

T.C.

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE’DE HAYVANSAL KAYNAKLI BİYOGAZ POTANSİYELİNİN
HESAPLANMASI VE TESİS YERİNİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
YÖNTEMLERİYLE BELİRLENMESİ

BÜŞRA ERGİŞİ

AĞUSTOS 2019

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Büşra ERGİŞİ tarafından hazırlanan **TÜRKİYE'DE HAYVANSAL KAYNAKLI BİYOGAZ POTANSİYELİNİN HESAPLANMASI VE TESİS YERİNİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE BELİRLENMESİ** adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Süleyman ERSOZ
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin **Yüksek Lisans Tezi** olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Famer EREN
Ortak Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Suna ÇETİN

Jüri Üyeleri

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Ercüment Neşet DİZDAR.
Üye : Dr. Öğr. Üyesi Evrencan ÖZCAN,
Üye (Danışman) : Dr. Öğr. Üyesi Suna ÇETİN,

08/08/2019

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Recep ÇALIN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

TÜRKİYE’DE HAYVANSAL KAYNAKLI BİYOGAZ POTANSİYELİNİN HESAPLANMASI VE TESİS YERİNİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE BELİRLENMESİ

ERGİŞİ, Büşra

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

1. Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Suna ÇETİN

Ortak Danışman: Prof. Dr. Tamer EREN

Ağustos 2019, 288 sayfa

Son yıllarda, nüfustaki hızlı artış, teknoloji ve sanayideki gelişmeler enerjiye olan talebi de arttırmış ve fosil yakıtlar bu talebi karşılamakta yetersiz kalmaya başlamıştır. Bu durum ülkeleri yeni enerji kaynakları aramaya yöneltmiş ve yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi arttırmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde ise enerji gereksinimini çevreyi kirletmeden ve sürdürülebilir olarak sağlayabilen biyokütle enerjisinin önemi artmıştır.

Biyokütle enerjisi, yaşayan ya da yakın zamanda yaşamış olan biyolojik maddelerden elde edilen yenilenebilir enerji kaynağıdır. Türkiye’de tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin yoğun olarak yapılması nedeniyle Türkiye biyokütle enerjisi için uygun bir bölgedir. Fakat ülkemizde bulunan biyokütle santralı sayısına bakıldığında bu enerji türüne verilen önemin yetersiz kaldığı görülmektedir. Biyokütle enerjisi, uygun altyapıya ve tarımsal özelliklere sahip bölgeler için önemli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Bu kapsamda yapılan tez çalışmasında, Türkiye’de hayvansal biyokütle kaynaklarının biyogaz üretiminde değerlendirilmesi konusu üzerinde çalışılmıştır. Bu amaçla iki temel uygulamadan oluşan çalışmanın ilk uygulamasında, büyükbaş gübreleri, küçükbaş gübreleri, yumurta ve et tavuğu gübrelerinden elde

edilebilecek biyogaz miktarları hesaplanmıştır. İkinci uygulama çalışmasında, Türkiye’de illere göre hesaplanan biyogaz potansiyelleri dikkate alınarak kurulabilecek biyogaz tesisleri için yer seçim problemi ele alınmıştır. Bu aşamada ilk olarak tesis yer seçiminde illerin önceliklendirilmesinde kullanılacak kriterler AHS yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve elde edilen ağırlıklar TOPSIS, PROMETHEE ve VIKOR yöntemlerinde ayrı ayrı kullanılarak biyogaz tesisi kurulabilecek illerin sıralaması yapılmıştır. Ayrıca kriterlerin farklı ağırlık değerlerinin sonuca etkisini görmek amacıyla 6 farklı senaryo daha geliştirilerek çözüm yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Biyokütle, Biyokütle Enerjisi, Biyogaz, Tesis Yer Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme, AHS, TOPSIS, PROMETHEE, VIKOR

ABSTRACT

CALCULATING THE POTENTIAL OF THE BIOGAS FROM ANIMAL WASTE AND DETERMINATION OF PLANT LOCATION BY USING MULTICRITERIA DECISION MAKING METHODS IN TURKEY

ERGİŞİ, Büşra

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering, M.Sc. Thesis

Supervisor 1: Asst. Prof. Dr. Suna ÇETİN

Co-Supervisor: Prof. Dr. Tamer EREN

August 2019, 288 Pages

In recent years, the rapid increase in population, developments in technology and industry have increased the demand for energy and fossil fuels have been inadequate to meet this demand. This situation led countries to look for new energy sources and increased the interest in renewable energy sources. Within renewable energy sources, the importance of biomass energy, which can provide the energy requirement without polluting the environment and sustainably, has increased in importance.

Biomass energy is a renewable energy source derived from living or recently lived biological materials. Due to the intensive agricultural and livestock activities in Turkey, Turkey is an appropriate area for biomass energy. However, when we look at the number of biomass power plants in our country, it is seen that the importance given to this type of energy is insufficient. Biomass energy is seen as an important source for regions with appropriate infrastructure and agricultural properties. In the thesis work done in this scope, the evaluation of animal biomass resources in biogas production in Turkey is studied. For this purpose, in the first application of the study consisting of two basic applications, the amounts of biogas that can be obtained from bovine fertilizers, ovine fertilizers, egg and meat grouse fertilizers are calculated. In the second application of the study, the problem of location selection for biogas

facilities that can be established in Turkey by taking into account the biogas potentials calculated according to the provinces is discussed. At this stage, the criteria that will be used to prioritize the provinces in facility selection are weighted with AHS method and the obtained weights are separately used in TOPSIS, PROMETHEE and VIKOR methods and the ranking of the provinces where Biogas facility can be established is made. In addition, in order to see the effect of different weight values of the criteria on the result, six different scenarios are developed and the results are compared.

Keywords: Renewable Energy, Biomass, Biomass Energy, Biogas, Facility Location Selection, Multicriteria Decision Making, AHS, TOPSIS, PROMETHEE, VIKOR

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanmasında bana destek olan çok değerli Danışman hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Suna ÇETİN' e ve Prof. Dr. Tamer EREN' e, tez aşamamda benden yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Evrencan ÖZCAN hocama teşekkür ederim. Hayatımın her aşamasında benden maddi ve manevi olarak desteklerini esirgemeyen babam Hanifi ERGİŞİ ve annem Aycan ERGİŞİ'ye çok teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
SİMGELER DİZİNİ	xvii
KISALTMALAR DİZİNİ	xviii
1. GİRİŞ	1
2. BİYOKÜTLE ENERJİSİ VE BİYOGAZ.....	7
2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	9
2.1.1. Dünyada Yenilenebilir Enerji Kullanımı	12
2.1.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kullanımı.....	14
2.2. Biyokütle Enerjisi.....	17
2.2.1. Biyokütle Dönüşüm Teknolojileri	19
2.2.1.1. Termokimyasal Süreçler	21
2.2.1.2. Biyokimyasal Süreçler.....	23
2.2.1.3. Ekstraksiyon (Transesterifikasyon, Esterleşme).....	24
2.2.2. Biyoyakıtlar.....	24
2.2.2.1. Biyoetanol.....	25
2.2.2.2. Biyodizel.....	26
2.2.2.3. Biyogaz	27
2.2.3. Dünyada Biyokütle Kullanımı	27

2.2.4.	Türkiye’de Biyokütle Kullanımı	32
2.2.4.1.	Türkiye’de Biyokütle Kaynak Potansiyeli.....	33
2.3.	Biyogaz ve Anaerobik Fermantasyon Süreci	46
2.3.1.	Anaerobik Fermantasyon Süreci	48
2.3.2.	Biyogaz Üretiminde Kullanılan Kaynaklar.....	51
2.3.2.1.	Bitkisel Atıklar.....	52
2.3.2.2.	Hayvansal Atıklar	52
2.3.2.3.	Kentsel Katı Atıklar	53
2.3.3.	Biyogaz Üretimini Etkileyen Faktörler	53
2.3.3.1.	Biyogaz Üretim Tesisinde Kullanılacak Materyal ile İlgili Etmenler	53
2.3.3.2.	İşlem Süreci ile İlgili Etmenler	57
2.3.4.	Dünya’da Biyogaz Kullanımı	58
2.3.5.	Türkiye’de Biyogaz Kullanımı	60
3.	ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ	61
3.1.	AHS Yöntemi.....	62
3.2.	TOPSIS Yöntemi	66
3.3.	PROMETHEE Yöntemi.....	69
3.4.	VIKOR Yöntemi	75
4.	LİTERATÜR TARAMASI	78
4.1.	Biyokütle ve Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar	78
4.2.	Biyokütle Kaynak Seçimine Yönelik Yapılan Çalışmalar.....	85
4.3.	Tesis Yer Seçimine Yönelik Yapılan Çalışmalar.....	86
4.4.	Biyokütle ve Biyogaz Konusunda Yapılan Diğer Çalışmalar	89
5.	TÜRKİYE’DE BİYOĞAZ POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ VE BİYOĞAZ TESİSİ YER SEÇİMİ UYGULAMASI	93

5.1. Türkiye’de İllere göre Hayvansal Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Hesaplanması	93
5.1.1. Problemin Tanımlanması	94
5.1.2. Verilerin Toplanması	95
5.1.3. Hayvan gübrelerinden elde edilebilecek biyogaz potansiyelinin belirlenmesi	95
5.1.3.1. Türkiye’de Büyükbaş Gübresi Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi	95
5.1.3.2. Türkiye’de Küçükbaş Gübresi Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi	100
5.1.3.3. Türkiye’de Tavuk Gübresi Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi	104
5.1.4. Sonuçların Değerlendirilmesi.....	108
5.2. Türkiye’de Hayvansal Biyokütle Kaynaklı Biyogaz Tesisleri için Yer Seçimi	109
5.2.1. Problemin Tanımlanması	111
5.2.2. Alternatiflerin Belirlenmesi	111
5.2.3. Kriterlerin Belirlenmesi	111
5.2.3.1. Biyogaz Potansiyeli.....	112
5.2.3.2. Deprem Tehlikesi	112
5.2.3.3. Personel Maliyeti	113
5.2.3.4. Arazi Maliyeti	114
5.2.3.5. Sıcaklık.....	114
5.2.3.6. Enerji Tüketimi	114
5.2.3.7. İstihdam Sağlama	115
5.2.3.8. Bölgesel Teşvik.....	115
5.2.4. AHS Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	120
5.2.5. Büyükbaş Hayvan Gübresi Kaynaklı Biyogaz Tesis Yer Seçimi	123

5.2.5.1. TOPSIS Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması.....	123
5.2.5.2. PROMETHEE Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması	125
5.2.5.3. VIKOR Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması	128
5.2.5.4. Sonuçların Karşılaştırılması	131
5.2.6. Küçükbaş Hayvan Gübresi Kaynaklı Biyogaz Tesisi Yer Seçimi	146
5.2.6.1. TOPSIS Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması.....	147
5.2.6.2. PROMETHEE Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması	150
5.2.6.3. VIKOR Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması	152
5.2.6.3. Sonuçların Karşılaştırılması	155
5.2.7. Yumurta ve Et Tavuğu Gübresi Kaynaklı Biyogaz Tesis Yer Seçimi...	170
5.2.7.1. TOPSIS Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması.....	171
5.2.7.2. PROMETHEE Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması	174
5.2.7.3. VIKOR Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması	176
5.2.7.3. Sonuçların Karşılaştırılması	179
5.2.8. Toplam Hayvansal Gübre Kaynaklı Biyogaz Tesis Yer Seçimi	194
5.2.8.1. TOPSIS Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması.....	195
5.2.8.2. PROMETHEE Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması	196
5.2.8.3. VIKOR Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması	198
5.2.8.4. Sonuçların Karşılaştırılması	201
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	218
KAYNAKLAR	228
EKLER.....	251
EK 1. DEPREM TEHLİKESİ HARİTA KULLANIM İZİN BELGESİ.....	251
EK 2. TÜİK İŞSİZLİK ORANLARI-2018.....	252
EK 3. BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ KARAR MATRİSİ.....	253

EK 4. BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ NORMALİZE KARAR MATRİSİ	255
EK 5. BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ AĞIRLIKLIL NORMALİZE KARAR MATRİSİ	257
EK 6. BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ S_i^+ , S_i^- ve C_i DEĞERLERİ	259
EK 7. BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ S_i , R_i ve Q_i DEĞERLERİ.....	260
EK 8. KÜÇÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ KARAR MATRİSİ.....	262
EK 9. KÜÇÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ NORMALİZE KARAR MATRİSİ	264
EK 10. KÜÇÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ AĞIRLIKLIL NORMALİZE KARAR MATRİSİ.....	266
EK 11. KÜÇÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ S_i^+ , S_i^- ve C_i DEĞERLERİ	268
EK 12. KÜÇÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ S_i , R_i ve Q_i DEĞERLERİ	269
EK 13. TAVUK GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ KARAR MATRİSİ	271
EK 14. TAVUK GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ NORMALİZE KARAR MATRİSİ.....	273
EK 15. TAVUK GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ AĞIRLIKLIL NORMALİZE KARAR MATRİSİ.....	275
EK 16. TAVUK GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ S_i^+ , S_i^- ve C_i DEĞERLERİ	277
EK 17. TAVUK GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ S_i , R_i ve Q_i DEĞERLERİ	278
EK 18. TOPLAM HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ KARAR MATRİSİ.....	280

EK 19. TOPLAM HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ NORMALİZE KARAR MATRİSİ	282
EK 20. TOPLAM HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ AĞIRLIKLIL NORMALİZE KARAR MATRİSİ	284
EK 21. TOPLAM HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ S_i^+ , S_i^- ve C_i DEĞERLERİ	286
EK 22. TOPLAM HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ S_i , R_i ve Q_i DEĞERLERİ.....	287



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Sera gazlarının KIP değeri ve atmosferde kalma süreleri	8
2.2. Yenilenebilir enerji türleri ve üretim kaynakları.....	9
2.3. Piroliz reaksiyon parametreleri ve ürünler	23
2.4. Yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam birincil enerji arzındaki	28
2.5. Biyokütlenin toplam birincil enerji arzı – Eksajul (EJ)	28
2.6. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi- TWh.....	29
2.7. Biyokütleden elektrik üretimi-TWh.....	29
2.8. 2015 yılında kıtalardaki biyokütleden elektrik üretimi	30
2.9. Küresel olarak ilk 10 ülkede biyokütleden elektrik üretimi-2014	31
2.10. Dünyada sıvı biyoyakıt üretimi- milyar litre.....	32
2.11. 2016 yılında kıtalarda sıvı biyoyakıt üretimi- milyar litre	32
2.12. Kaynak bazında Türkiye’nin biyokütle potansiyeli	34
2.13. Biyogaz İçeriği	47
2.14. Biyogazın diğer yakıtlarla karşılaştırılması	47
2.15. Biyogaz üretiminde kullanılan bazı atıklar ve metan verimleri	51
2.16. Bazı organik maddeleri TK, UK oranları ve biyogaz verimi.....	54
2.17. Organik maddelerin C/N oranları	55
2.18. Anaerobik fermentasyonu etkileyen maddeler ve engelleme seviyeleri.....	56
2.19. Dünyada biyogaz üretimi	59
3.1. Saaty puan ölçeği	63
3.2. Farklı n değerleri için Rİ değerleri.....	65
3.3. Veri matrisi.....	69
3.4. Tercih fonksiyonları	71
5.1. Büyükbaş hayvan atık özellikleri, biyogaz verimi ve enerji eşdeğeri.....	96
5.2. İllere göre büyükbaş hayvan sayısından elde edilebilecek biyogaz.....	98
5.3. Küçükbaş hayvan atık özellikleri, biyogaz verimi ve enerji eşdeğeri.....	100
5.4. İllere göre küçükbaş hayvan sayısından elde edilebilecek biyogaz	102
5.5. Tavuk atık özellikleri, biyogaz verimi ve enerji eşdeğeri	104
5.6. İllere göre tavuk sayısından elde edilebilecek biyogaz miktarı	106

5.7. Hayvan türüne göre Türkiye’de elde edilebilecek biyogaz miktarı	109
5.8. Bölgesel teşvik uygulamalarında sağlanan destekler	116
5.9. Bölgelere göre devlet desteği puan değerleri	117
5.10. Kriterlerin değerleri.....	118
5.11. Tesis yer seçimi için kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi.....	121
5.12. Tesis yer seçimi Kriterlerinin normalize karar matrisi	121
5.13. Tesis yer seçimi kriterlerinin ağırlıkları	122
5.14. Tesis yer seçimi kriterlerinin D ve E matrisi	122
5.15. Senaryolara göre kriterlerin ağırlıkları.....	123
5.16. Büyükbaş hayvan gübresi ideal M^+ ve negatif ideal M^- çözüm	124
5.17. Büyükbaş hayvan gübresi kaynaklı tesis yer seçimi için TOPSIS.....	125
5.18. PROMETHEE parametreleri	126
5.19. Büyükbaş gübresi PROMETHEE sonucu.....	127
5.20. Kriterler için f_j^* ve f_j^- değerleri.....	128
5.21. Büyükbaş gübresi kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi VIKOR sonuçları.....	129
5.22. Büyükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi AHS-TOPSIS, AHS-.....	133
5.23. Senaryo 1 büyükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	135
5.24. Senaryo 2 büyükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	137
5.25. Senaryo 3 büyükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	139
5.26. Senaryo 4 büyükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	141
5.27. Senaryo 5 büyükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	143
5.28. Senaryo 6 büyükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	145
5.29. Küçükbaş hayvan gübresi ideal M^+ ve negatif ideal M^- çözüm	147
5.30. Küçükbaş hayvan gübresi kaynaklı tesis yer seçimi için TOPSIS.....	149
5.31. Küçükbaş gübresi PROMETHEE sonucu.....	151
5.32. Kriterler için f_j^* ve f_j^- değerleri.....	152
5.33. Küçükbaş gübresi kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi VIKOR sonuçları.....	153
5.34. Küçükbaş gübresi TOPSIS-PROMETHEE-VIKOR sonuç	157
5.35. Senaryo 1 küçükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	159
5.36. Senaryo 2 küçükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	161
5.37. Senaryo 3 küçükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	163
5.38. Senaryo 4 küçükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	165
5.39. Senaryo 5 küçükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	167

5.40. Senaryo 6 küçükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	169
5.41. Tavuk gübresi ideal M^+ ve negatif ideal M^- çözüm	171
5.42. Tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi için TOPSIS sonuçları	173
5.43. Tavuk gübresi PROMETHEE sonuçları	175
5.44. Kriterler için f_j^* ve f_j^- değerleri	176
5.45. Tavuk gübresi kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi VIKOR sonuçları	177
5.46. Tavuk gübresi TOPSIS-PROMETHEE-VIKOR sonuç karşılaştırması	181
5.47. Senaryo 1 tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması	183
5.48. Senaryo 2 tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması	185
5.49. Senaryo 3 tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması	187
5.50. Senaryo 4 tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması	189
5.51. Senaryo 5 tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması	191
5.52. Senaryo 6 tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması	193
5.53. Toplam hayvansal gübre ideal M^+ ve negatif ideal M^- çözüm	195
5.54. Toplam hayvansal gübre kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi TOPSIS	196
5.55. Toplam hayvansal gübre PROMETHEE sonucu	197
5.56. Kriterler için f_j^* ve f_j^- değerleri	198
5.57. Toplam hayvansal gübre kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi VIKOR	199
5.58. Toplam hayvansal gübre kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi AHS-	203
5.59. Senaryo 1 toplam hayvansal gübre kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	205
5.60. Senaryo 2 toplam hayvansal gübre kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	207
5.61. Senaryo 3 toplam hayvansal gübre kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	209
5.62. Senaryo 4 toplam hayvansal gübre kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	211
5.63. Senaryo 5 toplam hayvansal gübre kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	214
5.64. Senaryo 6 toplam hayvansal gübre kaynaklı tesis yer seçimi sonuç	216

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL

Sayfa

2.1. Türkiye’de sera gazı emisyonlarının CO ₂ eşdeğerinin sektörlere göre.....	8
2.2. Toplam nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerji payı, 2017	12
2.3. Küresel elektrik üretiminin tahmini yenilenebilir enerji payı, 2018 sonu	13
2.4. Son nihai tüketimde ve son enerji tüketiminde biyokütle payları, son	14
2.5. Kaynak türlerine kurulu güç oranı- Mayıs 2019	15
2.6. Kaynak türlerine göre elektrik üretim oranı 2019	16
2.7. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten tesislerin kurulu güç	16
2.8. Biyokütle kaynakları	17
2.9. Biyokütle dönüşüm teknolojileri	20
2.10. 2015 yılı biyokütleden elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı	30
2.11. Türkiye’de biyokütle kaynaklı santrallerin dağılımı	33
2.12. Türkiye’de biyokütle bazı potansiyel enerjinin kaynaklara göre dağılımı	34
2.13. Türkiye’ nin hayvan türüne göre oransal dağılımı	35
2.14. Türkiye’de hayvan sayısının illere göre dağılımı (adet)	36
2.15. Türkiye’de hayvansal atıkların dağılımı	36
2.16. Hayvansal atıkların illere göre dağılımı (ton/yıl)	37
2.17. Türkiye’de hayvansal atıkların enerji dağılımı	37
2.18. Türkiye’de hayvansal atıkların illere göre enerji dağılımı (TEP/yıl)	38
2.19. Türkiye’de bitkisel üretimin dağılımı	39
2.20. Bitkisel üretimin illere göre dağılımı (ton/yıl)	39
2.21. Türkiye’de bitkisel atıkların türlerine göre dağılımı	40
2.22. Türkiye’de bitkisel atıkların illere göre dağılımı (ton/yıl)	40
2.23. Türkiye’de bitkisel atık türlerine göre enerji dağılımı	41
2.24. Türkiye’de illere göre bitkisel enerji dağılımı (TEP/yıl)	42
2.25. Türkiye’de kentsel katı atıkların illere göre dağılımı (ton/yıl)	43
2.26. Türkiye’de kentsel katı atıkların türlerine göre dağılımı	43
2.27. Türkiye’de kentsel organik atıkların illere göre enerji dağılımı (TEP/yıl)	44
2.28. Türkiye’de illere göre orman dağılımı (hektar)	44
2.29. Türkiye’de orman atıklarının illere göre dağılımı (ster/yıl)	45

2.30. Orman atıklarının enerji değeri (TEP/ yıl)	46
2.31. Anaerobik çürüme safhaları	49
2.32. 2016 yılında kıtalarda biyogaz üretimi	59
3.1. AHS hiyerarşik yapısı	62
3.2. Ortak tercih fonksiyonlarının gösterimi	72
3.3. A alternatifi için oluşturulan pozitif ve negatif üstünlük	73
5.1. Biyogaz potansiyeli hesaplama uygulama adımları	94
5.2. Biyogaz tesis yer seçimi uygulama adımları	110
5.3. Türkiye deprem tehlike haritası	113
5.4. Bölgesel teşvik uygulama haritası	116
5.5. Biyogaz tesisi yer seçimi AHS hiyerarşik yapısı	120



SİMGELER DİZİNİ

C	Karbon
CH ₄	Metan
C ₂ H ₄	Etilen
C/N	Karbon azot oranı
Ca ⁺²	Kalsiyum
Cu ⁺²	Bakır
Cr ⁺³	Krom
CO ₂	Karbondioksit
CO	Karbonmonoksit
H ₂	Hidrojen
H ₂ S	Hidrojen sülfür
HFCs	Hidrofluorokarbonlar
K ⁺¹	Potasyum
Mg ⁺²	Magnezyum
Mn ⁺²	Mangan
N	Azot
Na ⁺¹	Sodyum
NaCl	Sodyum klorür
Ni	Nikel
NO ₂	Nitrit
N ₂ O	Nitröz Oksit
pH	Power of Hydrogen
O ₂	Oksijen
PFCs	Perfluorokarbonlar
SF ₆	Kükürt heksaflorür
SO ₂	Sülfürdioksit

KISALTMALAR DİZİNİ

AAS	Analitik Ağ Süreci
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci
AM	Arazi Maliyeti
BEPA	Biyokütle Enerji Potansiyeli Atlası
BGEEBM	Büyükbaş Gübresinden Elde Edilebilecek Biyogaz Miktarı
BP	Biyokütle Potansiyeli
BT	Bölgesel Teşvik
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
FAO	Food and Agriculture Organization
DT	Deprem Tehlikesi
ET	Enerji Tüketimi
EE	Enerji Eşdeğeri
ELECTRE	Elimination and Choice Expressing Reality
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GTEYYAM	Günlük Toplam Elde Edilebilir Yaş Atık Miktarı
GWh	Gigawattsaat
HES	Hidroelektrik Santral
İS	İstihdam Sağlama
KIP	Küresel Isınma Potansiyeli
kWh	Kilowatt-saat (1×10^3 W)
KGEEBM	Küçükbaş Gübresinden Elde Edilebilecek Biyogaz Miktarı
Mt	Milyon ton
MW	Megawatt
Nm ³	Normal metreküp
PM	Personel Maliyeti
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation
REN21	Renewable Energy Policy Network for the 21 st Century

Rİ	Rassallık İndeksi
S	Sıcaklık
TBHS	Toplam Büyükbaş Hayvan Sayısı
TEP	Ton eşdeğer petrol
TGEEBM	Tavuk Gübresinden Elde Edilebilecek Biyogaz Miktarı
THGEEBM	Toplam Hayvan Gübresinden Elde Edilebilecek Biyogaz Miktarı
Tİ	Tutarlılık İndeksi
TK	Toplam Katı
TKHS	Toplam Küçükbaş Hayvan Sayısı
TTS	Toplam Tavuk Sayısı
TO	Tutarlılık Oranı
TOPSIS	Technique for Order Preferences by Similarity to Ideal Solutions
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TWh	Terawatt/saat
UK	Uçucu Katı
WBA	World Bioenergy Association
VIKOR	Vlsekriterijumska Optimizacija i Kompromisno Resenje
YEGM	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YTEEYAM	Yıllık Toplam Elde Edilebilir Yaş Atık Miktarı

1. GİRİŞ

Enerji, üretim için zorunlu bir faktördür ve ülkelerin sosyal ve ekonomik kalkınma potansiyellerini yansıtmalarında da önemli temel etkenler arasında yer almaktadır. Dünya nüfusundaki artış, teknoloji ve sanayideki gelişmeler nedeniyle enerjiye olan talep hızla artmaktadır. Enerji temel olarak yenilenebilir ve yenilenemez (fosil) kaynaklardan sağlanmaktadır.

Fosil yakıtlar kömür, petrol ve doğalgaz gibi hidrokarbon içeren yakıtlardan oluşmaktadır. Fosil yakıt kullanımının dünya üzerinde olumsuz etkilere neden olması ve bu yakıtların zamanla tükenecek olması gibi nedenlerden dolayı alternatif kaynaklara yönelim söz konusudur. Bu noktada da yenilenebilir enerji kaynakları devreye girmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları, kullanıldıkları zaman tükenmeyen ve kısa sürede yerine yenisi koyulabilen, tekrar tekrar kullanılabilen enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları çevreye fosil yakıtlarla karşılaştırılamayacak kadar az zarar veren, her yerde üretilebilen yerli kaynaklardır. Bu kaynaklar enerjide kaynak çeşitliliği oluşturmakta, enerji güvenliğine katkı sağlamakta ve enerjide dışa bağımlılığı azaltmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları temel olarak güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, hidrolik enerji, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi, dalga enerjisi ve hidrojen enerjisinden oluşmaktadır.

Günümüzde dünyada tüketilen enerjinin yaklaşık olarak %18,1'i yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır (REN21, 2019). Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları dünya elektrik üretimi içinde önemli bir rol oynamaktadır. 2016 yılında küresel elektrik üretiminin % 26,2'si yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmıştır ve bu oranın % 2,2'sini biyokütle enerjisi oluşturmaktadır (REN21, 2019). Türkiye'de 2019 yılı Temmuz ayı ilk haftasında elektrik üretiminin %49'u yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmıştır (<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/EIGM-Raporlari>).

Yenilenebilir enerji kaynakları mevcut karbondioksit miktarını azaltma politikasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu kapsamda biyokütle kaynaklarından elde edilen enerji gelecekteki en baskın yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olarak görülmektedir. Çünkü diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının aksine enerji üretiminde kanalizasyon çamuru, hayvansal atıklar ve bitkisel atıklar gibi kaynakları kullanan biyokütle enerjisi sürekli üretimi garanti etmektedir (Appels, 2011).

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde, biyokütlenin dünyada ve Türkiye’de yüksek potansiyele sahip olması, yetiştirilme alanlarının geniş olması, depolanabilir olması, olumlu sosyo-ekonomik etkilerinin olması, daha olumlu çevresel etkilerinin olması, asit yağmurları ve sera etkisine neden olmaması ve elektrik üretimi, kimyasal hammadde üretimi ve sıvı yakıt üretimi gibi çok çeşitli kullanım alanlarının olması nedeniyle önemi artmaktadır (Avcıoğlu vd. 2011; http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_enerjisi_adv.aspx). Ayrıca biyokütle, petrol ve türevlerinin yerine alternatif bir yakıt olarak kullanılabilmesi nedeniyle ön plana çıkmaktadır.

Biyokütle, dönüşüm teknolojileri kullanılarak farklı bir çok enerji türüne dönüştürülebilmektedir. Anaerobik fermentasyon ile biyogaz üretimi de biyokütleden enerji elde etme yöntemlerinden biridir. Biyogaz bitkisel ve hayvansal atıklar gibi organik atık maddelerin anaerobik (oksijensiz) fermentasyonu sonucunda oluşan bir gaz karışımıdır. Bu gaz, doğrudan ısıtma ve aydınlatma amacıyla ya da elektrik enerjisine veya mekanik enerjiye dönüştürülerek kullanılabilen çok yönlü bir enerji kaynağıdır. Ayrıca üretim sürecinde açığa çıkan fermente gübre de çok çeşitli amaçlarla kullanılabilir.

Anaerobik fermentasyon ile biyogaz üretimi ile çevre ve sağlık sorunlarına neden olan organik atıkların biyogaza dönüştürülerek enerji elde edilmesi ve yan ürün olarak da fermente gübre elde ediliyor olması nedeniyle biyokütleden elde edilen diğer enerji türlerine göre daha önemli bir konumda görülmektedir.

Türkiye’nin 2019-2023 hedefleri dikkate alınarak hazırlanan 11. Kalkınma Planı’nda kimya, enerji ve çevrenin korunması gibi konularda, yenilenebilir enerji ve biyokütleyi doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen maddeler yer almaktadır.

11. Kalkınma Planı'nın ilgili maddeleri şunlardır
(<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/07/20190723M1-1-1.pdf>):

- 2.2.1. Sanayi Politikaları başlığı altında yer alan 2.2.1.2. Öncelikli Sektörler kapsamında 2.2.1.2.1. Kimya başlığı 360.4. No'lu maddede biyokütle konusu doğrudan ele alınmıştır. Bu maddede biyokütle ve atıkların verimli kullanılarak kimyasal üretimde girdi olarak değerlendirilmesi uygulanacak politika ve tedbirler arasında yer almaktadır.
- 2.2.3. Sektörel Politikalar başlığı altında yer alan 2.2.3.6. Enerji başlığı 491. ve 491.1. No'lu maddelerde yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin artırılması uygulanacak politika ve hedefler arasında yer almaktadır.
- 2.4.7. Çevrenin Korunması başlığı 714. ve 714.1. No'lu maddelerde sera gazı emisyonlarına sebep olan enerji, sanayi, ulaştırma, atık, tarım ve ormancılık sektörlerinde Niyet Edilmiş Ulusal Katkı Çerçevesinde çalışmaların yürütülmesi uygulanacak politika ve hedefler arasında yer almaktadır.

11. Kalkınma Planı'nda yer alan ilgili maddeler incelendiğinde biyokütle kullanımının önemli bir konu olduğu sonucuna ulaşılabilir. Çünkü biyokütle kaynaklarının, kimya sektöründe girdi olarak kullanılarak değerlendirilmesi ile verimli, sürdürülebilir ve temiz üretim sağlanacaktır. Buna ek olarak biyokütle kaynaklarının elektrik üretiminde kullanılması ile yenilenebilir enerji kaynaklarının, elektrik üretimindeki payı artacak, temiz ve sürdürülebilir enerji üretimi sağlanacaktır. Ayrıca biyokütle kaynaklarının, karbon nötr kaynaklar olması nedeniyle bu kaynakların enerji üretiminde değerlendirilmesi ile enerji sektöründen ve atık sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyon değerleri azalacaktır.

Bu kapsamda, bu tez çalışmasında biyokütle enerji türlerinden biri olan biyogaz üzerinde çalışılmıştır. Yapılan tez çalışması iki farklı çalışmadan oluşmaktadır:

Birinci uygulama çalışmasında, Türkiye'de illere göre hayvan gübrelerinden elde edilebilecek biyogaz potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'ndan alınan illere göre büyükbaş,

küçükbaş ve kümes hayvan sayılarına ait veriler ile Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM)'nden ve çeşitli literatür çalışmalarından alınan biyogaz verileri kullanılarak Türkiye'nin her bir ilinde üç farklı hayvansal gübre türünden elde edilebilecek biyogaz miktarları hesaplanmıştır. Ayrıca biyogaz miktarının enerji eşdeğeri belirlenmiştir. TÜİK verilerine göre 2018 yılında Türkiye'de 17.220.903 adet büyükbaş, 46.117.335 adet küçükbaş hayvan bulunmaktadır(<https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr>). Ayrıca 229.506.689 adet et tavuğu, 124.054.810 adet yumurta tavuğu, 4.043.332 adet hindi, 1.080.190 adet kaz ve 532.841 adet ördek+beç tavuğu olmak üzere toplam 359.217.862 adet kümes hayvanı bulunmaktadır (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr>). Bu veriler dikkate alınarak Türkiye'de büyükbaş hayvan gübrelerinden elde edilebilecek biyogaz miktarı 3.111.386.649,53 m³/yıl, küçükbaş hayvan gübrelerinden elde edilebilecek biyogaz miktarı 317.299.234,47 m³/yıl, et ve yumurta tavukları gübrelerinden elde edilebilecek toplam biyogaz miktarı ise 1.584.217.151,03 m³/yıl olarak hesaplanmıştır. Elde edilen biyogaz miktarları ikinci uygulama çalışmasında tesis yer seçim kriteri olarak kullanılmıştır.

İkinci uygulama çalışmasında ise, Türkiye'de hayvansal gübre türlerine göre kurulabilecek biyogaz tesislerinin yer seçimi problemi ele alınmıştır. Ele alınan problemin çözümü için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), TOPSIS, PROMETHEE, VIKOR yöntemleri kullanılmıştır. İlk olarak biyogaz tesisi yer seçimi için kullanılacak kriterlerin ağırlıkları AHS yöntemi ile belirlenmiştir. AHS yönteminde 8 ana kriter incelenmiş ve ağırlıklandırılmıştır. Daha sonra AHS Yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları TOPSIS, PROMETHEE ve VIKOR yöntemlerinde kullanılarak Türkiye'de her bir hayvansal gübre türüne göre biyogaz santralı kurulabilecek illerin öncelik sıralaması belirlenmiştir. Elde edilen çözüme ek olarak, kriterlerin farklı ağırlık değerlerinin illerin öncelik sıralamasına etkisini görmek amacıyla kriterlerin ağırlık değerleri değiştirilerek 6 farklı senaryo geliştirilmiştir. Ana çözümde en yüksek ağırlıklı kriterler biyogaz potansiyeli (0,31) ve deprem tehlikesi (0,23) olarak, Senaryo 1'de en yüksek ağırlıklı kriterler biyogaz potansiyeli ve arazi maliyeti (0,25) olarak, Senaryo 2'de en yüksek ağırlığa sahip kriterler biyogaz potansiyeli (0,32) ve bölgesel teşvik (0,23) olarak, Senaryo 3'de en yüksek ağırlığa sahip kriterler biyogaz

potansiyeli (0,32) ve enerji tüketimi (0,23) olarak, Senaryo 4'te en yüksek ağırlığa sahip kriterler deprem tehlikesi (0,38) ve biyogaz potansiyeli (0,20) olarak, Senaryo 5'de en yüksek ağırlığa sahip kriterler arazi maliyeti (0,33) ve biyogaz potansiyeli (0,23) olarak ve Senaryo 6'da en yüksek ağırlığa sahip kriterler bölgesel teşvik (0,33) ve deprem tehlikesi (0,23) olarak alınmıştır. Uygulama aşamasında ana çözüm ve senaryo çözüm sonuçlarının elde edilmesinden sonra tüm sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Yapılan bu çalışma altı ana bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde, ilk olarak yenilenebilir enerji kaynakları anlatılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde de biyokütle enerjisi ve biyokütleden elde edilen biyogaz ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Ayrıca bu bölümde Türkiye'de ve dünyada yenilenebilir enerji kullanımı ve biyokütle kullanım durumları incelenmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde ilk olarak çok kriterli karar verme yöntemlerinin yapısı hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra ele alınan problemin çözümünde kullanılan AHS, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerinin yapısı ve adımları detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Ayrıca bu bölümde, AHS-TOPSIS, AHS-VIKOR ve AHS-PROMETHEE yöntemleri kombinasyonlarının kullanıldığı farklı çalışmalara da örnekler verilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, literatürde biyokütle ve biyogaz konusunda yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir. Literatürde yapılan çalışmalar, biyokütle ve biyogazın potansiyelinin belirlenmesi, biyokütle için uygun kaynağın seçilmesi, biyokütle santralleri için uygun tesis yerinin seçilmesi ve biyokütle konusunda yapılan diğer çalışmaların bulunduğu dört bölümden oluşmaktadır.

Beşinci bölümde, ele alınan problemin uygulama sürecine yer verilmiştir. İki uygulamadan oluşan çalışmanın ilk uygulamasında Türkiye'de illere göre büyükbaş, küçükbaş ve tavuk gübrelerinden elde edilebilecek biyogaz potansiyeli hesaplanmıştır. Çalışmanın ikinci uygulamasında ise, büyükbaş, küçükbaş, tavuk ve toplam hayvansal gübre kaynaklı kurulabilecek biyogaz tesisleri için tesis yer seçim problemi ele alınmıştır. Bu adımda ilk olarak, biyogaz tesisi yer seçiminde kullanılacak kriterler AHS yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Ayrıca, ana çözüme ek

olarak kriterler için farklı ağırlık değerleri belirlenerek 6 farklı senaryo geliştirilmiştir. Daha sonra, elde edilen ağırlıklar TOPSIS, PROMETHEE ve VIKOR yöntemlerinde kullanılarak alternatif illerin sıralaması yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın son bölümü olan altıncı bölümde ise ele alınan problem ve çalışma sonuçları verilmiş ve sonuçlar üzerinde tartışılmıştır. Ayrıca bu konuda yapılabilecek çalışmalar hakkında önerilerde bulunulmuştur.



2. BİYOKÜTLE ENERJİSİ VE BİYOGAZ

Enerji temel olarak yenilenemez (tükenebilir) kaynaklardan ve yenilenebilir (tükenmez) kaynaklardan karşılanmaktadır.

Kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil türevli kaynaklar yenilenemez enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Bu kaynaklar doğada kullanıldıklarında tükenmeleri ve yerine yenisinin koyulamaması nedeniyle tükenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olarak adlandırılmaktadır. Bu kaynaklar dünya enerji tüketiminin büyük bir kısmını oluşturmaktadır.

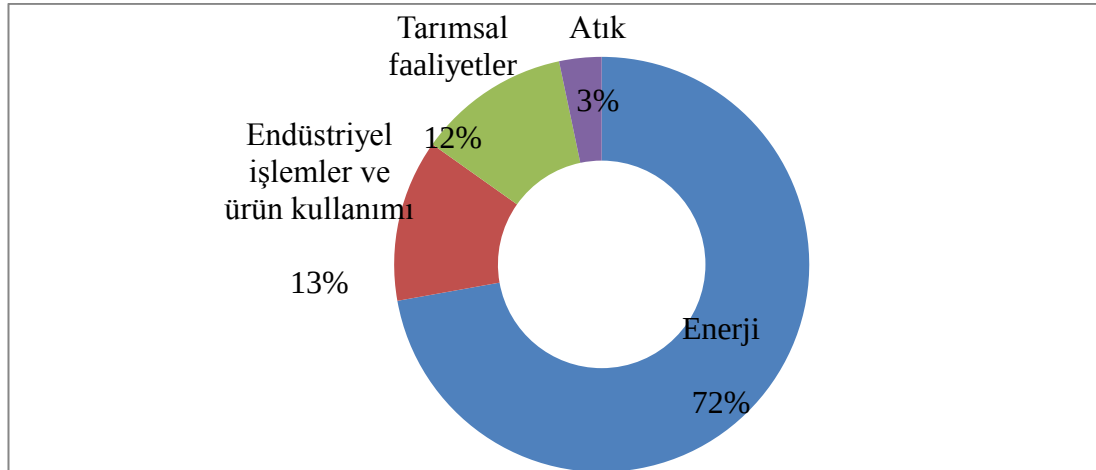
Enerji üretiminde fosil türevli yakıtların kullanılması; küresel ısınma (sera etkisi), hava kirliliği, su kirliliği, orman tahribatı, asit yağmuru, ozon tabakasının incilmesi, radyasyon ve radyoaktivite gibi çevresel sorunlara ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır. Fosil yakıt kullanımının yol açtığı bu çevresel sorunlardan en önemlisi sera etkisi ve buna bağlı olarak oluşan küresel ısınmadır (Dinçer, 2000).

Sera Etkisi: Dünya, üzerine yansıyan ışıklardan daha çok, Dünya'dan geri yansıyan ışınlarla ısınır. Yansıyan ışınların başta karbondioksit, metan ve su buharı olmak üzere çeşitli gazlar tarafından tutulmasıyla da Dünya ısınır. Fakat fosil yakıt kullanımı gibi etkenlerden dolayı bu gazların atmosferdeki oranının artması sıcaklığın da aşırı artmasına neden olur. Bu durum sera etkisi olarak tanımlanmaktadır. Sera etkisi küresel boyutta iklim değişikliklerine neden olmaktadır ve sera etkisine neden olan gazlar Kyoto Protokolü ile belirlenmiştir. Bu gazlar: Karbondioksit (CO_2), Metan (CH_4), Nitröz Oksit (N_2O), Hidrofluorokarbonlar (HFCs), Perfluorokarbonlar (PFCs), Kükürt Heksaflorür (SF_6)'dür (http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Mevzuat/kyoto_protokol.pdf). Bu gazların sera etkisine katkıları birbirinden farklıdır. Her bir gazın atmosferde oluşturduğu göreceli etki Küresel Isınma Potansiyeli (KIP) olarak tanımlanmaktadır. Sera gazlarının her birinin KIP'leri ve atmosferde kalma süreleri Çizelge 2.1.'de verilmiştir (Öztürk, 2016).

Çizelge 2.1. Sera gazlarının KIP değeri ve atmosferde kalma süreleri

Sera gazları	KIP değeri	Atmosferde kalma süresi (Yıl)
CO ₂	1	5-200
CH ₄	21	12
N ₂ O	310	114
HFCs	140-12.000	2->50.000
PFCs	140-12.000	2->50.001
SF ₆	23.900	3.200

2017 yılında Türkiye'nin yıllık toplam sera gazı emisyonu CO₂ eşdeğeri olarak 526,3 Milyon ton (Mt) olarak hesaplanmıştır (<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30627>). 2017 yılı emisyonlarında CO₂ gazı eşdeğeri olarak en fazla paya sahip olan sektör %72,2 ile enerji (elektrik ve ısı üretiminden kaynaklı) olurken, bunu sırasıyla %12,6 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, %11,9 ile tarımsal faaliyetler ve %3,3 ile atık takip etmektedir. Türkiye'de sera gazı emisyonlarının CO₂ eşdeğerinin sektörlere göre dağılımı Şekil 2.1.'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Türkiye'de sera gazı emisyonlarının CO₂ eşdeğerinin sektörlere göre dağılımı

Fosil yakıt kullanımının zararlı etkilerinin olmasının yanında, bu kaynakların potansiyelinin hızla azalıyor olması da büyük bir sorun olarak görülmektedir. Dünyada 2015 yılı sonu itibariyle toplam petrol rezervleri yaklaşık olarak 1,7 trilyon varil civarında ve bu miktar yaklaşık 51 yıllık tüketimi karşılayabilmekte, doğal gaz rezervleri yaklaşık 187 trilyon m³ civarında ve bu miktar yaklaşık 53 yıllık tüketimi karşılayabilmekte, toplam kömür rezervleri ise 114 yıllık tüketimi karşılayabilecek durumdadır (<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Enerji-ve-Tabii-Kaynaklar-Gorunumleri>). Bu durumda fosil yakıtların öneminin artmasına neden olmuş ve fiyatlarını arttırmıştır. Fosil yakıtların çevre üzerine olumsuz etkilerinin olması ve kaynak rezervlerinin tükeniyor olması da yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi arttırmıştır.

2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları “doğanın kendi evrimi içinde, bir sonraki gün aynen mevcut olan enerji kaynağı” olarak tanımlanmaktadır (Avcıoğlu vd., 2011). Yenilenebilir enerji kaynakları doğal enerji kaynakları olması ve fosil enerji kaynaklarına göre çevre ve insan sağlığına daha az zararlı olması gibi nedenlerden dolayı tercih edilmektedir. Temel yenilenebilir enerji türleri ve bu enerji türlerinin üretim kaynakları Çizelge 2.2.’de verilmiştir (Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji, 2017).

Çizelge 2.2. Yenilenebilir enerji türleri ve üretim kaynakları

Yenilenebilir Enerji Türleri	Enerjinin Kaynağı
Hidrolik enerji	Nehir ve akarsular
Güneş enerjisi	Güneş
Jeotermal enerji	Yer altı suları
Rüzgar enerjisi	Rüzgar
Hidrojen enerjisi	Su ve hidroksitler
Dalga enerjisi	Okyanus ve denizler
Biyokütle enerjisi	Biyolojik (organik) atıklar

Hidrolik enerji: Suyun akış ve düşüş hızlarından faydalanılarak, suyun enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesiyle elde edilmektedir. Maliyet açısından diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha ucuz olmasından dolayı dünyada en yaygın olarak kullanılan yenilenebilir enerji kaynağıdır (Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji, 2017).

Güneş enerjisi: Güneşin çekirdeğinde yer alan hidrojen gazının helyum gazına dönüşmesi sonucunda ortaya çıkan ışıma enerjisidir (TRA2 Bölgesi Yeşil Enerji Kaynakları Sektör Raporu, 2015). Yeryüzünde en yaygın olarak bulunan kaynaklardandır. Güneş enerjisi elektrik üretimi ve ısıtma amacıyla kullanılmaktadır.

Jeotermal enerji: Yerin derinliklerinde bulunan kayaçların içinde biriken ısının akışkanlar yardımıyla taşınarak rezervuarlarda depolanması sonucunda oluşan sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan yapay yollarla elde edilen ısı enerjisidir (TRA2 Bölgesi Yeşil Enerji Kaynakları Sektör Raporu, 2015). Jeotermal enerji elektrik üretimi ve ısıtma amacıyla kullanılmaktadır.

Rüzgar enerjisi: Rüzgar, güneş enerjisinin atmosferi, denizleri ve karaları her yerde aynı derecede ısıtmamasından dolayı meydana gelmektedir (Özen vd., 2015). Rüzgar enerjisi ise rüzgarı oluşturan hava akımının sahip olduğu hareket enerjisidir. Bu enerji, mekanik enerji veya elektrik enerjisi üretimi için kullanılmaktadır (Koç ve Kaya, 2015). Rüzgar enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde dünya üzerinde en gelişmiş olan ve ticari olarak en elverişli olan kaynaktır (Yılmaz, 2012). Ayrıca, yenilenebilir enerji kapasitesi açısından en geniş kullanıma sahip kaynakların başında gelmektedir (Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji, 2017).

Hidrojen enerjisi: Birincil enerji kaynaklarında faydalanılarak su, biyokütle ve fosil yakıtlar gibi farklı hammadde türlerinden üretilebilen sentetik ve doğal olmayan bir yakıttır (Tutar ve Eren, 2011).

Dalga enerjisi: Rüzgar hareketlerinin etkisiyle deniz ve okyanus yüzeylerinde dalgalar oluşmaktadır. Deniz ve okyanus yüzeylerinde oluşan bu dalga hareketleri de dalga enerjisini oluşturmaktadır (Çukurçayır ve Sağır, 2008).

Biyokütle enerjisi: Biyokütle kaynakları, odun ve odun atıkları, tarımsal ürünler ve tarımsal ürün atıkları, su bitkileri, algler, gıda işleme atıkları ve belediye organik katı atıkları gibi kaynaklardan oluşmaktadır (Demirbaş, 2001). Biyokütle kaynaklarından elde edilen enerji de biyokütle enerjisi olarak adlandırılmaktadır. Biyokütle enerjisi temel olarak; ısı enerjisi, elektrik enerjisi, biyoyakıt üretimi ve kimyasal hammadde üretmek amacıyla kullanılmaktadır (McKendry, 2002a). Biyokütle enerjisi Bölüm 2.2.'de ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre biyokütle enerjisi:

- Organik atık maddelerin enerjiye dönüştürülerek ısı, elektrik, katı, sıvı ve gaz yakıt üretimi ve ulaşımda kullanılması gibi birçok farklı kullanım alanının olması (Bühle, 2014; REN21, 2017),
- Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde taşınması ve depolanması en kolay olanı biyokütle enerjisi olması (Avcıoğlu vd., 2011),
- Biyokütle kullanımı ile bir çevrimde atık olarak ortaya çıkan maddeler bir başka çevrimde girdi olarak kullanılarak enerji üretimi gerçekleştirilebilme imkanı sunması,
- Biyokütle kaynaklarının çeşitlendirmesi ve birçok dönüşüm işlemi kullanılarak farklı enerji türlerine dönüştürülebilmesi (Demirbaş, 2001)

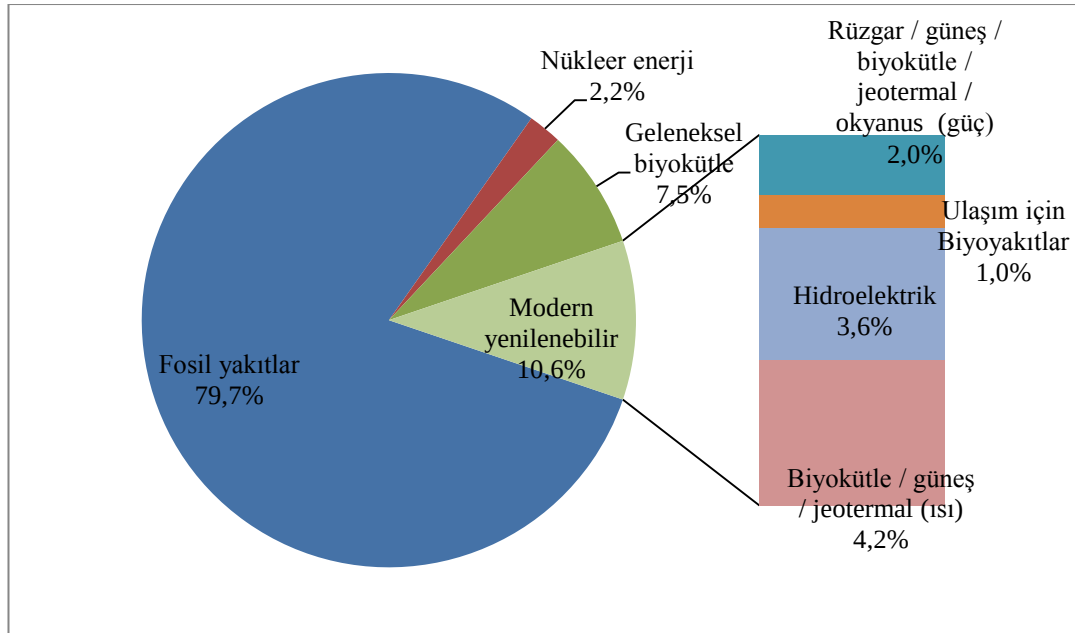
gibi nedenlerden dolayı farklı ve önemli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir.

