak değerlendirilmektedir.

Bu bölümde, temel teorik biyogas senaryosunda hesaplanan biyogas miktarının varsayılan karbon içeriği üzerinden toplam karbon miktarı ve bunun CO<sub>2</sub> eşdeğeri hesaplanmıştır.

Büyükbaş hayvan gübresinden elde edilen biyogazın toplam karbon içeriğinin piroliz sıcaklığına bağlı olarak yaklaşık %37–42 arasında değişebildiği Türkiye'de yapılan deneysel bir çalışmada ortaya konulmuştur. Bu nedenle hesaplamada %40 karbon içeriği varsayımı kullanılmıştır.

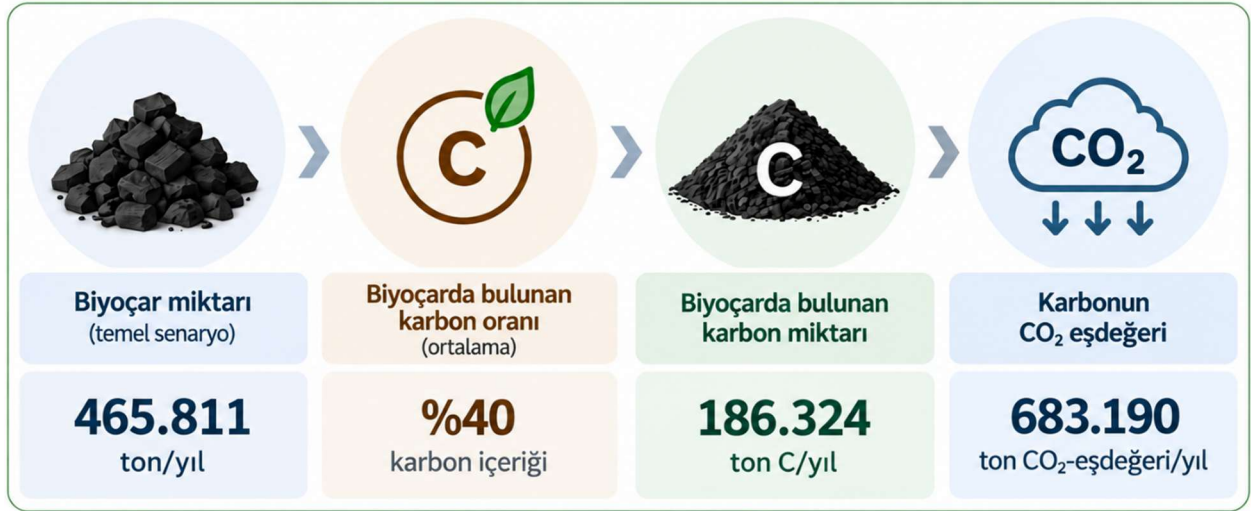
Temel senaryoya göre:

$$465.811 \text{ ton biyogas} \times \%40 = 186.324 \text{ ton karbon/yıl [2]}$$

olarak hesaplanmaktadır.

Biyogazda bulunan karbonun CO<sub>2</sub> eşdeğeri karşılığı ise karbonun moleküler ağırlık oranı kullanılarak:

$$186.324 \text{ ton C} \times 44/12 = \text{yaklaşık } 683.190 \text{ ton CO}_2\text{-eşdeğeri/yıl [4]} \text{ olarak hesaplanmaktadır.}$$



**Şekil 4.** Biyoçarın Karbon Dönüşümü

**Not:** Hesaplamalarda , biyoçardaki ortalama karbon içeriği %40 olarak alınmış ve karbonun CO<sub>2</sub> eşdeğeri 3,67 katsayısı ile hesaplanmıştır

| Gösterge                   | Değer                                     |
|----------------------------|-------------------------------------------|
| Biyofar üretim potansiyeli | 465.811 ton/yıl                           |
| Varsayılan karbon içeriği  | %40                                       |
| Biyofarda bulunan karbon   | 186.324 ton C/yıl                         |
| CO <sub>2</sub> eşdeğeri   | 683.190 ton CO <sub>2</sub> -eşdeğeri/yıl |

**Tablo 3.** Temel Senaryoda Karbon Potansiyeli

Burada dikkat edilmesi gereken önemli bir husus, **683.190 ton CO<sub>2</sub>-eşdeğeri/yıl değerinin doğrudan net karbon giderimi veya karbon yutağı olarak değerlendirilmemesi gerektiğidir.** Bu değer, temel senaryoda üretileceği öngörülen biyoçarın içerdiği toplam karbonun CO<sub>2</sub> eşdeğerini ifade etmektedir.