Biyokütle kaynaklarının kullanılmasıyla temelde biyoetanol, biyodizel ve biyogaz olarak üç farklı biyoyakıt türü elde edilmektedir. Biyoetanol üretimi için şeker pancarı, buğday ve meyve gibi şeker içeren ürünler, buğday, arpa, mısır, patates gibi nişasta içeren ürünler veya odun ve odun artıkları gibi selüloz içeren bazı biyokütle kaynakları kullanılmaktadır (Öztürk, 2012). Biyodizelin üretimi için hayvansal yağlar(sığır eti donyağı, koyun yağı ve kanatlı yağı), bitkisel yağlar (kolza tohumu yağı, kanola yağı, soya fasulyesi yağı, ayçiçeği yağı, hurma yağı vb.) kullanılmış yemeklik yağ kullanılmaktadır (Demirbaş, 2011). Biyogaz üretimi için de bitkisel atıklar, hayvansal atıklar ve organik içerikli kentsel katı atıklar kullanılmaktadır. Bu gazın, 1m^3 'ü 4,70 kWh enerjiye eşdeğerdir (Akbulut ve Dikici 2004).

Biyokütle kaynaklarının biyogaza dönüştürülmesi aşamasında çevre ve insan sağlığına zararlı organik atıklar işlenerek enerji elde edilmekte ve yan ürün olarak da fermente gübre elde edilmektedir. Bu nedenle biyogaz teknolojisi diğer biyokütle enerji türlerine göre daha avantajlı konumdadır.

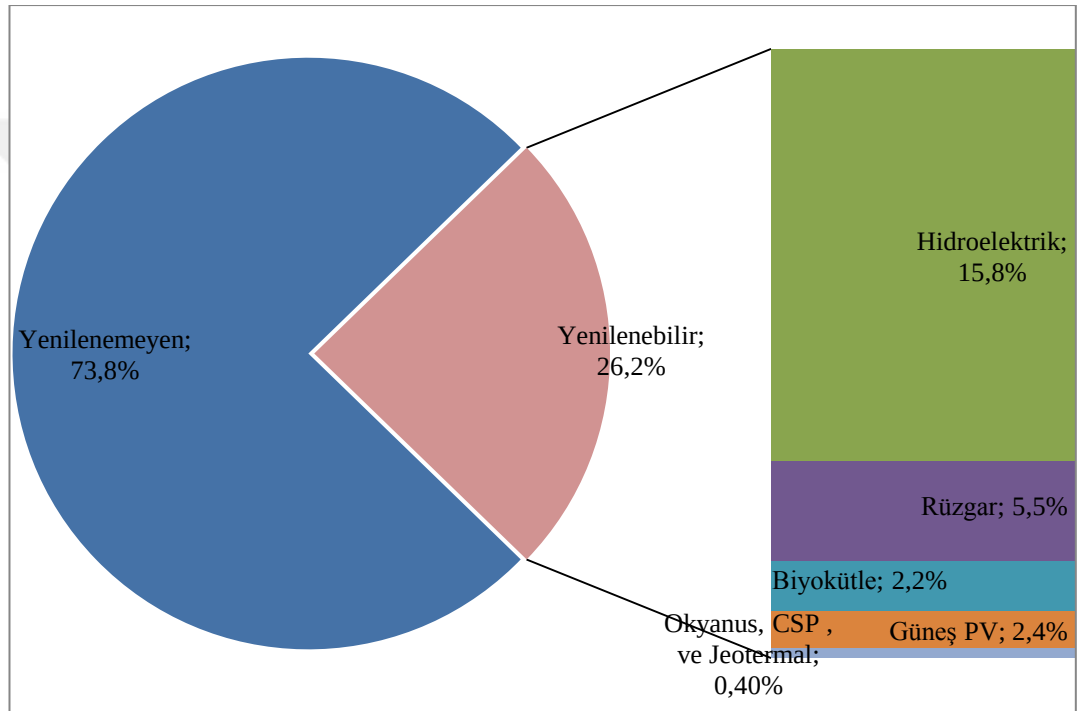
2.1.1. Dünyada Yenilenebilir Enerji Kullanımı

Dünya enerji talebinin karşılanmasında, fosil yakıt rezervlerinin azalması ve artan çevre kirliliğinin önüne geçilmesi amacıyla yenilenebilir enerji kullanımı artmaktadır. 2017 yılında dünya nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payı Şekil 2.2.'de verilmiştir (REN21, 2019). 2017 yılı itibariyle dünya küresel nihai enerji tüketiminin yaklaşık olarak %18,1'i yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Bu payın yaklaşık % 7,5'lik kısmı gelişmekte olan ülkelerin kırsal kesimlerinde pişirme ve ısıtma amacıyla kullanılan geleneksel biyokütleden, % 10,6'lık kısmı ise modern yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşturmaktadır.



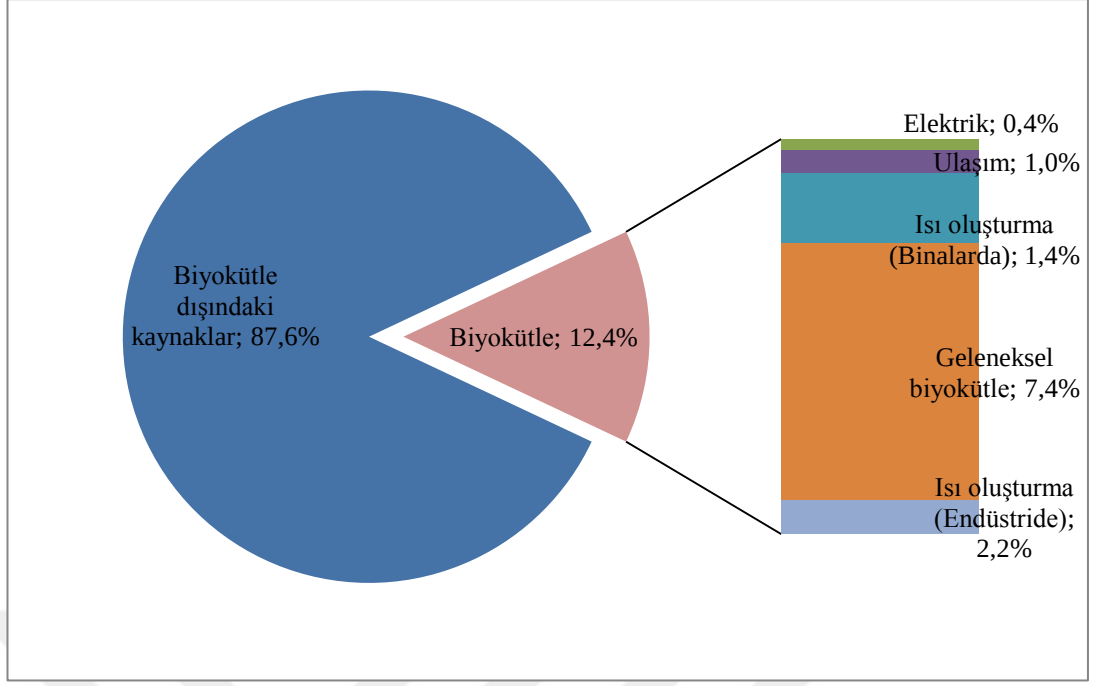
Şekil 2.2. Toplam nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerji payı, 2017

2018 yılı dünya elektrik üretiminde küresel elektrik üretiminin tahmini yenilenebilir enerji payları Şekil 2.3.'de verilmiştir (REN21, 2019). Dünya elektrik üretimi 2018 yılı kaynak dağılımına bakıldığında, elektrik üretiminde en yüksek paya yaklaşık %73,8 ile petrol, doğalgaz ve kömür gibi yenilenemez kaynakların sahip olduğu görülmektedir. Fosil yakıtlardan sonra en yüksek paya yaklaşık %15,8 ile yenilenebilir enerji kaynaklarından hidroelektrik sahiptir. Hidroelektrik dışındaki yenilenebilir enerji kaynakları ise dünya elektrik üretiminde yaklaşık %10,5'lik bir paya sahiptir ve bu payın yaklaşık %2,2'lik kısmını biyokütle karşılamaktadır.



Şekil 2.3. Küresel elektrik üretiminin tahmini yenilenebilir enerji payı, 2018 sonu

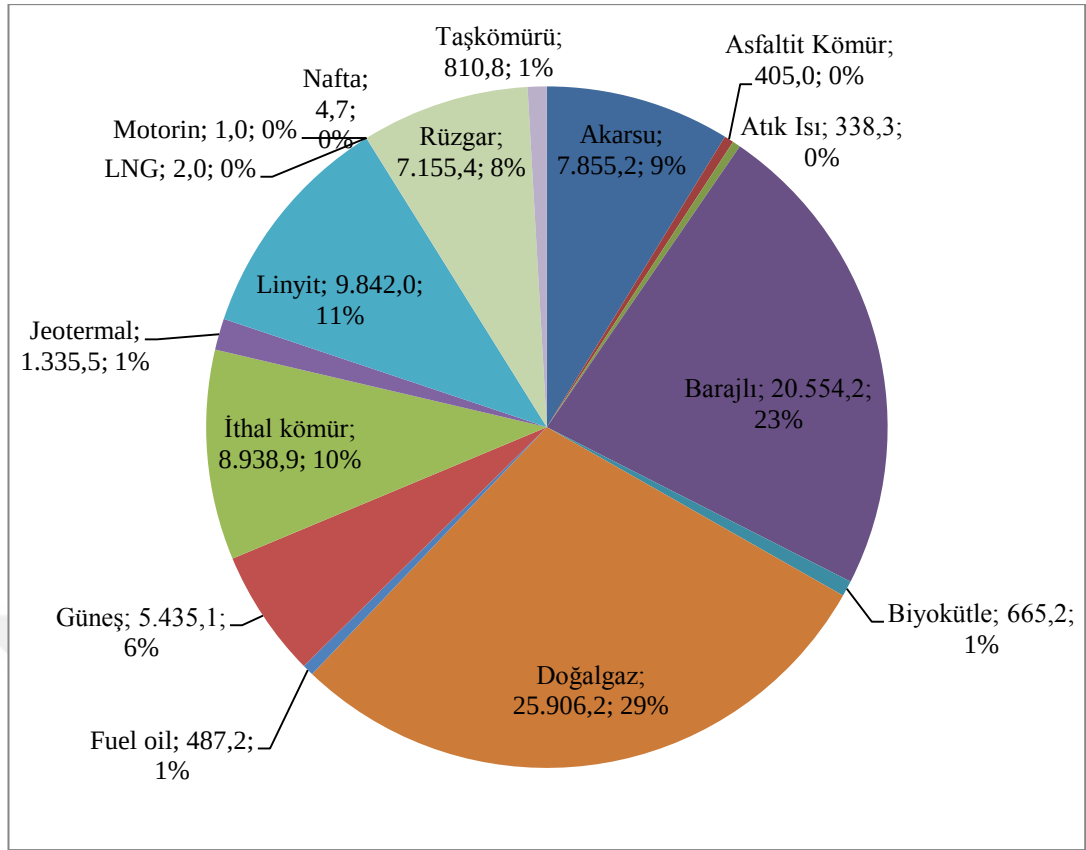
Biyokütle enerjisi; ısınma, ulaşım ve elektrik üretimi gibi birçok farklı sektörde kullanılmaktadır. 2017 yılında dünya toplam enerji tüketiminde biyokütle enerjisinin payı %12,4'tür. Bu payın %7,4 ile en büyük kısmını geleneksel biyokütle olarak adlandırılan ve gelişmekte olan ülkelerde ısınma ve pişirme amacıyla kullanılan biyokütle ve %0,4 ile en küçük payını ise elektrik üretimi için kullanılan biyokütle oluşturmaktadır. 2017 yılında biyokütle enerjisinin dünya enerji tüketimindeki payı ve farklı sektörlerdeki kullanım oranları Şekil 2.4.'de verilmiştir (REN21, 2019).



Şekil 2.4. Son nihai tüketimde ve son enerji tüketiminde biyokütle payları, son kullanım sektörü, 2017

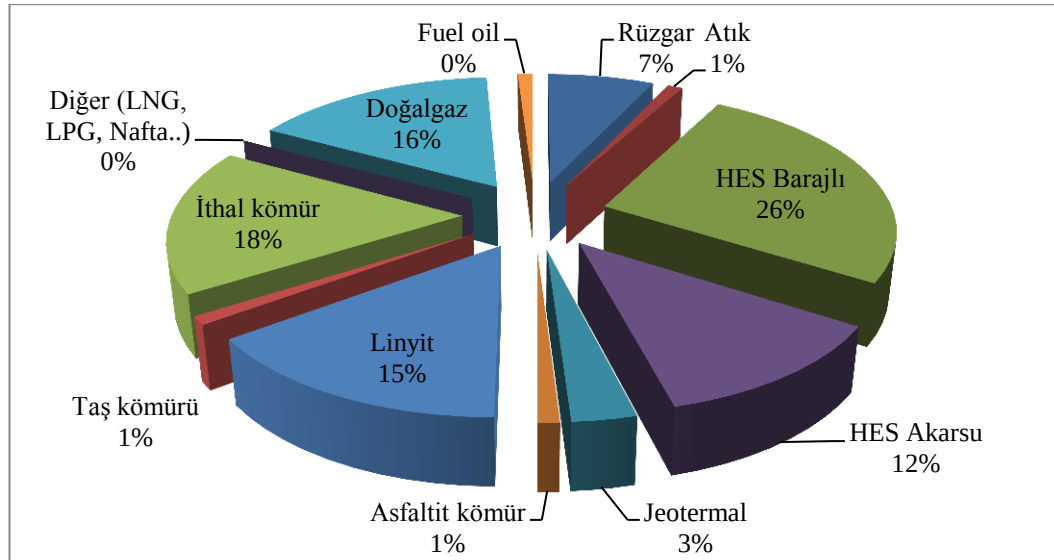
2.1.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kullanımı

Türkiye’de Mayıs ayı 2019 yılı enerji kaynaklarına göre kurulu güç oranları Şekil 2.5.’de verilmiştir. Verilere göre, 2019 yılında Türkiye’nin kurulu gücünün %32’si hidrolik enerji (baraj+akarsu), %29’u doğal gaz, %11’i linyit, %10’u ithal kömür, %6’sı güneş %1’i biyokütle ve %11’i diğer kaynaklardan oluşmaktadır. Şekil 2.5.’de Türkiye’de birincil enerji kaynaklarına göre kurulu güç dağılımı verilmiştir(https://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2019-06/kurulu_guc_mayis_2019.pdf).



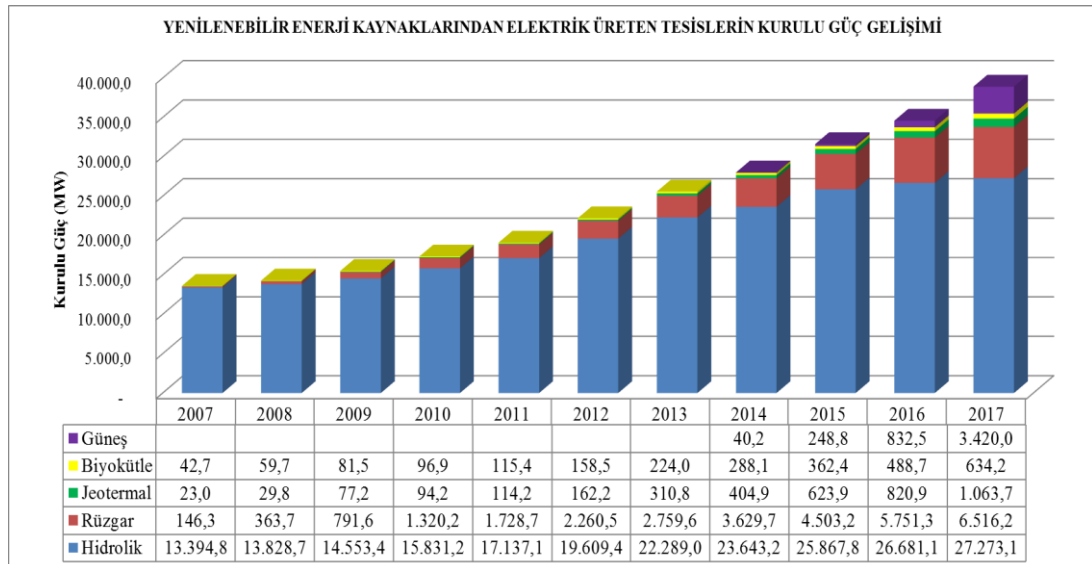
Şekil 2.5. Kaynak türlerine kurulu güç oranı- Mayıs 2019

Türkiye’de 27. hafta 2019 yılı enerji kaynaklarına göre elektrik üretim oranları Şekilde 2.6.’da verilmiştir. Veriler incelendiğinde; elektrik enerjisi üretiminde kaynakların payına bakıldığında en yüksek paya %26 ile HES barajlının sahip olduğu görülmekte bunu %17 ile ithal kömür, %16 ile doğalgaz, %15 ile linyit ve %12 ile HES Akarsuyun takip ettiği görülmektedir. Atıkların elektrik üretiminde kullanılması ise %1’lik bir orana sahiptir. Şekil 2.6.’da Türkiye’de enerji kaynak türlerine göre elektrik üretim oranı verilmiştir (<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/EIGM-Raporlari>).



Şekil 2.6. Kaynak türlerine göre elektrik üretim oranı 2019

Yenilenebilir enerji kaynaklarının 2007-2017 yılları arasında kurulu güç değişimi Şekil 2.7.'de verilmiştir (<http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir.aspx>). Veriler incelendiğinde, son 10 yıl içerisinde yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en düşük kurulu güce biyokütlenin sahip olduğu görülmektedir.

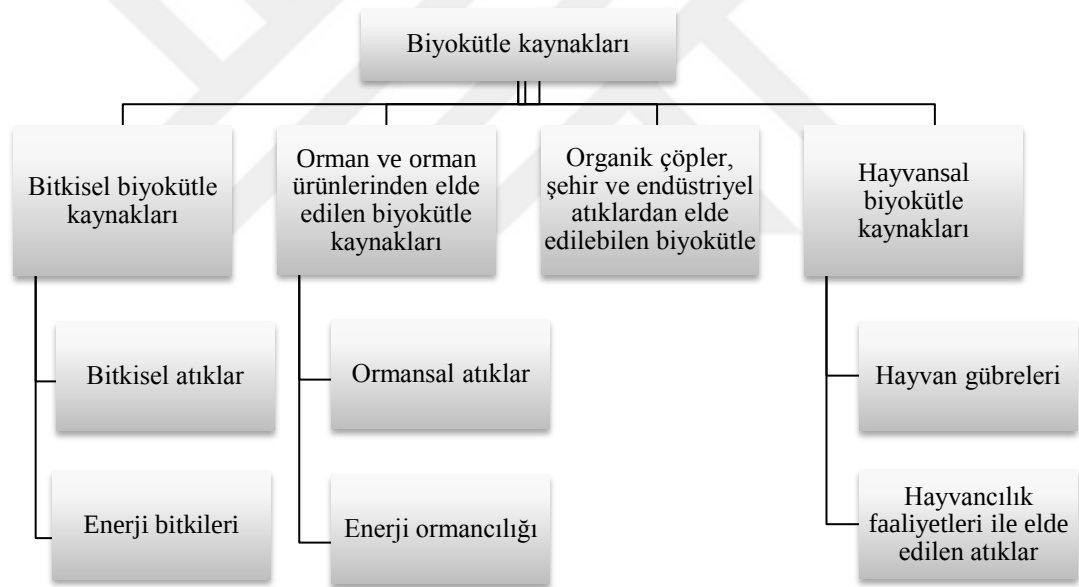


Şekil 2.7. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten tesislerin kurulu güç gelişimi

2.2. Biyokütle Enerjisi

Ana bileşen olarak karbonhidrat bileşikleri bulunduran tüm doğal yapılı bitkisel ve hayvansal kaynaklı maddeler biyokütle kaynağı olarak adlandırılmaktadır. (Kaplukan, 2014). Biyokütleden elde edilen enerjide biyokütle enerjisi olarak tanımlanmaktadır.

Biyokütle kaynakları; bitkisel biyokütle kaynakları, orman ve orman ürünlerinden elde edilen biyokütle kaynakları, hayvansal biyokütle kaynakları ve organik çöpler, şehir ve endüstriyel atıklardan elde edilebilen biyokütle kaynakları olarak dört ana başlıktan oluşmaktadır (<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle>). Biyokütle kaynaklarının dağılımı Şekil 2.8.'de verilmiştir.



Şekil 2.8. Biyokütle kaynakları

Bitkisel Biyokütle Kaynakları: Tarımsal faaliyetler sonucunda oluşan sap, saman, anız, mısır artıkları, şeker pancarı yaprakları ve çimen artıkları gibi bitkilerin

işlenmeyen, tarlada kalan kısımları ve bitkisel ürünlerin işlenmesi sürecinde oluşan atıklardan oluşmaktadır (Avcıoğlu vd., 2011).

Tarımsal faaliyetler sonucunda açığa çıkan bitkisel atıklar dışında, biyoyakıt üretmek amacıyla yetiştirilen enerji bitkileri de mevcuttur. Bu bitkiler pamuk, yer fıstığı, susam, soya, ayçiçeği vb. bitkilerden oluşan C3 bitkileri ve mısır, tatlı sorgum şeker, pancarı, şeker kamışı gibi daha yüksek enerji verimli bitkilerden oluşan C4 bitkileridir (Öztürk, 2012). Enerji bitkilerinden elde edilen bitkisel yağlar yüksek enerji yoğunluğuna sahip olmasından dolayı önemli kaynaklar olarak görülmektedir (Demirbaş, 2001).

Orman ve Orman Ürünlerinden Elde Edilen Biyokütle Kaynakları: Orman ve orman ürünlerinden elde edilen biyokütle kaynakları, tomruk, sanayi odunu ve kereste gibi alanlarda kullanılmak üzere kesilen ağaçların kullanılmayan kısımları olan ağaç kökleri, yan dallar, yapraklar, tohumlar ve meyveler gibi kısımlardan oluşan atıklar ve kesilen ağaçların sanayide işlenmesi sürecinde oluşan ağaç kabuğu, talaş ve takoz gibi atıklardır (Biyoenenerji Raporu, 2009).

Ormansal üretim işlemleri sürecinde açığa çıkan atıklar dışında enerji ormancılığı ile elde edilen biyokütle de bu kategoride yer almaktadır. Dünyada kara kavak, titrek kavaklar, balzam kavakları, okaliptüs, söğüt ve yarı kurak alan bitkisi olarak da cynara gibi hızlı büyüyen ağaçlar enerji amacıyla yetiştirilmektedir (http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_yetistiriciligi.aspx). Enerji ormancılığında kullanılan ağaçlar farklı iklim ve toprak şartlarına uyum sağlayabilmekte ve diğer ağaç türlerine göre 10-20 kat daha hızlı büyüebilmektedir. Bu ağaçlar 3-5 yıllık idari sürelerde hasat edilmekte ve elde edilen odunlar biyokütle santrallerinde kullanılarak elektrik ve ısı enerjisi üretilmektedir (Saraçoğlu, 2010).

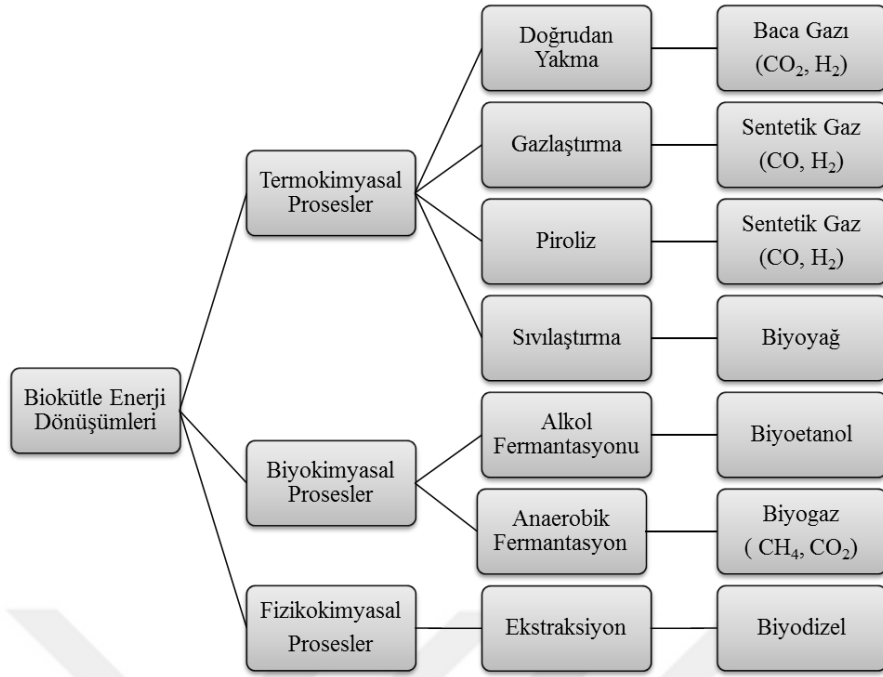
Hayvansal Biyokütle Kaynakları: Büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanlarının dışkıları (gübreleri), mezbaha faaliyetleri sonucunda açığa çıkan atıklar ve hayvansal kaynaklı ürünlerin işlenmesi sürecinde açığa çıkan atıklardır (<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle>). Gübreler daha çok kırsal

kesimlerde doğrudan yakılarak ısınma ve pişirme amacıyla kullanılmakta veya tarım alanlarında verimi arttırmak amacıyla doğrudan toprağa bırakılarak kullanılmaktadır. Gübrelerin biyokütle enerji kaynağı olarak dünyada yaygın kullanılan formu ise modern dönüşüm yöntemleri kullanılarak biyogaz elde edilmesidir(Aslantaş, 2018). Hayvansal atıklar, elektrik üretimi için önemli bir biyokütle kaynağı olarak görülmektedir (Demirbaş, 2004).

Organik çöpler, şehir ve endüstriyel atıklardan elde edilebilen biyokütle kaynakları: Şehir kanalizasyon ve dip çamuru atıkları, sanayi atıkları, endüstriyel ve evsel atık sular ve çöpler vb. maddelerden oluşmaktadır. Bu kaynaklar düşük kaliteli yakıtlardır ve işlenmesi için ileri teknolojiler kullanılmaktadır (Üstün ve Kurban, 2011).

2.2.1. Biyokütle Dönüşüm Teknolojileri

Biyokütle enerjisi klasik ve modern yöntemler olarak iki şekilde kullanılmaktadır. Klasik yöntemde biyokütle kaynakları doğrudan yakılarak ısınma ve pişirme amaçlı kullanılmaktadır. Modern yöntemlerde ise biyokütle kaynakları farklı dönüşüm teknolojileri kullanılarak fosil yakıtların yerine kullanılabilecek katı, sıvı ve gaz yakıtlara dönüştürülebilmekte ve kimya sanayi için çeşitli ürünler elde edilmektedir. Biyokütle dönüşüm yöntemleri ve elde edilen yakıtlar Şekil 2.9.'da verilmiştir (<https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2fbct.pdf>; McKendry, 2002b).



Şekil 2.9. Biyokütle dönüşüm teknolojileri

Biyokütle kaynaklarına en uygun teknolojinin belirlenmesi için içeriğindeki nem oranının (% olarak su miktarı), karbon/nitrojen oranının (C/N), kimyasal ve fiziksel özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir (Kılıç, 2011). Biyokütle nem içeriği <%50 olması durumunda yakma ve gasifikasyon gibi termokimyasal proseslere uygunken, nem içeriğinin >%50 olması durumunda fermantasyon ve anaerobik çürüme gibi ıslak dönüşüm proseslerine uygundur (McKendry, 2002b; Avcıoğlu vd., 2011). Ayrıca, biyokütle içeriğinin, %35'den fazla su içermesi durumunda termokimyasal proseslerle elektrik üretimine uygun değildir. Yüksek oranda şeker bulunduran biyokütle kaynakları ise alkol fermantasyonu ve anaerobik fermantasyon için daha uygundur (Avcıoğlu vd., 2011).

2.2.1.1. Termokimyasal Süreçler

Termokimyasal dönüşüm prosesleri ile biyokütleden katı, sıvı ve gaz formlarda enerji içeriği yüksek yakıtlar ve bazı kimyasal maddeler elde edilmektedir. Termokimyasal işlemler doğrudan yakma, gazlaştırma, piroliz-sıvılaştırma işlemlerinden oluşmaktadır.

Doğrudan Yakma: Doğrudan yakma işlemi biyokütlenin bilenen en eski kullanım yöntemidir. Günümüzde doğrudan yakma sistemlerinin verimini yükseltmek amacıyla yeni teknolojiler kullanılmaktadır. Biyokütle yakma enerji santralleri için net biyoenerji dönüşümleri %20-%40 olarak değişmektedir (McKendry, 2002b). Biyokütlenin doğrudan yakılması ile sıcak baca gazları oluşmakta ve bu gazdan yararlanılarak su buharı elde edilmektedir. Su buharının, buhar türbinlerinde kullanılmasıyla da elektrik enerjisi elde edilmektedir. Yanma sürecinde elde edilen ürünün ısı olması sebebiyle, depolanamamakta bu nedenle üretildiği anda ya ısı olarak ya da elektriğe çevrilerek kullanılması gerekmektedir (Bridgwater, 2003).

Tüm biyokütle kaynaklarını yakmak mümkündür, ancak pratikte biyokütle önceden kurutulmadığı sürece, nem içeriği <%50 olan kaynaklar için daha uygundur (McKendry, 2002b). Nem oranı yükseldikçe yakma prosesi sonucunda elde edilen ısı değer de düşmektedir.

Gazlaştırma: Gazlaştırma prosesi, biyokütlenin 800°-900° C gibi yüksek sıcaklıklarda, kısmi oksijen ortamında (stokiyometrik hava miktarından daha az havayla) yanıcı gaz karışımına dönüştürülmesi işlemidir (McKendry, 2002b; Avcıoğlu vd., 2011). Bu proses ile elde edilen gazın içeriğinde temel bileşen olarak, karbonmonoksit (CO) ve hidrojen (H₂) gazları bulunmakta ve tesiste kullanılan atığın türüne bağlı olarak da belirli miktarlarda metan (CH₄), karbondioksit (CO₂), sülfürdioksit (SO₂) ve etilen (C₂H₄) gibi maddeler bulunabilmektedir (www.deloitte.com/Documents/energy-resources/BiyokutleninAltınCag1.pdf). Bu proses ile biyokütlenin sahip olduğu enerjinin %60-%90' ı gaza dönüştürülebilmektedir (Öztürk, 2016).

Bu proste elde edilen düşük kalorifik değerli (4,6 MJ/Nm³) gaz doğrudan yakılabilmekte veya gaz motorları ve gaz türbinleri için yakıt olarak kullanılabilmektedir (McKendry, 2002b).

Piroliz: Biyokütle kaynaklarının oksijensiz ortamda yaklaşık 500° C'ye ısıtılarak farklı oranlarda katı, sıvı ve gaz formlarda yakıtlar elde edilebilmesini sağlayan prostedir (McKendry, 2002b). Piroliz prosesi ile üç farklı formda yakıt oluşmaktadır. Bu yakıtlar ve özellikleri şu şekildedir (Avcıoğlu vd., 2011):

- Kömür (Char): Saf karbondan ve prosesde kullanılan katı atığın içeriğinde bulunan materyallerden oluşan sertleşmiş katı madde.
- Biyoyağ: Asetik asit, aseton, metanol ve kompleks hidrokarbonları içeren bir katran veya yağ akımından oluşan sıvı fraksiyon.

Bu prosesle elde edilen biyoyağ üretimden sonra tekrar işlenebilir olması, yüksek enerji içeriğine sahip olması ve taşıma kolaylığının olması nedeniyle tercih edilmektedir(www.deloitte.com/Documents/energyresources/BiyokutleninAltınCagı.pdf). Biyoyağ rafineri için hammadde olarak, motorlarda ve türbinlerde yakıt olarak kullanılabilmektedir (McKendry, 2002b).

- Gaz: Proste kullanılan biyokütle kaynağının organik özelliklerine göre içeriğinde ana bileşen olarak hidrojen, karbonmonoksit, metan, karbondioksit ve diğer gazları bulunduran gaz karışımı.

Piroliz prosesinde elde edilecek olan katı, sıvı ve gaz ürünlerin oranları kullanılan biyokütle kaynağının türüne ve ısıtma hızı, reaktörde kalma süresi, sıcaklık, basınç gibi reaksiyon parametrelerine bağlı olarak değişmektedir. Piroliz prosesinde reaksiyon parametreleri ve elde edilecek ürün oranları izelge 2.3.'de verilmiştir (ztrk, 2012).

Çizelge 2.3. Piroliz reaksiyon parametreleri ve ürünler

Yöntem	Koşullar	Sıvı (%)	Katı (%)	Gaz (%)
Hızlı piroliz	500° C, sıcak buhar bekleme süresi kısa (1s)	75	12	13
Orta hızlı piroliz	500° C, sıcak buhar bekleme süresi kısa (10-30s)	50	25	25
Yavaş piroliz	400° C, sıcak buhar bekleme süresi uzun (birkaç gün)	30	35	35
Gazlaştırma	750-900° C	5	10	85

Biyokütle pirolizinde amaç (Demirbaş, 2001);

- Sıvı ürünlerin verimini en üst düzeye çıkarmaksa, düşük sıcaklık, yüksek ısıtma oranı, kısa gaz kalma süresi gereklidir.
- Yüksek char üretimi ise, düşük sıcaklık, düşük ısıtma hızı süreci gereklidir.
- Yakıt gazı verimini en üst düzeye çıkarmak ise, yüksek sıcaklık, düşük ısıtma hızı, uzun gaz kalma süresi gereklidir.

Sıvılaştırma: Düşük sıcaklık (250-400°C) ve yüksek basınç (150 bar) şartlarında, bir katalizör, hidrojen (H₂) veya karbon monoksit varlığında biyokütleden sıvı ürün elde edilmesi işlemidir (Demirbaş, 2004). Sıvılaştırma prosesi sonucunda %2-%10 gaz, %50-%80 sıvı ve %5-10 katı formlarda maddeler elde edilmektedir (Demiral, 2004). Sıvılaştırma prosesinde reaktörlerin ve yakıt besleme sistemlerinin piroliz sistemlerine göre daha karmaşık ve pahalı olması nedeniyle sıvılaştırma prosesleri fazla tercih edilmemektedir (McKendry, 2002b).

2.2.1.2. Biyokimyasal Süreçler

Biyokimyasal işlemler fermantasyon ve anaerobik fermantasyon işlemlerinden oluşmaktadır. Fermantasyon ile en kısa sürede, en az miktarda hammadde kullanılarak en fazla ürünün elde edilmesi amaçlanmaktadır (Yiğitoğlu vd., 2012). Biyokimyasal süreçler, atmosferik karbondioksit seviyesinin azaltılması için en umut

verici ve çevresel olarak sürdürülebilir alternatifler arasında görülmektedir (Yadav vd., 2015).

Fermantasyon (Alkol Fermantasyonu): Bu proses alkol fermantasyonu olarak da adlandırılmaktadır. Fermantasyon sürecinde nişasta, şeker veya selüloz içeren biyokütle kaynakları kullanılarak etanol üretilmektedir.

Anaerobik Fermantasyon: Anaerobik fermantasyon Bölüm 2.3.'de biyogaz üretim sürecinde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

2.2.1.3. Ekstraksiyon (Transesterifikasyon, Esterleşme)

Ekstraksiyon yağların bir katalizör aracılığıyla alkol ile tepkimesi sonucunda yağ asidi esterleri (biyodizel) ve gliserin elde edilmesi işlemidir. Bu prosesde yağ olarak; bitkisel yağlar (kolza, soya, ayçiçek, palm, aspir gibi bitkilerden elde edilen yağlar), evsel atık yağlar (kullanılmış kızartma yağı) ve hayvansal yağlar, alkol olarak metanol ve etanol gibi maddeler ve katalizör olarak da sodyum veya potasyum kullanılmaktadır(https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/EnerjiGorunumu2018_2_0.pdf;; Öztürk, 2012). Bu proses ile yağ üretimine ek olarak hayvan yemi olarak kullanılmaya uygun bir katı madde de elde edilir (McKendry, 2002b).

2.2.2. Biyoyakıtlar

Biyoyakıtlar çeşitli biyokütle kaynaklarından kolaylıkla temin edilebilen ve kirletici olmayan yakıtlardır. Bu yakıtlar petrol türevli yakıtların yerine kullanılabilen doğal hammadde kaynaklarından üretilen yenilenebilir enerji kaynaklarıdır (Demirbaş, 2011).

Biyoyakıtların avantajları şunlardır (Demirbaş, 2008a).

- Enerji güvenliği sağlar ve enerjide dışa bağımlılığı azaltırlar,
- Sera gazı emisyonunu azaltırlar,

- Kolaylıkla erişilebilir, sürdürülebilir ve güvenilir yakıtlardır,
- Çevre dostudurlar,
- Ekonomiye ve tüketiciye olumlu katkı sağlarlar,
- Karbon döngüsünü sağlarlar

Ayrıca biyoyakıt üretimi amacıyla biyokütle yetiştiriciliğinin de potansiyel faydaları bulunmaktadır. Doğru mahsül seçiminin yapılması şartıyla, gıda amaçlı bitkilerin yetiştirilmesine uygun olmayan tarımsal alanlarda biyoyakıt hammaddesi olabilecek bitkiler yetiştirilerek, düşük kaliteli arazilerin tarımsal üretime katılması sağlanmaktadır (Avcıoğlu vd., 2011, Demirbaş 2001). Biyoyakıtların üretiminde organik atık maddelerin kullanılıyor olması hem atıkların bertaraf edilmesini hem de atıklardan enerji elde ediliyor olması etkin bir atık yönetimini ortaya koymaktadır.

Biyoyakıtlar araç yakıtı olarak kullanılabildiği gibi elektrik enerjisi üretmek amacıyla da kullanılabilmektedir (Demirbaş, 2008a). Biyokütleden enerji üretiminde uygulanan dönüşüm sürecine bağlı olarak özellikleri ve kullanım alanları farklı yakıtlar elde edilmektedir. Elde edilen bu yakıtların içeriği birbirine çok benzerdir ve bileşenlerinin ana maddesi metan gazıdır (Erdin vd., 2002).

2.2.2.1. Biyoetanol

Biyoetanol diğer bir ifade ile etil alkol, içeriğinde belirli miktarda şeker veya nişasta ve selüloz gibi şekere dönüştürülebilecek maddeler bulunan biyokütle kaynaklarından üretilen temiz, renksiz, yüksek oktan sayılı ve zehirli olmayan bir biyoyakıt türüdür (Avcıoğlu vd., 2011; Öztürk 2012). Biyoetanol üretiminde bitkisel yağlar, şeker pancarı, tahıllar, organik içerikli atıklar ve işlenmiş biyokütle kaynakları kullanılabilmektedir (Çöpür vd., 2011). Biyoetanol üretim sürecinde hayvan yemi olarak kullanılabilecek yüksek besin değerli bir atık oluşmaktadır. Biyoetanol üretiminde kullanılan 1 tonluk hammaddeden, 330 kilogram biyoetanol, 330 kilogram distilasyon yem maddesi ve 330 kilogram karbondioksit elde edilmektedir (Öztürk, 2012).

Biyokütle kaynaklarından biyoetanol üretilmesi ve kullanılması çevre kirliliğini ve ham petrol tüketimini azaltmaktadır (Derman vd. 2018). Biyoetanol ulaştırma sektörü (benzinle karıştırılarak veya dizel motorlarda katkı maddesi olarak), küçük ev aletleri, kojenerasyon üniteleri ve kimyasal ürün sektörü, etil alkol alkollü içecek üretimi gibi çok çeşitli kullanım alanlarına sahiptir (Öztürk, 2012; Bengisu, 2014). Ayrıca kurşunsuz benzinlerde oktan arttırıcı ve kirliliği azaltıcı bir katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Demirbaş, 2011).

Biyoetanol benzinle belirli oranlarda karışım olarak kullanımının yanında doğrudan yakıt olarak da kullanılmaktadır. Günümüzde biyoetanol yaygın olarak E-10 (%10 biyoetanol + %90 benzin) ve E-85 (%85 biyoetanol + %15 benzin) formlarında kullanılmaktadır. Biyoetanol kullanılması genellikle motorlarda modifikasyon gerektirmemektedir (Demirbaş, 2011). Biyoetanol dünyada ulaşım sektöründe en yaygın kullanılan alternatif enerji kaynağıdır (Yiğitoğlu vd., 2012).

2.2.2.2. Biyodizel

Biyodizel kanola, aspir, ayçiçek, pamuk ve soya gibi bitkilerden elde edilen bitkisel yağlardan, bitkisel yağ üretimi sürecinde oluşan atıklardan (sabun stoklarından), hayvansal yağlardan ve bitkisel atık yağlardan (evsel ve endüstriyel atık yağlardan) üretilen dizel araç yakıtı olarak tanımlanmaktadır (Avcıoğlu vd., 2011).

Biyodizelin fiyatını belirleyen en önemli etken üretimde kullanılan hammadde kaynağıdır (Avcıoğlu vd., 2011). Bu nedenle biyodizel üretiminde kullanılmış atık yağların kullanılması hem biyodizelin maliyetini düşürmekte hem de atıkların enerji amaçlı kullanımını ve geri kazanımını sağlamaktadır.

Biyodizel saf olarak kullanılabildiği gibi petrol ile farklı oranlarda karıştırılarak da kullanılabilmektedir. Biyodizel ve petrolün farklı oranlardaki karışımları: B5 (%5 biyodizel + %95 dizel), B20 (%20 biyodizel + %80 dizel), B50 (%50 biyodizel + %50 dizel), B100 (%100 biyodizel) olarak adlandırılmaktadır. Biyodizel ve karışımları, dizel motorlarda hiçbir değişiklik yapılmadan veya küçük

modifikasyonlar yapılarak kullanılabilen çevre dostu ve alternatif bir sıvı yakıttır (Demirbaş, 2008a; Öztürk, 2012). Ayrıca konut ve sanayi sektöründe fuel-oil yerine de kullanılabilmektedir. Biyodizelin, dizel yakıtı göre yağlama özelliği daha iyi, setan sayısı daha yüksek ve daha az toksit olması önemli yakıt özelliklerindendir (Öztürk, 2012). Ayrıca, biyodizel dizelin aksine yanıcı ve patlayıcı olmaması nedeniyle kaza durumunda dizel ve benzinli araçlara göre daha güvenilir olarak görülmektedir (Demirbaş, 2011).

2.2.2.3. Biyogaz

Biyogaz, bitki ve bitki atıkları, hayvansal atıklar, kanalizasyon dip çamurları ve çöp gibi organik maddelerin anaerobik fermentasyonu ile elde edilen renksiz, kokusuz, havadan daha hafif olan bir gaz karışımıdır. Biyogaz çok yönlü bir enerji kaynağıdır. Doğrudan ısıtma ve aydınlatma amacıyla kullanılabildiği gibi mekanik enerji ya da elektrik enerjisine çevrilerek de kullanılabilir (Öztürk, 2016). Biyogaz 2.3. Bölümde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

2.2.3. Dünyada Biyokütle Kullanımı

Yenilenebilir enerji kaynakları toplam birincil enerji arzı 2010 yılında 54,8 Eksajul iken 2000-2016 sürecinde yaklaşık %47 oranında artış göstermiş ve 2016 yılında 80,5 Eksajul düzeyine ulaşmıştır (Çizelge 2.4., WBA, 2018). Biyokütleden elde edilen toplam birinci enerji arzı ise 2000 yılında 42,8 Eksajul iken 2000-2016 döneminde yaklaşık %32 oranında artış göstererek 2016 yılında 56,5 Eksajul değerine ulaşmıştır. 2016 yılında toplam birinci enerji arzı 576 Eksajul olarak gerçekleşmiş ve biyokütle 56,5 Eksajul değeri ile küresel enerji talebinin yaklaşık %10'unu karşılamıştır (WBA, 2018).

Çizelge 2.4. Yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam birincil enerji arzındaki payları-Eksajul

Yıl	Toplam	Biyokütle	Hidroelektrik	Jeotermal	Solar PV	Solar Termal	Rüzgar	Gelgit, dalga ve okyanus
2000	54,8	42,8	9,43	2,19	0,00	0,22	0,11	0,002
2005	59,4	45,9	10,6	2,25	0,01	0,30	0,37	0,002
2010	67,8	50,8	12,4	2,62	0,12	0,66	1,23	0,002
2015	77,8	55,4	14,0	3,10	0,89	1,37	3,02	0,004
2016	80,5	56,5	14,6	3,37	1,18	1,41	3,45	0,004

Biyokütle arzı, belediye atıkları, sanayi atıkları, katı biyokütle, biyogaz ve biyoyakıtlar gibi çeşitli kaynaklardan sağlanmaktadır (Çizelge 2.5., WBA, 2018). Biyogazın birincil enerji arzına katkısı 2000 yılında 0,28 Eksajul iken, 2000-2016 döneminde yaklaşık %368 oranında artarak 2016 yılında 1,31 Eksajul değerine ulaşmıştır.

Çizelge 2.5. Biyokütlenin toplam birincil enerji arzı – Eksajul (EJ)

Yıllar	Toplam	Belediye atıkları	Sanayi atıkları	Katı biyokütle	Biyogaz	Sıvı biyoyakıtlar
2000	42,8	0,74	0,47	40,9	0,28	0,42
2005	45,9	0,94	0,4	43,2	0,5	0,85
2010	50,8	1,15	0,68	45,7	0,84	2,45
2015	55,4	1,37	0,8	48,7	1,3	3,26
2016	56,5	1,43	1,03	49,1	1,31	3,59

Elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı 2010 yılında 2.950 Terawatt/saat (TWh) iken 2000-2016 sürecinde yaklaşık %107 oranında artış göstermiş ve 2016 yılında 6.119 TWh değerine ulaşmıştır (Çizelge 2.6., WBA, 2018). Biyokütleden elektrik üretim payı ise 2000 yılında 164 TWh iken 2000-2016 sürecinde yaklaşık %248 oranında artış göstererek 2016 yılında 571 TWh değerine ulaşmıştır.

Çizelge 2.6. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi- TWh

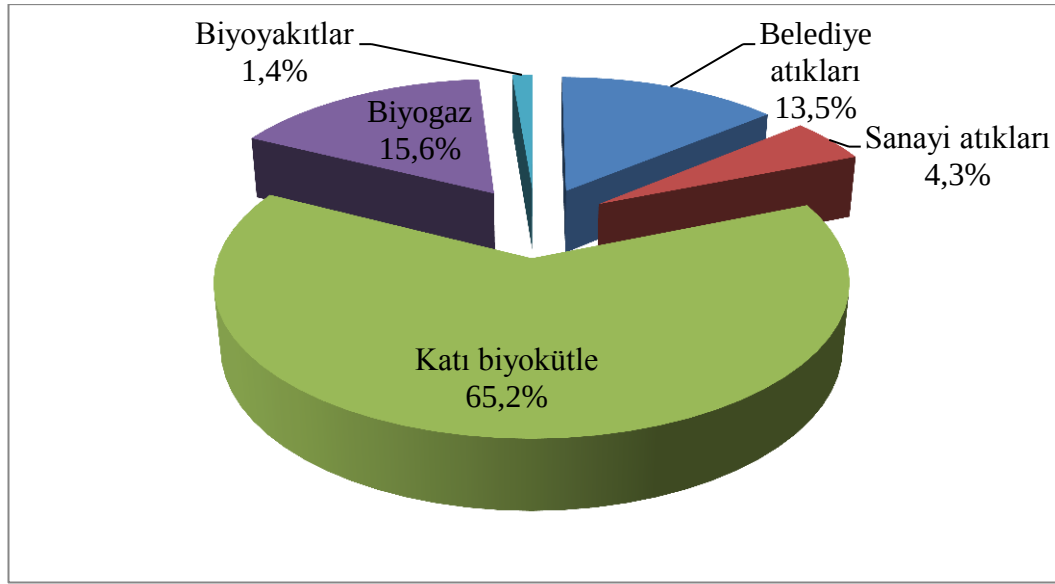
Yıl	Toplam	Biyokütle	Hidroelektrik	Jeotermal	Solar PV	Solar Thermal	Rüzgar	Gelgit, dalga vb.
2000	2.950	164	2.700	52	0,98	0,53	31,3	0,55
2005	3.413	227	3.019	58,3	3,97	0,6	104	0,52
2010	4.347	372	3.531	68,1	32,4	1,65	341	0,51
2015	5.682	528	3.978	80,4	247	9,42	838	1,01
2016	6.119	571	4.170	81,7	328	10,5	958	1,03

2016 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminde biyokütleden elektrik üretimi 3. Sırada yer almaktadır (Çizelge 2.6., WBA, 2018). Dünyada biyokütleden elektrik üretiminin kaynaklara ve yıllara göre değişimi Çizelge 2.7.’de verilmiştir. 2015 yılında biyokütle kaynaklarından elde edilen 528 TWh’lık elektrik üretiminin, 344TWh’lık kısmı odun yongaları, odun peletleri, tarımsal atıklar, orman atıkları gibi katı biyokütle kaynaklarından elde edilmiştir. Biyogazdan elektrik üretimi ise 2000 yılında 13,1 TWh iken 2000-2015 sürecinde yaklaşık %530 oranında artarak 82,5 TWh değerine ulaşmıştır.

Çizelge 2.7. Biyokütleden elektrik üretimi-TWh

Yıllar	Toplam	Belediye atıkları	Sanayi atıkları	Katı biyokütle	Biyogaz	Sıvı biyoyakıtlar
2000	164	34,3	15,3	102	13,1	0
2005	227	46,2	11,8	146	21	1,98
2010	372	60,6	20,7	239	46,2	5,07
2015	528	71,4	22,8	344	82,5	7,62

2015 yılında biyokütle kaynaklarından elektrik üretiminde en yüksek paya %65,2 ile katı biyokütle kaynakları sahiptir ve bunu sırasıyla biyogaz, belediye atıkları, sanayi atıkları ve biyoyakıtlar takip etmektedir (Şekil 2.10., WBA, 2018).



Şekil 2.10. 2015 yılı biyokütleden elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı

Biyokütleden elektrik üretiminde 208 TWh ile Avrupa lider konumdadır ve Avrupa'yı sırasıyla Amerika, Asya ve Afrika takip etmektedir (Çizelge 2.8., WBA, 2018). Kaynaklara göre biyokütleden elektrik üretimi incelendiğinde ise, belediye atıkları, sıvı biyoyakıtlar ve biyogazdan elektrik üretiminde Avrupa, sanayi atıklarından elektrik üretiminde Asya ve katı biyokütleden elektrik üretiminde Amerika ilk sırada yer almaktadır. Avrupa biyogaz ve sıvı biyoyakıtlardan küresel biyoelektrik üretiminin yaklaşık üçte ikisini karşılamaktadır.

Çizelge 2.8. 2015 yılında kıtalardaki biyokütleden elektrik üretimi

Kıtalar	Toplam	Belediye atıkları	Sanayi atıkları	Katı biyokütle	Biyogaz	Sıvı biyoyakıtlar
Afrika	1,91	0	0	1,88	0,04	0
Amerika	162	16,8	2,33	127	15,6	0,22
Asya	152	11,6	13,9	121	3,73	1,89
Avrupa	208	43,1	6,52	91,2	61,3	5,51
Okyanusya	4,23	0	0	2,49	1,74	0
Dünya	528	71,4	22,8	344	82,5	7,62

2014 yılı biyokütleden elektrik üretiminde ABD lider konumdadır ve bunu sırasıyla Çin, Brezilya, Japonya ve Hindistan takip etmektedir (Çizelge 2.9., WBA, 2017). Ayrıca, AB-28 ülkeleri tüm biyokütleden elektrik üretiminin %38,3'ünü üretmiştir. Ülkelerin biyokütle kaynaklarına göre elektrik üretimini bakıldığında ise belediye atıkları, katı biyokütle, biyogaz ve sıvı biyoyakıtlardan elektrik üretiminde ABD, sanayi atıklarından elektrik üretiminde ise Çin lider durumdadır.

Çizelge 2.9. Küresel olarak ilk 10 ülkede biyokütleden elektrik üretimi-2014

	Ülkeler	Toplam	Belediye atıkları	Sanayi atıkları	Katı biyokütle	Biyogaz	Sıvı biyoyakıtlar
1	ABD	81,8	16,6	2,82	48,6	13,6	0,21
2	Çin	57,4	0	13	44,4	0	0
3	Brezilya	46	0	0	45,4	0,56	0
4	Japonya	35,5	4,83	13	28,9	0	0
5	Hindistan	25,4	1,54	1,77	22,9	0,97	0
6	Tayland	8,54	0,32	0	7,67	0,55	0
7	Kanada	5,36	0,27	0	4,12	0,97	0
8	Şili	5,33	0	0	5,29	0,04	0
9	Tayvan	3,68	3,27	0	0,39	0,02	0
10	Avustralya	3,51	0	0	1,88	1,64	0
	Toplam	273	26,8	1,75	210	18,3	0,21
	AB-28	189	37,5	3,41	84,8	58,9	4,85
	Dünya	493	68,7	24,8	313	80,1	6,31

Dünyada biyoyakıt üretimi 2010 yılında 15,9 milyar litre iken 2000-2017 sürecinde yaklaşık %700 oranında artarak, 2017 yılında 143 milyar litre değerine ulaşmıştır (Çizelge 2.10., WBA, 2018). 2016 yılında üretilen biyoyakıtların büyük bir kısmını, şeker bazlı bitkilerin fermantasyonundan elde edilen biyoetanol (%64,8) oluşturmaktadır. İkinci sırada, bitkisel ve hayvansal yağların tranesterifikasyonu ile üretilen biyodizel (%24,7) yer almaktadır. Biyoyakıtların geriye kalan kısmını ise diğer biyoyakıtlar (10,3) adı verilen, biyoetanol ve biyodizel dışında kalan kaynaklar oluşturmaktadır. Dünya toplam biyoyakıt üretiminin kaynaklara ve yıllara göre dağılımı Çizelge 2.10.'de verilmiştir

Çizelge 2.10. Dünyada sıvı biyoyakıt üretimi- milyar litre

Yıl	Toplam	Biyometanol	Biyodizel	Diğer biyoyakıtlar
2000	15,9	12,2	0,78	2,97
2005	34,1	24,5	3,42	6,16
2010	94,4	60,5	18,9	15
2014	125	82	28,9	14,6
2015	132	85,6	32,6	13,6
2017	143	-	-	-

2016 yılı toplam biyoyakıt üretiminin 101 milyar litrelik kısmı yani %75,1'i Amerika kıtasında üretilmiştir (Çizelge 2.11., WBA, 2018). Amerika üretim oranı ile dünya biyoyakıt üretiminde lider konumdadır ve Amerika'yı sırasıyla Avrupa, Asya, Okyanusya ve Afrika izlemektedir. Biyometanol ve diğer biyoyakıtların üretiminde Amerika lider konumdayken, biyodizel üretiminde ise Avrupa lider durumdadır.

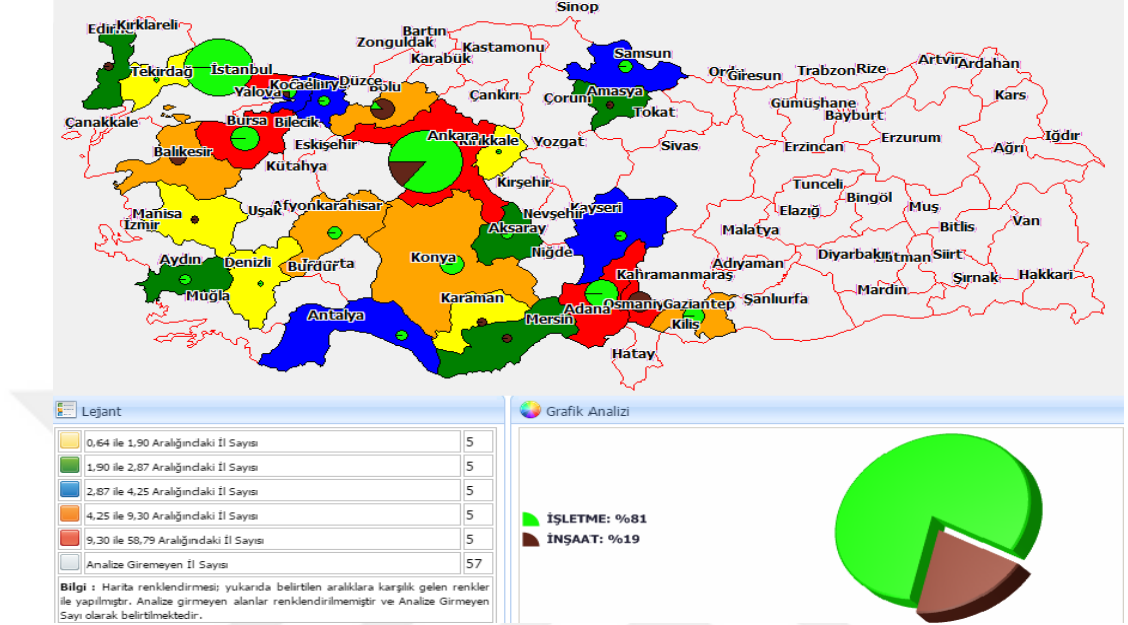
Çizelge 2.11. 2016 yılında kıtalarda sıvı biyoyakıt üretimi- milyar litre

Kıtalar	Toplam	Biyometanol	Biyodizel	Diğer biyoyakıtlar
Afrika	0,07	0,07	0,00	0,00
Amerika	101	72,1	12,5	16,0
Asya	13,9	5,95	7,48	0,47
Avrupa	19,3	4,42	13,7	1,13
Okyanusya	0,29	0,2	0,06	0,0
Dünya	134,56	82,74	33,74	17,6

2.2.4. Türkiye'de Biyokütle Kullanımı

Türkiye'de kayıtlı toplam 100 biyokütle, biyogaz, pirolitik yağ ve atık ısı santrali bulunmakta ve bu santrallerin toplam kayıtlı kurulu gücü 530 MWe, yıllık toplam elektrik üretimi ise 2.277 GWh'dir (<https://www.enerjiatlası.com/biyogaz/>). Şekil 2.11.'de verilen harita incelendiğinde bu santrallerin büyük bir kısmının İstanbul,

Bursa, Ankara, Adana ve Osmaniye illerinde bulunduğu görülmektedir. Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde ise hiç santral bulunmaktadır (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



Şekil 2.11. Türkiye’de biyokütle kaynaklı santrallerin dağılımı

2.2.4.1. Türkiye’de Biyokütle Kaynak Potansiyeli

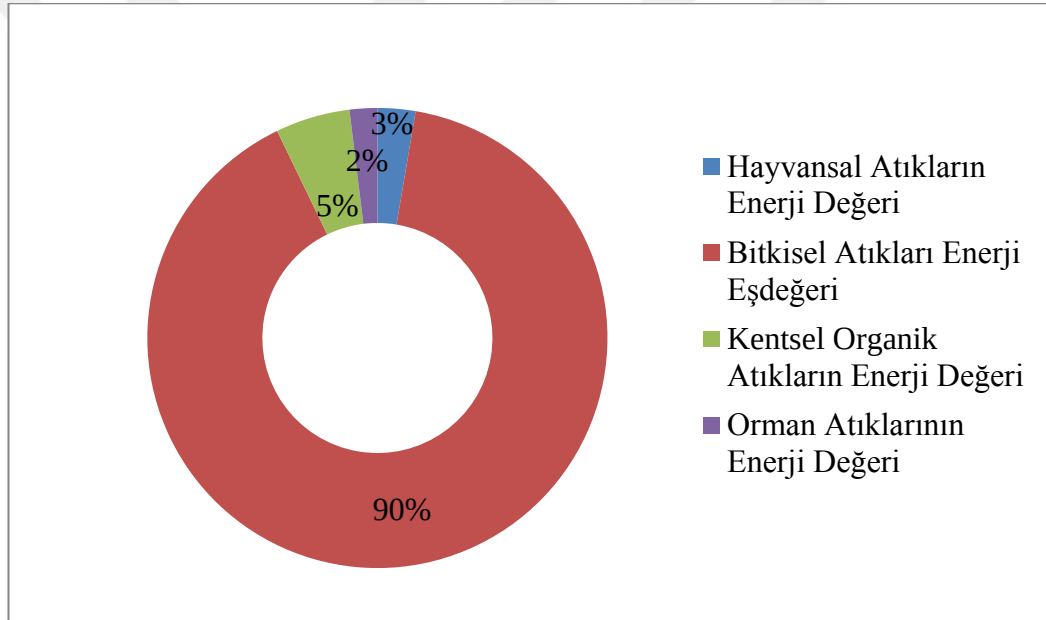
Türkiye iklimi ve arazi yapısı nedeniyle tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin yoğun olarak yapıldığı bir ülkedir. Büyükşehirler dışında kalan bölgelerde geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Bu nedenle özellikle kırsal kesimlerde bitkisel ve hayvansal atık potansiyeli, sanayinin gelişmiş olduğu bölgelerde ise kentsel katı atık potansiyeli yüksektir.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Biyokütle Potansiyel Atlası (BEPa) çalışması ile Türkiye’nin kaynaklara göre biyokütle potansiyelleri TEP/yıl olarak Çizelge 2.12.’de verilmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).

Çizelge 2.12. Kaynak bazında Türkiye'nin biyokütle potansiyeli

Kaynak türü	Potansiyel enerji (TEP/yıl)
Hayvansal Atıkların Enerji Değeri	1.176.198
Bitkisel Atıkları Enerji Eşdeğeri	39.877.285
Kentsel Organik Atıkların Enerji Değeri	2.315.414
Orman Atıklarının Enerji Değeri	859.899
Toplam enerji potansiyeli	44.228.796

Türkiye’de biyokütle bazlı enerji potansiyelinin kaynaklara göre oranları Şekil 2.12.’de verilmiştir. Bu grafikten en yüksek potansiyele %90’lık bir oranla bitkisel atıkların sahip olduğu görülmektedir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



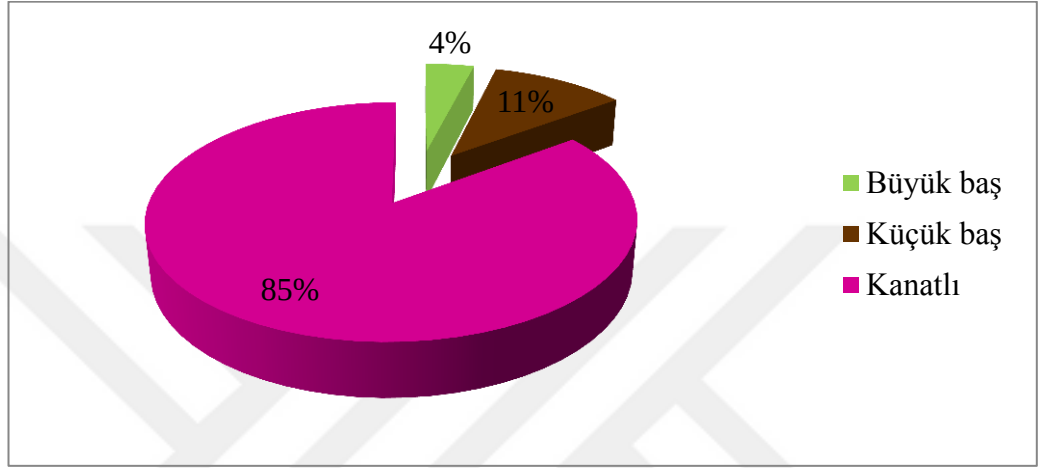
Şekil 2.12. Türkiye’de biyokütle bazlı potansiyel enerjinin kaynaklara göre dağılımı

Hayvansal Kaynak Potansiyeli

TÜİK verilerine göre 2018 yılında Türkiye’de toplam büyükbaş hayvan sayısı 17.220.903 adet, toplam küçükbaş hayvan sayısı 46.117.335 adettir (<https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr>). Kümes hayvanı sayısı ise 229.506.689 adet et tavuğu, 124.054.810 adet yumurta tavuğu, 4.043.332 adet hindi,

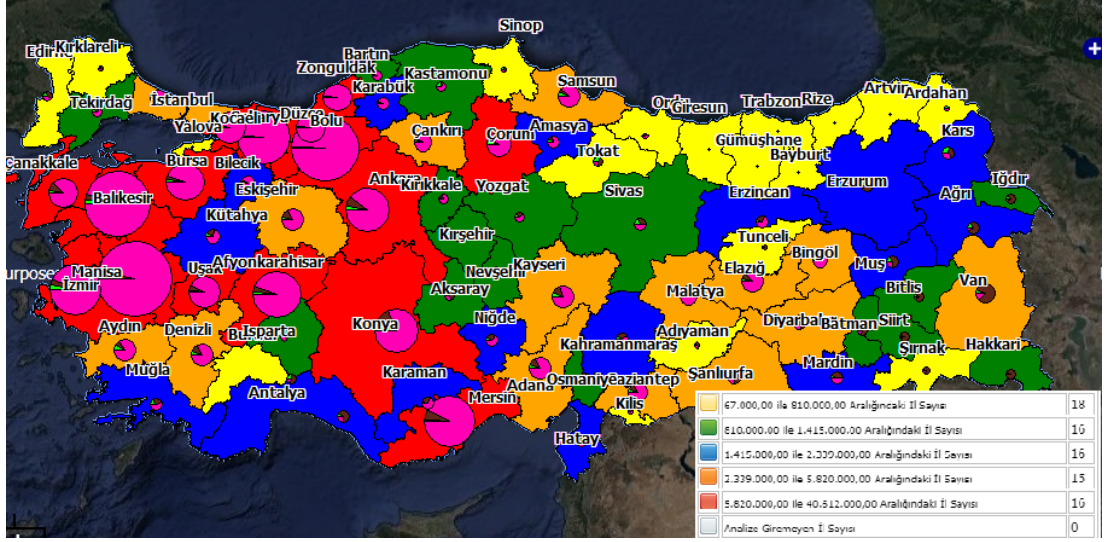
1.080.190 adet kaz ve 532.841 adet ördek+beç tavuğu olmak üzere toplam 359.217.862 adettir (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr>).

Türkiye’de toplam hayvan sayısının %85’ini kanatlı hayvanlar, %4’ünü büyükbaş hayvanlar oluşturmaktadır. Türkiye’de hayvan sayısının oransal dağılımı Şekil 2.13.’de verilmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



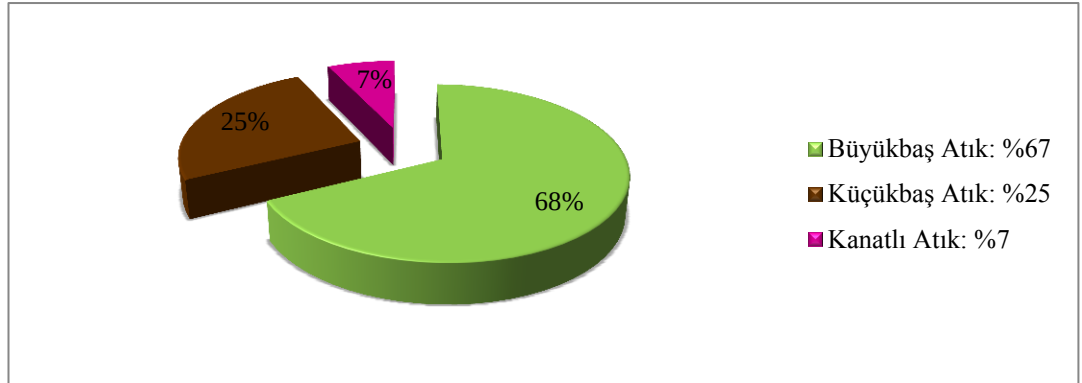
Şekil 2.13. Türkiye’ nin hayvan türüne göre oransal dağılımı

Türkiye’de hayvancılık işletmelerinin %66’sı gibi büyük bir çoğunluğunu çiftlik başına 26 hayvandan daha azına sahip nispeten küçük işletmeler oluşturmaktadır (FAO, 2016). Türkiye’de hayvan sayısının illere göre dağılımı Şekil 2.14.’de verilmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



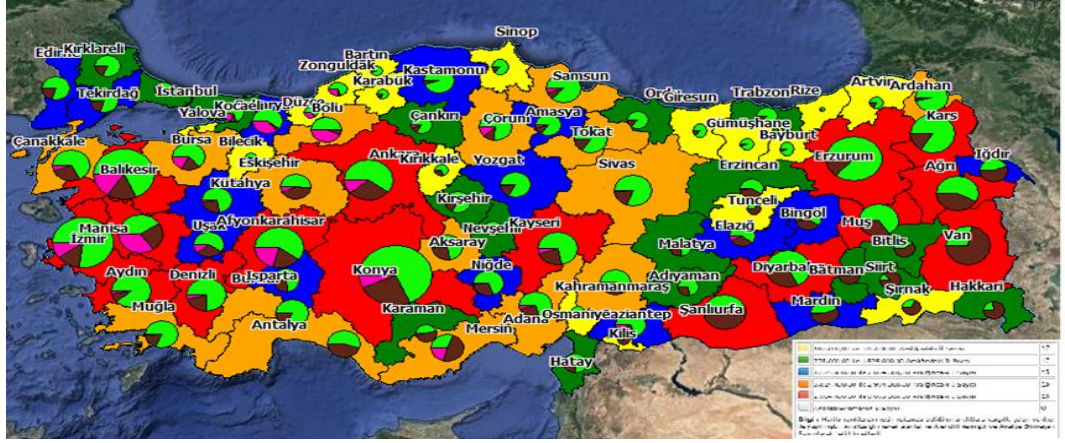
Şekil 2.14. Türkiye’de hayvan sayısının illere göre dağılımı (adet)

BEPA verilerine göre Türkiye’de yıllık 163.297.308 ton/yıl hayvansal atık oluşmaktadır. Bu atıkların %72’si büyükbaş hayvancılık faaliyetlerinden, %21’i küçükbaş hayvancılık faaliyetlerinden ve %7’si kanatlı hayvancılık faaliyetlerinden oluşmaktadır. Şekil 2.15.’de hayvansal atıkların dağılımı gösterilmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



Şekil 2.15. Türkiye’de hayvansal atıkların dağılımı

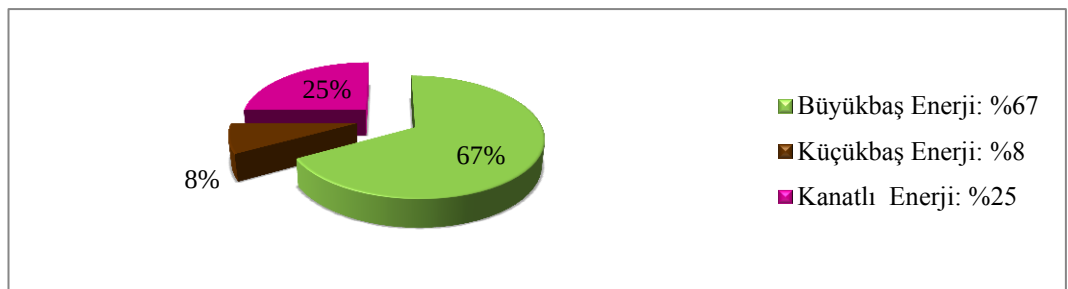
Hayvansal atıkların illere göre dağılımı Şekil 2.16.’da verilmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



Şekil 2.16. Hayvansal atıkların illere göre dağılımı (ton/yıl)

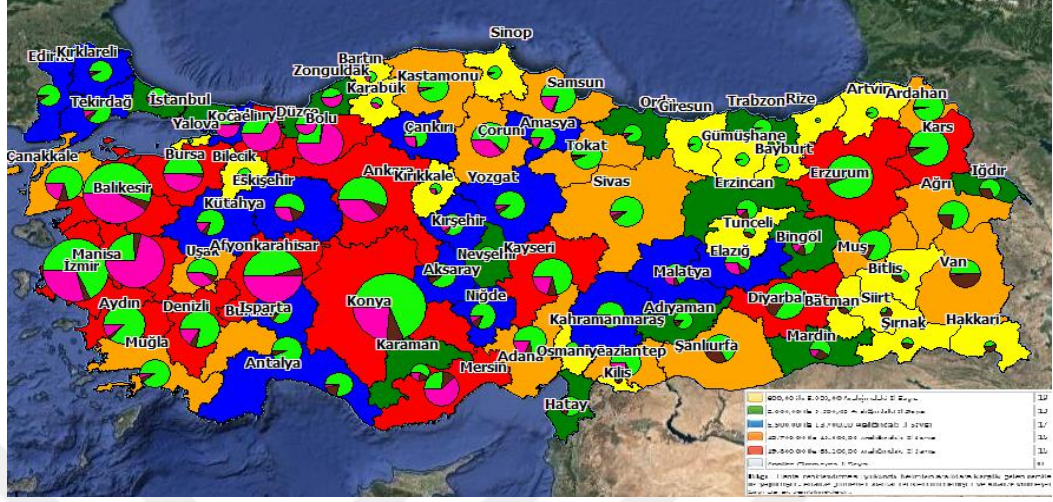
Harita incelendiğinde Türkiye’de büyükbaş hayvancılık kaynaklı atıkların Kars, Ağrı, Erzurum, Muş, Konya, Ankara, Afyon, Denizli, Balıkesir, Manisa gibi illerde, küçükbaş hayvancılık kaynaklı atıkların ise Van ve Urfa gibi illerde daha yüksek potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Kanatlı hayvancılık atıklarında ise belirli bir potansiyel üstünlüğüne sahip olan il bulunmamakla birlikte daha çok batı illerinde bulunduğu görülmektedir.

BEPA verilerine göre Türkiye’de hayvansal atıklardan elde edilebilecek atıkların %67’si büyükbaş ve %25’i kanatlı hayvan atık kaynaklıdır. Hayvansal atıkların oransal dağılımı Şekil 2.17.’de verilmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



Şekil 2.17. Türkiye’de hayvansal atıkların enerji dağılımı

Türkiye’de hayvansal atıklardan elde edilebilecek atıkların illere göre dağılımı Şekil 2.18.’de verilmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



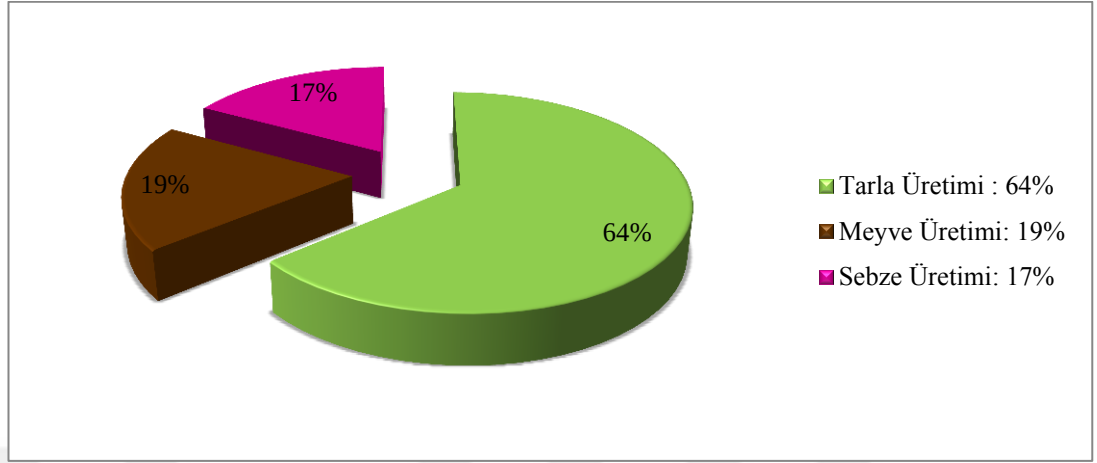
Şekil 2.18. Türkiye’de hayvansal atıkların illere göre enerji dağılımı (TEP/yıl)

Şekil 2.18. incelendiğinde Türkiye’de büyükbaş hayvan atıklarından elde edilebilecek enerji değerinde en yüksek potansiyele sahip olan illerin Kars, Erzurum, Diyarbakır, Kayseri İzmir ve Konya gibi iller olduğu, küçükbaş hayvan atıklarından elde edilebilecek enerji değerinde belirli bir üstünlüğe sahip olan il bulunmadığı ve kanatlı hayvan atıklarından elde edilebilecek enerji değerinde ise en yüksek potansiyele sahip olan illerin Manisa, Bolu Sakarya, Afyon ve Mersin gibi iller olduğu görülmektedir. Bölüm 5.5’de illere göre hayvan sayıları ve atık miktarı verileri kullanılarak her bir ilde büyükbaş, küçükbaş ve tavuk gübrelerinden elde edilebilecek biyogaz potansiyeli ve bu potansiyelin enerji eşdeğeri hesaplanmıştır.

Bitkisel kaynak potansiyeli

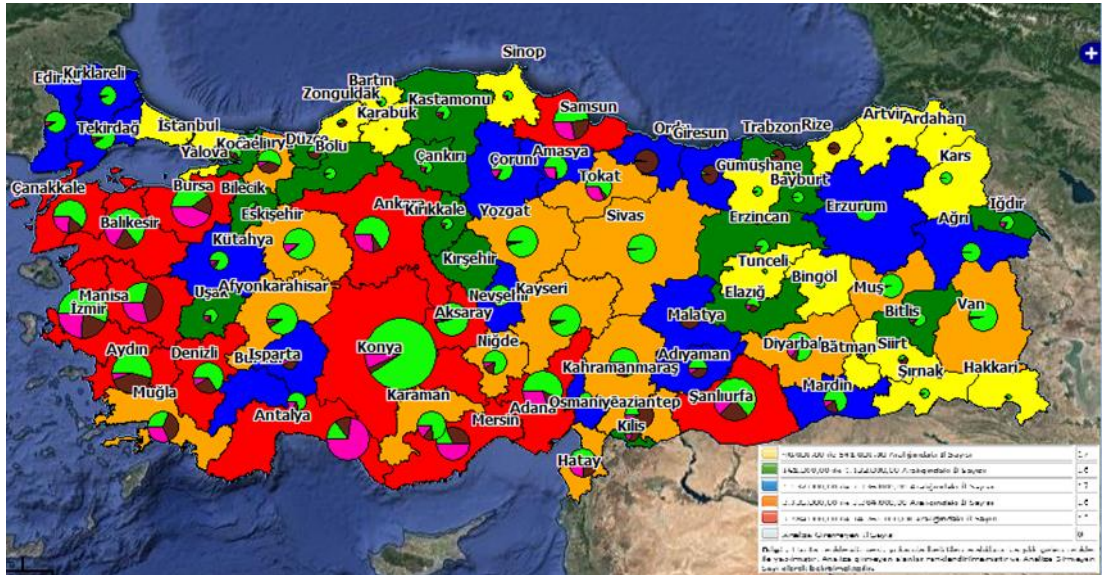
Türkiye’de bitkisel üretim miktarı 176.313.301 ton/yıl, bu üretimden elde edilebilecek atık miktarı 96.451.594 ton/yıl ve bu atıkların enerji eşdeğeri 39.877.285 TEP/yıl olarak belirlenmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>). Türkiye’de bitkisel üretimin %64’ünü tarla bitkileri, %19’u ise meyve yetiştirilmesi oluşturmaktadır. Şekil 2.19.’da

Türkiye’de bitkisel üretimin türlerine göre dağılımı verilmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



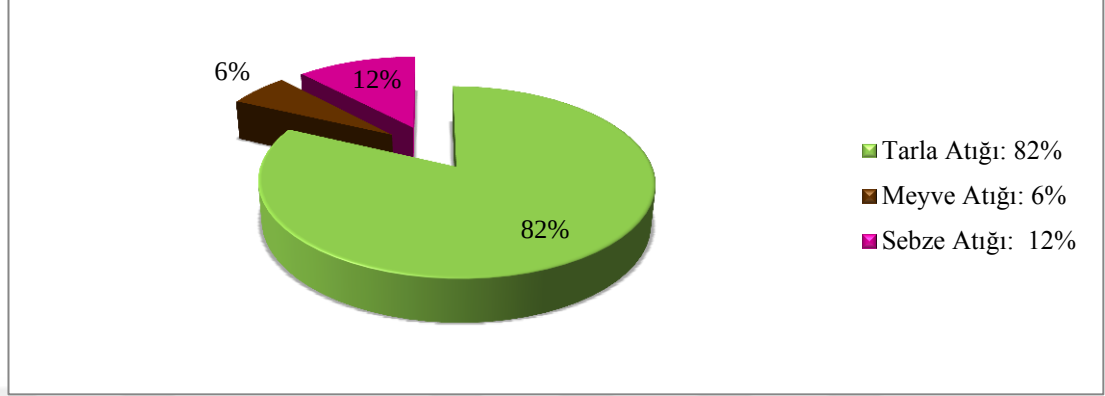
Şekil 2.19. Türkiye’de bitkisel üretimin dağılımı

Türkiye’de bitkisel üretimin illere göre dağılımı Şekil 2.20.’de verilmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



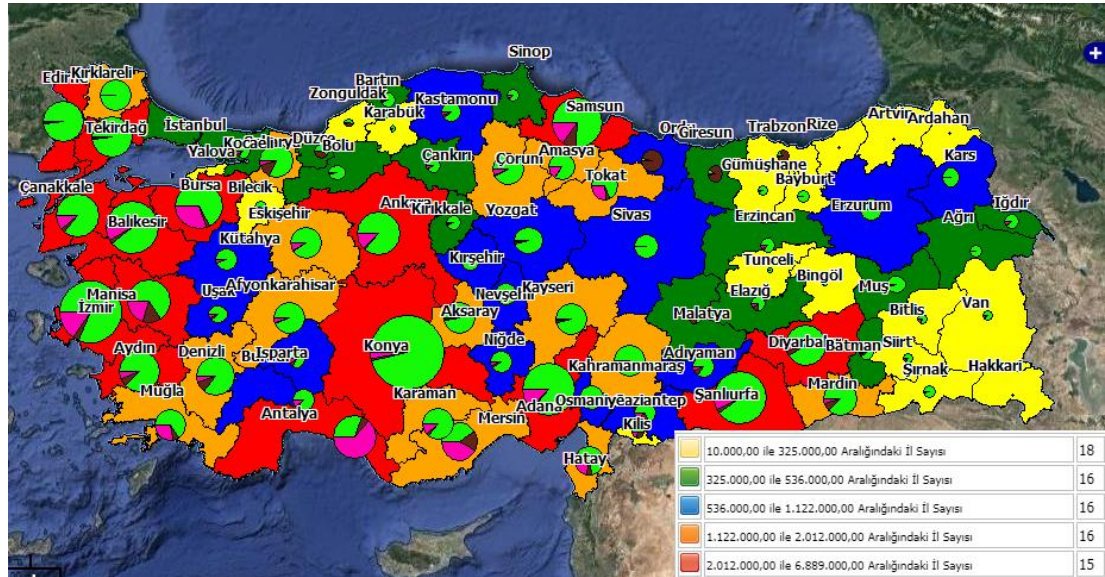
Şekil 2.20. Bitkisel üretimin illere göre dağılımı (ton/yıl)

Türkiye’de bitkisel atıkların %82’si tarla bitkileri yetiştirilmesinde, %6’sı ise meyve yetiştirilmesi sürecinde oluşmaktadır. Bitkisel üretimden elde edilebilecek atıkların oranları Şekil 2.21.’de verilmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



Şekil 2.21. Türkiye’de bitkisel atıkların türlerine göre dağılımı

Bitkisel üretimden elde edilebilecek atıkların illere göre dağılımı Şekil 2.22.’de verilmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



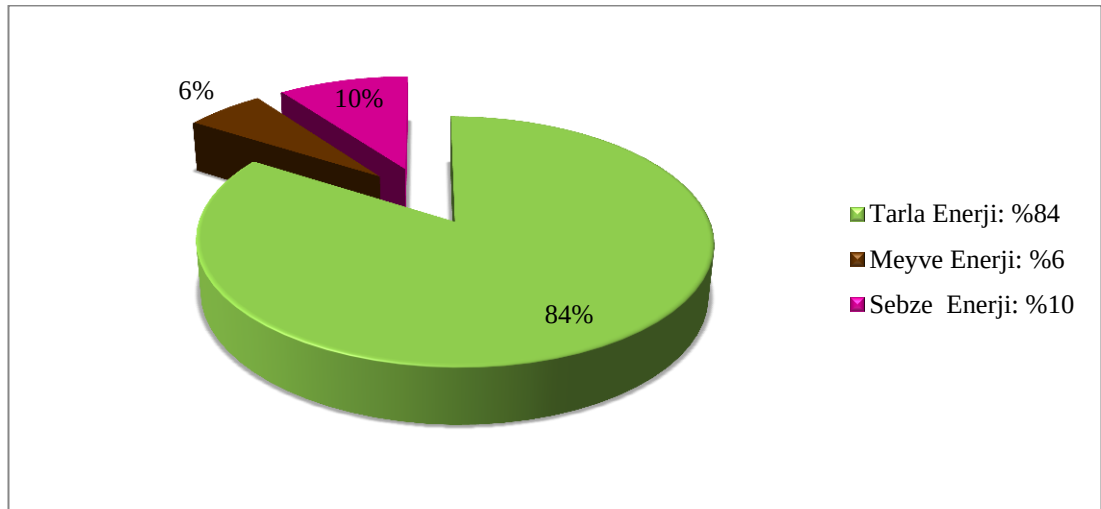
Şekil 2.22. Türkiye’de bitkisel atıkların illere göre dağılımı (ton/yıl)

Verilere göre, Türkiye’de genel olarak batı illeri doğu illerine göre daha fazla kullanılabilir bitkisel atık potansiyeline sahiptir.

Türkiye’de yetiştirilen tarımsal ürünlerden, ayçiçeği başı, mısır koçanı, mısır kabuğu, pirinç kabuğu ve fındık kabuklarından her biri yıllık 100.000 tonun üzerinde atık oluşturmakta ve bu tarımsal ürünlerden ayçiçeği başı ve mısır koçanı en çok, Edirne, Konya, Tekirdağ ve Kırklareli illerinde yetiştirilmekte ve en fazla toplanan atık bu illerde oluşmaktadır (FAO, 2016). Bu artıklar, hasattan sonra tarlada kalan kalıntılardan ve son ürünün işlenmesi ve paketlenmesi sürecinde oluşan artıklardan oluşmaktadır.

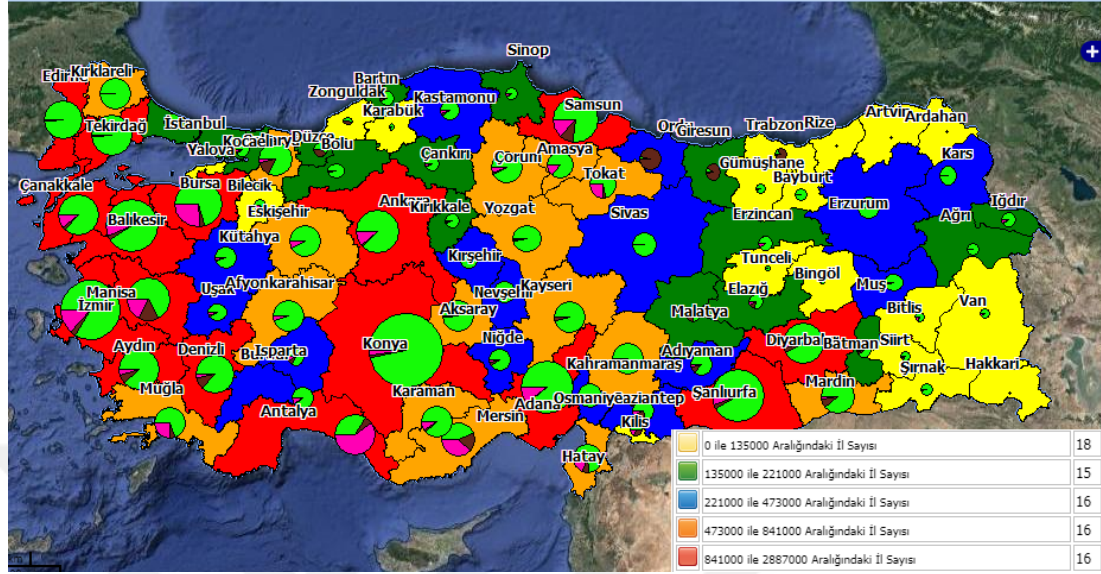
Ayrıca, pamuk sapı, mısır sapı ve ayçiçeği sapından her biri yıllık 1.8 milyon tonun üzerinde atık oluşturmaktadır. Bu ürünlerden pamuk sapı ve mısır sapı en fazla Şanlıurfa, Adana, Aydın, Hatay ve Diyarbakır illerinde oluşmaktadır (FAO, 2016). Bu tür bitkilerin artıkları, tarlada yayılı halde bulunan artıklardır ve toplanması ve nakliyesi yüksek maliyetler gerektirdiği için kullanımı sınırlıdır (FAO, 2016).

Bitkisel atıklardan elde edilebilecek enerjinin türlerine göre dağılım oranları Şekil 2.23.’de verilmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



Şekil 2.23. Türkiye’de bitkisel atık türlerine göre enerji dağılımı

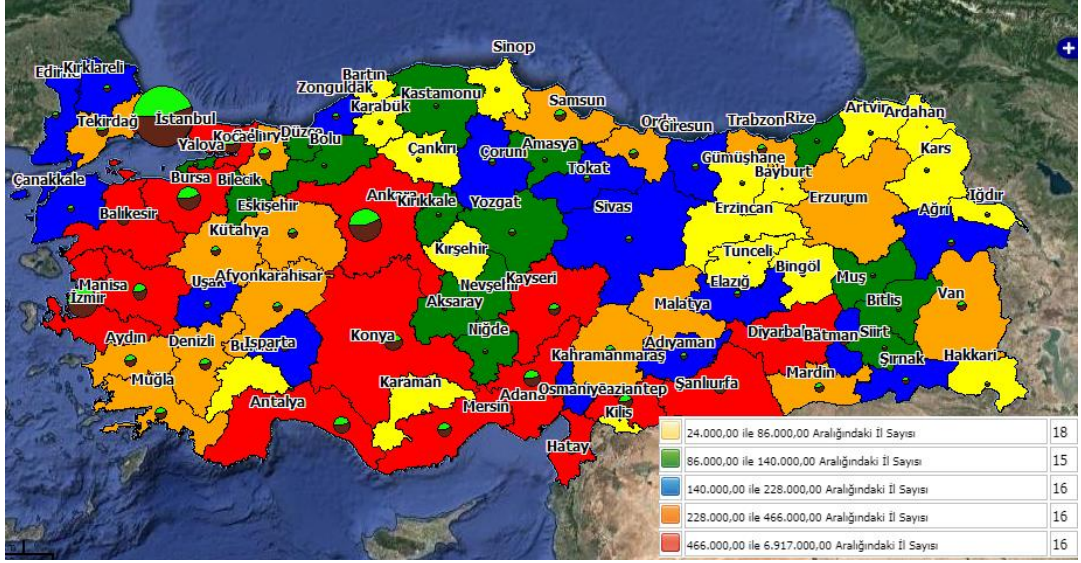
Bitkisel üretim kaynaklı atıklardan elde edilebilecek enerjinin illere göre dağılımı Şekil 2.24.'de verilmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



Şekil 2.24. Türkiye’de illere göre bitkisel enerji dağılımı (TEP/yıl)

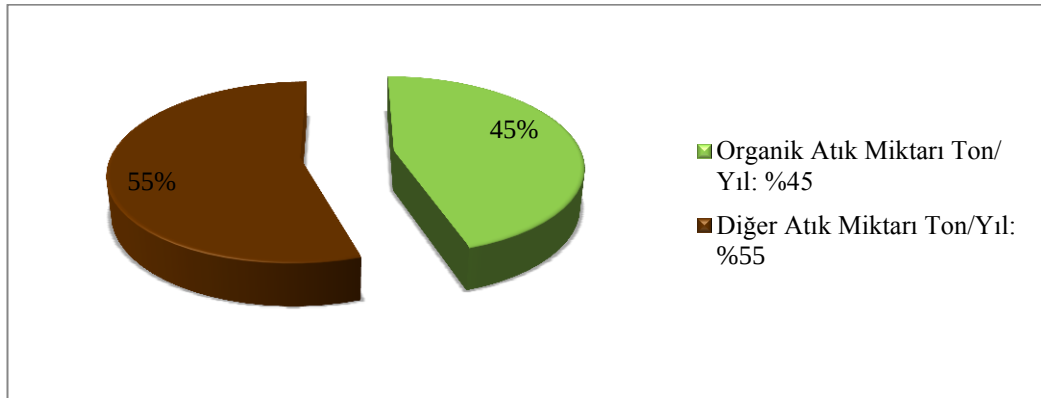
Kentsel katı atık potansiyeli

TÜİK 2016 verilerine göre Türkiye’de bir kişi günde ortalama 1.17 kg atık oluşturmaktadır (<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24876>). Kişi başına oluşturulan kentsel katı atık miktarları bölgelere ve gelişmişlik oranlarına göre değişim göstermektedir. Özellikle büyükşehirlerde kişi başına düşen atık miktarı artış göstermektedir. Türkiye’de kentsel katı atıkların illere göre dağılımı Şekil 2.25.’de verilmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



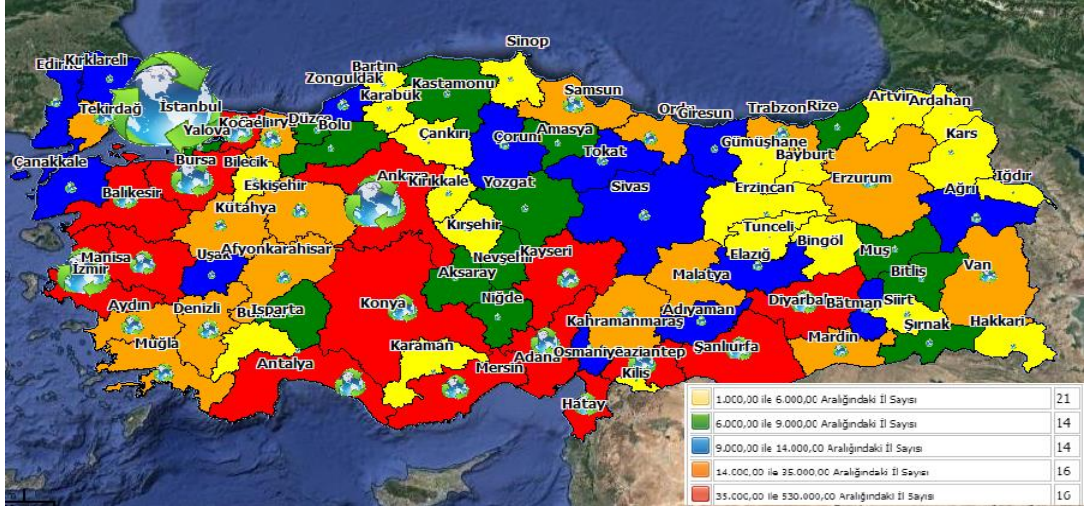
Şekil 2.25. Türkiye’de kentsel katı atıkların illere göre dağılımı (ton/yıl)

Türkiye’de kentsel katı atık miktarının %45’i organik atıklardan oluşmaktadır. Şekil 2.26.’da Türkiye’de kentsel katı atıkların dağılımı verilmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



Şekil 2.26. Türkiye’de kentsel katı atıkların türlerine göre dağılımı

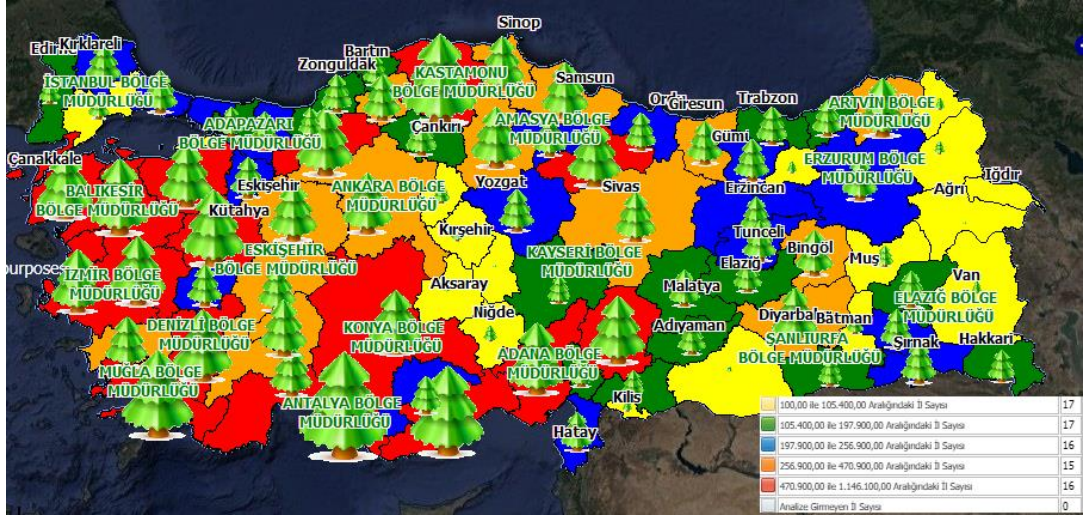
Kentsel organik atıkların enerji değeri 2.315.414 TEP/yıl olarak belirlenmiştir. Kentsel organik atıkların illere göre enerji potansiyeli Şekil 2.27.’de harita üzerinde gösterilmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



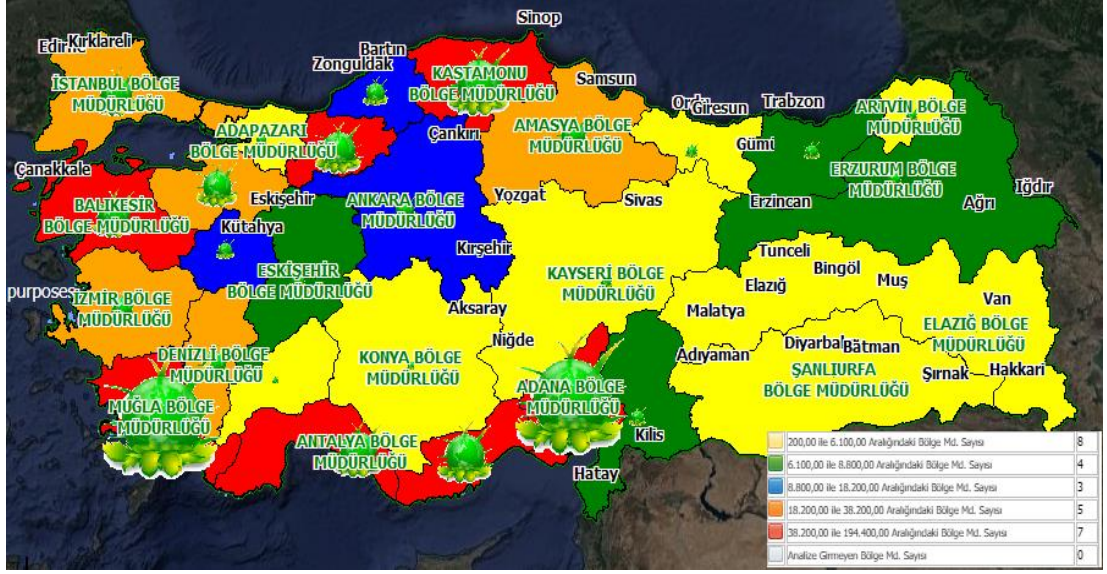
Şekil 2.27. Türkiye’de kentsel organik atıkların illere göre enerji dağılımı (TEP/yıl)

Orman Atıkları Potansiyeli

Türkiye’de orman varlığından kaynaklanan atıkların enerji değeri 859.899 TEP/yıl olarak belirlenmiştir. Türkiye’de illerin orman varlığı orman hektarlarına göre dağılımı Şekil 2.28.’de verilmiştir (<http://bepa.yegm.gov.tr/>).



Şekil 2.28. Türkiye’de illere göre orman dağılımı (hektar)



Şekil 2.30. Orman atıklarının enerji değeri (TEP/ yıl)

2.3. Biyogaz ve Anaerobik Fermantasyon Süreci

Biyogaz, organik maddelerin oksijensiz ortamda fermantasyonu sonucunda elde edilen, havadan %20 daha hafif, kokusuz, renksiz, parlak mavi alevle yanan bir gaz karışımıdır (Öztürk, 2016). Elde edilen bu gazın tutuşma sıcaklığı 650-750°C, ısı değeri yaklaşık olarak 20 Mj/m³ ve yanma verimi ise %60'dır (Öztürk, 2012).

Biyogazın içeriğindeki ana bileşenler metan ve karbondioksit gazlarıdır. Biyogazın içeriğinde bulunan gazların bileşimi, üretimde kullanılan besin maddesinin özelliklerine, reaktöre yükleme hızına, sıcaklığa, hammaddedeki nem oranına, reaktördeki bakteriyel faaliyetlere ve sistem işletim şartlarına bağlı olarak değişebilmektedir (Toprakçioğlu, 2016). Biyogaz içeriğinde bulunan maddeler ve oranları Çizelge 2.13.'de verilmiştir (Avcıoğlu vd. 2011).

Çizelge 2.13. Biyogaz İçeriği

Bileşenler	Sembol	Gazın içeriği (% değeri)
Metan	CH ₄	40-70
Karbondioksit	CO ₂	30-60
Hidrojen	H ₂	5-10
Azot	N ₂	1-2
Su buharı	H ₂ O	0,3
Hidrojen sülfür	H ₂ S	Az miktarda

Biyogazın ısı değeri içeriğindeki metan miktarı ile doğru orantılı olarak değişmekte ve içeriğindeki metan miktarı %50'den az olması durumunda verimli bir yanma sağlanamamaktadır (Toprakçioğlu, 2016). Ayrıca biyogazın içeriğinde bulunan CO₂ miktarı arttıkça da ısı değeri düşmektedir (Avcioğlu, 2011).