Gerçek net karbon gideriminin belirlenebilmesi için biyoçar üretimi, kurutma, taşıma, depolama ve uygulama süreçlerinde ortaya çıkan emisyonların yanı sıra biyoçarın toprakta uzun dönemli karbon kararlılığının da değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu nedenle mevcut çalışma kapsamında hesaplanan değer, TR22 Bölgesi'nin biyoçar üretimi yoluyla karbon yönetimi açısından sahip olduğu **teorik potansiyeli** göstermektedir. Net karbon giderimi ve karbon kredisi potansiyelinin belirlenmesi ise hammadde ve ürün analizlerini içeren daha ayrıntılı çalışmalar gerektirmektedir.

## 6. Toprak ve İklim Açısından Değerlendirme

Biyoçarın tarımsal alanlarda kullanılması, organik atıkların değerlendirilmesinin yanı sıra toprak özelliklerinin iyileştirilmesi ve karbonun toprakta tutulması açısından değerlendirilebilmektedir. Bu yönüyle biyoçar, atık yönetimi, toprak yönetimi ve iklim değişikliğiyle mücadeleyi bir araya getiren bir uygulama alanı oluşturmaktadır.



Şekil 5. Toprak ve İklim Açısından Değerlendirme

### 6.1. Toprak Yönetimi Açısından Potansiyel

Hayvansal atıklardan elde edilen biyoçarlar, organik madde ve mineral bileşenler içermeleri nedeniyle toprak düzenleyici olarak değerlendirilebilmektedir. Biyoçarın toprağa uygulanması;

- Toprağın su tutma kapasitesinin desteklenmesine,
- Organik madde içeriğinin artırılmasına,
- Besin elementlerinin toprakta tutulmasına,
- Toprak yapısının ve bazı fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesine katkı sağlayabilecek bir uygulama olarak öne çıkmaktadır. [6]

Bununla birlikte, biyoçarın toprak üzerindeki etkisi hammaddeye, üretim koşullarına, uygulama miktarına ve toprağın özelliklerine göre değişebilmektedir. Bu nedenle TR22 Bölgesi için tek bir uygulama miktarı veya standart kullanım şekli önerilmesi yerine, farklı toprak ve ürün koşullarına yönelik uygulama çalışmalarının yapılması daha uygun olacaktır.

## 6.2. İklim Değişikliği Açısından Potansiyel

Hayvansal atıkların biyoçara dönüştürülmesi, organik atıkların farklı bir kullanım alanına kazandırılmasını sağlayarak döngüsel ekonomi yaklaşımını desteklemektedir. Aynı zamanda biyoçar içerisinde bulunan daha kararlı karbonun toprağa uygulanması, karbonun daha uzun süreli olarak tutulmasına katkı sağlayabilir.

Bu açıdan TR22 Bölgesi'nde hesaplanan 465.811 ton/yıl temel senaryo biyoçar potansiyeli, bölgenin karbon yönetimi açısından dikkate değer bir teorik potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Ancak bu potansiyelin gerçek bir net karbon giderimine dönüştürülebilmesi için biyoçar üretiminden uygulamaya kadar olan süreçte ortaya çıkan emisyonların da hesaplanması gerekir. Bu nedenle mevcut çalışma kapsamında verilen karbon değeri, net karbon kredisi veya sertifikalandırılabilir karbon azaltımı olarak değerlendirilmemelidir.

## 6.3. Döngüsel Ekonomi Açısından Değerlendirme

Biyoçar yaklaşımı, hayvansal atıkların yalnızca bertaraf edilmesi gereken bir atık olarak değil, ekonomik ve çevresel değeri bulunan bir kaynak olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

TR22 Bölgesi açısından bu yaklaşım;

Hayvansal atık → Biyoçar üretimi → Toprak uygulaması → Karbonun tutulması → Toprak kaynaklarının desteklenmesi

şeklinde özetlenebilecek bir döngüsel yapı ortaya koymaktadır.

Bu yapı, bölgede mevcut organik atık kaynaklarının farklı kullanım alanlarının değerlendirilmesi ve atık yönetimi ile toprak ve iklim çalışmalarının birlikte ele alınması açısından bir fırsat sunmaktadır.

# 7. Sonuç ve Öneriler

## 7.1. Sonuç

Bu çalışma kapsamında, TR22 Bölgesi'nde daha önce belirlenen organik atık potansiyeli biyoçar üretimi açısından yeniden değerlendirilmiştir. Önceki çalışmada belirlenen 1.330.889 ton/yıl toplanabilir hayvansal atık miktarı esas alınarak yapılan hesaplamalarda, biyoçar üretim potansiyelinin kullanılan senaryoya bağlı olarak yaklaşık 399.267–532.356 ton/yıl arasında değişebileceği ortaya konulmuştur. Temel senaryoda ise bu değer 465.811 ton/yıl olarak hesaplanmıştır.