Biyogaz, doğal gaz ile benzer özellikler taşımaktadır ve doğalgaz ya da LPG ile çalışan cihazlarda, küçük modifikasyonlar yapılarak kullanılabilir (Yeşilkaya, 2013). Ayrıca benzinle çalışan motorlarda hiçbir katkı maddesine gerek olmadan kullanılabilir, dizel motorlarda ise %18-20 oranlarında motorinle karıştırılarak kullanılabilir (Öztürk, 2012). Biyogaz ile bazı sıvı ve gaz yakıtların özelliklerinin karşılaştırılması Çizelge 2.14.'de verilmiştir (Şenol vd. 2017).

Çizelge 2.14. Biyogazın diğer yakıtlarla karşılaştırılması

Yakıt	Isıl değeri (kj/kg)	Yoğunluk	Hava-yakıt oranı (kg/kg)	Ateşleme sıcaklığı (°C)
Metan	50000	0,72 kg/Nm ³	17,2	650
Propan	46300	2,02 kg/Nm ³	15,6	470
Bütan	45600	2,70 kg/Nm ³	15,6	365
Benzin	43000	0,75 kg/l	14,8	220
LPG	46000	0,54 kg/l	15,5	400
Motorin	42500	0,85 kg/l	14,5	220
Doğalgaz	57500	0,83 kg/Nm ³	17	600
Biyogaz	18000	1,2 kg/Nm ³	10,2	650

1 m³ biyogaz 4700-5700 kcal/m³ ısı sağlamaktadır ve 1 m³ biyogaz; 0,62 litre gazyağı, 1,46 kg odun kömürü, 3,47 kg odun, 0,43 kg bütan gazı, 12,3 kg tezek ve

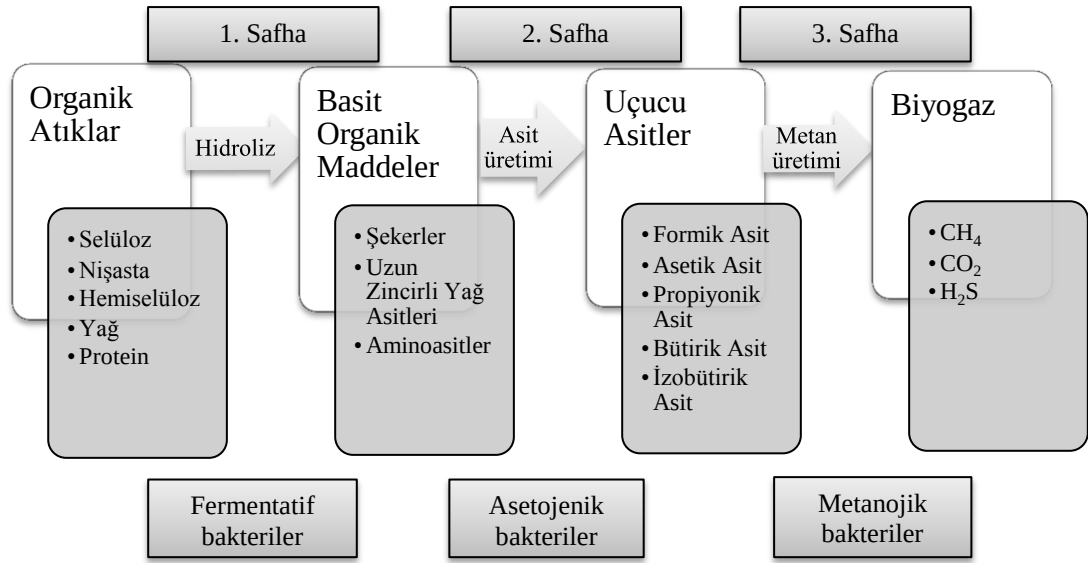
4,70 kWh elektrik enerjisi eşdeğerindedir. Ayrıca, 1 m³ biyogaza eşdeğer yakıt miktarları 0,66 litre motorin, 0,75 litre benzin ve 0,25 m³ propan eşdeğer yakıt miktarlarıdır (<http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>).

2.3.1. Anaerobik Fermantasyon Süreci

Anaerobik fermantasyon, büyük ve karmaşık yapıdaki organik maddelerin (karbonhidratlar, yağlar, proteinler vb.) oksijensiz ortamda mikroorganizmalar aracılığıyla yapıtaşlarına ayrılarak metan ve karbondioksit'e dönüştürülmesi işlemidir (Toprakçioğlu, 2016). Organik içerikli maddeler hiçbir mikroorganizma tarafından direk olarak metana dönüştürülememektedir (Ardıç, 2009). Bu nedenle anaerobik fermantasyon sürecinde metanın elde edilebilmesi için farklı türde ve birbirine bağımlı olan mikroorganizma (bakteri) gruplarının ortamda bulunması gerekmektedir. Bu bakteri grupları da; hidroliz bakterileri, asit oluşturan bakteriler ve metan oluşturan bakterilerdir. Fermantasyon süresince her bir bakteri grubu kendisinden önceki bakteri grubunun ürettiklerini besin maddesi olarak kullanmakta ve kendinden sonraki bakteri grubu için besin maddesi üretmektedir. Anaerobik fermantasyon sürecinde, metan oluşumu üç farklı aşama sonucunda gerçekleşmektedir. Bu sürecin aşamaları (Avcıoğlu vd., 2011):

1. Aşama: Fermantasyon ve hidroliz (sıvılaştırma)
2. Aşama: Asetik asit oluşumu (asitlendirme)
3. Aşama: Metan gazı oluşumu

Anaerobik fermantasyon sürecinin aşamaları ve her bir aşamada oluşan ürünlerin şematik gösterimi Şekil 2.31.'de verilmiştir (Gül, 2006).



Şekil 2.31. Anaerobik çürüme safhaları

1. Aşama: Fermantasyon ve hidroliz (sıvılaştırma): Anaerobik fermantasyonun ilk safhası olan fermantasyon ve hidroliz safhasında, hidroliz bakterileri aracılığıyla karbonhidratlar ($C_{10}H_{10}O_5$)_n, yağlar ($C_5OH_9O_{10}$) ve proteinler ($10C_2NH_3H_2O$) parçalanarak karbondioksit, asetik asit ve çözülebilir uçucu organik maddelere dönüştürülürler (Avcıoğlu vd., 2011). Bu safha sonucunda temel olarak uçucu yağ asitleri [$CH_3(CH_2)_nCOOH$] oluşmaktadır (Yokuş, 2006).

Hidroliz işlemi, hücre dışı enzimler tarafından gerçekleştirilen uzun süren bir safhadır (Gül, 2006). Bu safhanın reaksiyon hızı; ortam sıcaklığı, hidrolik bekleme süresi, pH ve atık bileşimi gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Litonjua ve Cvetkovski, 2012; Tunçel, 2017). Ayrıca yağların hidroliz işlemi çok yavaş gerçekleştiği için, hidroliz aşaması anaerobik fermantasyonda biyolojik parçalamanın hızını belirlemektedir (Öztürk, 2016).

2. Aşama: Asetik asit oluşumu (Asitlendirme): Bu aşamada, asit bakterileri devreye girerek birinci safha sonucunda oluşan uçucu yağ asitlerini asetik asit ve hidrojene dönüştürürler (Gül, 2006).

Asit bakterilerinin bir kısmı da, açığa çıkan karbondioksit ve hidrojeni kullanarak asetik asit üretirler (Tekeli, 2014). Fakat bu yolla ortaya çıkan asetik asit miktarı birinciye göre daha azdır (Avcıoğlu, 2011).

Asit oluşturuıcı bakteriler, asidik şartlarda büyüyen anaerobik bakterilerdir ve bu bakteriler büyümek ve çoğalmak için oksijen ve karbondioksite gereksinim duyarlar. Oksijen ihtiyaçlarını çözeltide bağılı olarak bulunan oksijenden karşılayarak metan oluşturuıcı bakteriler için anaerobik ortam oluşturlar (Avcıoğlu vd., 2011).

3. Aşama: Metan gazı oluşumu: Anaerobik fermantasyonun son aşaması olan bu aşamada, metan oluşturuıcı bakteriler devreye girmektedir. Burada metan oluşumu iki farklı şekilde gerçekleşmektedir (Avcıoğlu vd., 2011):

İlk olarak metan bakterilerinin bir kısmı CO_2 ve H_2 'yi kullanarak metan CH_4 ve su H_2O üretirler. Metan üretiminin %30'u bu şekilde gerçekleşmektedir.

İkinci olaraksa metan bakterilerinin bir kısmı, asetik asit safhasında oluşan asetik asitleri kullanarak CH_4 ve CO_2 üretirler. Metan üretiminin %70'i bu şekilde gerçekleşmektedir.

Bu aşamada devreye giren metan bakterileri, fermantasyon ortamının sıcaklığına bağılı olarak üç gruba ayrılmaktadır. Bu bakteri grupları ve optimum sıcaklık değerleri şu şekildedir (Yokuş,2011):

1. Psikofilik bakteriler: 5-25 °C,
2. Mezofilik bakteriler: 25-38 °C,
3. Termofilik bakteriler: 50-60 °C.

Anaerobik fermantasyon sürecinde ortamda oksijen bulunmaması, sıcaklık değerinin uygun olması (mezofilik bakteri için 30-35 °C, termofilik bakteriler için 55-60 °C), pH değerinin 6.5-7.5 aralığında olması, yeterli miktarda besin maddesinin bulunması ağır metaller, amonyak ve sülfürler gibi inhibitör ya da toksiklerin ortamda

bulunmaması durumunda mikroorganizmalar için optimum koşulları sağlanmış olur (Litonjua ve Cvetkovski, 2012).

2.3.2. Biyogaz Üretiminde Kullanılan Kaynaklar

Biyogaz üretiminde ormancılık kaynakları, tarımsal kaynaklar, kanalizasyon ve endüstriyel atık sular, belediye katı atıkları ve hayvancılık atıkları gibi organik içerikli tüm maddeler kullanılabilir (Mao vd., 2015). Fakat biyogazın verimi organik atıkların türüne ve içeriğindeki metan oranına göre farklılık göstermektedir. Biyogaz üretiminde kullanılan bazı atıklara ve bu atıkların metan oranına göre biyogaz verimlerine Çizelge 2.15.'de yer verilmiştir (<http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>).

Çizelge 2.15. Biyogaz üretiminde kullanılan bazı atıklar ve metan verimleri

Kaynak	Biyogaz verimi (litre/kg)	Metan oranı (Hacim %'si)
Sığır gübresi	90-310	65
Kanatlı gübresi	310-620	60
Domuz gübresi	340-550	65-70
Buğday Samanı	200-300	50-60
Çavdar Samanı	200-300	59
Arpa Samanı	290-310	59
Mısır Sapları ve Atıkları	380-460	59
Keten-Kenevir	360	59
Çimen	280-550	70
Sebze Artıkları	330-360	Değişken
Ziraat Atıklar	310-430	60-70
Yerfıstığı Kabuğu	365	--
Dökülmüş Ağaç Yaprakları	210-290	58
Algler	420-500	63
Atık su çamuru	310-800	65-80

2.3.2.1. Bitkisel Atıklar

Bitkisel atıkların hammadde olarak kullanıldığı tesisler çok fazla işlem kontrolü gerektirdiği için kırsal kesimde bitkisel atık kaynaklı biyogaz tesislerinin kurulumu önerilmemektedir (Öztürk, 2016).

2.3.2.2. Hayvansal Atıklar

Hayvancılık faaliyetlerinden elde edilecek gübrenin miktarı ve kalitesi, hayvanın türüne, hayvanların beslenmesine, hayvanın vücut büyüklüğüne iklim şartlarına bağlı olarak değişmektedir (Özer, 2017; Deviren vd. 2017). Ayrıca hayvanların ahırda ya da merada tutulması da atık miktarını etkilemektedir. Gübre, anaerobik çürütücüler için sıkça kullanılan bir hammaddedir, çünkü hazırdır ve yüksek azot içeriğinden dolayı anaerobik mikroorganizmaların gelişimi için çok uygundur (Appels vd., 2011).

Hayvansal atıklar daha çok kırsal kesim için önerilen biyogaz tesislerinde girdi olarak kullanılmaktadır. Bu atıklar biyogaz enerjisine dönüştürüldüğü takdirde zehirli maddelerden arınmakta ve daha değerli bir gübre olarak da kullanılmaktadır (Akbulut ve Dikici 2004).

Hayvansal atıkların arıtılmadan doğrudan doğaya salınması başta metan gazı nedeniyle küresel ısınmaya, yer altı ve yer üstü sularında kirlenmeye, insan ve çevre sağlığında olumsuz etkilere neden olmaktadır (Tolay vd., 2008). Enerji gereksinimleri ve atıklardan kaynaklanan çevresel sorunlar birlikte dikkate alındığında, her iki sorunun çözümü içinde biyogaz tesislerinin kurulması etkili olacaktır. Ayrıca biyogaz tesislerinin kurulmasıyla atıkların bertarafının sağlanması ve enerji elde edilmesinin yanında tarımsal üretimde kullanılabilecek gübre üretimi de sağlanmış olmaktadır.

2.3.2.3. Kentsel Katı Atıklar

Kentsel atıklar, şehir kanalizasyon ve dip çamur artıkları, sanayi atıkları, çöpler, evsel ve endüstriyel atık sular vb. atıklardan oluşmaktadır. Bu hammaddeler belediyeler ve sanayi tesisleri tarafından ileri teknoloji kullanılarak kurulan biyogaz tesislerinde kullanılır (Öztürk, 2016).

Kentsel katı atıklar yüksek kalitede bir çamur elde etmek için kaynağında ayrılmazsa, anaerobik sindirime uygun olmayan ağır metaller gibi bileşiklerin giderilmesi için bir ön-sıralama aşaması gerekmekte buda tedavi maliyetlerini önemli ölçüde arttırmaktadır (Appels vd., 2011).

2.3.3. Biyogaz Üretimini Etkileyen Faktörler

Anaerobik fermantasyon sürecinde reaktörde bulunan asit ve metan bakterileri arasındaki dengeye bağlı olarak elde edilen biyogazın miktarı ve kalitesi değişmektedir (Öztürk, 2016). Asit ve metan bakterileri arasındaki bu dengenin korunması da bazı faktörlere bağlıdır.

2.3.3.1. Biyogaz Üretim Tesisinde Kullanılacak Materyal ile İlgili Etmenler

Katı Madde İçeriği

Reaktör içerisinde bulunan bulamacın katı madde içeriğinin, çok düşük olması durumunda materyal içerisindeki katı madde çökmekte, çok fazla olması durumunda ise gaz çıkışı engellenmektedir (İlkılıç ve Deviren, 2011b). Biyogaz üretimi için Toplam Katı (TK) madde oranının %8-13 aralığında olması uygun görülmektedir (Avcıoğlu vd., 2011).

Farklı hammaddelerin TK madde oranı, Uçucu Katı (UK) madde oranı ve biyogaz verimleri Çizelge 2.16.'da verilmiştir (Eryaşar, 2007).

Çizelge 2.16. Bazı organik maddeleri TK, UK oranları ve biyogaz verimi

Materyal	TK(%)	UK(%)	Biyogaz Verimi (l/kg UK)
Sığır atığı	5-25	75-85	200-350
Tavuk atığı (yumurta)	10-35	70-75	310-620
Tavuk atığı (et)	50-90	60-80	550-650
Küçükbaş hayvan atığı	30	20	90-310
At atığı	25-30	60	200-350
Domuz atığı	3-16	70-80	250-550
Buğday samanı	70-90	85-93	200-300
Mısır artığı	80	91	350-480
Pirinç artığı	89	93	170-280
Çimen	20-25	89-90	280-550
Küspe	65	78	140-190
Sebze atıkları	5-20	75-86	300-400
İnsan atığı	20-27	75	310-400
Yapraklar	80	90	300-400
Süt prosesi atığı	8-12	90	350-800
Konsantre süt prosesi atığı	20-25	90	800-950
Meyve artıkları	15-20	75	250-500
Yemek atıkları	10-18	80-95	500-600

C/N Oranı

Anaerobik bakteriler için karbon ve azot gibi elementler temel besin maddeleridir. Anaerobik bakteriler enerji üretmek için karbonu, büyümek ve çoğalmak içinse azot elementini kullanırlar (Kılıç, 2011). Fermantasyon sürecinde bakteriler karbon elementini azot elementine oranla 25-30 kat daha fazla kullanırlar (Avcıoğlu vd., 2011).

Biyogaz üretiminde kullanılacak olan atığın C/N oranı 23/1'den fazla, 10/1'den daha az olmamalıdır (Kılıç, 2011). Hayvan gübrelerinin, bazı tarımsal ve evsel atıkların

kuru formda C, N, C/N oranları, nem oranları ve bazı gübrelerin su ile seyreltilme oranları Çizelge 2.17.'de verilmiştir (Öztürk, 2005).

Çizelge 2.17. Organik maddelerin C/N oranları

Gübre	C %Kuru	N %Kuru	C/N Oranı	Taze Gübredeki Nem Oranı (%)	Su ile Seyreltme
Sığır gübresi	30	1.66	18	80-85	1:1
Koyun gübresi	83.6	3.80	22	75-80	1:1
Kümes hay. güb.	87.5	6.55	14	70-80	1:3
Domuz gübresi	76	3.8	20	75-80	1:2
At gübresi	33.4	2.3	15	80-85	2:3
Kaz	54	2	27	70-80	2:3
Güvercin gübresi	50	2	25	70-80	1:3
İdrar	15	15	1	90-95	-
Kan	36	12	3	90-95	-
Balık atığı	56	7	8	55-75	-
Kesim hane atığı	64	8	8	55-75	-
Çiftlik güb.	42	3	14	75-80	-
Evsel ve Tarımsal Atıklar					
İnsan dışkısı	48	6.0	8	50-70	3:7
İdrarlı insan dışkısı	70	7.0	10	50-70	-
Patates kabuğu	37.5	1.5	25	50-60	-
Mutfak atığı	62.5	2.5	25	5-15	-
Ekmek	50	2	25	50-60	-
Gazete	40	0.05	800	5-15	-
Taze çim	48	4	12	40-60	-
Yulaf samanı	50.4	1.05	120	20-40	-
Pirinç samanı	18	0.3	60	20-40	-
Yapraklar	55	1.0	55	25-40	-
Yer fıstığı kabuğu	40	2.0	20	25-40	-
Soya fasulyesi sapı	64	2.0	32	25-40	-
Ağaç yaprakları	75	1.5	50	40-60	-
Şeker kamışı	45	0.3	150	25-40	-
Soya fasulyesi	17.5	3.5	5	10-15	-
Pamuk tohumu	12.5	2.5	5	10-15	-
Hardal	39.0	1.5	26	10-15	-
Su sümbülü	30.4	1.9	16	85.90	-

Toksitler

Biyogaz üretim tesisinde kullanılan organik maddelerin içerisinde mineral iyonlar, deterjan kalıntıları, ağır metaller ve antibiyotik gibi maddelerin bulunması bakterilerin büyümelerini engelleyerek toksik etkiye neden olurlar (Şerit vd., 2009). Mineral iyonlarından sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, amonyum ve kükürt gibi maddelerin karışım içerisinde az miktarda bulunması bakterilerin gelişimini olumlu etkilerken, fazla olması durumunda toksik etkiye neden olmaktadır (Öztürk, 2012). Örneğin, amonyum miktarının 50-200 mg/L olması bakterilerin gelişimini hızlandırırken, 1500 mg/L'den yüksek olması toksik etkiye neden olmaktadır (Tekeli, 2014). Benzer şekilde, ağır metallerden bakır, nikel, krom, çinko, kurşun gibi maddelerin karışım içerisine az miktarda bulunması bakterilerin gelişimini olumlu etkilerken, fazla miktarda bulunması toksik etkiye neden olmaktadır (Avcıoğlu vd., 2011).

Toksik etkiye neden olan maddeler reaktörlerin çalışmasını engellediği için biyogaz üretiminde kullanılacak maddelerin içerisinde bulunmaması gerekmektedir. Biyogaz üretim sürecinde toksik etkiye neden olarak bakterilerin gelişimini olumsuz etkileyen bazı maddeler ve engelleme seviyeleri Çizelge 2.18.'de verilmiştir (Avcıoğlu vd., 2011).

Çizelge 2.18. Anaerobik fermentasyonu etkileyen maddeler ve engelleme seviyeleri

Engelleyiciler	Engelleme seviyesi (ml/l)
Sülfat (SO_4^{-2})	5000
Sodyum klorür ve genel tuzlar (NaCl)	40000
Nitrat (N olarak hesaplanmış)	0,05
Bakır (Cu^{+2})	100
Krom (Cr^{+3})	200
Nikel (Ni^{+2})	200-500
Sodyum (Na^{+1})	3500-5500
Potasyum (K^{+1})	2500-4500
Kalsiyum (Ca^{+2})	2500-4500
Magnezyum (Mg^{+2})	1000-1500
Mangan (Mn^{+2})	1500 ve üzeri

2.3.3.2. İşlem Süreci ile İlgili Etmenler

Sıcaklık

Biyogaz tesislerinin tasarım ve işletme süreçlerinde dikkate alınması gereken en önemli faktörlerden biri sıcaklık faktörüdür (Yokuş, 2011). Çünkü, metan oluşturunca bakteriler, ani sıcaklık değişikliklerinden ve gece gündüz arasındaki sıcaklık farklılıklarından çok çabuk etkilenirler (Öztürk, 2012). Ayrıca, reaktör içerisindeki sıcaklık değeri bekleme süresi ve reaktör hacmini belirlemektedir (Kılıç, 2011). Anaerobik fermantasyon mikroorganizmaları, hidrojen ve metan üretimini ve organik maddelerin ayrışmasını etkileyen sıcaklık değişimlerine karşı çok hassastır (Mao vd., 2015). Metan bakterilerinin aktif olduğu optimum sıcaklık değeri 0°C-70°C aralığı olmakla birlikte bazı metan bakterisi türleri 90° C' ye kadar canlı kalabilmektedir (Avcıoğlu vd., 2011).

Hidrolik Bekleme Süresi

Hidrolik bekleme süresi, biyogaz üretilmesi amacıyla reaktörde bulunan organik maddelerin bakteriler tarafından çürütülmesi için gerekli olan süredir. Ayrıca diğer bir tanımla da hidrolik bekleme süresi, teorik olarak reaktöre her gün yüklenen organik maddenin reaktör içerisinde kalma süresidir (Avcıoğlu vd., 2011).

Hidrolik Bekleme Süresi (HBS) bir denklemle ifade edilecek olursa,

$$HBS = \frac{\text{Reaktör hacmi}}{\text{Günlük debi}}$$

Bazı farklı organik atıkların mezofilik şartlarda ortalama hidrolik bekleme süreleri aşağıdaki gibi verilmiştir (Gül, 2006; Avcıoğlu vd., 2011).

Sıvı sığır gübresi	12-30 gün
Saman yataklı sığır gübresi	18-36 gün
Sıvı domuz gübresi	10-25 gün

Bitki ile karıştırılmış sığır gübresi	50-80 gün
Sıvı tavuk gübresi	20-40 gün

Hidrolik bekleme süresi sıcaklık artışına bağlı olarak değişmektedir. Sıcaklık artışı ile hidrolik bekleme süresi azalmaktadır. Bu nedenle hidrolik bekleme süresi belirlenirken sıcaklık dikkate alınmalıdır.

Yükleme Oranı

Yükleme oranı, birim üreteç hacmine günlük olarak yüklenen organik kuru madde miktarı olarak tanımlanmaktadır (İlkılıç ve Deviren, 2011b). Bu değer, kuru madde oranına ve bekleme süresine bağlıdır (Avcıoğlu vd., 2011).

pH Değeri

Metan oluşturuıcı bakteriler pH'a çok duyarlıdır (Litonjua ve Cvetkovski, 2012). pH değişimi mikroorganizmaların büyüme hızını önemli ölçüde etkiler (Mao vd. 2015). Bu bakterilerin yaşaması için ortamın nötr veya hafif alkali olması gerekmektedir (Gül, 2006). Anaerobik fermentasyon için en uygun pH aralığı 6,8–7,4 olarak belirlenmiştir (Mao vd. 2015). pH değerinin 5,0' ın altına düşmesi durumunda gaz üretimi olumsuz etkilenir (İlkılıç ve Deviren, 2011a). Ancak pH değerindeki 0.5'lik artma ya da azalma gaz üretimini etkilememektedir (Avcıoğlu vd., 2011).

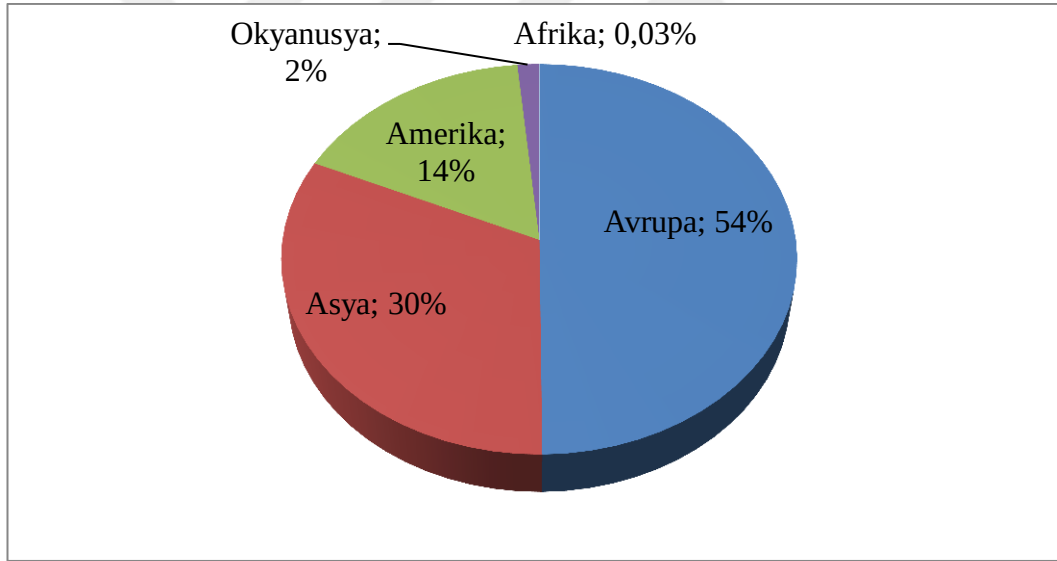
2.3.4. Dünya'da Biyogaz Kullanımı

Küresel biyogaz üretimi 2000 yılından itibaren hızla artmış ve 2000 yılında 13,20 milyar m³ olan biyogaz üretimi 2000-2016 döneminde yaklaşık %361 oranında artarak 2016 yılında 60,80 milyar m³ değerine ulaşmıştır. (Çizelge 2.19., WBA, 2018).

Çizelge 2.19. Dünyada biyogaz üretimi

	Biyogaz (milyar m ³)	Biyogaz (EJ)
2000	13,20	0,28
2005	23,10	0,5
2010	38,70	0,84
2015	60,0	1,3
2016	60,80	1,31

2016 yılında dünya küresel biyogaz üretiminin yaklaşık olarak yarısı Avrupa’da, %30’u Asya’da, %14’ü Amerika’da ve yaklaşık %2 kadarı Afrika ve Okyanusya kıtalarında gerçekleşmiştir. 2016 yılı kıtalara göre biyogaz üretim oranları Şekil 2.32’de verilmiştir (WBA, 2018).



Şekil 2.32. 2016 yılında kıtalarda biyogaz üretimi

2.3.5. Türkiye’de Biyogaz Kullanımı

Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB)’nin verilerine göre Türkiye’de toplam 85 adet biyogaz tesisi bulunmakta ve toplam 358 megawat (MW) gücü sahip olan bu santraller ülke genelinde 45 ilde faaliyet göstermekte olup, biyogaz santral sayısı sıralamasına göre ilk 5 il: Ankara, Konya, Bursa, Antalya ve İzmir’dir. Ayrıca ETKB verilerine göre Türkiye’nin 2019 yılı biyogaz tesisi için hedefi 93 santral ve 390 MW kurulu güce ulaşmaktır (<https://www.enerjiekonomisi.com/turkiye-de-kac-biyogaz-tesisi-var/6171/>).



3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, bir karar sürecinde birbiriyle çelişen birçok kriteri dikkate alarak, seçenekler arasından bir veya daha fazla seçeneği seçmek, sıralamak veya sınıflandırmak için kullanılan yöntemlerdir (Özbek, 2017). Tesis yer seçimi problemleri de birden fazla amacı olan ve çok sayıda çelişen kriteri içeren problemler olması nedeniyle çok kriterli karar verme kapsamında değerlendirilmektedir.

Literatürde ÇKKV adı altında birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden literatürde en yaygın olarak kullanılanları AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci), AAS (Analitik Ağ Süreci), TOPSIS (Technique for Order Preferences by Similarity to Ideal Solutions), ELECTRE (Elimination and Choice Expressing Reality), VIKOR (Vlsekriterijumska Optimizacijai Kompromisno Resenje) ve PROMETHEE (The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) yöntemleridir.

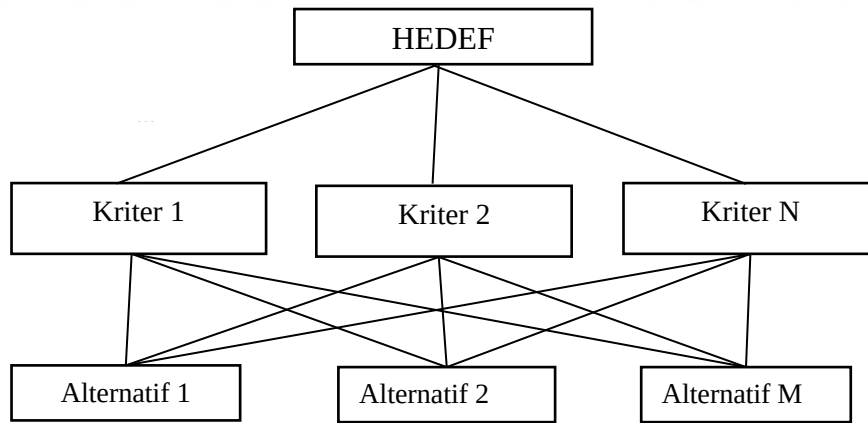
Bu çalışmada da, yöntem kullanımının kolay olması, problemin hiyerarşik yapıda modellenebilmesi ve çok boyutlu problemlere kolayca uyum sağlayabilmesi gibi nedenlerden dolayı AHS yöntemi; basit bir sürecinin olması, kullanımının kolay ve anlaşılır olması, sonuçlarının kolay yorumlanabilmesi gibi nedenlerden dolayı TOPSIS (Behzadian vd. 2012; Velasquez ve Hester 2013) yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca karar vericinin tercih fonksiyonlarını kullanarak, bir değerlendirme faktörü için belli bir tercihi yapabilmesine veya değerlendirme faktörünü kendi belirlediği değerle sınayabilmesine imkan sunması nedeniyle PROMETHEE (Özbek, 2017) ve yöntemin sade ve kolay anlaşılır yapısı ile alternatifler arasında uzlaşık bir sıralamanın elde edilebilmesi ve karar verici gruba sonuç üzerinde etkili olabilme imkanı sunması gibi nedenlerden dolayı da VIKOR yöntemi kullanılmıştır.

3.1. AHS Yöntemi

AHS yöntemi, 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiş bir çok kriterli karar verme yöntemidir (Saaty, 1980). ÇKKV problemlerinde AHS kullanılarak; hedef, kriterler, alt kriterler ve alternatifler arasındaki ilişki gösterilmekte ve problem hiyerarşik yapıda modellenmektedir (Dinçer ve Görener, 2011a). AHS karar verici tarafından belirlenen kriterlere göre karar seçeneklerinin değerlendirilerek önem sırasına göre sıralamasını sağlamaktadır. Bu yöntem ile, nitel ve nicel verilerin yanında insanların bilgileri, tercihleri, becerileri, yargıları ve sezgileri de sürece dahil edilebilmektedir (Saaty, 1980).

AHS yöntemi adımları aşağıda verilmiştir (Saaty, 1980):

Adım 1: Problemin tanımlanması ve hiyerarşik yapının oluşturulması: AHS yönteminin bu ilk adımında karar verme problemi tanımlanır. Hedef, kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlenerek problemin hiyerarşik yapısı oluşturulur. AHS yöntemi için genel bir hiyerarşik yapı Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. AHS hiyerarşik yapısı

Adım 2: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması: AHS yönteminin bu adımında Çizelge 3.1.'de verilen Thomas L. Saaty tarafından belirlenen 1-9 puanlama ölçeği kullanılarak ikili karşılaştırma matrisleri (A) oluşturulur. A matrisi, $n \times n$ boyutlu bir

matristir. Burada n, dikkate alınacak değerlendirme kriteri sayısını ifade etmektedir. Matriste a_{ij} i. kriterin j. kritere göre önemini ifade eder ve $a_{ij} > 1$ ise i. kriterin, j. kriterden daha önemli olduğu, $a_{ij} < 1$ olması durumunda ise i kriterin, j kriterden daha az önemli olduğu anlaşılır. İkili karşılaştırma matrislerinde Eşitlik 3.1’de verilen şart sağlanmalıdır.

$$a_{ij} * a_{ji} = 1 \quad (3.1)$$

Çizelge 3.1. Saaty puan ölçeği

Önem Derecesi	Açıklama
1	Karşılaştırılan kriterler eşit önemde
3	1. faktörün 2. faktörden daha önemli
5	1. faktörün 2. faktörden çok önemli
7	1. faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir önemde
9	1. faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir önemde
2, 4, 6, 8	Ara değerler

Adım 3: Normalize matrisin Hesaplanması: İkili karşılaştırma matrislerinde normalleştirme işlemi yapılır. Normalleştirme işlemi Eşitlik 3.2’deki formül kullanılarak yapılır ve işlem sonucunda Eşitlik 3.3’de verilen B matrisi elde edilir.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (3.2)$$

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ . \\ . \\ b_{n1} \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

Adım 4: Öncelik vektörünün hesaplanması: Normalleştirme matrisine (B) göre öncelik vektörü (w) ve sütun vektörü (D) hesaplanır. Kriterlerin önem ağırlıklarını ifade eden öncelik vektörü Eşitlik 3.4’e göre hesaplanır ve işlem sonucunda Eşitlik 3.5’de verilen B matrisi elde edilir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n dij}{n} \quad (3.4)$$

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

Adım 5: Tutarlılık oranı hesaplanması: AHS yönteminin bu adımında ikili karşılaştırma ile elde edilen A matrisinin tutarlılığını test etmek amacıyla tüm ikili karşılaştırma matrisleri için Tutarlılık Oranı (TO) hesaplanır. Bu oranın kabul edilebilmesi için $TO \leq 0.10$ olması gerekmektedir. TO'nun hesaplanabilmesi için ilk olarak Tutarlılık İndeksi'nin (Tİ) hesaplanması gerekmektedir. Tİ'nin hesaplanması içinde Eşitlik 3.6'da verilen formül kullanılmaktadır.

$$Tİ = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (3.6)$$

TI değerinin hesaplanabilmesi için özdeğer olarak nitelendirilen λ_{max} değerinin hesaplanması gerekmektedir. λ_{max} değerinin hesaplanması için sırasıyla ağırlıklı toplam vektörü, D matrisi ve E matrisinin belirlenmesi gerekmektedir.

Ağırlıklı toplam vektörünün elde edilmesi için Eşitlik 3.1 kullanılarak oluşturulan A matrisi ve bu matrise ait öncelikli ağırlık vektörü çarpılır. Ağırlıklı toplam vektörünün hesabı için Eşitlik 3.7 kullanılmıştır.

$$D = Axw = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

Elde edilen ağırlıklı toplam vektörü üzerinden Eşitlik 3.8 kullanılarak E sütun vektörü elde edilir.

$$E = \begin{bmatrix} d_1/w_1 \\ d_2/w_2 \\ \vdots \\ d_n/w_n \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

Elde edilen E vektörü üzerinden de Eşitlik 3.9 kullanılarak λ_{max} elde edilir.

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{w_i}}{n} \quad (3.9)$$

TO'nun hesaplanabilmesi için Tİ değerine ek olarak Rassallık İndeksi (Rİ) değerinin de bilinmesi gerekmektedir. Farklı boyutlardaki (n) Rİ için değerler Çizelge 3.2.'de verilmiştir (Saaty, 1980).

Çizelge 3.2. Farklı n değerleri için Rİ değerleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rİ	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,53	1,56	1,57	1,59

Tİ ve Rİ değerlerinin belirlenmesinden sonra TO değeri Eşitlik 3.10 dikkate alınarak hesaplanır.

$$TO = \frac{Tİ}{Rİ} \quad (3.10)$$

Hesaplanan TO değerinin, 0,10'dan küçük olması durumunda oluşturulan karşılaştırma matrislerinin ve elde edilen ağırlıkların tutarlı olduğuna karar verilir. TO değerinin 0,10'dan büyük çıkması durumunda ise matris tutarsızdır ve ikili karşılaştırma matrislerinin revize edilmesi gerekmektedir.

3.2. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS yöntemi Chen ve Hwang (1992) tarafından Hwang ve Yoon'un (1981) çalışmaları referans alınarak oluşturulmuştur. TOPSIS yöntemi pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm olarak iki temel noktadan oluşmaktadır. Bu yöntem ile seçeneklerin pozitif ideal çözüme ve negatif ideal çözüme olan uzaklıkları hesaplanır. Pozitif ideal çözüme en yakın mesafede ve negatif ideal çözüme en uzak mesafede olan seçenek en iyi seçenek olarak seçilir (Hwang ve Yoon, 1981). Ayrıca TOPSIS yönteminde uzaklıkların karşılaştırması yapılarak karar seçeneklerinin sıralanması sağlanabilmektedir (Özbek, 2017).

TOPSIS yöntemi kullanılarak alternatiflerin belirli kriterler doğrultusunda ve kriterlerin alabileceği maksimum ve minimum değerler arasında ideal duruma göre karşılaştırılması yapılmaktadır.

TOPSIS yöntemi adımları aşağıda verilmiştir (Hwang ve Yoon, 1981):

1. Adım: Karar matrisi (A) oluşturulması: Karar matrisinin satırlarında alternatifler, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme kriterleri yer alır. A matrisi başlangıç matrisidir ve karar verici tarafından oluşturulur. A matrisi Eşitlik 3.11'deki gibi gösterilmektedir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.11)$$

Matris m alternatif, n kriter üzerine kurulur. Matriste kullanılan a_{ij} ifadesi i. alternatifin j. kritere göre değerini ifade eder.

2. Adım: Normalize karar matrisinin (R) oluşturulması: Normalize karar matrisi karar matrisine Eşitlik 3.12'deki formül uygulanarak elde edilir.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad i=1,2,\dots,m \text{ ve } j=1,2,\dots,n \quad (3.12)$$

R matrisi Eşitlik 3.13'deki gibi gösterilmektedir.

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.13)$$

3. Adım: Ağırlıklı normalize karar matrisi (V) oluşturulması: TOPSIS yönteminin bu adımında daha önceden belirlenen kriter ağırlıkları (w_j), Eşitlik 3.14'de gösterildiği gibi R matrisi ile çarpılarak ağırlıklı normalize karar matrisi (V) elde edilir. Elde edilen V matrisi Eşitlik 3.15'deki gibi gösterilmektedir.

$$V = w_j * R_{ij} \quad (3.14)$$

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & \cdots & w_n r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & \cdots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.15)$$

4. Adım: İdeal M^+ ve negatif ideal M^- çözümünün belirlenmesi: İdeal çözüm ağırlıklı normalize karar matrisinin en büyük (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönünde ise en küçük) performans değerlerinden oluşurken negatif ideal çözüm ise en küçük değerlerinden oluşur. M^+ değerleri Eşitlik 3.16'daki formül ile, M^- değerleri ise Eşitlik 3.17'deki formül ile belirlenir.

$$M^+ = (\max_i v_{ij} \mid j \in J), (\min_i v_{ij} \mid j \in J) \quad (3.16)$$

$$M^- = (\min_i v_{ij} \mid j \in J), (\max_i v_{ij} \mid j \in J) \quad (3.17)$$

5. Adım: Maksimum ideal noktaya göreli yakınlığın (S_i^+) hesaplanması: Her bir karar noktasının maksimum ideal noktaya göreli yakınlığı (S_i^+) Eşitlik 3.18 kullanılarak hesaplanır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad i=1,2,3,\dots,m \quad (3.18)$$

6. Adım: Minimum ideal noktaya göreli yakınlığın (S_i^-) hesaplanması: Her bir karar noktasının minimum ideal noktaya göreli yakınlığı (S_i^-) Eşitlik 3.19 kullanılarak hesaplanır.

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i=1,2,3,\dots,m \quad (3.19)$$

7. Adım: İdeal noktaya göreli yakınlığın (C_i) hesaplanması: Her alternatif için ideal noktaya göreli yakınlık değeri hesaplanırken ideal ve negatif ideal noktaya göreli yakınlık değerleri kullanılır. C_i puan değerleri Eşitlik 3.20 kullanılarak hesaplanır.

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad i=1,2,3,\dots,m \quad (3.20)$$

Hesaplanan C_i puan değerleri $0 \leq C_i^+ \leq 1$ aralığında değerler alır. $C_i^+=1$ ilgili karar noktasının maksimum ideal çözüme, $C_i^+=0$ ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir.

Literatürde AHS ve TOPSIS kombinasyonu farklı konularda birçok çalışmada kullanılmış ve etkinliği kanıtlanmıştır. Bu çalışmalara örnek olarak; Sobczak ve Berry (2007) strateji seçiminde, Lin vd. (2008) müşteri odaklı ürün tasarım sürecinde, Wu vd. (2009) bankacılık sektörü strateji seçiminde, Geyik vd. (2016) kitap basımevi seçiminde, Yetim (2014) AHS-TOPSIS kombinasyonuna ek olarak VIKOR yöntemini de kullanarak üniversitelerin performans değerlendirmesinde, Karim ve Karmaker (2016) makine seçiminde, Dinmohammadi ve Shafiee (2017) rüzgar türbinleri için teknoloji transferi seçiminde Azimifard (2018) çelik sektörü tedarikçi seçiminde, Jabbarzadeh (2018) proje seçiminde, Akçay (2019) güneş enerji santrali yer seçiminde yaptıkları çalışmalar verilebilir.

3.3. PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluations) yöntemi, ilk kez Jean Pierra Brans (1982) tarafından önerilmiş bir çok kriterli karar verme yöntemidir. Bu yöntem sınırlı sayıdaki alternatiflerin, birbiri ile çelişen ölçütler dikkate alınarak sıralanması için çok iyi tasarlanmış bir yöntemdir (Özbek 2017).

PROMETHEE yöntemi adımları aşağıda verilmiştir.

1. Adım: Veri matrisinin oluşturulması: İlk olarak alternatiflerin ve kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir. Daha sonra kriter ağırlıkları belirlenir ve alternatiflerin belirlenen kriterlere göre performansları belirlenir. Bu aşamalar sonucunda $w=(w_1, w_2, \dots, w_k)$ kriter ağırlıkları ile k kritere $c=(f_1, f_2, \dots, f_k)$ göre değerlendirilen alternatiflere $A=(a, b, c, \dots)$ ilişkin veri matrisi, Çizelge 3.3.'de verildiği gibi oluşturulur.

Çizelge 3.3. Veri matrisi

		Ölçütler				
Karar seçenekleri		f_1	f_2	f_3	...	f_k
	A	f_1A	f_2A	f_3A	...	f_kA
	B	f_1B	f_2B	f_3B	...	f_kB
	C	f_1C	f_2C	f_3C	...	f_kC
	...	...	...	...	...	...
Ağırlıklar	w_i	w_1	w_2	w_3		w_k

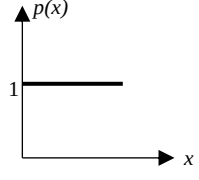
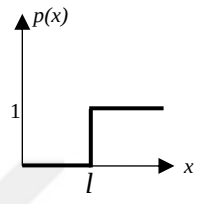
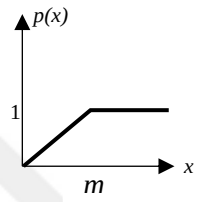
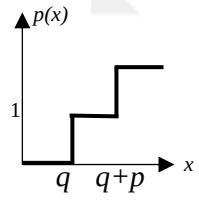
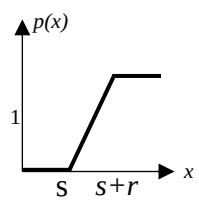
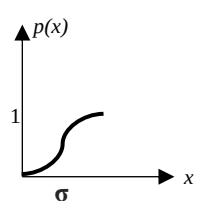
2. Adım: Kriterler için tercih fonksiyonlarının tanımlanması: PROMETHEE yöntemi uygulama aşamasında altı farklı tercih fonksiyonu kullanılmaktadır ve bu fonksiyonlar Çizelge 3.4.'de verilmiştir. Burada yer alan değişkenlerden q , ilgisizlik eşiği, yani, tam tercih üretmek için kabul edilen en büyük sapmayı, p , tam tercihi üretmek için düşünülen en küçük sapmayı, σ ise p ve q 'nın bir ara değerini ifade etmektedir. Ancak σ değeri nadiren kullanılmaktadır. Tercih fonksiyonunun

seçilmesi ve seçilen tercih fonksiyonunun eşiklerinin seçilmesi (p, q ve s) kriterlere ve uygulama yapılan işletmenin niteliğine bağlı olarak değişmektedir.

Kriterlerin niteliğine göre tercih fonksiyonunu doğru seçebilmek için kullanılan kurallar şu şekildedir (Bansal ve Kumar, 2013):

- Üçüncü tip tercih fonksiyonu (V-tipi) ve beşinci tip tercih fonksiyonu (doğrusal), fiyat, maliyet ve güç gibi niceliksel kriterlere uygundur. Seçim, ilgisizlik eşiği q' nun kullanımına bağlı olarak belirlenmektedir.
- Birinci tip tercih fonksiyonu (Olağan tip) ve dördüncü tip tercih fonksiyonu (Seviyeli), nitel kararlara uygundur. Kriterler ölçeğinde az sayıda düzey (ör. Evet / hayır veya beş-nokta ölçeği) olduğu ve farklı düzeylerin birbirinden oldukça farklı olduğu düşünülürse, Olağan tercih fonksiyonu iyi bir seçimdir. Daha küçük sapmalar daha büyük sapmalardan farklılaştırmak istenildiğinde Dördüncü tip tercih fonksiyonunun (Seviyeli) kullanımı daha uygundur. İkinci tip tercih fonksiyonu (U-tipi) Tip 1'in özel bir durumu olup daha az kullanılmaktadır
- Altıncı tip tercih fonksiyonu (Gauss), parametre seçimi diğerlerine göre daha zor olduğu için daha az kullanılmaktadır (s eşik değeri q farksızlık eşiği ile p tercih eşiği arasında bir yerde bulunur).

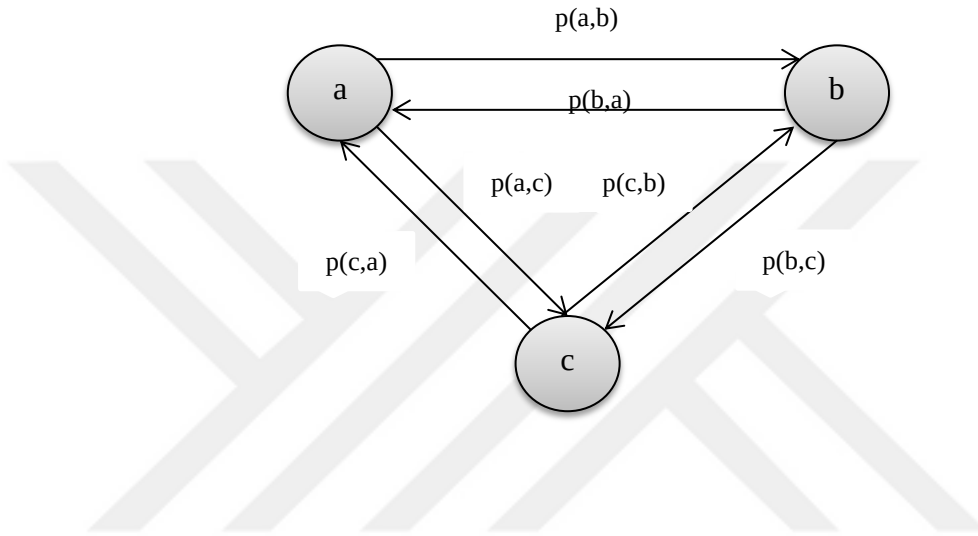
Çizelge 3.4. Tercih fonksiyonları

Tip	Parametreler	Fonksiyon	Grafik, $p(x)$
Birinci Tip (olağan)	-	$p(x) = \begin{cases} 0, & \forall x \leq 0 \\ 1, & \forall x \geq 0 \end{cases}$	
İkinci Tip (U-tipi)	l	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x \geq l \end{cases}$	
Üçüncü Tip (V-tipi)	m	$p(x) = \begin{cases} x/m, & x \leq m \\ 1, & x \geq m \end{cases}$	
Dördüncü Tip (Seviyeli)	q, p	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ \frac{1}{2}, & q < x \leq q + p \\ 1, & x > q + p \end{cases}$	
Beşinci Tip (Lineer)	s, r	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ (x - s)/r, & s < x \leq s + r \\ 1, & x > s + r \end{cases}$	
Altıncı Tip (Gaussian)	σ	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2}, & x \geq 0 \end{cases}$	

3. Adım: Ortak tercih fonksiyonlarının belirlenmesi: a ve b alternatifleri için ortak tercih fonksiyonu Eşitlik 5.21 kullanılarak belirlenir.

$$p(a, b) = p(b, a) = \begin{cases} 0, & f(a) \leq f(b) \\ p[f(a) - f(b)], & f(a) > f(b) \end{cases} \quad (5.21)$$

Alternatifler için belirlenen ortak tercih fonksiyonlarının şekilsel gösterimi Şekil 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Ortak tercih fonksiyonlarının gösterimi

4. Adım: Tercih indekslerinin belirlenmesi: Ortak tercih fonksiyonları kullanılarak her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenir. w_i ($i=1,2,\dots,k$) önem ağırlıklarına sahip olan k kriter tarafından değerlendirilen a ve b alternatiflerinin tercih indeksi Eşitlik 5.22 kullanılarak hesaplanır.

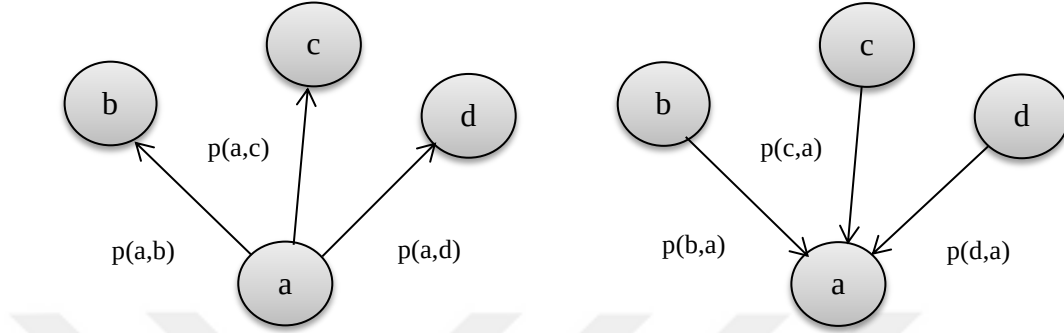
$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^k w_i P_i(a, b) \quad (5.22)$$

5. Adım: Alternatifler için pozitif Φ^+ ve negatif Φ^- üstünlüklerin belirlenmesi: Alternatifler için pozitif üstünlük Eşitlik 5.23, negatif üstünlük ise Eşitlik 5.24 kullanılarak hesaplanır.

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum \pi(a, b) \quad (5.23)$$

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum \pi(b, a) \quad (5.24)$$

A alternatifi için pozitif üstünlük ve negatif üstünlük Şekil 3.2. ile görsel olarak verilmiştir.



Şekil 3.3. A alternatifi için oluşturulan pozitif ve negatif üstünlük

6. Adım: PROMETHEE I ile alternatifler için kısmi önceliklerin belirlenmesi: Kısmi öncelikler alternatiflerin birbirlerine göre tercih edilme durumlarının, birbirinden farksız olan alternatiflerin ve birbirleriyle karşılaştırılamayacak olan alternatiflerin belirlenmesini sağlar. a ve b gibi iki alternatif için kısmi önceliklerin belirlenmesinde aşağıda verilen durumlar söz konusudur.

I. Durum: Eşitlik 5.25 koşul sağlandığı durumda a alternatifi b alternatifinden farksızdır.

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \quad (5.25)$$

II. Durum: Eğer Eşitlik 5.26, 5.27, 5.28'de belirtilen koşullardan herhangi biri sağlanıyorsa, a alternatifi b alternatifinden üstündür.

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (5.26)$$

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \quad (5.27)$$

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (5.28)$$

III. Durum: Eşitlik 5.29 ve Eşitlik 5.30 koşullarından herhangi biri sağlanıyorsa, a alternatifi b alternatifi ile karşılaştırılmaz.

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) > \Phi^-(b) \quad (5.29)$$

$$\Phi^+(a) < \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (5.30)$$

7. Adım: PROMETHEE II ile alternatifler için tam sıralamanın belirlenmesi: Eşitlik 5.31'deki koşul yardımıyla her bir alternatif için tam öncelikler hesaplanır. Hesaplanan tam öncelik değerleri ile bütün alternatifler aynı düzlemde değerlendirilerek tam sıralama belirlenir.

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (5.31)$$

a ve b gibi iki alternatif için hesaplanan tam öncelik değerine bağlı olarak aşağıda verilen kararlar alınır;

$\Phi(a) > \Phi(b)$ ise, a alternatifi b alternatifine üstündür.

$\Phi(a) = \Phi(b)$ ise, a alternatifi b alternatifinden farksızdır.

Literatürde AHS-PROMETHEE kombinasyonu kullanılarak farklı alanlarda yapılan çalışmalara örnek olarak; Bogdanovic vd. (2012) madencilik yöntemi seçiminde, Kabir ve Sumi (2014) kuruluş yeri seçiminde, Avikal vd.(2014) demontaj hattı dengelemede, Ömürbek vd. (2014) hafif ticari araç seçiminde, Bedir ve Eren (2015) perakende sektörü için personel seçiminde, Polat (2015) inşaat firması için taşeron seçiminde, Kecek ve Yüksel (2016) akıllı telefon seçiminde, Polat vd. (2016) inşaat firmaları için kentsel dönüşüm proje seçiminde, Taş vd. (2017) monoray hat tipi belirlemede yaptıkları çalışmalar verilebilir.

3.4. VIKOR Yöntemi

VIKOR yöntemi, Opricovic ve Tzeng (2004), tarafından geliştirilmiş bir ÇKKV yöntemidir. Yöntem, en uygun karar seçeneklerinin belirlenmesi için seçeneklerden en iyi olanın seçilmesini veya karar seçeneklerinin performanslarına göre sıralanmasını sağlamaktadır (Opricovic ve Tzeng, 2004). Bu yöntemin amacı, karar seçeneklerinin sıralanmasında ideal çözüme en yakın olan uzlaşık çözüme ulaşmaktır.

VIKOR yöntemi adımları aşağıda verilmiştir.

1. Adım: Karar matrisinin oluşturulması: Karar matrisi (X), sürecin başlangıcında karar vericiler tarafından oluşturulan matristir. Matrisin satırlarında karar seçenekleri yani alternatifler, sütunlarında ise değerlendirme faktörleri yani kriterler yer alır. Karar matrisinin yapısı Eşitlik 5.32’de verilmiştir. Burada i , alternatifleri ($i=1,2,\dots,m$); j ise ölçütleri ($j=1,2,\dots,n$) göstermektedir.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (5.32)$$

2. Adım: Kriterler için en iyi değerler (f_j^*) ve en kötü değerler (f_j^-) belirlenmesi: f_j^* ve f_j^- nin alacağı değerler, kriterin maliyet ya da fayda türünden olması durumuna göre Eşitlik 5.33 ve Eşitlik 5.34’deki formüller kullanılarak belirlenir.

$$f_j^* = \max x_{ij}, \quad f_j^* = \min x_{ij}; j. \text{ fonksiyon fayda cinsinden ise} \quad (5.33)$$

$$f_j^- = \min x_{ij}, \quad f_j^- = \max x_{ij}; j. \text{ fonksiyon maliyet cinsinden ise} \quad (5.34)$$

3. Adım: S_i ve R_i değerlerinin hesaplanması: Bu adımda S_i Eşitlik 5.35’deki formül kullanılarak, R_i ise Eşitlik 5.36’daki formül kullanılarak hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j (f_j^* - x_{ij}) / (f_j^* - f_j^-) \quad (5.35)$$

$$R_i = \max[w_j(f_j^* - f_j^-)/(f_j^* - f_j^-)] \quad (5.36)$$

Eşitlik 5.34'de w_j kriterlerin ağırlıklarını ve göreceli önemlerini ifade etmektedir.

4. Adım: Her bir alternatif için Q_i değerinin hesaplanması: Her bir alternatif için Q_i değeri Eşitlik 5.37 kullanılarak hesaplanır.

$$Q_i = \frac{v(S_i - S^*)}{(S^- - S^*)} + \frac{(1-v)(R_i - R^*)}{(R^- - R^*)} \quad (5.37)$$

Eşitlik 5.37'de $S^* = \min S_i$, $S^- = \max S_i$, $R^* = \min R_i$ ve $R^- = \max R_i$ değerlerini ifade etmektedir. Ayrıca, v değeri, maksimum grup faydasını sağlayan strateji için ağırlığı, $(1-v)$ değeri ise karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığının ağırlığını ifade etmektedir.

5. Adım: S_i , R_i ve Q_i değerlerinin sıralanması: Q_i , S_i ve R_i değerleri küçükten büyüğe sıralanarak üç farklı sıralama elde edilir. En küçük Q_i değerine sahip alternatif en iyi seçenek olarak belirlenir.

6. Adım: Koşulların değerlendirilmesi ve uzlaşık çözümün belirlenmesi: En küçük Q değerine sahip alternatifin (a') en iyi olarak nitelenebilmesi için iki koşulun sağlanması gerekmektedir. Bu koşullar şu şekilde ifade edilmektedir:

Koşul 1(C1): Kabul edilebilir avantaj: En iyi alternatif ve en iyiye en yakın olan alternatif arasında belirgin bir fark bulunduğunun kanıtlanması koşuludur. Koşulun kanıtlanması için Eşitlik 5.38 ve Eşitlik 5.39'da verilen formüllerin sağlanması gerekmektedir.

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ \quad (5.38)$$

$$DQ = \frac{1}{m-1} \quad (5.39)$$

Eşitlik 5.38’de a'' değeri, Q değerleri dikkate alınarak küçükten büyüğe doğru yapılan sıralamada ikinci sırayı alan alternatifi, m ise alternatif sayısını ifade etmektedir. Seçenek sayısının 4’ten küçük olması durumunda $DQ = 0,25$ olarak alınmaktadır.

Koşul 2(C2): Kabul edilebilir istikrar: En iyi Q değerine sahip olan a' alternatifinin, S ve/veya R değerlerine göre yapılan sıralamalardan en az bir tanesinde de en iyi sıradaki alternatif olması gerekmektedir.

Belirtilen koşullardan birinin yerine getirilememesi durumunda uzlaşılmış ortak çözüm kümesi şu şekilde önerilmektedir:

Eğer Koşul 1 yerine getirilemiyorsa; $a', a'', \dots, a^m$ yani $(A_1, A_2, \dots, A_m)$ alternatifleri uzlaşılan en iyi çözüm kümesi olarak belirlenmektedir. Burada a^m maksimum m değeri Eşitlik 5.40’daki formül kullanılarak belirlenmektedir.

$$Q(a^m) - Q(a') < DQ \quad (5.40)$$

Eğer C2 koşulu yerine getirilemiyorsa; a' ve a'' alternatifleri yani birinci (A_1) ve ikinci (A_2) sıradaki alternatifler en iyi uzlaşık çözüm olarak belirlenmektedir.

Literatürde AHS ve VIKOR kombinasyonu farklı konularda birçok çalışmada kullanılmış ve etkinliği kanıtlanmıştır. Bu çalışmalara örnek olarak; Dinçer ve Görener (2011b) AHP-VIKOR ve AHP-TOPSIS yöntemlerini kullanarak yabancı, özel ve kamu bankaları performans değerlendirmesinde, Tayyar ve Arslan (2013) hazır giyim sektörü fason işletme seçiminde, Kaoser vd. (2014) galvanik proses için malzeme seçiminde, Demircanlı ve Kundakcı (2015) futbolcu transferi değerlendirilmesinde, Zhu vd. (2015) litografi aracı tasarım konsepti değerlendirmesinde, Büyüközhan ve Görener (2015) ürün geliştirme süreç ortakları değerlendirmede, Tian vd. (2016) buzdolabı için yeşil tasarım değerlendirmede, Korucuk ve Erdal (2018), soğuk zincir taşımacılığı yapan firmalarda lojistik risk yönetiminde kullanılan araçların sıralanmasında yaptıkları çalışmalar verilebilir.

4. LİTERATÜR TARAMASI

Literatür taraması dört aşamada ele alınmıştır. Birinci aşamada, Türkiye’de ve dünyada biyokütle ve biyogaz potansiyelinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar, ikinci aşamada, biyokütle kaynak seçimine yönelik yapılan çalışmalar, üçüncü aşamada, biyokütle kaynaklı kurulabilecek santraller için tesis yer seçimi çalışmaları incelenmiştir. Ayrıca dördüncü aşamada da, biyokütle kaynakları ve biyogaz konusunda yapılan diğer çalışmalar incelenmiştir.

4.1. Biyokütle ve Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Koçer ve Ünlü (2007), Doğu Anadolu bölgesinde yaptıkları çalışmada bitkisel biyokütle kaynaklarından tahıllar, baklagiller, endüstriyel bitkiler, yağlı tohumlar ve yumru bitkilerinden elde edilebilecek kuru biyokütle miktarlarını belirlemişlerdir. Bu miktarları kullanarak da bölgedeki bitkisel kaynaklı biyokütlenin ortalama ısıl değerini hesaplamışlardır.

Gümüşçü ve Uyanık (2010), Türkiye’nin Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 1500 büyükbaşlık bir tesiste günlük oluşabilecek maksimum ve minimum gübre miktarları belirlenmiştir. Belirlenen miktarlar üzerinden elde edilebilecek biyogaz miktarı, biyogazın elektrik enerjisi eşdeğeri ile TL olarak getirisi ve elde edilebilecek biyogübre miktarı ile biyogübrenin TL olarak getirisi her iki durum içinde hesaplanmıştır.

Kurt ve Koçer (2010), Malatya ili ilçelerinde yaptıkları çalışmada tahılların, baklagillerin, endüstriyel bitkilerin ve yumru bitkilerin ekilen alanlarını dikkate alarak yıllık elde edilecek kuru biyokütle miktarını belirlemişlerdir. Kuru biyokütle miktarı üzerinden elde edilebilecek biyokütlenin ısıl değerini belirlemişlerdir.

Karaj vd. (2010), Arnavutluk'ta biyokütle kaynaklarını incelemiş ve bu kaynaklardan elde edilebilecek elektrik enerjisi potansiyelini değerlendirmişlerdir. Çalışmada ülkenin ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisinin %45'inin biyokütleden elde edilebileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Yokuş (2011), tez çalışmasında Sivas ili hayvan varlığına göre elde edilebilecek yaş atık miktarını belirlemiştir. Yaş atık miktarı üzerinden de elde edilebilir kuru atık miktarı ve biyogaz eşdeğerini belirlemiştir.

Avcıoğlu ve Türker (2012), Türkiye'de hayvansal atıklardan biyogaz üretimi üzerine çalışmışlardır. Çalışmada kuru madde oranı ve bulunabilirlik oranı gibi çeşitli kriterleri dikkate alarak illerin biyogaz miktarlarını hesaplamış ve atık miktarına göre harita oluşturmuşlardır.

Altıkat ve Çelik (2012), Iğdır ili ve ilçelerinde 2010 yılı TÜİK verilerini dikkate alarak hayvan tür ve sayılarına göre elde edilebilecek atık miktarını hesaplamışlardır. Atık miktarı hesaplamasına hayvanların ahırda kalma sürelerine bağlı olarak kullanılabilir atık miktarı oranlarını da dahil etmişlerdir. Atık miktarından elde edilebilecek biyogaz miktarını belirlemiştir. Çalışma sonunda da Doğu Anadolu Bölgesi ve Türkiye için de hesaplanan hayvansal atık kaynaklı biyogaz miktarı sonuçlarını karşılaştırmışlardır.

Topal ve Topal (2012), tarafından yapılan çalışma ile Afyonkarahisar ili ilçelerinde 2006-2010 yıllarında baklagiller, endüstriyel bitkiler, tahıllar, yem bitkileri, yağlı tohumlar ve yumru bitkiler gibi bitkisel biyokütle kaynaklarından elde edilebilecek enerji potansiyeli belirlenmiştir.

Koçar vd. (2013), çalışmalarında İzmir ilinin bitkisel ve hayvansal kaynaklı biyokütle potansiyelini değerlendirmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında, kurulabilecek bir yerli tesis için İzmir'in sanayi yapısı analiz edilmiş ve sanayi yapısının yerli tesis kurulumu için yeterli olduğu fakat bilgi yönünden eksiklikler olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Dalkılıç ve Uğurlu (2013), tavuk atıklarından biyogaz üretimi üzerine dünyada ve Türkiye’de yapılan çalışmaları incelemişlerdir. Çalışma sonucunda Türkiye’de yapılan çalışmaların sadece tavuk artıklarının biyogaz üretim potansiyelini belirlemeye yönelik olduğunu, dünyadaki çalışmalarınsa biyogaz üretim miktarını arttırma ve daha verimli üretim yöntemleri üzerine olduğunu görmüşlerdir.

Baran vd. (2013), geleceğin akıllı şebekeleri için kentsel katı atıklardan elektrik üretimi üzerine çalışmışlardır. Çalışmada 2010 yılı kentsel katı atık verilerini dikkate alarak üretilebilecek elektrik enerjisi miktarını hesaplamışlardır.

Shi vd. (2013), Çin’in mevcut bahçe atıklarını türlerine ve bulundukları bölgelere göre belirlemişlerdir. Belirlenen bu atıklardan elde edilebilecek biyokütle enerji miktarları ve elektrik enerjisi eşdeğerini hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda bahçe atıklarından elde edilebilecek enerji miktarının Çin’in 2008 yılı enerji tüketiminin %20,7 sine eşit olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Avcıoğlu vd. (2013), Türkiye’de illere göre 2009 yılı TÜİK tavukçuluk verilerini kullanarak et ve yumurta tavukçuluğu sektöründen elde edilen atık miktarlarını ve atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyelini belirlemişlerdir. Biyogaz miktarının hesaplanmasında, tavuk cinsine göre kullanılabilir atık oranını ve katı madde oranını dikkate almışlardır.

Tekeli (2014), tez çalışmasında Türkiye’de biyogaz üretimi için hayvansal atık, mısır silajı ve pancar posası miktarlarını dikkate almıştır. Çalışmasında Türkiye’nin biyogaz potansiyelini belirlemiş ve bölgelere göre biyogazdan ısı ve elektrik üretim miktarlarını karşılaştırmıştır.

Yapraklı ve Bayramoğlu (2014), Türkiye’de TRA1 Bölgesi’nde illere göre hayvansal ve bitkisel kaynaklı toplam biyokütlenin ekonomik potansiyelinin enerji değerini hesaplamıştır.

Aybek vd. (2015a), Türkiye’de illere göre hayvansal ve bitkisel kaynaklı biyokütle potansiyellerini belirlemişlerdir. Belirlenen potansiyeller üzerinden de illere göre sayısal haritalandırma yapmışlardır.

Aybek vd. (2015b), Kahramanmaraş ilinde hayvansal atıklardan, tarla bitkilerinden ve tarımsal atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyelini hesaplamışlardır. Hesaplanan biyogaz potansiyeli sonuçlarına göre de sayısal haritalar oluşturmuşlardır.

Deniz vd. (2015), Türkiye’de gıda endüstrisi kaynaklı atık maddelerin enerji üretiminde değerlendirilmesi üzerine çalışmışlardır. Çalışmada meyve suyu üretimi atıklarından elde edilebilecek biyoetanol miktarı, bitkisel atık yağlardan elde edilebilecek biyodizel miktarı ve hayvan dışkıları ile kesimhane atıklarından elde edilebilecek biyogaz miktarını hesaplamışlardır.

Demir vd. (2015), çalışmada Mersin ilinin 2005-2014 yıllarındaki yıllık tarımsal kaynaklı biyokütle potansiyelini belirlemişlerdir. Ayrıca Mersin ilinin biyokütle potansiyelini Akdeniz Bölgesi ve Türkiye’deki potansiyellerle ayrı ayrı karşılaştırılarak değerlendirme yapmışlardır.

Kumar vd. (2015), Hindistan’da mevcut bitkisel biyokütle kaynaklarını ve bu kaynakların enerji potansiyellerini belirlemişlerdir. Ayrıca çalışmalarında biyokütle dönüşüm teknolojilerini ve Hindistan’da teknolojilerin kullanımını da değerlendirmişlerdir.

Lourinho ve Brito (2015), çalışmalarında Portekiz’in Alto Alentejo bölgesinde bitkisel kaynaklı biyokütle potansiyelini belirlemişlerdir. Ayrıca bu potansiyele göre kurulabilecek biyokütle tesisleri özellikleri ve yeri hakkında analiz yapmışlardır.

Alibaş vd. (2015), Diyarbakır ili ilçelerinde 2010-2014 yıllarına ait tarımsal ve hayvansal üretim verilerini kullanarak biyogaz potansiyelini belirlemişlerdir. Bu potansiyelleri dikkate alarak Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile haritalar oluşturmuşlardır.

Ulusoy vd. (2015), Bursa ilinde biyogaz potansiyelini tespit etmek amacıyla TÜİK 2012 yılı tarımsal atık miktarlarını, TÜİK 2012 yılı hayvansal atık miktarlarını ve kentsel atık miktarlarını dikkate alarak hesaplama yapmışlardır.

Karaman vd. (2015), Tokat ilinde büyükbaş hayvan atıklarından elde edilebilecek biyogaz miktarını hesaplamışlardır. Ayrıca Tokat ilinde kurulabilecek bir biyogaz tesisi için analiz yapmışlardır.

İlgar (2016), çalışmasında Çanakkale ilindeki büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanı sayılarını dikkate alarak hayvan türlerine göre elde edilebilecek biyogaz miktarlarını hesaplamıştır.

Toprakçioğlu (2016), tez çalışmasında Siirt ve Batman illerinde bitkisel ve hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz miktarlarını hesaplamıştır. Siirt ve Batman illeri arasındaki bir bölge de kurulabilecek bir biyogaz tesisi için incelemeler yapmış ve maliyet analizi gerçekleştirerek biyogazdan elektrik enerjisi üretimini değerlendirmiştir.

Şenol vd. (2017), Türkiye’de kanatlı hayvan atıklarından üretilebilecek biyogaz ve enerji potansiyeli üzerine çalışmışlardır. Bu amaçla TÜİK 2016 yılı kanatlı hayvan sayılarını kullanılarak elde edilebilecek yaş gübre miktarını belirlemişlerdir. Elde edilebilecek gübre miktarı üzerinden de biyogaz ve enerji eşdeğerlerini hesaplamışlardır. Ayrıca çalışmada 2017 yılı elektrik enerjisinin değeri verisini kullanarak biyogazın elektrik üretiminde kullanımı ile elde edilebilecek günlük, aylık ve yıllık kazanç değerlerini hesaplamışlardır.

Karaca (2017), çalışmasında Hatay ilinin ilçelerinde hayvansal kaynaklı atık miktarlarını dikkate alarak atıkların biyogaz potansiyelini ve biyogazdan elde edilebilecek enerji potansiyelini belirlemiştir. Potansiyellere göre de coğrafi bilgi sistemini kullanarak haritalama yapmıştır.

Demir (2017), çalışmasında Kars ili ilçelerinde biyokütle kaynaklarından hayvancılık atıklarını, tarım atıklarını, şehirselle organik atıklarını, ormancılık atıklarını ve gıda sanayii atıklarını dikkate alarak elde edilebilecek biyogaz miktarını hesaplamıştır. Biyogaz miktarından da elde edilebilecek elektrik enerjisi miktarını belirlemiştir.

Köse (2017), Trakya bölgesi 2015 yılı TÜİK büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanları verilerini dikkate alarak gübreden elde edilebilecek biyogaz miktarını ve biyogazın enerji eşdeğerini belirlemiş ve haritalandırmıştır. Biyogaz miktarının belirlenmesinde, birim hayvan başına gübre miktarı, hayvanların ahırda kalma süresine bağlı olarak kullanılabilir atık oranı, gübrenin kuru madde ve uçucu kuru madde oranı ve gübrenin biyogaz üretim oranını dikkate almıştır.

Doruk ve Bozdeveci (2017), Denizli ili merkez ve ilçelerinde hayvansal atıklardan üretilebilecek biyogaz potansiyelini hesaplamışlardır. Hesaplanan biyogaz miktarının enerji karşılığı olan motorin ve elektrik enerjisi miktarlarını ve ekonomik eşdeğerlerini karşılaştırmışlardır.

Özer (2017), Ardahan ili ve ilçelerinde yaptığı çalışmasında 2015 yılı TÜİK tarımsal ve hayvan atık miktarlarını dikkate alarak elde edilebilecek metan ve biyogaz miktarlarını hesaplamıştır. Ayrıca atıkların enerjiye dönüştürülmesinin CO₂ salınımını ne kadar düşürdüğünü belirlemiştir.

Şenol vd. (2017), Ankara'da organik atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyelinin belirlenmesi üzerine çalışmışlardır. Bu amaçla il bazında hayvansal atıkların, atık su arıtma çamurlarının, tarımsal atıkların ve mutfak atıklarının potansiyellerini ve enerji eşdeğerlerini belirlemişlerdir.

Gülşen ve Çiftçi (2017), Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi ve biyokütle enerjisinin kullanılabilirliğini incelemişlerdir. Tarım ve hayvancılık atıklarından elde edilebilecek biyogaz miktarlarını belirlemişler ve bu kaynağın kullanılmasıyla bölgenin ne gibi kazançları olacağını değerlendirmişlerdir.

Peerapong ve Meechokchai (2017), Tayland'da domuz çiftliği atıklarından biyogaz ve elektrik enerjisi üretim potansiyellerini değerlendirmişlerdir.

Karakuzulu vd. (2017), çalışmalarında Doğu Anadolu Bölgesinin illerinde hayvan sayılarını dikkate alarak yaş gübre miktarı üzerinde elde edilebilecek biyogaz potansiyellerini belirlemişlerdir. Hesaplanan biyogaz potansiyellerinin elektrik ve doğalgaz eşdeğerlerini hesaplamışlardır.

Karagöz vd. (2018), Karabük ilinde yaptıkları çalışmalarında büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanlarından elde edilebilecek yıllık yaş gübre miktarını ve biyogaz eşdeğerini belirlemişlerdir. Ayrıca çalışmada, 50 büyükbaş hayvan kapasiteli bir işletmeye kurulabilecek biyogaz tesisinin tasarımını ve maliyet analizini gerçekleştirmişlerdir.

Tunçez (2018), çalışmasında Konya ili Ereğli ilçesinde büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı gübrelerinden elde edilebilecek biyogaz potansiyellerini belirlemiştir. Ayrıca çalışmada arpa, buğday, şeker pancarı, melas atıkları ve peynir altı suyundan elde edilebilecek biyogaz potansiyellerini de belirlemiştir.

Bilandzija vd. (2018), çalışmalarında Hırvatistan'da tarımsal biyokütle kaynağı olarak; tarla bitkileri üretim artıkları, meyve ağaçları ve asma türleri budama artıkları, tarımsal sanayi artıkları ve enerji bitkilerinin enerji potansiyellerini hesaplamışlardır. Ayrıca bu atıkların enerji üretiminde farklı oranlarda kullanılması durumunda elde edilebilecek enerji miktarlarını üç farklı senaryo kurarak incelemişlerdir. Çalışma ile tarımsal biyokütlenin enerji üretiminde kullanılması sonucunda Hırvatistan'da yenilenebilir enerji kullanım payının arttıracağı ve enerji ithalatının azalacağı sonucuna ulaşmışlardır.

Gao vd. (2019), Çin'in Henan bölgesinde 2009-2014 yılları bitkisel ve hayvansal atık verilerini incelemiş ve biyogaz potansiyelini belirlemişlerdir. Ayrıca çalışmada biyogaz üretiminde karşılaşılan sorunları ve biyogaz üretiminin avantajlarını da tartışmışlardır.

Avcıoğlu vd. (2019), Türkiye’de tarımsal biyokütle kalıntı miktarının ve enerji potansiyelinin belirlenmesi üzerinde çalışmışlardır. Bu amaçla çalışmada, tarla bitkileri ve bahçe bitkileri olarak iki ayrı kategoride toplam otuz ürün türünü incelemişlerdir. Tarımsal ürünlerin enerji potansiyelin belirlenmesi için, yıllık üretim miktarı, artık oranı, nem oranı ve enerji eşdeğeri gibi faktörleri dikkate almışlardır.

Salihoğlu vd. (2019), çalışmalarında Balıkesir ilinde et ve süt üretimi amacıyla yetiştirilen büyükbaş ve küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek atık miktarı üzerinden, elde edilebilecek biyogaz miktarı ve bu atıkların enerji potansiyeli eşdeğerini hesaplamışlardır. Daha sonra bu potansiyelin gaz yağı, odun, LPG, benzin türünden eşdeğerlerini de belirlemişlerdir. Ayrıca çalışmada Balıkesir ilinde kurulması muhtemel 2.4MW güçteki bir biyogaz tesisi için maliyet analizi gerçekleştirmişlerdir.

4.2. Biyokütle Kaynak Seçimine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Bulut (2006), yüksek lisans tezinde biyoyakıt türlerinden biyoetanolü ele almış ve Türkiye’de biyoetanol üretiminde kullanılabilecek bitkisel kaynakları incelemiştir. Bitkisel kaynaklardan şeker pancarı, buğday, patates, arpa, mısır bitkilerini 3 ana 10 alt kritere göre Bulanık AHS yöntemini kullanarak karşılatırmış ve en uygun kaynağı belirlemiştir.

Cobuloğlu ve Büyüктаhtakın (2014), Kansas bölgesinde biyokütle kaynak seçimi için Bulanık AHS yöntemini kullanan bir model önermişlerdir. Modelde mısır, şeker kamışı, buğday, switchgrass ve miscanthus bitkilerini ekonomik, sosyal ve çevresel kriterleri dikkate alarak değerlendirmişlerdir.

Saelee vd. (2014), Tayland’da kazanlar için biyokütle kaynak seçimi yapmak amacıyla TOPSIS yöntemiyle bir model önermişlerdir. Modelde biyokütle santralında kullanılmak üzere ahşap yongalarını, palmiye ve ahşap peletlerini değerlendirmişlerdir.

Cobuloğlu ve Büyüktaktın (2015), Kansas bölgesinde etanol üretiminde biyokütle kaynak seçimi için Stokastik AHS ile bir model önermişlerdir. Modelde alternatif olarak mısır, şeker kamışı, buğday, switchgrass, miscanthus bitkilerini ele alarak bu bitkileri ekonomik çevresel, sosyal kriterler ile bunların alt kriterlerine göre değerlendirmişlerdir.

Yadav vd. (2015), çalışmalarında Hindistan'da en uygun biyokütle kaynağının belirlenmesinde kullanılabilir kriterlerin önceliklendirilmesi amacıyla bir AHS modeli geliştirmişlerdir. Modelde biyokütlenin toplam kullanılabilirliği, dönüşüm teknolojisi, süreç verimliliği, biyokütle kaynaklarının maliyeti, katılan sermaye maliyeti, süreç verimliliği ve emisyon salınımı kriterlerini kullanarak yedi farklı alternatif üzerinden değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonucunda da biyokütle kaynaklarının maliyeti ve katılan sermaye maliyeti kriterlerinin diğer kriterlerden daha önemli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Khishtandar vd. (2017), İran'da biyoenerji üretimi için en uygun biyokütle dönüşüm teknolojisi ve biyokütle kaynağının belirlenmesi amacıyla tereddütlü bulanık dilsel terim kümesini kullanarak bir model geliştirmişlerdir. Modelde 10 farklı teknoloji-kaynak alternatifi çevresel, ekonomik, teknik ve sosyal kriterler altında değerlendirilmiş ve alternatiflerin sıralanması sağlanmıştır. Çalışma sonucunda en uygun alternatif seçeneğinin tarımsal atıkların, belediye atıklarının ve endüstriyel atıkların kullanılarak biyogaz üretilmesi ve üretilen biyogazında ısı, elektrik üretiminde kullanılması olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

4.3. Tesis Yer Seçimine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Tavares vd. (2011), belediye katı atık yakma tesisi için ekonomik, çevresel ve sosyal gereklilikleri aynı anda yerine getirebilecek en uygun tesis yerinin seçimi için AHS ve CBS tabanlı bir model geliştirmişlerdir.

Sliz-Szkliniarz ve Vogt (2012), Polonya'da hayvansal ve bitkisel biyokütle kaynaklı biyogaz tesisi yer seçimi için CBS ile bir model geliştirmişlerdir.

Sultana ve Kumar (2012), biyokütle tesisleri için uygun yer, optimum tesis büyüklüğü ve tesis sayısını belirlemek için CBS tabanlı bir metodoloji geliştirmişlerdir. Çalışmada seçilen mekansal ve çevresel faktörler AHS yöntemi ile değerlendirilerek arazi uygunluk modeli oluşturulmuştur.

Van Dael vd. (2012), Belçika'nın Kuzeydoğusundaki bir bölgede uygulanan çalışmada AHS yöntemi ile 4 ana 22 alt kriteri değerlendirmişlerdir ve CBS ile biyokütle projesinin uygulanabileceği alanları belirlemişlerdir.

Perpina vd. (2013), İspanya'da bitkisel biyokütle kaynaklarının değerlendirilmesi amacıyla kurulabilecek biyokütle tesisleri için uygun yerlerin belirlenmesi amacıyla ekonomik, çevresel ve sosyal kriterleri bütünlük çok kriterli değerlendirme ve CBS metodolojisi geliştirerek değerlendirmişlerdir.

Höhn vd. (2014), Finlandiya'da bir bölgede kentsel atık, hayvansal atık ve bitkisel atık miktarlarını incelemişlerdir. Atık potansiyellerine göre bu bölgede kurulabilecek biyogaz tesislerinin yerini ve sayısını CBS tabanlı bir metodoloji ile belirlemişlerdir. Tesis sayısının belirlenmesi aşamasında taşıma mesafesi olarak 10 km ve 40 km değerlerini dikkate almışlardır.

Avan (2014), Tokat ilini dikkate alarak yaptığı tez çalışmasında öncelikle büyükbaş hayvan varlığına göre biyogaz üretim potansiyelini belirlemiş, daha sonra mevcut büyükbaş hayvan atıklarının biyogaz üretiminde değerlendirilmesi için kurulabilecek biyogaz tesislerinin yerlerini ve kapasitelerini belirlemiştir.

Silva vd. (2014), Portekiz'in Entre-Douro-e-Minho Bölgesinde süt hayvanı gübresi kullanan biyogaz tesislerinin konumlandırılması amacıyla ELECTRE TRI ve coğrafi bilgi sistemini kullanmışlardır. Çalışmada biyogaz tesislerinin yer seçimi için temel olarak ekonomik, çevre, sosyal ve güvenlik ana kriterlerini ve bunların alt kriterlerini içeren on üç farklı kriteri dikkate alarak model geliştirmişlerdir.

Yürük ve Erdoğan (2015), çalışmalarında Düzce ilinin ilçelerinde hayvansal atık kaynaklı biyogaz miktarlarını hesaplamışlardır. Elde edilen verilere göre kanatlı hayvan üretim tesislerinin konumları dikkate alınarak kurulabilecek biyokütle tesisinin yerini K-Means yöntemi ile belirlemişlerdir. Bu çalışma ile hangi bölgelerde biyogaz tesisi kurulabileceğinin ve tek bir büyük tesis kurulması durumunda bu tesisin konumunun neresi olacağının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Franco vd. (2015), bütünleşik CBS-AHS-bulanık ağırlıklı örtüşme baskınlığı metodolojisini kullanarak Danimarka'da biyogaz tesisi için en uygun yerin seçimi üzerine çalışmışlardır. Modelde ekonomik, çevresel, sosyal ve politik boyutlar için en uygun kriterleri dikkate alarak, biyogaz tesisleri için en uygun yerin seçilmesi amaçlanmıştır.

Cebi vd. (2016), Türkiye'de Ege Bölgesi'nde yer alan İzmir, Afyon, Aydın, Denizli, Kütahya, Manisa, Muğla, Uşak illerinde bitkisel biyokütle kaynaklı biyokütle tesisi yer seçimi için bulanık kümeler, AHS, görüş birleştirme ve bilgi aksiyomu yöntemlerini içeren bütünleşik bir model geliştirmişlerdir. Çalışma sonucunda, Ege Bölgesi'nde bitkisel biyokütle kaynaklı biyokütle tesisi için en uygun yerin Aydın ili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Venier ve Yabar (2017), Arjantin'de sığır gübresi kaynaklı biyogaz tesislerine en uygun alanı bulmak amacıyla CBS'ni kullanmışlardır. Çalışmada ilk olarak coğrafi, çevresel ve sosyo-ekonomik kriterler analiz edilerek biyogaz tesis yerleşimi için potansiyel yerler belirlenmiş ve sonra çiftlik büyüklük ölçeğine göre belirlenen üç farklı senaryo üzerinden uygun tesis alanlarını belirlemişlerdir.

Derse (2018), Türkiye'de bulunan 30 il arasından biyogaz tesisi için en uygun yerin seçilmesi problemini ele almıştır. Bu amaçla hayvan türlerine göre sayıları, hayvan türüne göre atık miktarı, hayvan türüne göre elde edilebilecek biyogaz miktarı, evsel atık miktarları, evsel atıklardan elde edilebilecek biyogaz miktarları, tarım alanları, tarım alanlarında oluşan atık miktarları ve tarım alanlarında oluşan atıklardan elde edilebilecek biyogaz miktarı gibi verileri dikkate almıştır. Ayrıca illere göre devlet desteği, illere göre tesis açma ve depo açma maliyetleri de problemde kullanılmıştır.

Yokuş (2019), çalışmasında Sivas ili büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvancılık işletmelerini dikkate alarak ilde kurulabilecek biyogaz tesislerinin konumunun belirlenmesi amacıyla entegre AHS-CBS modeli geliştirmiştir. Çalışma sonucunda Sivas ilinde kurulabilecek biyogaz tesislerini ve tesislerinin kurulu güçlerini belirlemiştir.

Bölek (2019), Marmara Bölgesi Trakya Bölüm'ünde yer alan 55 ilçe için hayvansal, tarımsal, kentsel ve ormansal atıklar için biyokütle tesis yer seçimi üzerine çalışmıştır. Bu amaçla ekonomik, sosyal, çevresel ve coğrafi, güvenlik ve yasal ölçütleri AHS yöntemi ile ağırlıklandırmıştır. Daha sonra ölçütlerin bir kısmı coğrafi bilgi sistemi ile haritalandırılarak, bir kısmı ise matematiksel model kullanarak değerlendirmiştir.

Kheybari vd. (2019), İran'da biyoetanol üretim tesisi yer seçimi üzerine çalışmışlardır. Bu amaçla çalışmalarında, biyoetanol tesis yer seçimi için ekonomik, çevresel ve sosyal faktörleri dikkate alarak en iyi en kötü yöntemi ile bir model geliştirmişlerdir.

4.4. Biyokütle ve Biyogaz Konusunda Yapılan Diğer Çalışmalar

Taleghani ve Kia (2005), Saveh de biyogaz üretiminde kullanılabilecek organik atıklar ve bu atıkların özellikleri incelemiştir. Ayrıca çalışma sonucunda biyogaz tesislerinin çevresel, ekonomik ve sağlık üzerine etkileri hakkında bilgi vermişlerdir.

Yaldız ve Sözer (2005), çalışmalarında sığır, tavuk, hindi ve koyun gübreleri için belirli koşullar altında tesis maliyetleri, işletme giderleri, ekonomik ömürleri ve enerji üretim miktarlarını hesaplamışlardır. Ulaşılan sonuçları dikkate alarak hayvan türlerine göre kurulabilecek biyogaz tesisleri için ekonomik işletme büyüklüğünü sağlayan hayvan sayılarını belirlemiştir.

Sözer ve Yıldız (2006), çalışmalarında 15 günlük bekleme süresi, 37 C sıcaklık ve sürekli akış tipine uygun laboratuvar koşullarında biyogaz verimini ölçmek amacıyla sığır gübresine %5, %10, %20, %40, %50 ve %75 oranlarında peynir altı suyu karıştırarak ölçümler yapmışlardır. Biyogaz veriminin %50 sığır gübresi, %50 peynir altı suyu karışımında en yüksek değerde olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Gül (2006), tez çalışmasında Afyon ili Başmakçı ilçesindeki tavukçuluk kooperatiflerinde oluşan tavuk gübreleri için aşı ve katı madde miktarlarındaki değişimlerin biyogaz verimine etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda katı madde oranının artmasıyla biyogaz üretiminin arttığı ancak birim katı madde başına düşen üretiminse azaldığı sonucuna ulaşmıştır.

Evans vd. (2010), çalışmalarında biyokütleden elektrik üretiminin sürdürülebilirliği, fiyat, verimlilik, sera gazı emisyonları, mevcudiyet, sınırlamalar, arazi kullanımı, su kullanımı ve sosyal etkiler göstergelerine göre değerlendirmişlerdir.

Üstün ve Kurban (2011), Türkiye’de Bursa, Bilecik ve Eskişehir illerinde belediyeleri dikkate alarak toplam kentsel katı atık miktarını ve bu atıklardan elde edilebilecek elektrik enerjisi miktarını hesaplamışlardır. Hesaplanan verilere göre kurulabilecek bir tesis için maliyet analizi gerçekleştirmişlerdir.

Gülen ve Çeşmeli (2012), biyogaz tesisleri ile ilgili Türkiye’de ve dünyada yapılan çalışmaları incelemişlerdir. Ayrıca biyogazın içeriği kullanım alanları ve yan ürün olarak oluşan fermente gübrenin kullanımı üzerine bilgiler vermişlerdir.

Khawkomol vd. (2013), Tayland’da biyokütle santralı teknoloji seçimi için AAS yöntemi ile bir model önermişlerdir. Modelde doğrudan yanma ve gazlaştırma teknolojileri fayda, risk, fırsat ve maliyet kriterlerine göre büyük ölçekli ve küçük ölçekli olmak üzere iki farklı senaryo için değerlendirilmiştir.

Adhikary vd. (2015), Tayland'da güneş, rüzgar, biyokütle ve hidroelektrik santrallerini değerlendirmek amacıyla TOPSIS ve VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmalarında santral türleri güvenlik, ekonomik, sosyal, siyasi, teknolojik ve çevresel faktörlere göre analiz edilerek bölgeye en uygun santral türünü belirlemişlerdir.

Yılmaz vd. (2017), çalışmalarında Türkiye'de biyogaz üretimi yapan tesisleri incelemişlerdir. Bu tesislerden yıllık elde edilen biyogaz miktarı ve elektrik enerjisi miktarları hakkında bilgi vermişlerdir.

Deviren vd. (2017), çalışmalarında biyogaz üretiminde kullanılabilen organik atıklar hakkında bilgi vermişlerdir. Üretilen biyogazın kullanım alanlarına da değinmişlerdir.

Arslan vd. (2018), Yozgat ilinde kurulabilecek biyogaz, kompost ve vermikompost tesisleri için yatırıma uygunluk değerlendirmesi üzerine çalışmışlardır. Çalışmalarında ÇKKV yöntemlerinden ARAS ve COPRAS yöntemlerini kullanmışlardır.

Yılmaz vd. (2018), çalışmalarında domates ve biber bitkileri hasat atıkları ile sığır gübresinin anaerobik parçalamada en yüksek biyogaz verimini verecek şartları belirlemeye çalışmışlardır. Bu amaçla, yükleme oranı olarak %5 ve %10, karışım oranı olarak da %15, %30, %45, %60, %75 ve %90 şartları biber ve domates atıkları için ayrı ayrı denemişlerdir. Sonuç olarak en yüksek biyogaz verimini %5 yükleme oranı, %60 domates atıkları ve %40 sığır gübresi ile %10 yükleme oranı, %60 biber atıkları ile %40 sığır gübresi karışımlarının verdiğini görmüşlerdir.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmaların büyük bir kısmının biyokütle/biyogaz potansiyelini belirlemeye yönelik çalışmalardan oluştuğu görülmektedir. Biyokütle/biyogaz tesis yer seçimi konusunda yapılan kısıtlı çalışmalar incelendiğinde ise çalışmaların daha çok bölgesel bazda ve coğrafi bilgi sistemi kullanılarak yapıldığı görülmektedir.

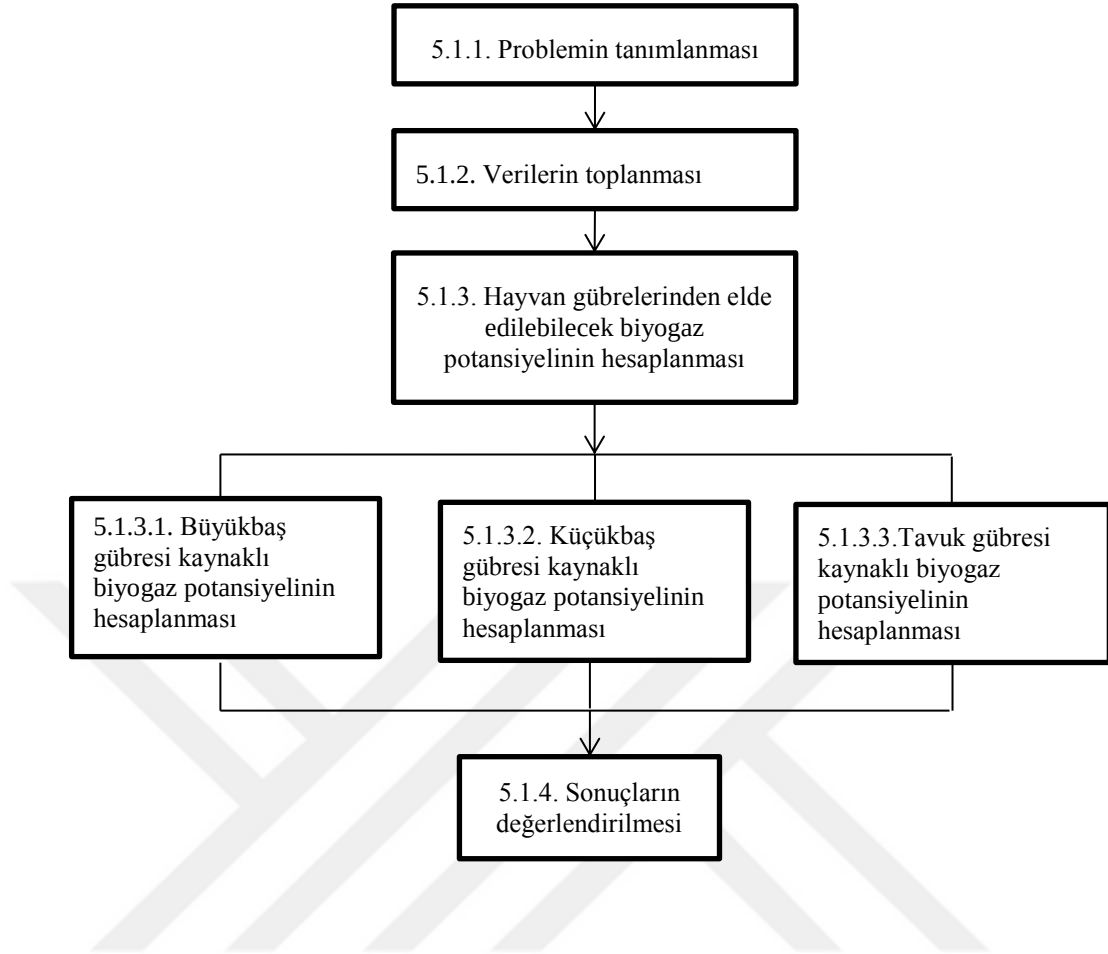
Yapılan bu tez çalışmasında ise, biyogaz potansiyelinin hesaplanmasının yanında tesis yer seçim problemi de ele alınmıştır. Tesis yer seçim problemi için çalışma alanı geniş tutularak ülkenin tamamı değerlendirmeye alınmış ve 81 il üzerinden çözüm yapılmıştır. Ayrıca bu tez çalışmasında literatürdeki çalışmalardan farklı olarak büyükbaş hayvan gübresi, küçükbaş hayvan gübresi, tavuk gübresi ve toplam hayvansal gübre ayrı ayrı dikkate alınarak çözüm yapılmıştır. Çalışmanın yöntem bazında literatürden farkına bakıldığında ise, literatürde yer alan çalışmaların çoğunlukla AHS ve CBS yöntemleri kullanılırken, bu çalışmada AHS yöntemine ek olarak TOPSIS, PROMETHEE ve VIKOR yöntemleri çözüm sürecine dahil edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada tek bir çözüm yapılmamış, kriterlerin farklı ağırlık durumları dikkate alınarak ana çözüme ek olarak 6 farklı senaryo geliştirilmiş ve 28 farklı sonuç elde edilmiştir. Bu sayede yatırımcılar için farklı önem arz eden durumların değerlendirmesi de yapılmıştır.

5. TÜRKİYE’DE BİYOGAZ POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ VE BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ UYGULAMASI

Türkiye’de hayvansal biyokütle kaynaklarının biyogaz üretiminde değerlendirilmesi üzerine yapılan bu çalışmada iki farklı uygulama çalışması ele alınmıştır. Birinci uygulama çalışmasında Türkiye’de illere göre hayvansal kaynaklı biyokütle potansiyelinden elde edilebilecek biyogaz potansiyeli hesaplanmıştır. İkinci uygulama çalışmasında ise, Türkiye’de büyükbaş gübresi, küçükbaş gübresi, tavuk gübresi ve toplam hayvansal gübre kaynaklı kurulabilecek biyogaz tesisleri için tesis yer seçimi problemi ele alınmıştır. Birinci uygulama çalışmasında hesaplanan illerin biyogaz potansiyelleri, ikinci uygulama çalışmasında tesis yer seçimi kriterlerinden biri olarak kullanılmıştır.

5.1. Türkiye’de İllere göre Hayvansal Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Hesaplanması

Bu uygulama çalışmasında; Türkiye’de TÜİK illere göre büyükbaş hayvan sayıları, küçükbaş hayvan sayıları ile yumurta ve et tavuğu sayıları dikkate alınarak elde edilebilecek biyogaz potansiyelleri hesaplanmıştır. Uygulamanın adımları Şekil 5.1.’de verilmiştir.



Şekil 5.1. Biyogaz potansiyeli hesaplama uygulama adımları

5.1.1. Problemin Tanımlanması

Türkiye hayvancılık faaliyetlerinin yoğun olarak yapıldığı bir ülkedir. Bu nedenle ülkede her gün tonlarca hayvansal atık oluşmaktadır. Bu atıklar gerekli atık yönetim işlemlerinin yapılmadığı takdirde hava, su ve toprak kirliliği gibi birçok çevresel sorunu beraberinde getirmektedir. Bu nedenle hayvansal atıkların bertarafı önemli bir faktördür. Hayvansal atıkların değerlendirilmesindeki en etkili yol da biyogaz üretimidir. Biyogaz üretimi ile hem hayvansal atıklardan kaynaklanan çevresel problemler ortadan kalkmakta, hem de enerji ve biyogübre üretimi ile ülke ekonomisine katkı sağlanmaktadır. Bu nedenle çalışmanın bu bölümünde Türkiye’

de 81 il için büyükbaş gübreleri, küçükbaş gübreleri ve tavuk gübrelerinden biyogaz üretim potansiyelinin belirlenmesi problemi ele alınmıştır.

5.1.2. Verilerin Toplanması

Verilerin toplanması aşamasında öncelikli olarak literatürde yapılan çalışmalar incelenmiştir. Literatürde yapılan çalışmaların incelenmesi neticesinde, hayvan türüne göre vücut ağırlıkları, yaş atık miktarları ve hayvanların ahırda tutulmasına bağlı olarak elde edilebilecek kullanılabilir atık miktarları belirlenmiştir. Daha sonra TÜİK'den illere göre büyükbaş hayvan sayıları, küçükbaş hayvan sayıları ile et tavuğu ve yumurta tavuğu sayıları verileri ve YEGM'den hayvansal atık türüne göre elde edilebilecek biyogaz miktarı verisi ve biyogazın enerji eşdeğeri verisi alınmıştır.

5.1.3. Hayvan gübrelerinden elde edilebilecek biyogaz potansiyelinin belirlenmesi

Bu bölümde Türkiye'de illerin hayvan sayıları dikkate alınarak büyükbaş hayvan gübrelerinden, küçükbaş hayvan gübrelerinden ve tavuk gübrelerinden elde edilebilecek biyogaz miktarları ayrı ayrı hesaplanmıştır.

5.1.3.1. Türkiye'de Büyükbaş Gübresi Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi

Hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyelinin belirlenmesi için öncelikli olarak hayvan türüne göre elde edilebilecek atık miktarının belirlenmesi gerekmektedir. Hayvanlardan elde edilebilecek atık miktarının belirlenmesinde ise hayvan vücut ağırlığı, ağırlığın %'si olarak yaş atık miktarı ve kullanılabilir atık miktarı gibi bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır.

Büyükbaş hayvanlar için vücut ağırlığı, ağırlığın %'si olarak atık miktarı, kullanılabilir atık miktarı, biyogaz verimi ve biyogazın elektrik enerjisi eşdeğeri Çizelge 5.1.'de verilmiştir (Avcıoğlu ve Türker, 2012; <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>).