Temel senaryoda biyoçarın %40 karbon içerdiği varsayımıyla, yıllık yaklaşık 186.324 ton karbon içeriğine karşılık gelen bir potansiyel bulunmaktadır. Bu miktarın CO<sub>2</sub> eşdeğeri yaklaşık 683.190 ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Ancak bu değer, üretim ve uygulama süreçlerinden kaynaklanan emisyonlar dikkate alınmadığından net karbon giderimi olarak değerlendirilmemelidir.

Elde edilen sonuçlar, TR22 Bölgesi'ndeki hayvansal atıkların yalnızca enerji üretimi amacıyla değil, toprak yönetimi, karbon yönetimi ve döngüsel ekonomi kapsamında da değerlendirilebilecek önemli bir kaynak olduğunu göstermektedir.

Evsel biyobozunur atıklar ise mevcut veri setinde önemli bir potansiyel oluşturmakla birlikte, biyoçar üretimine yönelik gerekli hammadde karakterizasyonunun bulunmaması nedeniyle sayısal potansiyel hesabına dahil edilmemiştir.

## 7.2. Öneriler



Şekil 6. Önerilen Uygulama Yaklaşımı

Çalışma sonucunda TR22 Bölgesi açısından aşağıdaki hususların değerlendirilmesi önerilmektedir:

1. Biyoçarın bölgesel bir kaynak değerlendirme alanı olarak ele alınması: Hayvansal atıkların enerji üretiminin yanı sıra biyoçar üretiminde değerlendirilmesine yönelik çalışmaların artırılması.
2. Pilot uygulamaların gerçekleştirilmesi: Farklı hayvansal atık türlerinden üretilecek biyoçarların toprak özellikleri ve tarımsal üretim üzerindeki etkilerinin pilot ölçekte test edilmesi.
3. Hammadde ve ürün karakterizasyonunun yapılması: Gerçek üretim potansiyelinin ve karbon depolama miktarının belirlenebilmesi için kullanılacak atıkların ve elde edilecek biyoçarın laboratuvar analizlerinin gerçekleştirilmesi.
4. Karbon yönetimi açısından ileri çalışmalar yapılması: Biyoçar üretimi, taşıma, kurutma, uygulama ve diğer süreçlerin birlikte değerlendirilerek net karbon gideriminin belirlenmesi.
5. Bölgesel uygulama modeli geliştirilmesi: Uygun görülmesi halinde TR22 Bölgesi'nde hayvansal atıkların biyoçar üretimi ve tarımsal alanlarda kullanımını birlikte ele alan pilot bir uygulama modelinin geliştirilmesi.

Sonuç olarak, TR22 Bölgesi'nin mevcut hayvansal atık potansiyeli, biyoçar üretimi açısından dikkate değer bir teorik potansiyel sunmaktadır. Bu potansiyelin değerlendirilmesi; atıkların kaynağa dönüştürülmesi, toprakların desteklenmesi ve karbonun daha uzun süreli tutulmasına yönelik bölgesel çalışmalara katkı sağlayabilecek bir alan olarak değerlendirilmektedir.

## Kaynakça

1. Sümer, S. K., Kavdır, Y. ve Çiçek, G. (2016). Türkiye’de Tarımsal ve Hayvansal Atıklardan Biyokömür Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 19(4), 379–387.
2. Akkurt, Y. vd. (2020). Piroliz Sıcaklığının Biyoçarların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi.
3. Güney Marmara Kalkınma Ajansı (2026). TR22 Bölgesi Biyogaz ve Biyoatık Potansiyeli Analiz Raporu. Balıkesir.
4. IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Chapter 6: Reference Approach. Intergovernmental Panel on Climate Change.
5. International Biochar Initiative – Standardized Product Definition and Product Testing Guidelines for Biochar That Is Used in Soil, Version 2.1.
6. Tan, S. vd. (2023). Utilization of current pyrolysis technology to convert biomass and manure waste into biochar for soil remediation: A review. Science of the Total Environment, 864, 160990. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.160990

## Güney Marmara Kalkınma Ajansı

Paşa Alanı Mahallesi, A. Gaffar Okkan Caddesi No: 36/1, 10020 Karesi / Balıkesir

Balıkesir Ofisi: (0266) 246 10 00 · Çanakkale Ofisi: (0286) 211 00 81 · Faks: (0266) 246 17 00

info@gmka.gov.tr · www.gmka.gov.tr

**Kalkınma Ajansı yayınları bedelsizdir, satılamaz.**

Balıkesir, 2026



T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