Çizelge 5.1. Büyükbaş hayvan atık özellikleri, biyogaz verimi ve enerji eşdeğeri

Hayvan türü	Vücut ağırlığı (kg)	Yaş atık miktarı (Ağırlık %)	Kullanılabilir atık miktarı (%)	1 ton gübreden elde edilebilecek biyogaz miktarı (m ³ /yıl)	1 m ³ biyogazın elektrik enerjisi eşdeğeri (kWh)
Büyükbaş et	135-800	5-6	65	33	4,7
Büyükbaş süt			25		

Büyükbaş hayvanlardan elde edilebilecek yaş atık miktarının belirlenmesi amacıyla vücut ağırlığı 500 kg olarak, günlük olarak elde edilebilecek yaş atık miktarı vücut ağırlığının %6'sı olarak ve kullanılabilir atık miktarı ise büyükbaş hayvanların ahırda tutulma süresine bağlı olarak yaş atık miktarının %50'si olarak alınmıştır. Bu verilere ek olarak TÜİK illere göre büyükbaş hayvan sayıları da kullanılmıştır (<https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr>). İllere göre büyükbaş hayvan sayısından elde edilebilecek biyogaz miktarları ve biyogaz miktarının elektrik enerjisi eşdeğerleri Çizelge 5.2.'de verilmiştir.

İllere göre Toplam Büyükbaş Hayvan Sayısı (TBHS), Günlük Toplam Elde Edilebilir Yaş Atık Miktarı (GTEYYAM), Yıllık Toplam Elde Edilebilir Yaş Atık Miktarı (YTEYYAM), Büyükbaş Gübresinden Elde Edilebilecek Biyogaz Miktarı (BGEEBM), Enerji Eşdeğeri (EE) verileri Çizelge 5.2.'de verilmiştir.

Çizelgenin ilk satırında yer alan il olması nedeniyle takibinin kolay olacağı düşölerek Adana ili için örnek bir hesaplama yapılmıştır. Adana ili için örnek olarak elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanmıştır:

$$\begin{aligned} \text{GTEYYAM} &= \text{TBHS} * \text{Vücut ağırlığı} * \text{Yaş atık miktarı} * \text{Kullanılabilir atık miktarı} \\ &= 265.430 * 500 * 0.06 * 0.50 = 3.981.500,0 \text{ kg/gün.hayvan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{YTEYYAM} &= \text{GTEYYAM} * 365 / 1000 \\ &= 3.981.500,0 * 365 / 1000 = 1.453.229,3 \text{ ton/yıl.hayvan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BGEEBM} &= \text{YBGEEBM} * 33 \\ &= 1.453.229,3 * 33 = 47.956.565,3 \text{ m}^3/\text{yıl} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EE} &= \text{BGEEBM} * 4,7 \\ &= 47.956.565,3 * 4,7 = 225.395.856,7 \text{ kWh/yıl} \end{aligned}$$

Çizelge 5.2. İllere göre büyükbaş hayvan sayısından elde edilebilecek biyogaz miktarı

İL	TBHS	GTEEYAM (kg/gün.hayvan)	YTEEYAM (ton/yıl.hayvan)	BGEEBM (m ³ /yıl)	EE (kWh/yıl)
Adana	265.430	3.981.450	1.453.229	47.956.565	225.395.857
Adıyaman	129.194	1.937.910	707.337	23.342.126	109.707.992
Afyonkarahisar	391.507	5.872.605	2.143.501	70.735.527	332.456.978
Ağrı	388.452	5.826.780	2.126.775	70.183.565	329.862.756
Aksaray	266.483	3.997.245	1.458.994	48.146.816	226.290.035
Amasya	217.089	3.256.335	1.188.562	39.222.555	184.346.009
Ankara	538.755	8.081.325	2.949.684	97.339.560	457.495.930
Antalya	185.833	2.787.495	1.017.436	33.575.377	157.804.273
Ardahan	306.925	4.603.875	1.680.414	55.453.674	260.632.270
Artvin	61.174	917.610	334.928	11.052.613	51.947.279
Aydın	435.815	6.537.225	2.386.087	78.740.875	370.082.113
Balıkesir	543.302	8.149.530	2.974.579	98.161.089	461.357.118
Bartın	62.757	941.355	343.595	11.338.621	53.291.519
Batman	107.784	1.616.760	590.117	19.473.874	91.527.209
Bayburt	98.060	1.470.900	536.879	17.716.991	83.269.855
Bilecik	40.685	610.275	222.750	7.350.762	34.548.583
Bingöl	132.772	1.991.580	726.927	23.988.581	112.746.331
Bitlis	94.880	1.423.200	519.468	17.142.444	80.569.487
Bolu	131.927	1.978.905	722.300	23.835.911	112.028.780
Burdur	222.843	3.342.645	1.220.065	40.262.159	189.232.147
Bursa	236.604	3.549.060	1.295.407	42.748.428	200.917.610
Çanakkale	215.240	3.228.600	1.178.439	38.888.487	182.775.889
Çankırı	151.099	2.266.485	827.267	27.299.812	128.309.116
Çorum	241.485	3.622.275	1.322.130	43.630.302	205.062.421
Denizli	292.086	4.381.290	1.599.171	52.772.638	248.031.399
Diyarbakır	589.462	8.841.930	3.227.305	106.501.047	500.554.920
Düzce	63.139	947.085	345.686	11.407.639	53.615.903
Edirne	156.837	2.352.555	858.683	28.336.525	133.181.667
Elazığ	187.418	2.811.270	1.026.114	33.861.747	159.150.212
Erzincan	114.915	1.723.725	629.160	20.762.268	97.582.658
Erzurum	768.997	11.534.955	4.210.259	138.938.533	653.011.105
Eskişehir	155.273	2.329.095	850.120	28.053.949	131.853.562
Gaziantep	271.879	4.078.185	1.488.538	49.121.738	230.872.170
Giresun	112.481	1.687.215	615.834	20.322.505	95.515.772
Gümüşhane	82.202	1.233.030	450.056	14.851.846	69.803.678
Hakkari	44.443	666.645	243.325	8.029.739	37.739.773
Hatay	154.382	2.315.730	845.242	27.892.968	131.096.949
Iğdır	150.633	2.259.495	824.716	27.215.617	127.913.401
Isparta	145.012	2.175.180	793.941	26.200.043	123.140.203
İstanbul	101.592	1.523.880	556.216	18.355.135	86.269.133
İzmir	762.668	11.440.020	4.175.607	137.795.041	647.636.692

Çizelge 5.2. (devam) İllere göre büyükbaş hayvan sayısından elde edilebilecek biyogaz miktarı

İL	TBHS	GTEYYAM (kg/gün.hayvan)	YTEYYAM (ton/yıl.hayvan)	BGEEBM (m ³ /yıl)	EE (kWh/yıl)
K.maraş	215.223	3.228.345	1.178.346	38.885.416	182.761.453
Karabük	50.226	753.390	274.987	9.074.583	42.650.538
Karaman	68.266	1.023.990	373.756	12.333.960	57.969.610
Kars	450.101	6.751.515	2.464.303	81.321.998	382.213.391
Kastamonu	282.648	4.239.720	1.547.498	51.067.427	240.016.909
Kayseri	349.696	5.245.440	1.914.586	63.181.325	296.952.227
Kırıkkale	73.216	1.098.240	400.858	13.228.301	62.173.014
Kırklareli	149.576	2.243.640	818.929	27.024.644	127.015.826
Kırşehir	223.145	3.347.175	1.221.719	40.316.723	189.488.598
Kilis	12.999	194.985	71.170	2.348.594	11.038.393
Kocaeli	116.211	1.743.165	636.255	20.996.422	98.683.185
Konya	921.572	13.823.580	5.045.607	166.505.021	782.573.599
Kütahya	196.139	2.942.085	1.073.861	35.437.414	166.555.845
Malatya	174.321	2.614.815	954.408	31.495.447	148.028.599
Manisa	237.984	3.569.760	1.302.962	42.997.759	202.089.468
Mardin	116.825	1.752.375	639.617	21.107.357	99.204.577
Mersin	115.506	1.732.590	632.395	20.869.047	98.084.519
Muğla	256.012	3.840.180	1.401.666	46.254.968	217.398.350
Muş	306.542	4.598.130	1.678.318	55.384.476	260.307.037
Nevşehir	90.683	1.360.245	496.489	16.384.151	77.005.510
Niğde	172.477	2.587.155	944.312	31.162.282	146.462.725
Ordu	153.280	2.299.200	839.208	27.693.864	130.161.161
Osmaniye	85.896	1.288.440	470.281	15.519.260	72.940.521
Rize	25.480	382.200	139.503	4.603.599	21.636.915
Sakarya	170.349	2.555.235	932.661	30.777.806	144.655.686
Samsun	375.792	5.636.880	2.057.461	67.896.220	319.112.232
Siirt	34.918	523.770	191.176	6.308.810	29.651.405
Sinop	105.799	1.586.985	579.250	19.115.234	89.841.601
Sivas	357.866	5.367.990	1.959.316	64.657.440	303.889.966
Şanlıurfa	352.084	5.281.260	1.927.660	63.612.777	298.980.051
Şırnak	71.120	1.066.800	389.382	12.849.606	60.393.148
Tekirdağ	150.056	2.250.840	821.557	27.111.368	127.423.429
Tokat	310.431	4.656.465	1.699.610	56.087.121	263.609.468
Trabzon	142.003	2.130.045	777.466	25.656.392	120.585.043
Tunceli	33.939	509.085	185.816	6.131.929	28.820.066
Uşak	130.643	1.959.645	715.270	23.603.924	110.938.443
Van	177.346	2.660.190	970.969	32.041.989	150.597.346
Yalova	13.894	208.410	76.070	2.510.299	11.798.403
Yozgat	247.809	3.717.135	1.356.754	44.772.891	210.432.588
Zonguldak	83.316	1.249.740	456.155	15.053.118	70.749.656

Çizelge 5.2. incelendiğinde Türkiye’de büyükbaş hayvan gübrelerinden biyogaz eldesinde en yüksek potansiyele 166.505.021 m³/yıl ile Konya ilinin sahip olduğu ve Konya ilini 138.938.533 m³/yıl ile Erzurum ve 137.795.040 m³/yıl ile İzmir illerinin takip ettiği görülmektedir. Hayvan gübrelerinden biyogaz eldesinde en düşük potansiyele ise 2.348.594 m³/yıl ile Kilis ilinin sahip olduğu görülmektedir.

5.1.3.2. Türkiye’de Küçükbaş Gübresi Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi

Küçükbaş hayvanlar için vücut ağırlığı, ağırlığın %’si olarak atık miktarı, kullanılabilir atık miktarı, biyogaz verimi ve biyogazın elektrik enerjisi eşdeğeri Çizelge 5.3.’de verilmiştir (Avcıoğlu ve Türker, 2012; <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>).

Çizelge 5.3. Küçükbaş hayvan atık özellikleri, biyogaz verimi ve enerji eşdeğeri

Hayvan türü	Vücut ağırlığı (kg)	Yaş atık miktarı (Ağırlık %)	Kullanılabilir atık miktarı (%)	1 ton gübreden elde edilebilecek biyogaz miktarı (m ³ /yıl)	1 m ³ biyogazın elektrik enerjisi eşdeğeri (kWh)
Küçükbaş	30-75	4-5	13	58	4,7

Küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek yaş atık miktarının belirlenmesi amacıyla vücut ağırlığı 50 kg olarak, günlük olarak elde edilebilecek yaş atık miktarı vücut ağırlığının %5’i olarak ve kullanılabilir atık miktarı ise küçükbaş hayvanların ahırda tutulma süresine bağlı olarak yaş atık miktarının %13’ü olarak alınmıştır. Bu verilere ek olarak TÜİK illere göre küçükbaş hayvan sayıları da kullanılmıştır(<https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr>). İllere göre Toplam Küçükbaş Hayvan Sayısı (TKHS), GTEYYAM, YTEYYAM, Küçükbaş Gübresinden Elde Edilebilecek Biyogaz Miktarı (KGEEBM), EE verileri Çizelge 5.4.’de verilmiştir.

Çizelgenin ilk satırında yer alan il olması nedeniyle takibinin kolay olacağı düşölerek Adana ili için örnek bir hesaplama yapılmıştır. Adana ili için örnek olarak elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanmıştır:

$$\begin{aligned} \text{GTEYYAM} &= \text{TKHS} * \text{Vücut ağırlığı} * \text{Yaş atık miktarı} * \text{Kullanılabilir atık miktarı} \\ &= 807.900 * 50 * 0.05 * 0.13 = 262.567,5 \text{ kg/gün.hayvan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{YTEYYAM} &= \text{GTEYYAM} * 365 / 1000 \\ &= 262.567,5 * 365 / 1000 = 95.837,1 \text{ ton/yıl.hayvan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KGEEBM} &= \text{YTEYYAM} * 58 \\ &= 95.837,1 * 58 = 5.558.554,0 \text{ m}^3/\text{yıl} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EE} &= \text{KGEEBM} * 4,7 \\ &= 5.558.554,0 * 4,7 = 26.125.203,7 \text{ kWh/yıl} \end{aligned}$$

Çizelge 5.4. İllere göre küçükbaş hayvan sayısından elde edilebilecek biyogaz miktarı

İL	TKHS	GTEYYAM (kg/gün.hayvan)	YTEYYAM (ton/yıl.hayvan)	KGEEBM (m ³ /yıl)	EE (kWh/yıl)
Adana	807.900	262.568	95.837	5.558.554	26.125.204
Adıyaman	343.577	111.663	40.757	2.363.896	11.110.310
Afyon	949.973	308.741	112.691	6.536.052	30.719.443
Ağrı	1.322.805	429.912	156.918	9.101.229	42.775.777
Aksaray	678.635	220.556	80.503	4.669.179	21.945.139
Amasya	210.160	68.302	24.930	1.445.953	6.795.981
Ankara	1.581.795	514.083	187.640	10.883.145	51.150.782
Antalya	1.245.651	404.837	147.765	8.570.390	40.280.834
Ardahan	74.238	24.127	8.807	510.776	2.400.647
Artvin	129.794	42.183	15.397	893.015	4.197.171
Aydın	343.208	111.543	40.713	2.361.357	11.098.377
Balıkesir	1.189.854	386.703	141.146	8.186.493	38.476.517
Bartın	6.302	2.048	748	43.359	203.789
Batman	820.155	266.550	97.291	5.642.871	26.521.496
Bayburt	48.787	15.856	5.787	335.667	1.577.634
Bilecik	155.191	50.437	18.410	1.067.753	5.018.439
Bingöl	510.781	166.004	60.591	3.514.301	16.517.215
Bitlis	645.291	209.720	76.548	4.439.763	20.866.888
Bolu	121.521	39.494	14.415	836.095	3.929.646
Burdur	410.449	133.396	48.690	2.823.992	13.272.761
Bursa	523.198	170.039	62.064	3.599.733	16.918.745
Çanakkale	709.817	230.691	84.202	4.883.718	22.953.477
Çankırı	129.203	41.991	15.327	888.949	4.178.060
Çorum	234.412	76.184	27.807	1.612.813	7.580.222
Denizli	703.754	228.720	83.483	4.842.004	22.757.416
Diyarbakır	1.834.639	596.258	217.634	12.622.775	59.327.042
Düzce	14.592	4.742	1.731	100.397	471.864
Edirne	348.547	113.278	41.346	2.398.091	11.271.025
Elazığ	698.745	227.092	82.889	4.807.540	22.595.439
Erzincan	434.457	141.199	51.538	2.989.173	14.049.112
Erzurum	746.733	242.688	88.581	5.137.710	24.147.236
Eskişehir	800.732	260.238	94.987	5.509.236	25.893.411
Gaziantep	625.949	203.433	74.253	4.306.686	20.241.422
Giresun	106.101	34.483	12.586	730.001	3.431.007
Gümüşhane	37.339	12.135	4.429	256.902	1.207.438
Hakkari	668.041	217.113	79.246	4.596.289	21.602.559
Hatay	396.960	129.012	47.089	2.731.184	12.836.565
Iğdır	1.028.322	334.205	121.985	7.075.112	33.253.029
Isparta	491.550	159.754	58.310	3.381.987	15.895.338
İstanbul	136.910	44.496	16.241	941.975	4.427.283
İzmir	937.905	304.819	111.259	6.453.021	30.329.198

Çizelge 5.4. (devam) İllere göre küçükbaş hayvan sayısından elde edilebilecek biyogaz miktarı

İL	TKHS	GTEEYAM (kg/gün.hayvan)	YTEEYAM (ton/yıl.hayvan)	KGEEBM (m³/yıl)	EE (kWh/yıl)
K.maraş	837.589	272.216	99.359	5.762.822	27.085.262
Karabük	26.457	8.599	3.139	182.031	855.545
Karaman	662.853	215.427	78.631	4.560.594	21.434.794
Kars	456.500	148.363	54.152	3.140.834	14.761.920
Kastamonu	90.415	29.385	10.726	622.078	2.923.766
Kayseri	647.093	210.305	76.761	4.452.162	20.925.160
Kırıkkale	135.102	43.908	16.027	929.536	4.368.817
Kırklareli	361.571	117.511	42.891	2.487.699	11.692.185
Kırşehir	277.170	90.080	32.879	1.906.999	8.962.895
Kilis	210.009	68.253	24.912	1.444.914	6.791.098
Kocaeli	98.680	32.071	11.706	678.943	3.191.032
Konya	2.252.461	732.050	267.198	15.497.495	72.838.226
Kütahya	483.676	157.195	57.376	3.327.812	15.640.716
Malatya	338.433	109.991	40.147	2.328.504	10.943.967
Manisa	945.140	307.171	112.117	6.502.800	30.563.158
Mardin	975.482	317.032	115.717	6.711.560	31.544.332
Mersin	1.370.420	445.387	162.566	9.428.832	44.315.511
Muğla	399.618	129.876	47.405	2.749.472	12.922.517
Muş	1.041.102	338.358	123.501	7.163.042	33.666.298
Nevşehir	145.970	47.440	17.316	1.004.310	4.720.257
Niğde	572.969	186.215	67.968	3.942.170	18.528.199
Ordu	135.147	43.923	16.032	929.845	4.370.272
Osmaniye	224.616	73.000	26.645	1.545.414	7.263.447
Rize	27.660	8.990	3.281	190.308	894.446
Sakarya	65.241	21.203	7.739	448.874	2.109.710
Samsun	228.714	74.332	27.131	1.573.610	7.395.965
Siirt	1.250.453	406.397	148.335	8.603.429	40.436.118
Sinop	111.377	36.198	13.212	766.302	3.601.618
Sivas	578.436	187.992	68.617	3.979.784	18.704.986
Şanlıurfa	2.148.664	698.316	254.885	14.783.346	69.481.724
Şırnak	1.138.629	370.054	135.070	7.834.052	36.820.045
Tekirdağ	302.106	98.185	35.837	2.078.565	9.769.255
Tokat	390.190	126.812	46.286	2.684.605	12.617.642
Trabzon	164.977	53.618	19.570	1.135.083	5.334.890
Tunceli	368.089	119.629	43.665	2.532.544	11.902.958
Uşak	358.185	116.410	42.490	2.464.402	11.582.691
Van	2.650.531	861.423	314.419	18.236.316	85.710.685
Yalova	27.960	9.087	3.317	192.372	904.147
Yozgat	378.798	123.109	44.935	2.606.225	12.249.257
Zonguldak	34.943	11.357	4.145	240.417	1.129.958

Çizelge 5.4. incelendiğinde Türkiye’de küçükbaş hayvan gübrelerinden biyogaz eldesinde en yüksek potansiyele 18.236.315 m³/yıl ile Van ilinin sahip olduğu ve Van ilini 15.497.494 m³/yıl ile Konya ve 14.783.345 m³/yıl ile Şanlıurfa illerinin takip ettiği görülmektedir. Küçükbaş hayvan gübrelerinden biyogaz eldesinde en düşük potansiyele ise 43.359m³/yıl ile Bartın ilinin sahip olduğu görülmektedir.

5.1.3.3. Türkiye’de Tavuk Gübresi Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi

Et ve yumurta tavukları için vücut ağırlığı, ağırlığın %’si olarak atık miktarı, kullanılabilir atık miktarı, biyogaz verimi ve biyogazın elektrik enerjisi eşdeğeri Çizelge 5.5.’de verilmiştir (Avcıoğlu ve Türker, 2012; <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>).

Çizelge 5.5. Tavuk atık özellikleri, biyogaz verimi ve enerji eşdeğeri

Hayvan türü	Vücut ağırlığı (kg)	Yaş atık miktarı (Ağırlık %)	Kullanılabilir atık miktarı (%)	1 ton gübreden elde edilebilecek biyogaz miktarı (m ³ /yıl)	1 m ³ biyogazın elektrik enerjisi eşdeğeri (kWh)
Kümes Yumurta	1,5-2,0	3-4	99	78	4,7
Kümes Et					

Tavuklardan elde edilebilecek yaş atık miktarının belirlenmesi amacıyla vücut ağırlığı 2 kg olarak, günlük olarak elde edilebilecek yaş atık miktarı vücut ağırlığının %4’ü olarak ve kullanılabilir atık miktarı ise tavukların kümeste tutulma süresine bağlı olarak yaş atık miktarının %99’u olarak alınmıştır. Bu verilere ek olarak TÜİK illere göre yumurta ve et tavuğu sayıları da kullanılmıştır (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr>). İllere göre Toplam Tavuk Sayısı (TTS), GTEYYAM, YTEYYAM, Tavuk Gübrelerinden Elde Edilebilecek Biyogaz Miktarı (TGEEBM), EE verileri Çizelge 5.6.’da verilmiştir.

Çizelgenin ilk satırında yer alan il olması nedeniyle takibinin kolay olacağı düşölerek Adana ili için örnek bir hesaplama yapılmıştır. Adana ili için örnek olarak elde edilebilecek biyogaz miktarı şu şekilde hesaplanmıştır:

$$\begin{aligned} \text{GTEYYAM} &= \text{TTS} * \text{Vücut ağırlığı} * \text{Yaş atık miktarı} * \text{Kullanılabilir atık miktarı} \\ &= 7.236.248 * 2 * 0.04 * 0.99 = 573.110,8 \text{ kg/gün.hayvan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{YTEYYAM} &= \text{GTEYYAM} * 365 / 1000 \\ &= 573.110,8 * 365 / 1000 = 209.185,5 \text{ ton/yıl.hayvan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TGEEBM} &= \text{YTEYYAM} * 58 \\ &= 209.185,5 * 58 = 16.316.465,7 \text{ m}^3/\text{yıl} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EE} &= \text{TGEEBM} * 4,7 \\ &= 16.316.465,7 * 4,7 = 76.687.388,6 \text{ kWh/yıl} \end{aligned}$$

Çizelge 5.6. İllere göre tavuk sayısından elde edilebilecek biyogaz miktarı

İL	TTS	GTEYYAM (kg/gün.hayvan)	YTEYYAM (ton/yıl.hayvan)	TGEEBM (m ³ /yıl)	EE (kWh/yıl)
Adana	7.236.248	573.111	209.186	16.316.466	76.687.389
Adıyaman	262.660	20.803	7.593	592.252	2.783.585
Afyon	19.610.340	1.553.139	566.896	44.217.865	207.823.967
Ağrı	137.487	10.889	3.975	310.009	1.457.042
Aksaray	287.781	22.792	8.319	648.896	3.049.809
Amasya	1.584.146	125.464	45.795	3.571.970	16.788.261
Ankara	13.020.334	1.031.211	376.392	29.358.562	137.985.240
Antalya	489.499	38.768	14.150	1.103.734	5.187.550
Ardahan	115.217	9.125	3.331	259.794	1.221.032
Artvin	24.476	1.939	708	55.189	259.389
Aydın	3.598.060	284.966	104.013	8.112.992	38.131.063
Balıkesir	33.029.005	2.615.897	954.803	74.474.593	350.030.588
Bartın	1.163.015	92.111	33.620	2.622.394	12.325.252
Batman	95.937	7.598	2.773	216.321	1.016.709
Bayburt	42.123	3.336	1.218	94.980	446.406
Bilecik	4.347.329	344.309	125.673	9.802.462	46.071.570
Bingöl	390.305	30.912	11.283	880.069	4.136.325
Bitlis	79.390	6.288	2.295	179.011	841.349
Bolu	27.966.548	2.214.951	808.457	63.059.644	296.380.325
Burdur	195.053	15.448	5.639	439.810	2.067.108
Bursa	10.964.115	868.358	316.951	24.722.150	116.194.103
Çanakkale	6.214.890	492.219	179.660	14.013.483	65.863.371
Çankırı	2.969.673	235.198	85.847	6.696.090	31.471.623
Çorum	4.364.815	345.693	126.178	9.841.890	46.256.881
Denizli	5.442.470	431.044	157.331	12.271.812	57.677.516
Diyarbakır	670.160	53.077	19.373	1.511.093	7.102.136
Düzce	7.533.048	596.617	217.765	16.985.697	79.832.778
Edirne	292.084	23.133	8.444	658.598	3.095.411
Elazığ	5.159.884	408.663	149.162	11.634.630	54.682.762
Erzincan	1.105.253	87.536	31.951	2.492.151	11.713.110
Erzurum	149.136	11.812	4.311	336.275	1.580.495
Eskişehir	4.012.771	317.812	116.001	9.048.092	42.526.034
Gaziantep	4.354.083	344.843	125.868	9.817.691	46.143.147
Giresun	87.000	6.890	2.515	196.170	921.998
Gümüşhane	106.342	8.422	3.074	239.783	1.126.978
Hakkari	60.805	4.816	1.758	137.105	644.392
Hatay	480.411	38.049	13.888	1.083.242	5.091.239
Iğdır	424.841	33.647	12.281	957.942	4.502.326
Isparta	101.420	8.033	2.932	228.684	1.074.816
İstanbul	1.752.925	138.832	50.674	3.952.537	18.576.926
İzmir	21.539.925	1.705.962	622.676	48.568.740	228.273.077

Çizelge 5.6. (devam) İllere göre tavuk sayısından elde edilebilecek biyogaz miktarı

İL	TTS	GTEYYAM (kg/gün.hayvan)	YTEYYAM (ton/yıl.hayvan)	TGEEBM (m³/yıl)	EE (kWh/yıl)
Kahramanmaraş	1.475.106	116.828	42.642	3.326.104	15.632.691
Karabük	994.325	78.751	28.744	2.242.028	10.537.531
Karaman	1.197.725	94.860	34.624	2.700.659	12.693.098
Kars	272.964	21.619	7.891	615.486	2.892.783
Kastamonu	683.315	54.119	19.753	1.540.755	7.241.549
Kayseri	4.825.531	382.182	139.497	10.880.723	51.139.399
Kırıkkale	568.899	45.057	16.446	1.282.767	6.029.006
Kırklareli	444.170	35.178	12.840	1.001.525	4.707.168
Kırşehir	997.643	79.013	28.840	2.249.509	10.572.694
Kilis	249.700	19.776	7.218	563.030	2.646.239
Kocaeli	5.942.971	470.683	171.799	13.400.354	62.981.662
Konya	13.397.822	1.061.108	387.304	30.209.731	141.985.734
Kütahya	1.435.541	113.695	41.499	3.236.892	15.213.394
Malatya	3.092.212	244.903	89.390	6.972.394	32.770.251
Manisa	40.762.321	3.228.376	1.178.357	91.911.860	431.985.741
Mardin	1.405.574	111.322	40.632	3.169.322	14.895.813
Mersin	27.408.829	2.170.779	792.334	61.802.085	290.469.802
Muğla	515.495	40.827	14.902	1.162.351	5.463.047
Muş	305.462	24.193	8.830	688.763	3.237.186
Nevşehir	1.035.656	82.024	29.939	2.335.222	10.975.543
Niğde	1.125.781	89.162	32.544	2.538.438	11.930.659
Ordu	336.465	26.648	9.727	758.669	3.565.746
Osmaniye	674.299	53.405	19.493	1.520.426	7.146.000
Rize	26.500	2.099	766	59.753	280.838
Sakarya	29.669.137	2.349.796	857.675	66.898.682	314.423.806
Samsun	2.706.379	214.345	78.236	6.102.408	28.681.319
Siirt	92.354	7.314	2.670	208.242	978.738
Sinop	134.022	10.615	3.874	302.196	1.420.321
Sivas	657.062	52.039	18.994	1.481.559	6.963.328
Şanlıurfa	564.880	44.739	16.330	1.273.705	5.986.413
Şırnak	91.479	7.245	2.645	206.269	969.465
Tekirdağ	703.050	55.682	20.324	1.585.254	7.450.694
Tokat	184.514	14.614	5.334	416.047	1.955.419
Trabzon	72.735	5.761	2.103	164.005	770.822
Tunceli	77.022	6.100	2.227	173.671	816.254
Uşak	10.764.000	852.509	311.166	24.270.926	114.073.350
Van	403.877	31.987	11.675	910.672	4.280.156
Yalova	69.036	5.468	1.996	155.664	731.621
Yozgat	628.707	49.794	18.175	1.417.624	6.662.831
Zonguldak	6.107.935	483.749	176.568	13.772.318	64.729.897

Çizelge 5.6. incelendiğinde Türkiye’de tavuk gübrelerinden biyogaz eldesinde en yüksek potansiyele 91.911.859m³/yıl ile Manisa ilinin sahip olduğu ve Manisa ilini 74.474.593 m³/yıl ile Balıkesir ve 66.898.682 m³/yıl ile Sakarya illerinin takip ettiği görülmektedir. Tavuk gübrelerinden biyogaz eldesinde en düşük potansiyele ise 55.189 m³/yıl ile Artvin ilinin sahip olduğu görülmektedir.

5.1.4. Sonuçların Değerlendirilmesi

Türkiye’de illere göre iklim özellikleri ve yer şekillerinin farklılık göstermesi nedeniyle, illere yöre yetiştirilen hayvan türü ve hayvan sayıları da farklılık göstermektedir. Bu nedenle illere göre hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyelleri de değişiklik göstermektedir. Bu nedenle Çizelge 5.2., Çizelge 5.4. ve Çizelge 5.6. incelendiğinde Türkiye’de büyükbaş gübresi kaynaklı biyogaz üretiminde en yüksek paya Konya ilinin, küçükbaş hayvan gübresi kaynaklı biyogaz üretiminde en yüksek paya Van ilinin ve tavuk gübresinden biyogaz üretiminde ise en yüksek paya Manisa ilinin sahip olduğu görülmektedir.

Enerji üretiminde fosil yakıtların kullanılması nedeniyle oluşan karbon salınımı ciddi bir tehlike oluşturmaktadır. Bu nedenle biyogaz gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı elektrik üretimine ek olarak karbon salınımını da azaltmaktadır. Ülkelerin emisyon faktörü değerleri, ülke içerisinde üretilen elektriğe bağlı emisyon değerinin o ülkede üretilen toplam elektrik miktarına oranı ile hesaplanmaktadır. Türkiye için birim kWh elektrik üretimine bağlı CO₂ miktarı 0.865664547 kg CO₂ olarak belirlenmiştir ve salınım miktarının değeri ‘Salınım Miktarı (kgCO₂) = Üretilen Elektrik (kWh)*0.865664547’ ile hesaplanmaktadır (Aşcı, 2018).

Türkiye’de hayvan türüne göre elde edilebilecek toplam biyogaz miktarları, enerji eşdeğeri ve CO₂ salınımına etkisi Çizelge 5.7.’de verilmiştir.

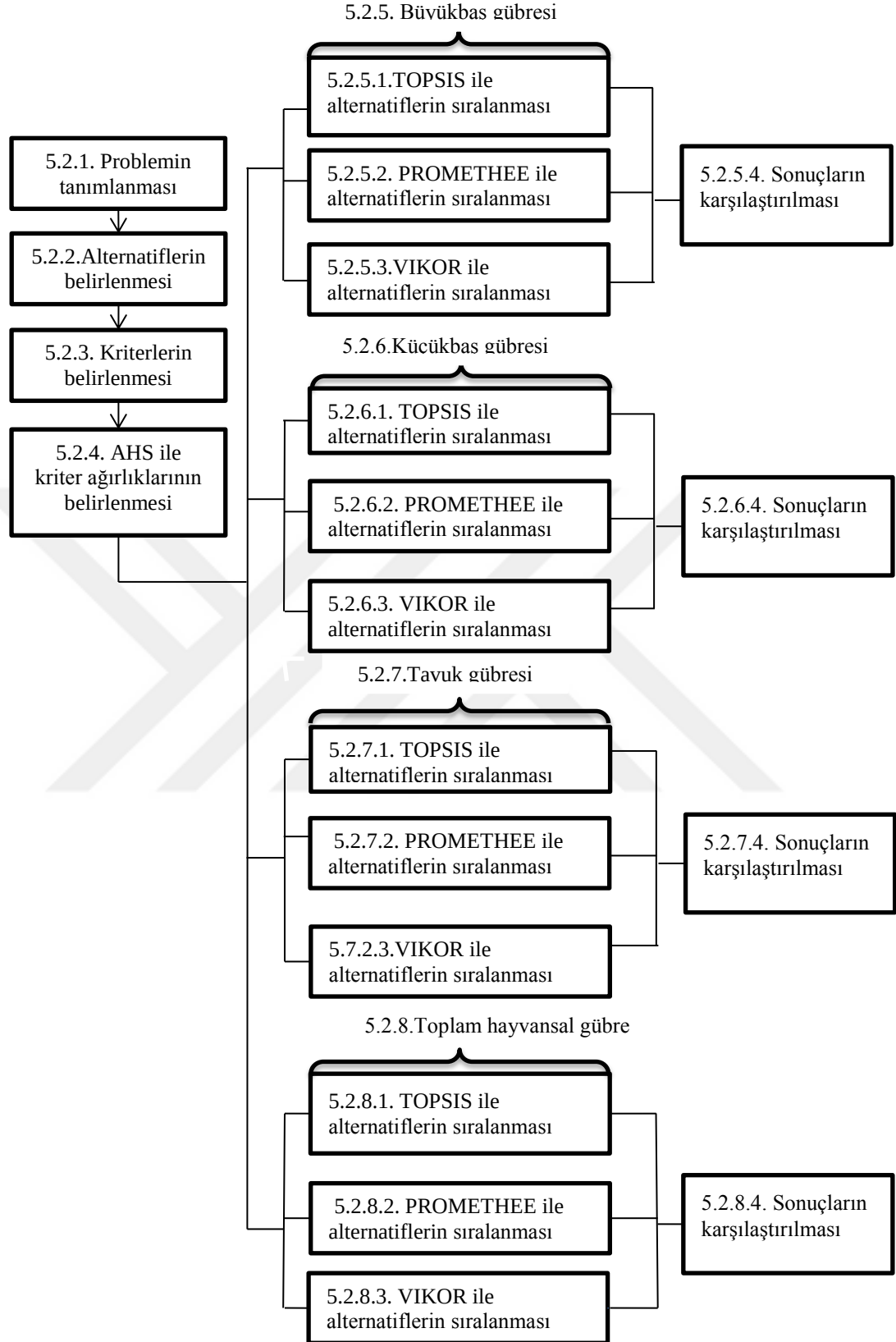
Çizelge 5.7. Hayvan türüne göre Türkiye’de elde edilebilecek biyogaz miktarı

Hayvan türü	Biyogaz miktarı (m ³ /yıl)	Enerji eşdeğeri (kWh/yıl)	CO ₂ Salınım azaltımı (kgCO ₂)
Büyükbaş	3.111.386.649	14.623.517.252	12.659.060.437
Küçükbaş	317.299.234	1.491.306.402	1.290.971.082
Tavuk	797.218.953	3.746.929.081	3.243.583.673
Toplam	4.225.904.836	19.861.752.735	17.193.615.193

Çizelge 5.7. incelendiğinde Türkiye’de büyükbaş gübresi kaynaklı biyogaz potansiyelinin 3.111.386.649 m³/yıl, bu potansiyelin enerji eşdeğeri 14.623.517.252 kWh/yıl ve enerji üretiminde biyogaz kullanımı ile CO₂ salınımında oluşacak azalma 12.659.060.437 kgCO₂ olarak, küçükbaş gübresi kaynaklı biyogaz potansiyelinin 317.299.234 m³/yıl, bu potansiyelin enerji eşdeğeri 1.491.306.402 kWh/yıl ve enerji üretiminde biyogaz kullanımı ile CO₂ salınımında oluşacak azalma 1.290.971.082 kgCO₂ olarak, tavuk gübresi kaynaklı biyogaz potansiyelinin 797.218.953 m³/yıl, bu potansiyelin enerji eşdeğeri 3.746.929.081 kWh/yıl ve enerji üretiminde biyogaz kullanımı ile CO₂ salınımında oluşacak azalma 3.243.583.673 kgCO₂ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca tüm hayvansal kaynakların biyogaz üretiminde kullanılması sonucunda ise, biyogaz potansiyeli 4.225.904.836 m³/yıl, bu potansiyelin enerji eşdeğeri 19.861.752.735 kWh/yıl ve enerji üretiminde biyogaz kullanımı ile CO₂ salınımında oluşacak azalma 17.193.615.193 kgCO₂ olarak hesaplanmıştır.

5.2. Türkiye’de Hayvansal Biyokütle Kaynaklı Biyogaz Tesisleri için Yer Seçimi

Çalışmanın bu bölümünde; Türkiye’de büyükbaş hayvan gübresi, küçükbaş hayvan gübresi, tavuk gübresi ve toplam hayvan gübresi kaynaklı kurulabilecek biyogaz tesisleri için yer seçimi yapılmıştır. Çalışmanın uygulama adımları Şekil 5.2.’de verilmiştir.



Şekil 5.2. Biyogaz tesis yer seçimi uygulama adımları

5.2.1. Problemin Tanımlanması

Türkiye hayvancılık faaliyetlerinin yoğun olarak yapılması nedeniyle yüksek hayvansal biyokütle kaynak potansiyeline sahiptir. Bu kaynakların değerlendirilmesinde en etkili yol ise biyogaz üretimi yoluyla enerji ve fermente gübre elde edilmesidir. Türkiye’de yüksek hayvansal biyokütle potansiyelinin bulunmasına rağmen bu kaynakların biyogaz üretiminde değerlendirilme oranı çok düşüktür. Bunun sebebi ise biyogaz üretimine gerekli önemin verilmemesi ve birçok ilde biyogaz tesisinin bulunmamasıdır. Bu nedenle bu çalışmada Türkiye’ de 81 ilde hayvansal gübre kaynaklı kurulabilecek biyogaz tesisleri için yer seçimi problemi ele alınmıştır.

5.2.2. Alternatiflerin Belirlenmesi

Çalışmanın Türkiye’de yapılması ve Türkiye’nin birçok ilinde biyogaz tesisinin bulunmaması sebebiyle biyogaz tesisi yer seçimi için 81 il değerlendirmeye alınmıştır.

5.2.3. Kriterlerin Belirlenmesi

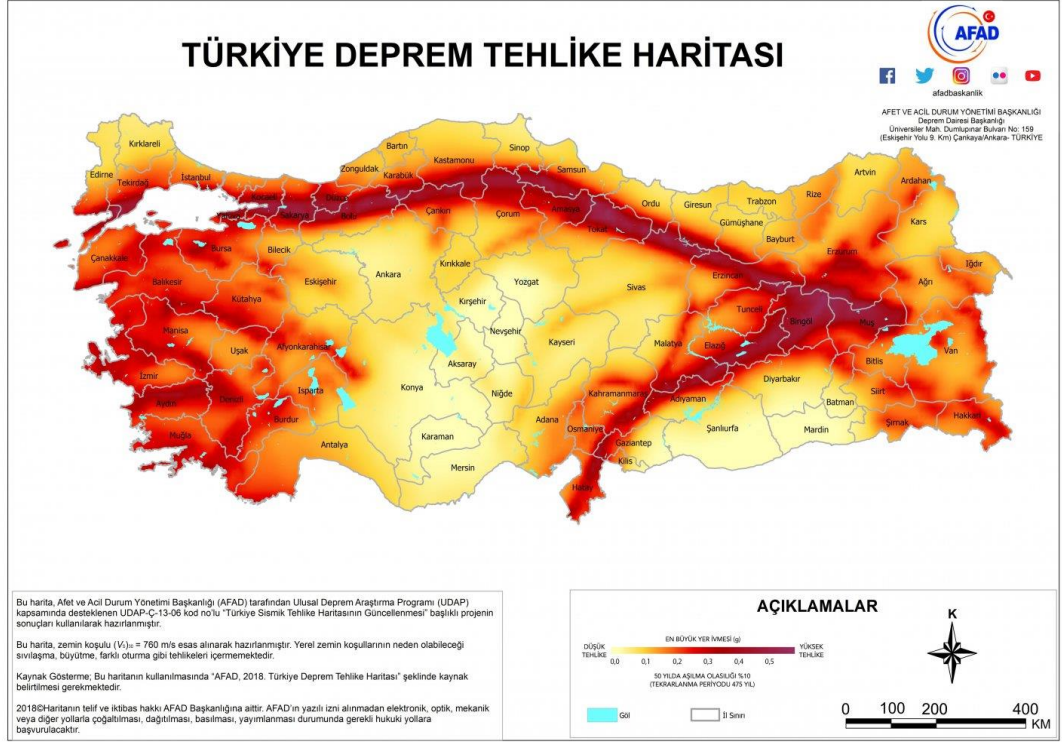
Kriterlerin belirlenmesi aşamasında öncelikli olarak literatürde enerji santralleri tesis yer seçimi için yapılan çalışmalar ve biyokütle enerji türleri tesis yer seçimi için yapılan çalışmalar incelenmiştir. Daha sonra belirlenen kriterler üzerinden uzman görüşü alınarak uygulamada kullanılacak kriterler kesinleştirilmiştir. Kullanılacak kriterler Biyogaz Potansiyeli (BP), Deprem Tehlikesi (DT), Personel Maliyeti (PM), Arazi Maliyeti (AM), Sıcaklık (S), Enerji Tüketimi (ET) ve İstihdam Sağlama (İS), Bölgesel Teşvik (BT) olarak belirlenmiştir.

5.2.3.1. Biyogaz Potansiyeli

Tesis kurulacak bölgede, biyogaz potansiyelinin bulunması kurulacak biyogaz tesislerinin kesintisiz ve sürdürülebilir üretim yapabilmesi için zorunlu bir faktördür. Bu nedenle tesis kurulumu için biyogaz potansiyeli kriteri önemli bir kriter olarak değerlendirmeye alınmıştır. İllerin biyogaz potansiyeli illerin hayvan sayıları, hayvan türüne göre atık miktarı, kullanılabilir atık miktarı ve hayvansal gübre türüne göre 1 ton gübreden elde edilebilecek biyogaz potansiyeli verileri dikkate alınarak Bölüm 5.1’de her bir il için ayrı ayrı belirlenmiştir. Biyogaz potansiyeli yüksek olan iller daha avantajlı konumda olacağı için kriter maksimizasyon olarak ele alınmıştır.

5.2.3.2. Deprem Tehlikesi

Biyogaz tesislerinde yüksek oranda metan ve karbondioksit üretimi gerçekleşmesi nedeniyle tesisin kurulacağı bölgenin deprem tehlike durumu önemli bir faktördür. Bu nedenle arazinin deprem tehlikesinin olması tesis kurulum maliyetini etkilemektedir. Deprem tehlike durumu AFAD- Türkiye Deprem Haritaları İnteraktif Web Uygulaması üzerinden il merkez koordinatları girilerek belirlenmiştir (<https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml>). Türkiye deprem tehlike haritası Şekil 5.3.’de verilmiştir (Harita kullanım izin belgesi EK 1.’de verilmiştir). Deprem tehlikesi yüksek olan iller daha dezavantajlı konumda olacağı için kriter minimizasyon olarak ele alınmıştır.



Şekil 5.3. Türkiye deprem tehlike haritası

Deprem tehlike haritasında PGA değeri yüksek olan bölgeler (koyu renkle ifade edilen bölgeler) daha tehlikeli görülmektedir.

5.2.3.3. Personel Maliyeti

Biyogaz tesislerinde çalışacak işçilerin ücretidir. Personel maliyeti kriteri için TÜİK gelir servet endeksi verileri kullanılmıştır (http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=1106). Endeks değerleri 0-1 aralığında değer almakta ve 1'e yakın olması daha iyi bir yaşam düzeyini ifade etmektedir. Bu nedenle, ilin gelir servet endeksi ne kadar yüksek olursa, personeline ücret beklentisinin bu oranda yüksek olacağı varsayımı dikkate alınmıştır. Kriterin maliyet faktörü olması nedeniyle endeks değeri yüksek olan iller daha dezavantajlı konumda olacağı için kriter minimizasyon olarak ele alınmıştır.

5.2.3.4. Arazi Maliyeti

Biyogaz tesislerinin kurulabileceği alanların maliyetidir. Tesis kurulumu için arazinin satın alındığı varsayımı ile Gelir İdaresi Başkanlığı 2014 yılı asgari ölçüde arsa ve arazi metrekare birim değerleri kullanılarak belirlenmiştir (https://intvd.gib.gov.tr/2014_Emlak_Arsa/). Arazi maliyeti iller ve ilçeler için farklılık göstermektedir. Bu nedenle ilin sahip olduğu ilçelerin arsa ve arazi metrekare birim değerlerinin ortalaması alınarak belirlenmiştir. Ayrıca verilerin 2014 yılına ait olması nedeniyle 2014 yılı ve 2019 yılı dolar kurları dikkate alınarak veriler güncellenmiştir. Kriter maliyet faktörü olması nedeniyle minimizasyon olarak ele alınmıştır.

5.2.3.5. Sıcaklık

Anaerobik fermantasyon sürecinde rol alan mikroorganizma gruplarının büyük bir kısmı mezofilik koşullarda aktiftir. Bu nedenle, biyogaz tesislerinin sıcak bölgelerde kurulması başarı oranını etkilemektedir (Avan, 2014). Sıcaklık faktörü için illerin yıllık ortalama sıcaklık değerleri kullanılmıştır. İllerin sıcaklık değerleri için Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından belirlenen yıllık ortama sıcaklık değerleri kullanılmıştır (<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A>). Sıcaklık değeri yüksek olan iller daha avantajlı konumda olacağı için kriter maksimizasyon olarak ele alınmıştır.

5.2.3.6. Enerji Tüketimi

Tesiste üretilecek olan biyogazın elektrik üretiminde kullanılacağı varsayımı dikkate alınmıştır. Bu nedenle illerin elektrik enerjisi tüketimi önemli bir faktördür. Elektrik enerjisi tüketiminin yüksek olduğu illerde biyogaz tesislerinin kurulmasının illerin enerji üretim maliyetini düşüreceği düşünülmüştür. Bu nedenle illerin elektrik enerjisi T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu tarafından yayınlanan 2019 yılı Elektrik Piyasası Nisan Ayı Sektör Raporu'ndan alınmıştır

(<https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23/aylik-sektor-raporu>). Enerji tüketimi yüksek olan iller daha avantajlı konumda olacağı için kriter maksimizasyon olarak ele alınmıştır.

5.2.3.7. İstihdam Sağlama

Tesisin kurulacağı bölgedeki iş durumuna katkısını ifade etmektedir. Türkiye’de illere göre işsizlik oranları farklılık göstermektedir. Biyogaz tesislerinin işsizlik oranının yüksek olduğu illerde kurulması istidam sağlayarak işsizlik oranını düşürecektir. Bu varsayımla istihdam sağlama kriteri için 2018 yılı TÜİK işsizlik oranı verileri kullanılmıştır (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=102&locale=tr>). TÜİK işsizlik oranları 26 bölge baz alınarak verilmiştir (EK.2). İşsizlik oranının 26 bölge üzerinden verilmiş olması nedeniyle bölgenin toplam işsizlik oranı bölgedeki il sayısına bölünerek illerin işsizlik oranları belirlenmiştir. İşsizlik oranı yüksek olan illerde istihdam sağlama oranı daha yüksek olacaktır. Bu nedenle işsizlik oranı yüksek olan iller daha avantajlı konumda olacağı için kriter maksimizasyon olarak ele alınmıştır.

5.2.3.8. Bölgesel Teşvik

Tesis kurulması sürecinde devletten alınabilecek yardımları ifade etmektedir. İllerin sanayi yatırımlarında alabileceği destekler Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından belirlenen Bölgesel Teşvik Uygulamalarına göre belirlenmektedir. Türkiye bölgesel teşvik uygulaması açısından altı bölgeye ayrılmıştır. İllerin teşvik bölgelerine göre durumu Şekil 5.4.’de verilmiştir (<https://sgm.sanayi.gov.tr/Handlers/DokumanGetHandler.ashx?dokumanId=3c736bd0-be6e-4fcd-9d2a-472b8c802659>).



Şekil 5.4. Bölgesel teşvik uygulama haritası

Atık geri kazanım veya bertaraf tesisleri yatırım teşviklerinde 48 No'lu sektör kodu ile değerlendirilmekte ve asgari sabit yatırım tutarı 1. ve 2. bölgelerde 1 milyon TL'den, diğer bölgelerde ise 500 bin TL'den başlamaktadır. Bölgesel teşvik uygulamaları için destek unsurları bölgelere göre farklılık göstermektedir. Bölgelere göre verilen destek unsurları Çizelge 5.8.'de verilmiştir (<https://sgm.sanayi.gov.tr/Handlers/DokumanGetHandler.ashx?dokumanId=3c736bd0-be6e-4fcd-9d2a-472b8c802659>).

Çizelge 5.8. Bölgesel teşvik uygulamalarında sağlanan destekler

DESTEK UNSURLARI			BÖLGELER					
			I	II	III	IV	V	VI
KDV İstisnası			VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR
Gümrük Vergisi Muafiyeti			VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR
Vergi İndirimi	Yatırıma Katkı Oranı (%)	OSB ve EB Dışı	15	20	25	30	40	50
		OSB ve EB İçi	20	25	30	40	50	55
Sigorta primi işveren hissesi desteği	Destek Süresi	OSB ve EB Dışı	2 yıl	3 yıl	5 yıl	6 yıl	7 yıl	10 yıl
		OSB ve EB İçi	3 yıl	5 yıl	6 yıl	7 yıl	10 yıl	12 yıl
Yatırım yeri tahsisi			VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR
Faiz Desteği	İç Kredi		YOK	YOK	3 Puan	4 Puan	5Puan	7 puan
	Döviz/ Dövizle Endeksli kredi				1 Puan	1 Puan	2 Puan	2 Puan
Sigorta Primi (İşçi Hissesi) Desteği			YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	10 yıl
Gelir Vergisi Stopajı Desteği			YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	10 yıl

Çizelge 5.8. incelendiğinde bölgesel teşvik kriterinin nitel ifadeler içerdiği görülmektedir. Bu nedenle bölgesel teşviklerin belirlenmesinde, bölgelerin destek unsurları dikkate alınarak 1-9 arası puan verilmiş ve nitel ifadeler sayısallaştırılmıştır. Puanların verilirken destek unsurları en yüksek olan bölgeye 9 puan, en düşük olan bölgeye 1 puan verilmiş ve diğer 4 bölgeye destek unsurlarının durumuna göre ara değerler verilmiştir. Bölgesel teşvik durumuna göre illerin puan değerleri Çizelge 5.9.’da verilmiştir.

Çizelge 5.9. Bölgelere göre devlet desteği puan değerleri

Bölgeler	Puan
I. Bölge	1
II. Bölge	2
III. Bölge	4
IV. Bölge	5
V. Bölge	6
VI. Bölge	9

Bölgesel teşvik oranı puan değeri yüksek olan iller daha avantajlı konumda olacağı için kriter maksimizasyon olarak ele alınmıştır.

Belirlenen kriterlerin değerleri Çizelge 5.10.’da verilmiştir. Çizelge 5.10.’da verilen değerlere ek olarak Bölüm 5.1’de hesaplanan biyogaz potansiyelleri ilgili kısımlara eklenmiştir.

Çizelge 5.10. Kriterlerin değerleri

İL	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
Adana	0,15	0,35	2,98	19,10	2	5,70	494.148,28
Adıyaman	0,47	0,02	1,31	17,30	6	4,33	84.865,83
Afyon	0,33	0,41	3,23	11,30	5	1,75	146.956,86
Ağrı	0,24	0,06	0,85	6,20	9	1,38	36.364,59
Aksaray	0,15	0,43	1,39	12,10	6	2,26	66.431,19
Amasya	0,44	0,44	2,44	13,80	5	1,68	50.150,88
Ankara	0,15	0,80	5,42	12,00	1	10,20	1.138.643,61
Antalya	0,26	0,58	4,54	18,80	1	3,90	593.333,93
Ardahan	0,27	0,07	0,41	3,90	9	1,38	10.367,45
Artvin	0,19	0,50	11,55	12,40	5	1,08	36.962,14
Aydın	0,59	0,46	1,18	17,70	2	2,37	197.690,11
Balıkesir	0,37	0,45	3,93	14,60	4	2,95	264.099,30
Bartın	0,23	0,57	7,11	12,80	5	2,87	32.657,33
Batman	0,14	0,12	2,44	16,40	9	6,28	69.038,71
Bayburt	0,23	0,45	1,41	7,10	6	2,60	7.854,94
Bilecik	0,24	0,52	3,82	12,50	4	3,07	150.902,32
Bingöl	0,65	0,22	1,67	12,10	9	2,15	25.588,19
Bitlis	0,26	0,16	1,54	9,40	9	5,48	22.148,63
Bolu	0,63	0,58	3,13	10,50	2	2,08	86.454,30
Burdur	0,41	0,43	2,72	13,30	4	3,90	66.502,25
Bursa	0,36	0,54	2,36	14,60	1	3,07	976.769,33
Çanakkale	0,30	0,43	3,05	15,10	2	2,95	233.775,44
Çankırı	0,29	0,48	2,41	11,30	6	1,83	35.063,27
Çorum	0,28	0,34	1,95	10,80	5	1,68	68.367,89
Denizli	0,47	0,54	1,44	16,30	2	2,37	279.547,10
Diyarbakır	0,14	0,13	1,33	15,80	9	9,40	185.557,20
Düzce	0,55	0,58	2,85	13,40	5	2,08	80.327,34
Edirne	0,18	0,50	3,05	13,80	2	2,57	83.714,68
Elazığ	0,38	0,34	3,34	13,10	5	2,15	88.814,71
Erzincan	0,60	0,46	1,18	10,90	5	2,60	44.357,44
Erzurum	0,45	0,33	0,33	5,70	6	2,60	69.559,51
Eskişehir	0,29	0,56	3,11	10,90	1	3,07	249.488,69
Gaziantep	0,17	0,26	0,36	14,90	4	4,33	652.331,21
Giresun	0,17	0,40	4,06	14,50	6	1,08	54.394,18
Gümüşhane	0,18	0,42	1,16	9,70	6	1,08	30.778,42
Hakkari	0,32	0,16	5,78	10,40	9	5,48	22.084,45
Hatay	0,44	0,35	0,95	18,30	5	4,80	333.207,49
Iğdır	0,26	0,21	1,77	12,20	9	1,38	15.834,01
İsparta	0,31	0,53	3,82	12,20	2	3,90	79.224,84
İstanbul	0,40	0,88	6,67	14,40	1	12,50	3.323.993,02
İzmir	0,46	0,66	2,62	17,90	1	13,80	1.178.641,74

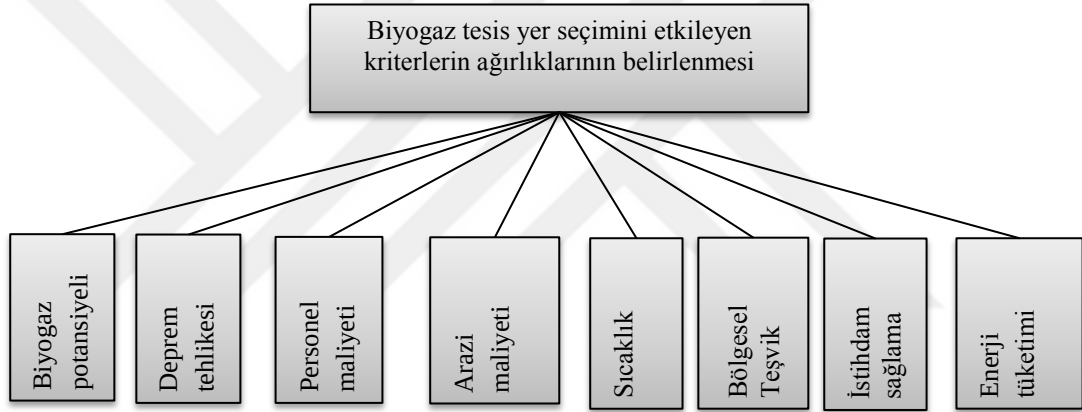
Çizelge 5.10. (devam) Kriterlerin değerleri

İL	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
Kahramanmaraş	0,38	0,26	1,93	16,90	6	4,80	321.597,94
Karabük	0,31	0,48	1,18	13,40	4	2,87	45.216,54
Karaman	0,10	0,45	0,87	12,00	4	3,05	51.052,21
Kars	0,20	0,18	0,64	4,90	9	1,38	26.126,98
Kastamonu	0,29	0,45	3,26	9,80	5	1,83	77.802,40
Kayseri	0,19	0,51	0,21	10,60	2	4,50	287.050,68
Kırıkkale	0,19	0,42	0,85	12,70	5	2,26	44.757,76
Kırklareli	0,17	0,58	1,72	13,30	2	2,57	162.745,54
Kırşehir	0,09	0,49	0,69	11,50	5	2,26	32.555,08
Kilis	0,21	0,20	1,54	17,20	6	4,33	22.278,27
Kocaeli	0,68	0,63	15,25	14,90	1	2,08	829.077,69
Konya	0,13	0,46	1,64	11,60	2	3,05	422.749,47
Kütahya	0,37	0,55	2,36	10,70	5	1,75	124.296,54
Malatya	0,35	0,31	1,13	13,60	5	2,15	125.721,79
Manisa	0,47	0,39	3,95	16,80	4	1,75	342.416,01
Mardin	0,09	0,13	1,54	16,10	9	6,28	73.157,73
Mersin	0,14	0,29	1,95	19,20	4	5,70	319.122,82
Muğla	0,37	0,55	6,26	15,00	1	2,37	244.363,49
Muş	0,33	0,10	1,87	9,70	9	5,48	31.126,20
Nevşehir	0,09	0,50	0,87	10,70	5	2,26	50.864,23
Niğde	0,13	0,33	3,39	11,20	6	2,26	77.163,94
Ordu	0,15	0,33	1,95	14,40	6	1,08	103.570,40
Osmaniye	0,31	0,26	2,85	18,40	6	4,80	322.781,10
Rize	0,22	0,49	3,85	14,30	5	1,08	56.355,32
Sakarya	0,65	0,46	8,26	14,60	2	2,08	299.849,19
Samsun	0,22	0,45	1,54	14,50	4	1,68	269.152,00
Siirt	0,25	0,31	1,39	16,10	9	6,28	38.880,46
Sinop	0,15	0,46	3,72	14,20	6	1,83	29.888,80
Sivas	0,17	0,48	0,77	9,00	5	4,50	105.990,81
Şanlıurfa	0,11	0,09	3,67	18,30	9	9,40	387.030,08
Şırnak	0,33	0,12	1,21	15,10	9	6,28	46.420,08
Tekirdağ	0,41	0,60	1,87	14,00	2	2,57	567.660,35
Tokat	0,33	0,38	2,98	12,60	6	1,68	69.776,76
Trabzon	0,20	0,52	0,21	14,70	4	1,08	118.907,38
Tunceli	0,35	0,40	0,74	12,80	6	2,15	10.185,88
Uşak	0,27	0,56	1,28	12,50	4	1,75	136.183,75
Van	0,27	0,13	2,03	9,40	9	5,48	71.654,20
Yalova	0,60	0,59	12,47	14,70	2	2,08	58.810,24
Yozgat	0,13	0,33	0,39	9,10	6	4,50	54.244,68
Zonguldak	0,22	0,60	5,65	13,60	4	2,87	97.589,93

5.2.4. AHS Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Bu aşamada AHS yöntemi kullanılarak biyogaz tesis yer seçimini etkileyen kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Belirlenen kriter ağırlıkları kullanılarak büyükbaş gübrelerini kullanan tesisler, küçükbaş gübrelerini kullanan tesisler, tavuk gübrelerini kullanan tesisler ve toplam hayvansal gübreleri kullanan tesisler için ayrı ayrı yer seçimi problemi ele alınmıştır.

Adım 1: Problemin tanımlanması ve hiyerarşik yapının oluşturulması: Biyogaz tesisi yer seçimi için kullanılacak hiyerarşik yapı Şekil 5.5.'de verilmiştir.



Şekil 5.5. Biyogaz tesisi yer seçimi AHS hiyerarşik yapısı

Adım 2: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması: Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması aşamasında Çizelge 3.1.'de verilen Saaty 1-9 puan ölçeği ve Eşitlik 3.1 dikkate alınmıştır. Belirlenen 8 kriter için ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 5.11.'de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Tesis yer seçimi için kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

Kriterler	BP	DT	PM	AM	S	İS	ET	BT
BP	1,00	2,00	7,00	3,00	5,00	9,00	6,00	4,00
DT	0,50	1,00	6,00	2,00	4,00	7,00	5,00	3,00
PM	0,14	0,17	1,00	0,17	0,33	0,50	0,50	0,20
AM	0,33	0,50	6,00	1,00	3,00	5,00	4,00	2,00
S	0,20	0,25	3,00	0,33	1,00	4,00	2,00	0,50
İS	0,11	0,14	2,00	0,20	0,25	1,00	0,33	0,20
ET	0,17	0,20	2,00	0,25	0,50	3,00	1,00	0,33
BT	0,25	0,33	5,00	0,50	2,00	5,00	3,00	1,00

Adım 3: Normalize matrisin Hesaplanması: Kriterlerin normalize karar matrisinin hesaplanmasında Eşitlik 3.2’de verilen formül kullanılarak Çizelge 5.12. elde edilmiştir.

Çizelge 5.12. Tesis yer seçimi Kriterlerinin normalize karar matrisi

	BP	DT	PM	AM	S	İS	ET	BT
BP	0,37	0,44	0,22	0,40	0,31	0,26	0,27	0,36
DT	0,18	0,22	0,19	0,27	0,25	0,20	0,23	0,27
PM	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
AM	0,12	0,11	0,19	0,13	0,19	0,14	0,18	0,18
S	0,07	0,05	0,09	0,04	0,06	0,12	0,09	0,04
İS	0,04	0,03	0,06	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02
ET	0,06	0,04	0,06	0,03	0,03	0,09	0,05	0,03
BT	0,09	0,07	0,16	0,07	0,12	0,14	0,14	0,09

Adım 4: Öncelik vektörünün hesaplanması: Öncelik vektörünün hesaplanması için Çizelge 5.12.’deki veriler ve Eşitlik 3.4 kullanılarak Çizelge 5.13. elde edilmiştir.

Çizelge 5.13. Tesis yer seçimi kriterlerinin ağırlıkları

Kriterler	w_i
BP	0,33
DT	0,23
PM	0,03
AM	0,16
S	0,07
İS	0,03
ET	0,05
BT	0,11

Adım 5: Tutarlılık oranı hesaplanması: Tutarlılık oranının hesaplanmasında ilk olarak Eşitlik 3.7 ve Eşitlik 3.8’deki formüller kullanılarak D ve E matrisleri hesaplanmıştır. Kriterlerin D ve E matrisi sonuçları Çizelge 5.14.’de verilmiştir.

Çizelge 5.14. Tesis yer seçimi kriterlerinin D ve E matrisi

Kriterler	D	E
BP	2,81	8,55
DT	1,94	8,61
PM	0,22	8,19
AM	1,33	8,52
S	0,60	8,29
İS	0,24	8,07
ET	0,41	8,22
BT	0,93	8,37

Elde edilen E matrisi üzerinden Eşitlik 3.9’daki formül kullanılarak $\lambda_{max}= 8,35$ ve Eşitlik 3.6’daki formül kullanılarak $Tİ= 0,05$ olarak hesaplanmıştır. $Tİ$ değerinin elde edilmesinden sonra Eşitlik 3.10 verilen formül ve Çizelge 3.2.’deki rassal indeks tablosundan $n=8$ için $RI=1,41$ değeri kullanılarak TO değeri hesaplanmıştır. Burada, $TO=0,04<0,10$ olarak bulunduğu için kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması amacıyla yapılan işlemlerin tutarlı olduğu ispatlanmıştır

AHS yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesinden sonra, belirlenen kriterlerin farklı durumlarda değerlendirilmesi sonucunda yaşanabilecek değişiklerin gözlemlenmesi amacıyla kriter ağırlıkları üzerinde değişiklikler yapılarak farklı

senaryolar geliştirilmiştir. Geliştirilen farklı senaryolar için ağırlık durumları Çizelge 5.15.'de verilmiştir.

Çizelge 5.15. Senaryolara göre kriterlerin ağırlıkları

Kriterler	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4	Senaryo 5	Senaryo 6
BP	0,31	0,32	0,33	0,20	0,23	0,15
DT	0,11	0,11	0,07	0,38	0,11	0,23
PM	0,03	0,05	0,03	0,03	0,02	0,03
AM	0,25	0,16	0,16	0,15	0,33	0,11
S	0,04	0,03	0,05	0,05	0,07	0,05
İS	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
ET	0,07	0,07	0,23	0,07	0,05	0,07
BT	0,17	0,23	0,11	0,10	0,16	0,33

5.2.5. Büyükbaş Hayvan Gübresi Kaynaklı Biyogaz Tesis Yer Seçimi

Bu aşamada Türkiye’de büyükbaş hayvan gübresi kaynaklı biyogaz santralleri için tesis kurulumuna uygun illerin sıralanması amacıyla TOPSIS, PROMETHEE ve VIKOR yöntemleri ile çözüm yapılmıştır. Problemin çözümünde üç yöntem için de Bölüm 5.2.4.’de AHS yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıkları kullanılmıştır.

5.2.5.1. TOPSIS Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması

1. Adım: Karar matrisi (A) oluşturulması: Büyükbaş hayvan gübresi kaynaklı biyogaz tesisi yer seçimi için karar matrisi Eşitlik 3.11’de verilen matris yapısı dikkate alınarak, 8 kriter ve 81 alternatif için oluşturulmuştur. Oluşturulan karar matrisi EK 3’de gösterilmektedir.

2. Adım: Normalize karar matrisinin (R) oluşturulması: Normalize karar matrisi oluşturulmasında EK 3’e Eşitlik 3.12’de verilen formül uygulanarak EK 4’de verilen matris elde edilmiştir.

3. Adım: Ağırlıklı normalize karar matrisi (V) oluşturulması: Ağırlıklı normalize karar matrisinin oluşturulmasında Çizelge 5.13.'de AHS yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları dikkate alınmıştır. EK 5'de verilen ağırlıklı normalize karar matrisi EK 4 üzerinden Eşitlik 3.14 ve Çizelge 5.13.'de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilmiştir.

4. Adım: İdeal M^+ ve negatif ideal M^- çözümün belirlenmesi: İdeal M^+ değerlerinin belirlenmesi için EK 5'deki verilere Eşitlik 3.16'da verilen formül ve negatif ideal M^- çözümünün belirlenmesi için de EK 5'deki verilere Eşitlik 3.17'de verilen formül uygulanarak Çizelge 5.16.'daki veriler elde edilmiştir.

Çizelge 5.16. Büyükbaş hayvan gübresi ideal M^+ ve negatif ideal M^- çözüm

	BGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
M^+	0,12	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,04
M^-	0,00	0,05	0,01	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00

5. Adım: Maksimum ideal noktaya göreli yakınlığın (S_i^+) hesaplanması: Maksimum ideal noktaya göreli yakınlığın hesaplanması aşamasında EK 5 ve Çizelge 5.16.'daki verilere Eşitlik 3.18'de verilen formül uygulanarak EK 6'da S_i^+ sütununda verilen değerler elde edilmiştir.

6. Adım: Minimum ideal noktaya göreli yakınlığın (S_i^-) hesaplanması: Minimum ideal noktaya göreli yakınlığın hesaplanması aşamasında EK 5 ve Çizelge 5.16.'daki verilere Eşitlik 3.19'da verilen formül uygulanarak EK 6'da S_i^- sütununda verilen değerler elde edilmiştir.

7. Adım: İdeal noktaya göreli yakınlığın (C_i) hesaplanması: İdeal noktaya göreli yakınlığın hesaplanması aşamasında EK 6'da C_i sütunundaki değerler, EK 6'daki S_i^+ ve S_i^- sütunundaki verilere Eşitlik 3.20'de verilen formül uygulanarak elde edilmiştir. C_i değerlerinin büyükten küçüğe sıralanması ile elde edilen alternatiflerin sıralaması Çizelge 5.17.'de verilmiştir.

Çizelge 5.17. Büyükbaş hayvan gübresi kaynaklı tesis yer seçimi için TOPSIS sonuçları

No	İl	C _i	No	İl	C _i	No	İl	C _i
1	Konya	0,786	28	Mardin	0,414	55	Siirt	0,370
2	İzmir	0,710	29	Kahramanmaraş	0,408	56	Antalya	0,370
3	Erzurum	0,700	30	Ordu	0,408	57	Adıyaman	0,370
4	Diyarbakır	0,655	31	Van	0,405	58	Elazığ	0,369
5	Ankara	0,591	32	Nevşehir	0,405	59	Eskişehir	0,369
6	Balıkesir	0,569	33	Kırklareli	0,403	60	Sinop	0,368
7	Kars	0,564	34	Malatya	0,400	61	Kilis	0,363
8	Ağrı	0,524	35	Niğde	0,400	62	Giresun	0,363
9	Sivas	0,512	36	Iğdır	0,399	63	Karabük	0,361
10	Kayseri	0,510	37	Mersin	0,396	64	Tunceli	0,361
11	Samsun	0,510	38	Karaman	0,396	65	Muğla	0,356
12	Aydın	0,500	39	Çanakkale	0,395	66	Bingöl	0,355
13	Şanlıurfa	0,499	40	Batman	0,393	67	Osmaniye	0,354
14	Afyon	0,486	41	Uşak	0,389	68	Erzincan	0,352
15	Ardahan	0,481	42	Burdur	0,389	69	Isparta	0,351
16	Gaziantep	0,480	43	Kütahya	0,389	70	İstanbul	0,341
17	Yozgat	0,467	44	Hatay	0,388	71	Bilecik	0,332
18	Aksaray	0,463	45	Amasya	0,388	72	Rize	0,331
19	Muş	0,460	46	Gümüşhane	0,387	73	Bolu	0,321
20	Kırşehir	0,456	47	Kırıkkale	0,387	74	Zonguldak	0,319
21	Adana	0,446	48	Edirne	0,386	75	Düzce	0,315
22	Tokat	0,444	49	Bayburt	0,383	76	Hakkari	0,300
23	Denizli	0,434	50	Bitlis	0,382	77	Bartın	0,292
24	Kastamonu	0,428	51	Çankırı	0,380	78	Artvin	0,245
25	Çorum	0,426	52	Manisa	0,374	79	Sakarya	0,242
26	Trabzon	0,416	53	Tekirdağ	0,374	80	Kocaeli	0,115
27	Bursa	0,415	54	Şırnak	0,373	81	Yalova	0,097

5.2.5.2. PROMETHEE Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması

Bu aşamada PROMETHEE yöntemi ile Türkiye’de büyükbaş hayvan gübresi kaynaklı kurulabilecek biyogaz santralleri için illerin öncelikleri hesaplanmıştır. PROMETHEE tercih fonksiyonlarının belirlenmesinde literatürde yapılan çalışmalar ve uzman görüşleri dikkate alınmıştır. Uygulamada kullanılan BGEEBM, İS, DT, PM ve ET kriterlerinin ölçülebilir nitelikte olması nedeniyle 3. Tip tercih fonksiyonu kullanılmıştır. BT kriteri için ise 1-9 skalası kullanılmıştır. Arazi maliyeti, deprem tehlikesi ve personel maliyeti maliyet kriterleri olduğu için minimizasyon olarak ele

alınmıştır. Çalışmada kullanılan diğer kriterlerden yüksek değeri olanın daha iyi olması nedeniyle maksimizasyon olarak ele alınmıştır. Büyükbaş gübrelerinden elde edilebilecek biyogaz miktarı, istihdam sağlama, sıcaklık, deprem tehlikesi, personel maliyeti ve enerji tüketimi sayısal olarak ifade edilebilen kriterler olduğu için nümerik skalada değerlendirilmiştir. Arazi maliyeti parasal kriter olduğu için parasal skalada değerlendirilmiştir. Teşvik ise 1-9 puan skalası kullanılarak değerlendirilmiştir. Kriterler ve PROMETHEE parametreleri Çizelge 5.18.'de verilmiştir. Bu bölümde PROMETHEE için kullanılan tüm parametreler Bölüm 5.2.6.2. ve Bölüm 5.2.7.2.'de de aynı şekilde kullanılmıştır.

Çizelge 5.18. PROMETHEE parametreleri

No	Kriter	w	Tercih fonksiyonu	Min/max	Skala
1	BGEEBM	0,33	V Tipi (3. Tip)	Max	Nümerik
2	AM	0,16	V Tipi (3. Tip)	Min	Parasal
3	İS	0,03	V Tipi (3. Tip)	Max	Nümerik
4	S	0,07	V Tipi (3. Tip)	Max	Nümerik
5	DT	0,23	V Tipi (3. Tip)	Min	Nümerik
6	BT	0,11	Olağan (1. Tip)	Max	1-9
7	PM	0,03	V Tipi (3. Tip)	Min	Nümerik
8	ET	0,11	V Tipi (3. Tip)	Max	Nümerik

Çizelge 5.2.'de verilen illere göre büyükbaş hayvan gübrelerinden elde edilebilecek biyogaz miktarı, Çizelge 5.18.'de verilen PROMETHEE parametreleri, Çizelge 5.13.'de verilen kriter ağırlıkları ve Çizelge 5.10.'da verilen illerin kriterlere göre aldıkları değerler VISUAL PROMETHEE programına girilerek elde edilen büyükbaş hayvan gübresi kaynaklı kurulabilecek biyogaz santralleri için illerin öncelik sıralaması PROMETHEE sonuçları Çizelge 5.19.'da verilmiştir.

Çizelge 5.19. Büyükbaş gübresi PROMETHEE sonucu

No	İl	Φ	Φ^+	Φ^-	No	İl	Φ	Φ^+	Φ^-
1	Diyarbakır	0,553	0,608	0,055	42	Mersin	0	0,334	0,334
2	Şanlıurfa	0,386	0,545	0,160	43	Niğde	-0,017	0,327	0,344
3	Erzurum	0,375	0,531	0,155	44	Elazığ	-0,018	0,322	0,340
4	Kars	0,349	0,511	0,162	45	Antalya	-0,038	0,340	0,377
5	Gaziantep	0,340	0,510	0,170	46	Şırnak	-0,04	0,307	0,347
6	Ağrı	0,322	0,495	0,172	47	Tekirdağ	-0,05	0,297	0,347
7	Konya	0,321	0,484	0,163	48	Bingöl	-0,055	0,302	0,357
8	Sivas	0,305	0,486	0,182	49	Kırklareli	-0,056	0,292	0,348
9	Aydın	0,296	0,484	0,188	50	Muğla	-0,060	0,328	0,388
10	İzmir	0,295	0,493	0,198	51	Çankırı	-0,063	0,291	0,353
11	Samsun	0,290	0,464	0,174	52	Osmaniye	-0,072	0,299	0,371
12	Kayseri	0,273	0,479	0,207	53	Uşak	-0,074	0,283	0,358
13	Ardahan	0,270	0,476	0,206	54	Edirne	-0,092	0,284	0,375
14	Manisa	0,256	0,478	0,222	55	Siirt	-0,101	0,276	0,377
15	Yozgat	0,250	0,468	0,218	56	Bitlis	-0,11	0,272	0,382
16	Muş	0,240	0,448	0,208	57	Nevşehir	-0,145	0,256	0,401
17	Kahramanmaraş	0,239	0,448	0,209	58	Kırıkkale	-0,162	0,241	0,403
18	Aksaray	0,236	0,437	0,201	59	Erzincan	-0,162	0,249	0,411
19	Denizli	0,207	0,431	0,224	60	Eskişehir	-0,164	0,254	0,418
20	Balıkesir	0,201	0,443	0,241	61	Bayburt	-0,177	0,236	0,413
21	Adana	0,176	0,43	0,253	62	Giresun	-0,183	0,251	0,433
22	Hatay	0,175	0,421	0,246	63	Gümüşhane	-0,188	0,232	0,420
23	Tokat	0,172	0,413	0,241	64	Kilis	-0,192	0,230	0,422
24	Afyon	0,165	0,413	0,248	65	Sakarya	-0,198	0,269	0,467
25	Kırşehir	0,156	0,408	0,252	66	Sinop	-0,204	0,235	0,439
26	Mardin	0,122	0,394	0,271	67	Karaman	-0,205	0,228	0,433
27	Ankara	0,119	0,425	0,306	68	Isparta	-0,223	0,231	0,453
28	Van	0,116	0,387	0,271	69	Tunceli	-0,232	0,208	0,44
29	Malatya	0,114	0,375	0,261	70	Karabük	-0,261	0,191	0,452
30	Çorum	0,087	0,362	0,275	71	Bolu	-0,290	0,198	0,488
31	Ordu	0,079	0,361	0,282	72	Düzce	-0,317	0,174	0,491
32	Bursa	0,070	0,363	0,293	73	İstanbul	-0,319	0,208	0,527
33	Adıyaman	0,069	0,367	0,299	74	Zonguldak	-0,351	0,177	0,528
34	Kastamonu	0,051	0,358	0,307	75	Kocaeli	-0,358	0,196	0,554
35	Trabzon	0,039	0,359	0,320	76	Hakkari	-0,384	0,167	0,551
36	Amasya	0,039	0,343	0,304	77	Bilecik	-0,395	0,143	0,538
37	Burdur	0,018	0,341	0,323	78	Rize	-0,401	0,137	0,539
38	Iğdır	0,018	0,328	0,310	79	Bartın	-0,426	0,139	0,565
39	Batman	0,015	0,343	0,328	80	Artvin	-0,464	0,124	0,588
40	Çanakkale	0,013	0,338	0,324	81	Yalova	-0,582	0,076	0,657
41	Kütahya	0,010	0,328	0,318					

5.2.5.3. VIKOR Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması

1. Adım: Karar matrisi (A) oluşturulması: TOPSIS yöntemi için oluşturulan EK 3'deki karar matrisi VIKOR yöntemi için de kullanılmıştır.
2. Adım: Kriterler için en iyi değerler(f_j^*) ve en kötü değerler (f_j^-) belirlenmesi: Kriterler için Eşitlik 5.33 ve Eşitlik 5.34 dikkate alınarak belirlenen f_j^* ve f_j^- değerleri Çizelge 5.20.'de verilmiştir.

Çizelge 5.20. Kriterler için f_j^* ve f_j^- değerleri

	TGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
f_j^*	166.505.021	0,085	0,02	0,21	19,20	9	13,80	3.323.993
f_j^-	2.348.594	0,679	0,88	15,25	3,90	1	1,08	7.855

3. Adım: S_i ve R_i değerlerinin hesaplanması: Eşitlik 5.35 kullanılarak hesaplanan S_i ve Eşitlik 5.36 kullanılarak hesaplanan R_i değerleri EK 7'de verilmiştir. Kriter ağırlıkları için Çizelge 13.'de AHS ile elde edilen w_i değerleri kullanılmıştır.
4. Adım: Her bir alternatif için Q_i değerinin hesaplanması: Her bir alternatif için Q_i değeri Eşitlik 5.37 kullanılarak hesaplanmış ve EK 7'de Q_i sütununda verilmiştir. Bu adımda Q_i 'nin elde edilmesi aşamasında $v=0,2$, $v=0,4$, $v=0,5$ ve $v=0,6$ için çözüm yapılmıştır.
5. Adım: S_i , R_i ve Q_i değerlerinin sıralanması: S_i , R_i ve Q_i değerlerinin küçükten büyüğe sıralaması Çizelge 5.21.'de verilmiştir. Uygulamada genellikle $v=0,5$ kullanılıyor olması nedeniyle sonuçların değerlendirilmesinde $v=0,5$ sonuçları dikkate alınmıştır.

Çizelge 5.21. Büyükbaş gübresi kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi VIKOR sonuçları

No	Sıralama	S_i	Sıralama	R_i	Sıralama	$v=0,5$
1	Diyarbakır	0,229	Konya	0,097	Konya	0,015
2	Konya	0,248	Diyarbakır	0,120	Diyarbakır	0,051
3	Şanlıurfa	0,313	Balıkesir	0,137	Erzurum	0,211
4	Kars	0,368	Ankara	0,138	İzmir	0,223
5	Erzurum	0,386	Erzurum	0,139	Ankara	0,241
6	Mardin	0,389	İzmir	0,142	Balıkesir	0,262
7	İzmir	0,394	Kars	0,171	Kars	0,265
8	Ağrı	0,398	Afyon	0,192	Şanlıurfa	0,299
9	Batman	0,421	Ağrı	0,193	Ağrı	0,335
10	Gaziantep	0,427	Aydın	0,193	Samsun	0,379
11	Ankara	0,428	Samsun	0,197	Sivas	0,385
12	Sivas	0,431	Sivas	0,204	Afyon	0,408
13	Yozgat	0,432	Şanlıurfa	0,206	Kayseri	0,417
14	Aksaray	0,437	Kayseri	0,207	Ardahan	0,436
15	Kırşehir	0,441	Tokat	0,221	Muş	0,437
16	Samsun	0,442	Ardahan	0,222	Gaziantep	0,449
17	Ardahan	0,447	Muş	0,222	Aksaray	0,460
18	Muş	0,448	Denizli	0,228	Aydın	0,468
19	Adana	0,460	Kastamonu	0,231	Yozgat	0,471
20	Balıkesir	0,460	Gaziantep	0,235	Tokat	0,475
21	Kayseri	0,466	Aksaray	0,237	Adana	0,478
22	Ordu	0,473	Adana	0,237	Kırşehir	0,497
23	Mersin	0,474	Muğla	0,241	Kastamonu	0,518
24	Iğdır	0,477	Yozgat	0,244	Mardin	0,541
25	Van	0,478	Çorum	0,246	Çorum	0,542
26	Siirt	0,484	Manisa	0,247	Denizli	0,553
27	Niğde	0,486	Bursa	0,248	Kahramanmaraş	0,556
28	Nevşehir	0,496	Kırşehir	0,253	Van	0,560
29	Afyon	0,496	Burdur	0,253	Niğde	0,571
30	Bitlis	0,499	Amasya	0,255	Batman	0,571
31	Şırnak	0,501	Çanakkale	0,256	Ordu	0,575
32	Tokat	0,502	Kahramanmaraş	0,256	Iğdır	0,581
33	Kahramanmaraş	0,510	Kütahya	0,262	Bursa	0,595
34	Trabzon	0,510	Elazığ	0,266	Çanakkale	0,600
35	Sinop	0,513	Antalya	0,266	Manisa	0,604
36	Karaman	0,514	Van	0,269	Mersin	0,606
37	Kilis	0,518	Malatya	0,270	Burdur	0,607
38	Giresun	0,518	Niğde	0,271	Amasya	0,611
39	Çorum	0,519	Sakarya	0,272	Trabzon	0,613
40	Kırıkkale	0,529	Edirne	0,277	Malatya	0,614

Çizelge 5.21. (devam) Büyükbaş gübresi kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi VIKOR sonuçları

No	Sıralama	S_i	Sıralama	R_i	Sıralama	$v=0,5$
41	Gümüşhane	0,529	Eskişehir	0,277	Muğla	0,616
42	Kastamonu	0,53	Hatay	0,278	Kütahya	0,624
43	Osmaniye	0,534	Ordu	0,278	Antalya	0,626
44	Kırklareli	0,541	Çankırı	0,279	Kırklareli	0,630
45	Malatya	0,546	Iğdır	0,279	Elazığ	0,631
46	Çankırı	0,552	Tekirdağ	0,279	Edirne	0,635
47	Bayburt	0,554	Kırklareli	0,279	Çankırı	0,637
48	Edirne	0,555	Isparta	0,281	Hatay	0,637
49	Hatay	0,555	Trabzon	0,282	Bitlis	0,641
50	Uşak	0,561	Bingöl	0,285	Nevşehir	0,642
51	Adıyaman	0,566	Bolu	0,286	Giresun	0,642
52	Çanakkale	0,569	Uşak	0,286	Sinop	0,643
53	Aydın	0,570	Adıyaman	0,287	Uşak	0,660
54	Antalya	0,572	Mardin	0,291	Şırnak	0,661
55	Hakkari	0,578	Kocaeli	0,291	Adıyaman	0,665
56	Elazığ	0,580	Mersin	0,292	Karaman	0,673
57	Kütahya	0,581	Erzincan	0,292	Gümüşhane	0,674
58	Bursa	0,584	Giresun	0,293	Osmaniye	0,674
59	Amasya	0,585	Batman	0,294	Siirt	0,677
60	Rize	0,585	Sinop	0,295	Kırıkkale	0,680
61	Burdur	0,585	İstanbul	0,297	Bayburt	0,680
62	Denizli	0,586	Bayburt	0,298	Eskişehir	0,688
63	Tunceli	0,586	Bitlis	0,299	Isparta	0,695
64	Karabük	0,596	Nevşehir	0,301	Tekirdağ	0,695
65	Manisa	0,598	Osmaniye	0,302	Bingöl	0,713
66	Zonguldak	0,600	Zonguldak	0,303	Kilis	0,719
67	Bilecik	0,604	Gümüşhane	0,304	Zonguldak	0,727
68	Bartın	0,613	Kırıkkale	0,307	Hakkari	0,741
69	Isparta	0,621	Şırnak	0,308	İstanbul	0,747
70	Eskişehir	0,623	Karaman	0,309	Karabük	0,750
71	Tekirdağ	0,627	Düzce	0,311	Bartın	0,753
72	Muğla	0,632	Bartın	0,311	Tunceli	0,755
73	Bingöl	0,633	Artvin	0,311	Rize	0,760
74	İstanbul	0,645	Karabük	0,315	Bilecik	0,763
75	Artvin	0,648	Hakkari	0,317	Erzincan	0,764
76	Erzincan	0,681	Bilecik	0,319	Artvin	0,781
77	Düzce	0,690	Siirt	0,321	Sakarya	0,790
78	Bolu	0,754	Tunceli	0,321	Bolu	0,806
79	Sakarya	0,773	Rize	0,324	Düzce	0,811
80	Yalova	0,865	Yalova	0,328	Kocaeli	0,920
81	Kocaeli	0,888	Kilis	0,329	Yalova	0,982

6. Adım: Koşulların değerlendirilmesi ve uzlaşık çözümün belirlenmesi:

Koşul 1 (C1): Eşitlik 5.38 ve Eşitlik 5.39'da verilen formülleri kullanılarak test edilmiştir. $0,051 - 0,015 = 0,036 \geq 0,0123$ olarak bulunduğu için C1 koşulu sağlanmıştır.

Koşul 2 (C2): En iyi değere sahip olan Konya ili R_i sıralamasında da en iyi durumda olduğu için C2 koşulu sağlanmıştır.

Koşulların sağlanmış olması nedeniyle Çizelge 5.21.'de verilen çözüm uzlaşık çözüm olarak kabul edilmiştir.

5.2.5.4. Sonuçların Karşılaştırılması

Ana çözümde en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak biyogaz potansiyeli (0,33), deprem tehlikesi (0,23) ve arazi maliyeti (0,16) kriterleri alınmıştır. Ana çözüm için Çizelge 5.13.'de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.22.'de verilmiştir.

Çizelge 5.22.'de verilen çözüm sonuçları incelendiğinde biyogaz potansiyeli yüksek, deprem tehlikesi ve arazi maliyeti düşük olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlarda yer aldığı görülmektedir. Ana çözümde AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR çözüm sıralamalarının ilk 5 sıralarında genellikle Konya, Diyarbakır, Erzurum, İzmir ve Ankara illeri bulunmaktadır. Bu illerden Konya ili biyogaz potansiyelinin yüksek (166.505.021), deprem tehlikesinin düşük (0,13) ve arazi maliyetinin düşük (1,64) olması nedeniyle ilk sıralarda yer almaktadır. Sıralamaların ilk 5 sıralarında yer alan Diyarbakır, Erzurum, İzmir ve Ankara illeri Konya ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.22. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Kocaeli, Artvin, Sakarya ve Bartın illerinin genellikle çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili biyogaz potansiyeli düşük (2.510.299), deprem tehlikesi yüksek (0,60), arazi maliyetinin yüksek (12,47), bölgesel teşvik oranı düşük (2), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini takip eden Kocaeli, Artvin, Sakarya ve Bartın illerinin de Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutalı olduğu söylenebilir.



Çizelge 5.22. Büyükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE, AHS-VIKOR sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Konya	Diyarbakır	Konya	42	Burdur	Mersin	Kütahya
2	İzmir	Şanlıurfa	Diyarbakır	43	Kütahya	Niğde	Antalya
3	Erzurum	Erzurum	Erzurum	44	Hatay	Elazığ	Kırklareli
4	Diyarbakır	Kars	İzmir	45	Amasya	Antalya	Elazığ
5	Ankara	Gaziantep	Ankara	46	Gümüşhane	Şırnak	Edirne
6	Balıkesir	Ağrı	Balıkesir	47	Kırıkkale	Tekirdağ	Çankırı
7	Kars	Konya	Kars	48	Edirne	Bingöl	Hatay
8	Ağrı	Sivas	Şanlıurfa	49	Bayburt	Kırklareli	Bitlis
9	Sivas	Aydın	Ağrı	50	Bitlis	Muğla	Nevşehir
10	Kayseri	İzmir	Samsun	51	Çankırı	Çankırı	Giresun
11	Samsun	Samsun	Sivas	52	Manisa	Osmaniye	Sinop
12	Aydın	Kayseri	Afyon	53	Tekirdağ	Uşak	Uşak
13	Şanlıurfa	Ardahan	Kayseri	54	Şırnak	Edirne	Şırnak
14	Afyon	Manisa	Ardahan	55	Siirt	Siirt	Adıyaman
15	Ardahan	Yozgat	Muş	56	Antalya	Bitlis	Karaman
16	Gaziantep	Muş	Gaziantep	57	Adıyaman	Nevşehir	Gümüşhane
17	Yozgat	K.maraş	Aksaray	58	Elazığ	Kırıkkale	Osmaniye
18	Aksaray	Aksaray	Aydın	59	Eskişehir	Erzincan	Siirt
19	Muş	Denizli	Yozgat	60	Sinop	Eskişehir	Kırıkkale
20	Kırşehir	Balıkesir	Tokat	61	Kilis	Bayburt	Bayburt
21	Adana	Adana	Adana	62	Giresun	Giresun	Eskişehir
22	Tokat	Hatay	Kırşehir	63	Karabük	Gümüşhane	Isparta
23	Denizli	Tokat	Kastamonu	64	Tunceli	Kilis	Tekirdağ
24	Kastamonu	Afyon	Mardin	65	Muğla	Sakarya	Bingöl
25	Çorum	Kırşehir	Çorum	66	Bingöl	Sinop	Kilis
26	Trabzon	Mardin	Denizli	67	Osmaniye	Karaman	Zonguldak
27	Bursa	Ankara	K.maraş	68	Erzincan	Isparta	Hakkari
28	Mardin	Van	Van	69	Isparta	Tunceli	İstanbul
29	K.maraş	Malatya	Niğde	70	İstanbul	Karabük	Karabük
30	Ordu	Çorum	Batman	71	Bilecik	Bolu	Bartın
31	Van	Ordu	Ordu	72	Rize	Düzce	Tunceli
32	Nevşehir	Bursa	İğdır	73	Bolu	İstanbul	Rize
33	Kırklareli	Adıyaman	Bursa	74	Zonguldak	Zonguldak	Bilecik
34	Malatya	Kastamonu	Çanakkale	75	Düzce	Kocaeli	Erzincan
35	Niğde	Trabzon	Manisa	76	Hakkari	Hakkari	Artvin
36	İğdır	Amasya	Mersin	77	Bartın	Bilecik	Sakarya
37	Mersin	Burdur	Burdur	78	Artvin	Rize	Bolu
38	Karaman	İğdır	Amasya	79	Sakarya	Bartın	Düzce
39	Çanakkale	Batman	Trabzon	80	Kocaeli	Artvin	Kocaeli
40	Batman	Çanakkale	Malatya	81	Yalova	Yalova	Yalova
41	Uşak	Kütahya	Muğla				

Senaryo 1 Sonuçları:

Senaryo 1’de biyogaz potansiyeli (0,31) temel kriter olarak kabul edilmiş ve arazi maliyetinin (0,25) ağırlığı arttırılmıştır. Senaryo 1 için Çizelge 5.15.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.23’de verilmiştir.

Çizelge 5.23.’de verilen çözüm sonuçları incelendiğinde biyogaz potansiyeli yüksek ve arazi maliyeti düşük olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle Diyarbakır, Erzurum, Kars, Ağrı ve Şanlıurfa illeri yer almaktadır. Bu illerden Diyarbakır ili biyogaz potansiyelinin yüksek (106.501.047), arazi maliyetinin düşük (1,33), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), deprem tehlikesinin düşük (0,14), personel maliyetinin düşük (0,13) ve istihdam sağlama oranının yüksek (9,40) olması nedeniyle senaryo çözüm sonuçlarında ilk sıralarda yer almaktadır. Diyarbakır ilini takip eden Erzurum, Kars, Ağrı ve Şanlıurfa illerinin de Diyarbakır iline benzer özelliklere sahip olması nedeniyle elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.23. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Kocaeli, Artvin, Bartın ve Sakarya illerinin çoğunlukla çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili biyogaz potansiyeli düşük (2.510.299), arazi maliyetinin yüksek (12,47), bölgesel teşvik oranı düşük (2), deprem tehlikesi yüksek (0,60), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle sıralamalarda genellikle son sırada yer almaktadır. Yalova ilini takip eden Kocaeli, Artvin, Bartın ve Sakarya illerinin de Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.23. Senaryo 1 büyükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Konya	Diyarbakır	Erzurum	42	Kırklareli	Bitlis	Elazığ
2	Erzurum	Erzurum	Diyarbakır	43	Bitlis	Niğde	Şırnak
3	İzmir	Kars	Konya	44	Tekirdağ	Burdur	Çanakkale
4	Diyarbakır	Ağrı	Kars	45	Kırıkkale	Mersin	Çankırı
5	Kars	Ardahan	Balıkesir	46	Şırnak	Çankırı	Bingöl
6	Balıkesir	Gaziantep	Ağrı	47	Gümüşhane	Siirt	Adıyaman
7	Ağrı	Sivas	Şanlıurfa	48	Erzincan	Uşak	Mersin
8	Aydın	Şanlıurfa	İzmir	49	Karaman	Elazığ	Siirt
9	Ankara	Yozgat	Ardahan	50	Bayburt	Tekirdağ	Muğla
10	Kayseri	Muş	Sivas	51	Mersin	Çanakkale	Nevşehir
11	Sivas	Kayseri	Samsun	52	Çanakkale	Osmaniye	Giresun
12	Samsun	Konya	Muş	53	Çankırı	Kırklareli	Uşak
13	Ardahan	Aydın	Ankara	54	Batman	Nevşehir	Sinop
14	Gaziantep	Aksaray	Afyon	55	Tunceli	Erzincan	Kırklareli
15	Afyon	Samsun	Aydın	56	Siirt	Gümüşhane	Bayburt
16	Yozgat	K.maraş	Kayseri	57	Manisa	Bayburt	Gümüşhane
17	Muş	Hatay	Gaziantep	58	Karabük	Kırıkkale	Osmaniye
18	Şanlıurfa	İzmir	Tokat	59	Niğde	Tunceli	Antalya
19	Aksaray	Kırşehir	Aksaray	60	Elazığ	Kilis	Edirne
20	Denizli	Denizli	Yozgat	61	Edirne	Edirne	Kırıkkale
21	Kırşehir	Van	Kırşehir	62	Kilis	Antalya	Tekirdağ
22	Tokat	Manisa	Kastamonu	63	Eskişehir	Karaman	Karaman
23	Çorum	Tokat	Van	64	Osmaniye	Muğla	Erzincan
24	Trabzon	Mardin	Adana	65	Bolu	Giresun	Eskişehir
25	K.maraş	Malatya	Çorum	66	Sinop	Eskişehir	Isparta
26	Bursa	Afyon	K.maraş	67	Antalya	Karabük	Kilis
27	Adana	Adıyaman	Mardin	68	Düzce	Sinop	Hakkari
28	Malatya	Balıkesir	Denizli	69	Isparta	Sakarya	Tunceli
29	Hatay	Ordu	Iğdır	70	Giresun	Isparta	Karabük
30	Kastamonu	Çorum	Batman	71	İstanbul	Düzce	Zonguldak
31	Van	Iğdır	Ordu	72	Bilecik	Bolu	İstanbul
32	Iğdır	Trabzon	Niğde	73	Rize	Hakkari	Düzce
33	Mardin	Adana	Amasya	74	Muğla	Zonguldak	Rize
34	Amasya	Bingöl	Manisa	75	Hakkari	Rize	Bolu
35	Ordu	Şırnak	Malatya	76	Zonguldak	İstanbul	Bilecik
36	Adıyaman	Kütahya	Burdur	77	Bartın	Bilecik	Bartın
37	Uşak	Amasya	Bitlis	78	Sakarya	Kocaeli	Sakarya
38	Nevşehir	Kastamonu	Kütahya	79	Artvin	Bartın	Artvin
39	Kütahya	Batman	Bursa	80	Yalova	Artvin	Kocaeli
40	Burdur	Bursa	Hatay	81	Kocaeli	Yalova	Yalova
41	Bingöl	Ankara	Trabzon				

Senaryo 2 Sonuçları:

Senaryo 2’de biyogaz potansiyeli (0,32) temel kriter olarak kabul edilmiş ve bölgesel teşvik kriterinin (0,23) ağırlığı arttırılmıştır. Senaryo 2 için Çizelge 5.15.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.24’de verilmiştir.

Çizelge 5.24.’de verilen çözüm sonuçları incelendiğinde biyogaz potansiyeli ve bölgesel teşvik oranı yüksek olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuç sıralamalarında ilk 5 sıralarda genellikle Diyarbakır, Erzurum, Kars, Ağrı ve Şanlıurfa illeri yer almaktadır. Bu illerden Diyarbakır ili biyogaz potansiyelinin yüksek (106.501.047), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), arazi maliyetinin düşük (1,33), deprem tehlikesinin düşük (0,14), personel maliyetinin düşük (0,13) ve istihdam sağlama oranının yüksek (9,40) olması nedeniyle 1. sırada yer almaktadır. Diyarbakır ilini takip eden Erzurum, Kars, Ağrı ve Şanlıurfa illerinin de Diyarbakır ili ile benzer özelliklere sahip olması nedeniyle bu senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.24. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Kocaeli, Artvin, Bartın ve İstanbul illerinin çoğunlukla sonuç sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili bölgesel teşvik oranı düşük (2), deprem tehlikesi yüksek (0,60), biyogaz potansiyeli düşük (2.510.299), arazi maliyetinin yüksek (12,47), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini takip eden Kocaeli, Artvin, Bartın ve İstanbul illerinin de Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.24. Senaryo 2 büyükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç
karşılaştırması

No	AHS- TOPSIS	AHS- PROMETHEE	AHS- VIKOR	No	AHS- TOPSIS	AHS- PROMETHEE	AHS- VIKOR
1	Konya	Diyarbakır	Diyarbakır	42	Adıyaman	Çankırı	Çankırı
2	Erzurum	Kars	Erzurum	43	Nevşehir	Elazığ	Hatay
3	İzmir	Erzurum	Kars	44	Siirt	Trabzon	Adıyaman
4	Diyarbakır	Ağrı	Ağrı	45	Uşak	Burdur	Bursa
5	Kars	Şanlıurfa	Şanlıurfa	46	Niğde	Siirt	Çanakkale
6	Balıkesir	Ardahan	Balıkesir	47	Gümüşhane	Bursa	Trabzon
7	Ankara	Muş	Konya	48	Çankırı	Osmaniye	Siirt
8	Ağrı	Sivas	Ardahan	49	Bayburt	Çanakkale	Mersin
9	Aydın	Yozgat	Muş	50	Manisa	Mersin	Giresun
10	Sivas	Gaziantep	Sivas	51	Kırıkkale	Uşak	Sinop
11	Ardahan	Aksaray	Afyon	52	Çanakkale	Bayburt	Muğla
12	Şanlıurfa	K.maraş	Samsun	53	Kırklareli	Gümüşhane	Bayburt
13	Samsun	Konya	Tokat	54	Mersin	Tekirdağ	Nevşehir
14	Kayseri	Samsun	Kayseri	55	Karaman	Erzincan	Osmaniye
15	Afyon	Van	İzmir	56	Erzincan	Nevşehir	Gümüşhane
16	Muş	Tokat	Aksaray	57	Tekirdağ	Kırklareli	Uşak
17	Gaziantep	Kayseri	Yozgat	58	Elazığ	Giresun	Hakkari
18	Yozgat	Aydın	Gaziantep	59	Tunceli	Kırıkkale	Kırklareli
19	Aksaray	Manisa	Aydın	60	İstanbul	Tunceli	Edirne
20	Tokat	Afyon	Van	61	Kilis	Sinop	Antalya
21	Kırşehir	Mardin	Kastamonu	62	Osmaniye	Antalya	Kırıkkale
22	Denizli	Hatay	Ankara	63	Karabük	Muğla	Karaman
23	Van	İzmir	Kırşehir	64	Edirne	Kilis	Erzincan
24	Çorum	Kırşehir	Mardin	65	Sinop	Edirne	Tekirdağ
25	Kastamonu	Balıkesir	Iğdır	66	Eskişehir	Karaman	Kilis
26	K.maraş	Malatya	K.maraş	67	Giresun	Eskişehir	Isparta
27	Adana	Ordu	Çorum	68	Antalya	Sakarya	Eskişehir
28	Iğdır	Denizli	Adana	69	Muğla	Hakkari	Tunceli
29	Mardin	Iğdır	Batman	70	Düzce	Isparta	Zonguldak
30	Bursa	Çorum	Denizli	71	Isparta	Düzce	Karabük
31	Malatya	Adıyaman	Niğde	72	Bolu	Karabük	Bartın
32	Trabzon	Kastamonu	Ordu	73	Hakkari	Bolu	Rize
33	Hatay	Batman	Bitlis	74	Rize	Zonguldak	Düzce
34	Bingöl	Bingöl	Amasya	75	Bilecik	Rize	Sakarya
35	Bitlis	Adana	Manisa	76	Zonguldak	Bilecik	Bilecik
36	Amasya	Kütahya	Burdur	77	Bartın	İstanbul	İstanbul
37	Ordu	Niğde	Malatya	78	Sakarya	Bartın	Bolu
38	Batman	Şırnak	Bingöl	79	Artvin	Kocaeli	Artvin
39	Şırnak	Amasya	Şırnak	80	Kocaeli	Artvin	Kocaeli
40	Kütahya	Ankara	Kütahya	81	Yalova	Yalova	Yalova
41	Burdur	Bitlis	Elazığ				

Senaryo 3 Sonuçları:

Senaryo 3’de biyogaz potansiyeli (0,33) temel kriter olarak kabul edilmiş ve enerji tüketimi (0,23) ağırlığı arttırılmıştır. Senaryo 3 için Çizelge 5.15.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.25’de verilmiştir.

Çizelge 5.25.’de verilen çözüm sonuçları incelendiğinde biyogaz potansiyeli ve enerji tüketimi yüksek olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle İzmir, Konya, Diyarbakır ve Ankara illeri yer almaktadır. Bu illerden İzmir ili biyogaz potansiyelinin yüksek (137.795.041), enerji tüketimi yüksek (1.178.641,74), arazi maliyeti düşük (2,62), sıcaklık oranı yüksek (17,90) ve istihdam sağlama oranı yüksek (13,80) olması nedeniyle 1. sırada yer almaktadır. İzmir ilini takip eden Konya, Diyarbakır ve Ankara illeri İzmir iline benzer özellikler taşıması nedeniyle elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.25. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Artvin, Bartın, Hakkari ve Rize illerinin çoğunlukla çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili biyogaz potansiyeli düşük (2.510.299), enerji tüketiminin düşük (58.810,24), arazi maliyetinin yüksek (12,47), bölgesel teşvik oranı düşük (2), deprem tehlikesi yüksek (0,60), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini takip eden Artvin, Bartın, Hakkari ve Rize illerinin de Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.25. Senaryo 3 büyükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	İstanbul	Diyarbakır	İzmir	42	Nevşehir	Muğla	Batman
2	İzmir	Şanlıurfa	Konya	43	Kütahya	Elazığ	Elazığ
3	Konya	Gaziantep	Ankara	44	Iğdır	Kırklareli	Antalya
4	Ankara	İzmir	Diyarbakır	45	Ordu	Burdur	Trabzon
5	Erzurum	Konya	Şanlıurfa	46	Amasya	Uşak	Mersin
6	Diyarbakır	Manisa	Erzurum	47	Burdur	Amasya	Adıyaman
7	Bursa	Aydın	Kars	48	Kırıkkale	Niğde	Çankırı
8	Balıkesir	Erzurum	Balıkesir	49	Şırnak	Batman	Bingöl
9	Gaziantep	Samsun	Ağrı	50	Karaman	Sakarya	Bitlis
10	Kars	Kayseri	Samsun	51	Bingöl	Eskişehir	Kırklareli
11	Aydın	K.maraş	Kayseri	52	Bitlis	Edirne	Tekirdağ
12	Kayseri	Sivas	Muş	53	Erzincan	Şırnak	Edirne
13	Samsun	Denizli	Sivas	54	Gümüşhane	Iğdır	Şırnak
14	Ağrı	Balıkesir	Ardahan	55	Tunceli	İstanbul	Uşak
15	Sivas	Hatay	Afyon	56	Bayburt	Çankırı	Osmaniye
16	Şanlıurfa	Adana	Aydın	57	Osmaniye	Bingöl	Giresun
17	Ardahan	Ankara	Gaziantep	58	Siirt	Kocaeli	Sinop
18	Afyon	Afyon	Tokat	59	Batman	Isparta	Eskişehir
19	Adana	Bursa	Aksaray	60	Eskişehir	Nevşehir	Nevşehir
20	Denizli	Ağrı	Adana	61	Karabük	Erzincan	Bayburt
21	Yozgat	Kars	Yozgat	62	Çankırı	Siirt	Isparta
22	Tekirdağ	Aksaray	Denizli	63	Elazığ	Bolu	Gümüşhane
23	Muş	Yozgat	Kastamonu	64	Niğde	Giresun	Siirt
24	Aksaray	Malatya	K.maraş	65	Kilis	Bitlis	Kırıkkale
25	K.maraş	Tokat	Kırşehir	66	Edirne	Kırıkkale	Erzincan
26	Hatay	Muş	Çorum	67	Muğla	Karaman	Karaman
27	Kırşehir	Ardahan	Bursa	68	Bolu	Düzce	Sakarya
28	Tokat	Tekirdağ	Van	69	Düzce	Gümüşhane	Hakkari
29	Trabzon	Van	Manisa	70	Isparta	Zonguldak	Bolu
30	Antalya	Antalya	Amasya	71	Sinop	Bilecik	Zonguldak
31	Çorum	Ordu	Burdur	72	Giresun	Bayburt	Kilis
32	Malatya	Çanakkale	Mardin	73	Bilecik	Karabük	Tunceli
33	Kastamonu	Mersin	Iğdır	74	Rize	Sinop	Karabük
34	Mersin	Adıyaman	Çanakkale	75	Kocaeli	Kilis	Düzce
35	Manisa	Kütahya	Muğla	76	Zonguldak	Tunceli	Bartın
36	Van	Mardin	Niğde	77	Hakkari	Rize	Bilecik
37	Mardin	Trabzon	Malatya	78	Sakarya	Hakkari	Rize
38	Çanakkale	Çorum	İstanbul	79	Bartın	Bartın	Artvin
39	Uşak	Kastamonu	Ordu	80	Artvin	Artvin	Kocaeli
40	Kırklareli	Osmaniye	Hatay	81	Yalova	Yalova	Yalova
41	Adıyaman	Kırşehir	Kütahya				

Senaryo 4 Sonuçları:

Senaryo 4'te biyogaz potansiyeli (0,20) ağırlığı azaltılmış ve deprem tehlikesinin (0,38) kriter ağırlığı artırılarak temel kriter olarak alınmıştır. Senaryo 4 için Çizelge 5.15.'de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.26'da verilmiştir.

Çizelge 5.26.'da verilen çözüm sonuçları incelendiğinde deprem tehlikesi düşük ve biyogaz potansiyeli yüksek olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle Diyarbakır, Konya, Şanlıurfa, Ankara ve Kars illeri yer almaktadır. Bu illerden Diyarbakır ili; deprem tehlikesinin düşük (0,14), biyogaz potansiyelinin yüksek (106.501.047), arazi maliyetinin düşük (1,33), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), personel maliyetinin düşük (0,13) ve istihdam sağlama oranının yüksek (9,40) olması nedeniyle 1. sırada yer almaktadır. Çözüm sonuç sıralamalarının genellikle ilk 5 sırasında yer alan Konya, Şanlıurfa, Ankara ve Kars illeri Diyarbakır iline benzer özellikler taşımaktadır. Ancak Konya ve Ankara illerinin sıralamaların ilk 5 sırasında yer alan diğer illere göre bölgesel teşvik oranının çok daha düşük fakat biyogaz potansiyellerinin çok yüksek olması ve arazi maliyetlerinin düşük olması ve bu kriterlerin ağırlıklarının bölgesel teşvik kriterinin ağırlığından daha yüksek olması nedeniyle bu iller ilk sıralarda yer almaktadırlar. Bu nedenle senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.26 incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Kocaeli, Sakarya ve Bolu illerinin çoğunlukla çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili deprem tehlikesinin yüksek (0,60), biyogaz potansiyelinin düşük (2.510.299), arazi maliyetinin yüksek (12,47), bölgesel teşvik oranının düşük (2), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini takip eden Kocaeli, Sakarya ve Bolu illerinin de Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.26. Senaryo 4 büyükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç
karşılaştırması

No	AHS- TOPSIS	AHS- PROMETHEE	AHS- VIKOR	No	AHS- TOPSIS	AHS- PROMETHEE	AHS- VIKOR
1	Konya	Diyarbakır	Diyarbakır	42	Uşak	Osmaniye	Çankırı
2	Diyarbakır	Şanlıurfa	Konya	43	Bitlis	Çanakkale	Antalya
3	Ankara	Gaziantep	Şanlıurfa	44	Kilis	Amasya	Kilis
4	Kars	Erzurum	Kars	45	Siirt	Kırklareli	Malatya
5	İzmir	Kars	Ankara	46	İstanbul	Siirt	Uşak
6	Şanlıurfa	Konya	Ağrı	47	Antalya	Uşak	Balıkesir
7	Gaziantep	Sivas	Sivas	48	Çanakkale	Tekirdağ	Osmaniye
8	Kayseri	Ağrı	Samsun	49	Malatya	Burdur	K.maraş
9	Sivas	Kayseri	Gaziantep	50	Çankırı	Elazığ	Zonguldak
10	Erzurum	Samsun	Yozgat	51	K.maraş	Antalya	Eskişehir
11	Kırşehir	Yozgat	Aksaray	52	Eskişehir	Bitlis	Rize
12	Yozgat	K.maraş	Mardin	53	Şırnak	Nevşehir	Hakkari
13	Ağrı	Ardahan	Kayseri	54	Rize	Çankırı	Bursa
14	Samsun	Aksaray	Kırşehir	55	Karabük	Bingöl	Isparta
15	Aksaray	Aydın	Ardahan	56	Bilecik	Kırıkkale	Bartın
16	Adana	İzmir	Adana	57	Osmaniye	Edirne	Bilecik
17	Mardin	Hatay	Batman	58	Kütahya	Gümüşhane	Kütahya
18	Ardahan	Muş	Niğde	59	Tunceli	Kilis	Karabük
19	Nevşehir	Mardin	Ordu	60	Zonguldak	Muğla	Tunceli
20	Karaman	Adana	Muş	61	Denizli	Karaman	Artvin
21	Ordu	Manisa	Mersin	62	Isparta	Bayburt	Elazığ
22	Mersin	Denizli	Van	63	Hatay	Giresun	Erzurum
23	Niğde	Kırşehir	Nevşehir	64	Tekirdağ	Eskişehir	İzmir
24	Balıkesir	Van	Iğdır	65	Aydın	Erzincan	Muğla
25	Trabzon	Malatya	Kastamonu	66	Burdur	Tunceli	İstanbul
26	Kırklareli	Ordu	Çorum	67	Elazığ	Sinop	Burdur
27	Batman	Balıkesir	Trabzon	68	Bartın	Karabük	Hatay
28	Gümüşhane	Tokat	Karaman	69	Amasya	Isparta	Tekirdağ
29	Kırıkkale	Afyon	Sinop	70	Adıyaman	Sakarya	Amasya
30	Afyon	Trabzon	Tokat	71	Muğla	Düzce	Adıyaman
31	Muş	Adıyaman	Afyon	72	Hakkari	İstanbul	Denizli
32	Edirne	Batman	Giresun	73	Manisa	Zonguldak	Manisa
33	Çorum	Ankara	Kırklareli	74	Artvin	Bolu	Düzce
34	Sinop	Çorum	Bitlis	75	Erzincan	Bilecik	Aydın
35	Iğdır	Mersin	Edirne	76	Bingöl	Rize	Erzincan
36	Van	Bursa	Gümüşhane	77	Düzce	Hakkari	Bingöl
37	Giresun	Iğdır	Siirt	78	Bolu	Kocaeli	Bolu
38	Bayburt	Şırnak	Kırıkkale	79	Sakarya	Bartın	Yalova
39	Kastamonu	Kastamonu	Çanakkale	80	Kocaeli	Artvin	Sakarya
40	Tokat	Kütahya	Şırnak	81	Yalova	Yalova	Kocaeli
41	Bursa	Niğde	Bayburt				

Senaryo 5 Sonuçları:

Senaryo 5’de biyogaz potansiyeli (0,23) ağırlığı azaltılmış ve arazi maliyetinin (0,33) kriter ağırlığı arttırılarak temel kriter olarak alınmıştır. Senaryo 5 için Çizelge 5.15.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.27.’de verilmiştir.

Çizelge 5.27. incelendiğinde arazi maliyeti düşük ve biyogaz potansiyeli yüksek olan illerin sıralamada daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle Diyarbakır, Erzurum, Kars, Konya ve İzmir illeri yer almaktadır. Bu illerden Diyarbakır ili arazi maliyetinin düşük (1,33), biyogaz potansiyelinin yüksek (106.501.047), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), deprem tehlikesinin düşük (0,14), istihdam sağlama oranının yüksek (9,40) ve personel maliyetinin düşük (0,13) olması nedeniyle 1. sırada yer almaktadır. Diyarbakır ilini takip eden Erzurum, Kars, Konya ve İzmir illeri Diyarbakır iline benzer özellikler taşımaktadır. Ancak Konya ve İzmir illerinin ilk 5’de yer alan diğer illere göre bölgesel teşvik oranı çok daha düşük fakat biyogaz potansiyellerinin çok yüksek olması ve arazi maliyetleri düşük olması nedeniyle ilk sıralarda yer almaktadırlar. Bu nedenle senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.27. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Kocaeli, Yalova, Artvin, Bartın ve Sakarya illerinin genellikle çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Kocaeli ili arazi maliyetinin yüksek (15,25), biyogaz potansiyelinin düşük (20.996.422), bölgesel teşvik oranının düşük (1), deprem tehlikesinin yüksek (0,68), istihdam sağlama oranının düşük (2,08) ve personel maliyetinin yüksek (0,63) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Kocaeli ilini takip eden Yalova, Artvin, Bartın ve Sakarya illerinin de Kocaeli ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.27. Senaryo 5 büyükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Konya	Diyarbakır	Diyarbakır	42	Erzincan	Kırıkkale	Burdur
2	Erzurum	Erzurum	Erzurum	43	Kırklareli	Bursa	Manisa
3	İzmir	Kars	Kars	44	Ankara	Nevşehir	Kütahya
4	Diyarbakır	Gaziantep	Konya	45	Kütahya	Kütahya	Bingöl
5	Kars	Ağrı	Şanlıurfa	46	Bingöl	Tunceli	Bursa
6	Ağrı	Ardahan	Ağrı	47	Bayburt	Kilis	Çankırı
7	Kayseri	Yozgat	Balıkesir	48	Tekirdağ	Erzincan	Elazığ
8	Sivas	Sivas	Ardahan	49	Kastamonu	Osmaniye	Nevşehir
9	Aydın	Kayseri	Sivas	50	Tunceli	Tekirdağ	Çanakkale
10	Ardahan	Aydın	Muş	51	Mersin	Gümüşhane	Osmaniye
11	Gaziantep	Hatay	Samsun	52	Burdur	Kırklareli	Uşak
12	Samsun	K.maraş	İzmir	53	Siirt	Çankırı	Gümüşhane
13	Yozgat	Şanlıurfa	Afyon	54	Karabük	Burdur	Kırıkkale
14	Muş	Aksaray	Kayseri	55	Çankırı	Bayburt	Sinop
15	Balıkesir	Muş	Gaziantep	56	Batman	Kastamonu	Kırklareli
16	Aksaray	Samsun	Yozgat	57	Çanakkale	Karaman	Bayburt
17	Kırşehir	Mardin	Aksaray	58	Kilis	Niğde	Giresun
18	Denizli	Konya	Aydın	59	Niğde	Çanakkale	Karaman
19	Trabzon	Kırşehir	Tokat	60	Elazığ	Elazığ	Kilis
20	Afyon	Adıyaman	Mardin	61	Edirne	Karabük	Edirne
21	Şanlıurfa	Denizli	Kırşehir	62	Osmaniye	Ankara	Antalya
22	Hatay	Malatya	Van	63	Eskişehir	Edirne	Tekirdağ
23	Malatya	Trabzon	K.maraş	64	Manisa	Antalya	Tunceli
24	Çorum	Van	Adana	65	Düzce	Giresun	Muğla
25	K.maraş	İzmir	Ankara	66	Bolu	Sinop	Erzincan
26	Tokat	Şırnak	Batman	67	Sinop	Eskişehir	Karabük
27	Bursa	Ordu	Iğdır	68	Isparta	Düzce	Hakkari
28	Van	Iğdır	Kastamonu	69	Giresun	Muğla	Eskişehir
29	Mardin	Tokat	Çorum	70	Antalya	Isparta	Isparta
30	Iğdır	Siirt	Denizli	71	Bilecik	Bolu	Rize
31	Nevşehir	Batman	Ordu	72	Rize	Sakarya	Düzce
32	Adıyaman	Çorum	Şırnak	73	Muğla	Hakkari	Zonguldak
33	Uşak	Bingöl	Bitlis	74	Zonguldak	Rize	Bilecik
34	Adana	Manisa	Malatya	75	Hakkari	Bilecik	Bolu
35	Kırıkkale	Adana	Hatay	76	İstanbul	Zonguldak	İstanbul
36	Ordu	Mersin	Niğde	77	Bartın	İstanbul	Bartın
37	Karaman	Bitlis	Trabzon	78	Sakarya	Bartın	Sakarya
38	Şırnak	Afyon	Amasya	79	Artvin	Kocaeli	Artvin
39	Gümüşhane	Balıkesir	Mersin	80	Yalova	Artvin	Yalova
40	Bitlis	Amasya	Siirt	81	Kocaeli	Yalova	Kocaeli
41	Amasya	Uşak	Adıyaman				

Senaryo 6 Sonuçları:

Senaryo 6'da biyogaz potansiyeli (0,15) ağırlığı azaltılmış, bölgesel teşvik (0,33) ve deprem tehlikesinin (0,23) kriterlerinin ağırlıkları arttırılmıştır. Senaryo 6 için Çizelge 5.15.'de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.28.'de verilmiştir.

Çizelge 5.28.'de verilen çözüm sonuçları incelendiğinde bölgesel teşvik oranı yüksek, deprem tehlikesi düşük ve biyogaz potansiyeli yüksek olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 4 sırasında aynı iller yer almıştır. Bu illerden Diyarbakır ili bölgesel teşvik oranının yüksek (9), deprem tehlikesinin düşük (0,14), biyogaz potansiyelinin yüksek (106.501.047), arazi maliyetinin düşük (1,33), personel maliyetinin düşük (0,13) ve istihdam sağlama oranının yüksek (9,40) olması nedeniyle 1. sırada yer almaktadır. Diyarbakır ilini ilk 4'te Şanlıurfa, Kars ve Ağrı illeri takip etmektedir. Bu illerin de Diyarbakır ili ile benzer özelliklere sahip olması nedeniyle bu senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.28. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Kocaeli, Bolu ve Muğla illerinin çoğunlukla çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili bölgesel teşvik oranı düşük (2), deprem tehlikesi yüksek (0,60), biyogaz potansiyeli düşük (2.510.299), arazi maliyetinin yüksek (12,47), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini Kocaeli, Bolu ve Muğla illeri takip etmektedir. Bu illerinde Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.28. Senaryo 6 büyükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Diyarbakır	Diyarbakır	Diyarbakır	42	Kırıkkale	Bayburt	Elazığ
2	Şanlıurfa	Şanlıurfa	Şanlıurfa	43	Trabzon	Mersin	Kütahya
3	Kars	Kars	Kars	44	Çorum	Amasya	Gaziantep
4	Ağrı	Ağrı	Ağrı	45	Çankırı	Aydın	Amasya
5	Konya	Mardin	Ardahan	46	Osmaniye	Elazığ	Artvin
6	Ardahan	Muş	Muş	47	Kastamonu	Hakkari	Mersin
7	Erzurum	Ardahan	Mardin	48	Adana	Sinop	Samsun
8	Mardin	K.maraş	Batman	49	Malatya	Tunceli	Karaman
9	Muş	Van	Van	50	Tunceli	Adana	Trabzon
10	Batman	Erzurum	Iğdır	51	Hatay	Trabzon	Bingöl
11	Van	Batman	Bitlis	52	Adıyaman	Denizli	Balıkesir
12	Iğdır	Yozgat	Yozgat	53	Uşak	İzmir	Uşak
13	Yozgat	Aksaray	Siirt	54	Kütahya	Nevşehir	Düzce
14	Bitlis	Şırnak	Şırnak	55	Kırklareli	Kırıkkale	Bilecik
15	Sivas	Siirt	Aksaray	56	Rize	Burdur	Zonguldak
16	Aksaray	Iğdır	Niğde	57	Amasya	Uşak	Karabük
17	Gaziantep	Adıyaman	Ordu	58	Karabük	Erzincan	Burdur
18	Siirt	Sivas	Hakkari	59	Elazığ	Çanakkale	Manisa
19	Şırnak	Ordu	K.maraş	60	Bursa	Ankara	Erzincan
20	İzmir	Tokat	Tokat	61	Edirne	Tekirdağ	Konya
21	Kırşehir	Hatay	Sinop	62	Bilecik	Düzce	Adana
22	Ankara	Gaziantep	Giresun	63	Burdur	Bursa	Kayseri
23	Ordu	Bitlis	Erzurum	64	Aydın	Kırklareli	Kırklareli
24	Samsun	Osmaniye	Gümüşhane	65	Bartın	Karaman	Edirne
25	Niğde	Bingöl	Çankırı	66	Zonguldak	Rize	Çanakkale
26	Nevşehir	Niğde	Osmaniye	67	Çanakkale	Karabük	Isparta
27	İstanbul	Malatya	Bayburt	68	Erzincan	Edirne	Denizli
28	Gümüşhane	Samsun	Kilis	69	Denizli	Antalya	Tekirdağ
29	Tokat	Afyon	Kırşehir	70	Manisa	Bartın	Ankara
30	Kayseri	Kırşehir	Sivas	71	Tekirdağ	Zonguldak	Aydın
31	Hakkari	Çankırı	Nevşehir	72	Antalya	Bilecik	İzmir
32	K.maraş	Manisa	Tunceli	73	Eskişehir	Artvin	Antalya
33	Bayburt	Kilis	Adıyaman	74	Düzce	Muğla	Bursa
34	Sinop	Çorum	Kırıkkale	75	Artvin	Sakarya	İstanbul
35	Balıkesir	Konya	Çorum	76	Isparta	Isparta	Bolu
36	Afyon	Balıkesir	Afyon	77	Muğla	Eskişehir	Sakarya
37	Mersin	Kayseri	Kastamonu	78	Bolu	Bolu	Eskişehir
38	Kilis	Giresun	Malatya	79	Sakarya	İstanbul	Muğla
39	Karaman	Kütahya	Rize	80	Kocaeli	Kocaeli	Yalova
40	Giresun	Gümüşhane	Hatay	81	Yalova	Yalova	Kocaeli
41	Bingöl	Kastamonu	Bartın				

Büyükbaş hayvan gübresi kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi için Çizelge 5.22., Çizelge 5.23., Çizelge 5.24. ve Çizelge 5.25., Çizelge 5.26, Çizelge 5.27, Çizelge 5.28’de elde edilen çözüm sonuçları incelendiğinde, bölgesel teşvik kriterinin ağırlığının artması durumunda destek oranının daha yüksek olduğu Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri’ndeki illerin sonuç sıralamalarında daha öncelikli konumlara geçtiği, enerji tüketimi kriterinin ağırlığının artması durumunda ise enerji tüketimi yüksek olan büyükşehirlerin sonuç sıralamalarında daha öncelikli konumlara geçtiği görülmektedir. Ayrıca deprem tehlikesi kriterinin ağırlığının artması durumunda deprem tehlikesinin daha düşük olduğu illerin sonuç sıralamalarında daha öncelikli konuma geçtiği ve arazi maliyeti kriterinin ağırlığının artması durumunda ise arazi maliyetinin daha düşük olduğu şehirlerin sonuç sıralamalarında daha öncelikli konuma geçtiği de görülmektedir. Biyogaz üretim potansiyeli kriter ağırlığının ilk 3 senaryoda ana kriter olarak kabul edilmesi ve diğer 3 senaryoda da yüksek ağırlıktaki kriterler arasında yer alması nedeniyle sıralamalarda, temelde biyogaz üretim potansiyeli yüksek olan iller öncelikli konumdadır.

Öncelik sıralamasında genellikle son sıralarda yer alan Yalova, Artvin, Kocaeli ve Bartın illeri biyogaz üretim potansiyellerinin diğer illere göre görece daha düşüktür. Ayrıca bu illerden, Yalova ilinin deprem tehlikesinin yüksek, arazi maliyetinin yüksek, personel maliyetinin görece yüksek ve enerji tüketiminin düşük olması, Artvin ilinin personel maliyetinin görece yüksek, arazi maliyetinin yüksek ve enerji tüketiminin düşük olması, Kocaeli ilinin deprem tehlikesinin yüksek, personel maliyetinin yüksek ve arazi maliyetinin yüksek olması ve Bartın ilinin de personel maliyetinin yüksek ve arazi maliyetinin yüksek olması gibi nedenlerden dolayı sıralamada son sıralarda yer almasında etkili olduğu düşünülmektedir.

5.2.6. Küçükbaş Hayvan Gübresi Kaynaklı Biyogaz Tesisi Yer Seçimi

Bu aşamada Türkiye’de küçükbaş hayvan gübresi kaynaklı biyogaz santralleri için uygun illerin sıralanması amacıyla TOPSIS, PROMETHEE ve VIKOR yöntemleri

ile çözüm yapılmıştır. Problemin çözümünde üç yöntem için de Bölüm 5.2.4.'de AHS yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıkları kullanılmıştır.

5.2.6.1. TOPSIS Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması

1. Adım: Karar matrisi (A) oluşturulması: Küçükbaş hayvan gübresi kaynaklı biyogaz tesisi yer seçimi için karar matrisi Eşitlik 3.11'de verilen matris yapısı dikkate alınarak, 8 kriter ve 81 alternatif için oluşturulmuştur. Oluşturulan karar matrisi EK 8'de gösterilmektedir.

2. Adım: Normalize karar matrisinin (R) oluşturulması: Normalize karar matrisi oluşturulmasında EK 8'e Eşitlik 3.12'de verilen formül uygulanarak EK 9'da verilen matris elde edilmiştir.

3. Adım: Ağırlıklı normalize karar matrisi (V) oluşturulması: Ağırlıklı normalize karar matrisinin oluşturulmasında Çizelge 5.13.'de AHS yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları dikkate alınmıştır. EK 10'da verilen ağırlıklı normalize karar matrisi EK 9 üzerinden Eşitlik 3.14 ve Çizelge 5.13.'de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilmiştir.

4. Adım: İdeal M^+ ve negatif ideal M^- çözümün belirlenmesi: İdeal M^+ değerlerinin belirlenmesi için EK 10'daki verilere Eşitlik 3.16'da verilen formül ve negatif ideal M^- çözümünün belirlenmesi için de EK 10'daki verilere Eşitlik 3.17'de verilen formül uygulanarak Çizelge 5.29.'daki veriler elde edilmiştir.

Çizelge 5.29. Küçükbaş hayvan gübresi ideal M^+ ve negatif ideal M^- çözüm

	BP	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
M^+	0,124	0,006	0,000	0,001	0,011	0,020	0,011	0,038
M^-	0,000	0,051	0,006	0,069	0,002	0,002	0,001	0,000

5. Adım: Maksimum ideal noktaya göreli yakınlığın (S_i^+) hesaplanması: Maksimum ideal noktaya göreli yakınlığın (S_i^+) hesaplanması: Maksimum ideal noktaya göreli yakınlığın hesaplanması aşamasında EK 10 ve Çizelge 5.29.'daki verilere Eşitlik 3.18'de verilen formül uygulanarak EK 11'de S_i^+ sütununda verilen değerler elde edilmiştir.

6. Adım: Minimum ideal noktaya göreli yakınlığın (S_i^-) hesaplanması: Minimum ideal noktaya göreli yakınlığın hesaplanması aşamasında EK 10 ve Çizelge 5.29.'daki verilere Eşitlik 3.19'da verilen formül uygulanarak EK 11'de S_i^- sütununda verilen değerler elde edilmiştir.

7. Adım: İdeal noktaya göreli yakınlığın (C_i) hesaplanması: İdeal noktaya göreli yakınlığın hesaplanması aşamasında EK 11'de C_i sütunundaki değerler, EK 11'deki S_i^+ ve S_i^- sütunundaki verilere Eşitlik 3.20'de verilen formül uygulanarak elde edilmiştir. C_i değerlerinin büyükten küçüğe sıralanması ile elde edilen alternatiflerin sıralaması Çizelge 5.30.'da verilmiştir.

Çizelge 5.30. Küçükbaş hayvan gübresi kaynaklı tesis yer seçimi için TOPSIS sonuçları

No	İl	C _i	No	İl	C _i	No	İl	C _i
1	Van	0,773	28	Manisa	0,426	55	Erzincan	0,365
2	Konya	0,749	29	Kars	0,422	56	Çorum	0,363
3	Şanlıurfa	0,736	30	Yozgat	0,419	57	Tokat	0,363
4	Diyarbakır	0,686	31	Denizli	0,412	58	Isparta	0,362
5	Ankara	0,601	32	Niğde	0,411	59	Bayburt	0,359
6	Mersin	0,579	33	Çanakkale	0,411	60	Tekirdağ	0,357
7	Ağrı	0,566	34	Kırşehir	0,408	61	Burdur	0,356
8	Siirt	0,549	35	Elazığ	0,397	62	Aydın	0,353
9	Şırnak	0,519	36	Kırklareli	0,394	63	Osmaniye	0,351
10	Mardin	0,511	37	Nevşehir	0,392	64	Karabük	0,350
11	Antalya	0,511	38	Bursa	0,390	65	Sinop	0,347
12	Iğdır	0,498	39	Tunceli	0,388	66	Çankırı	0,345
13	Muş	0,492	40	Trabzon	0,387	67	Giresun	0,340
14	Balıkesir	0,490	41	Uşak	0,387	68	Amasya	0,334
15	Batman	0,468	42	Hatay	0,382	69	Bilecik	0,334
16	İzmir	0,455	43	Malatya	0,379	70	Kastamonu	0,329
17	Adana	0,455	44	Kırıkkale	0,379	71	Rize	0,326
18	Karaman	0,455	45	Kilis	0,378	72	İstanbul	0,324
19	Gaziantep	0,454	46	Kütahya	0,377	73	Muğla	0,301
20	Afyon	0,452	47	Samsun	0,376	74	Düzce	0,301
21	Kayseri	0,450	48	Ardahan	0,374	75	Zonguldak	0,300
22	Aksaray	0,449	49	Hakkari	0,373	76	Bolu	0,294
23	Kahramanmaraş	0,447	50	Edirne	0,372	77	Bartın	0,277
24	Erzurum	0,436	51	Ordu	0,372	78	Artvin	0,241
25	Sivas	0,436	52	Bingöl	0,371	79	Sakarya	0,191
26	Bitlis	0,432	53	Gümüşhane	0,367	80	Yalova	0,096
27	Eskişehir	0,426	54	Adıyaman	0,367	81	Kocaeli	0,077

5.2.6.2. PROMETHEE Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması

Çizelge 5.4.'te verilen illere göre küçükbaş hayvan gübrelerinden elde dılebılecek biyogaz miktarı, Çizelge 5.18.'de verilen PROMETHEE parametreleri, Çizelge 5.13.'de verilen kriter ağırlıkları ve Çizelge 5.10.'da verilen illerin kriterlere göre aldıkları değerler VISUAL PROMETHEE programına girilerek elde edilen küçükbaş hayvan gübresi kaynaklı kurulabilecek biyogaz santralları için illerin öncelik sıralaması PROMETHEE sonuçları Çizelge 5.31.'de verilmiştir.



Çizelge 5.31. Küçükbaş gübresi PROMETHEE sonucu

No	Sıralama	Φ	Φ^+	Φ^-
1	Diyarbakır	0,565	0,616	0,051
2	Şanlıurfa	0,483	0,596	0,113
3	Siirt	0,467	0,562	0,096
4	Mardin	0,453	0,561	0,108
5	Şırnak	0,437	0,547	0,111
6	Mersin	0,412	0,543	0,130
7	Van	0,402	0,532	0,130
8	Kahramanmaraş	0,357	0,509	0,152
9	Ağrı	0,353	0,512	0,159
10	Batman	0,346	0,510	0,164
11	Konya	0,319	0,485	0,166
12	Muş	0,289	0,475	0,185
13	Iğdır	0,281	0,462	0,181
14	Gaziantep	0,257	0,470	0,213
15	Erzurum	0,217	0,454	0,237
16	Adana	0,204	0,446	0,242
17	Aksaray	0,203	0,422	0,219
18	İzmir	0,192	0,444	0,252
19	Antalya	0,180	0,451	0,271
20	Hatay	0,176	0,424	0,248
21	Balıkesir	0,172	0,430	0,258
22	Denizli	0,168	0,414	0,246
23	Bitlis	0,159	0,409	0,250
24	Kayseri	0,154	0,422	0,268
25	Sivas	0,146	0,409	0,264
26	Manisa	0,138	0,421	0,283
27	Ankara	0,137	0,435	0,298
28	Karaman	0,136	0,400	0,265
29	Afyon	0,125	0,395	0,270
30	Adıyaman	0,103	0,386	0,283
31	Kars	0,100	0,389	0,289
32	Yozgat	0,091	0,391	0,299
33	Çanakkale	0,081	0,373	0,293
34	Bingöl	0,072	0,369	0,297
35	Elazığ	0,057	0,362	0,304
36	Tunceli	0,036	0,345	0,308
37	Niğde	0,024	0,349	0,325
38	Bursa	0,013	0,337	0,324
39	Hakkari	0,010	0,365	0,355
40	Osmaniye	0,005	0,340	0,335
41	Malatya	-0,002	0,319	0,321
42	Eskişehir	-0,002	0,337	0,339
43	Kilis	-0,002	0,327	0,330
44	Erzincan	-0,018	0,323	0,341
45	Kütahya	-0,024	0,313	0,337
46	Uşak	-0,036	0,305	0,341
47	Aydın	-0,039	0,318	0,357
48	Trabzon	-0,045	0,319	0,364
49	Tokat	-0,047	0,305	0,353
50	Kırklareli	-0,049	0,297	0,347
51	Kırşehir	-0,052	0,306	0,358
52	Samsun	-0,062	0,290	0,352
53	Burdur	-0,071	0,299	0,370
54	Ordu	-0,084	0,281	0,366
55	Tekirdağ	-0,100	0,274	0,374
56	Isparta	-0,125	0,281	0,406
57	Nevşehir	-0,125	0,268	0,392
58	Kırıkkale	-0,132	0,258	0,390
59	Çorum	-0,144	0,249	0,393
60	Edirne	-0,157	0,253	0,410
61	Amasya	-0,182	0,235	0,417
62	Ardahan	-0,185	0,251	0,435
63	Muğla	-0,197	0,261	0,458
64	Çankırı	-0,244	0,202	0,446
65	Gümüşhane	-0,258	0,199	0,457
66	Bilecik	-0,264	0,210	0,474
67	Sinop	-0,268	0,204	0,472
68	Giresun	-0,271	0,208	0,479
69	Bayburt	-0,280	0,187	0,467
70	Karabük	-0,305	0,171	0,476
71	İstanbul	-0,326	0,206	0,532
72	Kastamonu	-0,368	0,151	0,519
73	Rize	-0,393	0,143	0,536
74	Düzce	-0,395	0,138	0,533
75	Artvin	-0,398	0,159	0,556
76	Bolu	-0,428	0,133	0,561
77	Zonguldak	-0,433	0,138	0,571
78	Sakarya	-0,475	0,132	0,607
79	Kocaeli	-0,479	0,137	0,616
80	Bartın	-0,500	0,103	0,603
81	Yalova	-0,556	0,090	0,646

5.2.6.3. VIKOR Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması

1. Adım: Karar matrisi (A) oluşturulması: TOPSIS yöntemi için oluşturulan EK 8'deki karar matrisi VIKOR yöntemi için de kullanılmıştır.

2. Adım: Kriterler için en iyi değerler (f_j^*) ve en kötü değerler (f_j^-) belirlenmesi: Kriterler için Eşitlik 5.33 ve Eşitlik 5.34 dikkate alınarak belirlenen f_j^* ve f_j^- değerleri Çizelge 5.32.'de verilmiştir.

Çizelge 5.32. Kriterler için f_j^* ve f_j^- değerleri

	TGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
f_j^*	18.236.315,90	0,09	0,02	0,21	19,20	9,00	13,80	3.323.993,02
f_j^-	43.359,30	0,68	0,88	15,25	3,90	1,00	1,08	7.854,94

3. Adım: S_i ve R_i değerlerinin hesaplanması: Eşitlik 5.35 kullanılarak hesaplanan S_i ve Eşitlik 5.36 kullanılarak hesaplanan R_i değerleri EK 12'de verilmiştir. Kriter ağırlıkları için Çizelge 13.'de AHS ile elde edilen w_i değerleri kullanılmıştır.

4. Adım: Her bir alternatif için Q_i değerinin hesaplanması: Her bir alternatif için Q_i değeri Eşitlik 5.37 kullanılarak hesaplanmış ve EK 12'de Q_i sütununda verilmiştir. Bu adımda Q_i 'nin elde edilmesi aşamasında $v=0,2$, $v=0,4$, $v=0,5$ ve $v=0,6$ için çözüm yapılmıştır.

5. Adım: S_i , R_i ve Q_i değerlerinin sıralanması: S_i , R_i ve Q_i değerlerinin küçükten büyüğe sıralaması Çizelge 5.33.'de verilmiştir. Uygulamada genellikle $v=0,5$ kullanılıyor olması nedeniyle sonuçların değerlendirilmesinde $v=0,5$ sonuçları dikkate alınmıştır.

Çizelge 5.33. Küçükbaş gübresi kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi VIKOR sonuçları

No	Sıralama	S_i	Sıralama	R_i	Sıralama	$v=0,5$
1	Şanlıurfa	0,169	Şanlıurfa	0,062	Şanlıurfa	0
2	Van	0,208	Van	0,071	Van	0,043
3	Diyarbakır	0,210	Konya	0,097	Diyarbakır	0,101
4	Konya	0,298	Diyarbakır	0,101	Konya	0,151
5	Mardin	0,306	Ankara	0,133	Mersin	0,297
6	Siirt	0,338	Mersin	0,159	Ankara	0,302
7	Mersin	0,341	Ağrı	0,165	Siirt	0,323
8	Batman	0,354	Siirt	0,174	Ağrı	0,328
9	Ağrı	0,370	Antalya	0,175	Mardin	0,366
10	Şırnak	0,381	Balıkesir	0,182	Şırnak	0,378
11	Iğdır	0,40	Şırnak	0,188	Iğdır	0,417
12	Ankara	0,422	Muş	0,200	Antalya	0,420
13	Muş	0,426	Iğdır	0,202	Muş	0,431
14	Gaziantep	0,444	Mardin	0,208	Batman	0,434
15	Aksaray	0,445	Afyon	0,211	Balıkesir	0,449
16	Bitlis	0,449	Manisa	0,212	Adana	0,502
17	Adana	0,451	İzmir	0,213	Afyon	0,513
18	Karaman	0,452	K.maraş	0,225	K.maraş	0,515
19	Kars	0,470	Batman	0,228	Aksaray	0,528
20	Yozgat	0,471	Adana	0,229	Karaman	0,537
21	Niğde	0,473	Eskişehir	0,230	İzmir	0,538
22	K.maraş	0,480	Erzurum	0,237	Bitlis	0,539
23	Antalya	0,481	Çanakkale	0,241	Gaziantep	0,540
24	Kırşehir	0,484	Denizli	0,242	Manisa	0,545
25	Sivas	0,485	Elazığ	0,243	Niğde	0,572
26	Kilis	0,492	Aksaray	0,245	Hakkari	0,573
27	Balıkesir	0,504	Hakkari	0,246	Kayseri	0,578
28	Nevşehir	0,507	Karaman	0,247	Sivas	0,579
29	Ordu	0,507	Kayseri	0,249	Eskişehir	0,588
30	Hakkari	0,508	Bitlis	0,249	Çanakkale	0,594
31	Kayseri	0,508	Gaziantep	0,252	Erzurum	0,595
32	Afyon	0,516	Sivas	0,258	Kars	0,597
33	Sinop	0,533	Niğde	0,258	Elazığ	0,599
34	Osmaniye	0,533	Bursa	0,264	Yozgat	0,616
35	Kırıkkale	0,534	Bingöl	0,266	Denizli	0,627
36	Trabzon	0,537	Isparta	0,268	Kırşehir	0,648
37	Giresun	0,542	Kütahya	0,269	Bursa	0,669
38	Ardahan	0,545	Kars	0,273	Kilis	0,670
39	Samsun	0,546	Erzincan	0,275	Kütahya	0,670
40	Kırklareli	0,547	Burdur	0,278	Hatay	0,670
41	Tunceli	0,549	Muğla	0,280	Tunceli	0,670

Çizelge 5.33. (devam) Küçükbaş gübresi kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi VIKOR sonuçları

No	Sıralama	S _i	Sıralama	R _i	Sıralama	v=0,5
42	İzmir	0,549	Hatay	0,280	Kırklareli	0,671
43	Gümüşhane	0,550	Tokat	0,281	Tokat	0,674
44	Çanakkale	0,554	Yozgat	0,282	Bingöl	0,68
45	Elazığ	0,557	Tunceli	0,284	Uşak	0,68
46	Hatay	0,558	Kırklareli	0,285	İsparta	0,682
47	Uşak	0,560	Uşak	0,285	Edirne	0,686
48	Tokat	0,562	Edirne	0,286	Malatya	0,687
49	Manisa	0,562	Adıyaman	0,287	Adıyaman	0,688
50	Malatya	0,563	Aydın	0,287	Osmaniye	0,693
51	Edirne	0,564	Malatya	0,287	Nevşehir	0,694
52	Adıyaman	0,566	Tekirdağ	0,292	Ordu	0,697
53	Erzurum	0,568	Kırşehir	0,295	Samsun	0,701
54	Çorum	0,573	Çorum	0,300	Burdur	0,702
55	Eskişehir	0,576	Samsun	0,301	Trabzon	0,710
56	Bayburt	0,580	Osmaniye	0,302	Kırıkkale	0,715
57	Çankırı	0,586	Amasya	0,303	Çorum	0,718
58	Rize	0,587	Kilis	0,303	Sinop	0,720
59	Kütahya	0,588	Trabzon	0,309	Giresun	0,727
60	Bilecik	0,595	Bilecik	0,310	Erzincan	0,733
61	Denizli	0,600	Nevşehir	0,311	Ardahan	0,736
62	Bursa	0,601	İstanbul	0,312	Muğla	0,745
63	Karabük	0,607	Ordu	0,313	Tekirdağ	0,747
64	İsparta	0,609	Kırıkkale	0,313	Gümüşhane	0,749
65	Burdur	0,611	Artvin	0,313	Bilecik	0,751
66	Bingöl	0,613	Çankırı	0,313	Çankırı	0,751
67	Kastamonu	0,617	Bolu	0,314	Amasya	0,764
68	Zonguldak	0,622	Sinop	0,316	Aydın	0,765
69	Bartın	0,631	Giresun	0,316	Bayburt	0,766
70	Amasya	0,633	Kocaeli	0,317	Rize	0,775
71	Tekirdağ	0,640	Kastamonu	0,318	Kastamonu	0,781
72	Artvin	0,650	Ardahan	0,320	Karabük	0,789
73	İstanbul	0,661	Sakarya	0,321	Artvin	0,794
74	Erzincan	0,665	Bayburt	0,323	Zonguldak	0,797
75	Muğla	0,671	Gümüşhane	0,325	İstanbul	0,800
76	Aydın	0,682	Zonguldak	0,325	Bartın	0,810
77	Düzce	0,707	Yalova	0,326	Düzce	0,860
78	Bolu	0,783	Rize	0,326	Bolu	0,885
79	Sakarya	0,823	Karabük	0,326	Sakarya	0,925
80	Yalova	0,863	Düzce	0,328	Yalova	0,961
81	Kocaeli	0,914	Bartın	0,329	Kocaeli	0,978

6. Adım: Koşulların değerlendirilmesi ve uzlaşık çözümün belirlenmesi:

Koşul 1 (C1): Eşitlik 5.38 ve Eşitlik 5.39'da verilen formülleri kullanılarak test edilmiştir. $0,043 - 0,000 = 0,043 \geq 0,0123$ olarak bulunduğu için C1 koşulu sağlanmıştır.

Koşul 2 (C2): En iyi değere sahip olan Şanlıurfa ili S_i ve R_i sıralamasında da en iyi durumda olduğu için C2 koşulu sağlanmıştır.

Koşulların sağlanmış olması nedeniyle Çizelge 5.33.'de verilen çözüm uzlaşık çözüm olarak kabul edilmiştir.

5.2.6.3. Sonuçların Karşılaştırılması

Ana çözümde en yüksek ağırlıklı 3 kriter olarak biyogaz potansiyeli (0,33), deprem tehlikesi (0,23) ve arazi maliyeti (0,16) kriterleri alınmıştır. Ana çözüm için Çizelge 5.13.'de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.34.'de verilmiştir.

Çizelge 5.34.'de verilen çözüm sonuçları incelendiğinde biyogaz potansiyeli yüksek, deprem tehlikesi ve arazi maliyeti düşük olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlarda yer aldığı görülmektedir. Ana çözümde AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle Van, Şanlıurfa, Diyarbakır ve Konya illeri bulunmaktadır. Bu illerden Van ili biyogaz potansiyelinin yüksek (18.236.316), deprem tehlikesinin düşük (0,27), arazi maliyetinin düşük (2,03), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), istihdam sağlama oranının görece yüksek (5,48) ve personel maliyetinin düşük (0,13) olması nedeniyle 1. sırada yer almaktadır. Sıralamalarda ilk sıralarda yer alan Şanlıurfa, Diyarbakır ve Konya illerinin de Van ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.34. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Kocaeli, Yalova, Sakarya ve Bartın illerinin genellikle çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Kocaeli ili biyogaz potansiyelinin düşük (678.943), deprem tehlikesinin yüksek (0,68), arazi maliyetinin yüksek (15,25), bölgesel teşvik oranının düşük (1), istihdam sağlama oranının düşük (2,08) ve personel maliyetinin yüksek (0,63) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Kocaeli ilini takip eden Yalova, Sakarya ve Bartın illerinin de Kocaeli ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.



Çizelge 5.34. Küçükbaş gübresi TOPSIS-PROMETHEE-VIKOR sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS- VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS- VIKOR
1	Van	Diyarbakır	Şanlıurfa	42	Hatay	Eskişehir	Kırklareli
2	Konya	Şanlıurfa	Van	43	Malatya	Kilis	Tokat
3	Şanlıurfa	Siirt	Diyarbakır	44	Kırıkkale	Erzincan	Bingöl
4	Diyarbakır	Mardin	Konya	45	Kilis	Kütahya	Uşak
5	Ankara	Şırnak	Mersin	46	Kütahya	Uşak	Isparta
6	Mersin	Mersin	Ankara	47	Samsun	Aydın	Edirne
7	Ağrı	Van	Siirt	48	Ardahan	Trabzon	Malatya
8	Siirt	K.maraş	Ağrı	49	Hakkari	Tokat	Adıyaman
9	Şırnak	Ağrı	Mardin	50	Edirne	Kırklareli	Osmaniye
10	Mardin	Batman	Şırnak	51	Ordu	Kırşehir	Nevşehir
11	Antalya	Konya	Iğdır	52	Bingöl	Samsun	Ordu
12	Iğdır	Muş	Antalya	53	Gümüşhane	Burdur	Samsun
13	Muş	Iğdır	Muş	54	Adıyaman	Ordu	Burdur
14	Balıkesir	Gaziantep	Batman	55	Erzincan	Tekirdağ	Trabzon
15	Batman	Erzurum	Balıkesir	56	Çorum	Isparta	Kırıkkale
16	İzmir	Adana	Adana	57	Tokat	Nevşehir	Çorum
17	Adana	Aksaray	Afyon	58	Isparta	Kırıkkale	Sinop
18	Karaman	İzmir	K.maraş	59	Bayburt	Çorum	Giresun
19	Gaziantep	Antalya	Aksaray	60	Tekirdağ	Edirne	Erzincan
20	Afyon	Hatay	Karaman	61	Burdur	Amasya	Ardahan
21	Kayseri	Balıkesir	İzmir	62	Aydın	Ardahan	Muğla
22	Aksaray	Denizli	Bitlis	63	Osmaniye	Muğla	Tekirdağ
23	K.maraş	Bitlis	Gaziantep	64	Karabük	Çankırı	Gümüşhane
24	Erzurum	Kayseri	Manisa	65	Sinop	Gümüşhane	Bilecik
25	Sivas	Sivas	Niğde	66	Çankırı	Bilecik	Çankırı
26	Bitlis	Manisa	Hakkari	67	Giresun	Sinop	Amasya
27	Eskişehir	Ankara	Kayseri	68	Amasya	Giresun	Aydın
28	Manisa	Karaman	Sivas	69	Bilecik	Bayburt	Bayburt
29	Kars	Afyon	Eskişehir	70	Kastamonu	Karabük	Rize
30	Yozgat	Adıyaman	Çanakkale	71	Rize	İstanbul	Kastamonu
31	Denizli	Kars	Erzurum	72	İstanbul	Kastamonu	Karabük
32	Niğde	Yozgat	Kars	73	Muğla	Rize	Artvin
33	Çanakkale	Çanakkale	Elazığ	74	Düzce	Düzce	Zonguldak
34	Kırşehir	Bingöl	Yozgat	75	Zonguldak	Artvin	İstanbul
35	Elazığ	Elazığ	Denizli	76	Bolu	Bolu	Bartın
36	Kırklareli	Tunceli	Kırşehir	77	Bartın	Zonguldak	Düzce
37	Nevşehir	Niğde	Bursa	78	Artvin	Sakarya	Bolu
38	Bursa	Bursa	Kilis	79	Sakarya	Kocaeli	Sakarya
39	Tunceli	Hakkari	Kütahya	80	Yalova	Bartın	Yalova
40	Trabzon	Osmaniye	Hatay	81	Kocaeli	Yalova	Kocaeli
41	Uşak	Malatya	Tunceli				

Senaryo 1 Sonuçları:

Senaryo 1’de biyogaz potansiyeli (0,31) temel kriter olarak kabul edilmiş ve arazi maliyetinin (0,25) ağırlığı arttırılmıştır. Senaryo 1 için Çizelge 5.15.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.35.’de verilmiştir.

Çizelge 5.35.’de verilen çözüm sonuçları incelendiğinde biyogaz potansiyeli yüksek ve arazi maliyeti düşük olan illerin sıralamada daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle Van, Diyarbakır, Şanlıurfa, Konya ve Ağrı illeri bulunmaktadır. Bu illerden Van ili; biyogaz potansiyelinin yüksek (18.236.316), arazi maliyetinin düşük (2,03), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), deprem tehlikesinin düşük (0,27), personel maliyetinin düşük (0,13) ve istihdam sağlama oranının görece yüksek (5,48) olması nedeniyle 1. sırada yer almaktadır. Van ilini takip eden Diyarbakır, Şanlıurfa, Konya ve Ağrı illerinin de Van ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.35. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Kocaeli, Yalova, Sakarya, Bartın ve Artvin çoğunlukla çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Kocaeli ili biyogaz potansiyelinin düşük (678.943), arazi maliyetinin yüksek (15,25), bölgesel teşvik oranının düşük (1), deprem tehlikesinin yüksek (0,68), personel maliyetinin yüksek (0,63) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Kocaeli ilini takip eden Yalova, Sakarya, Bartın ve Artvin illerinin de Kocaeli ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.35. Senaryo 1 küçükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Van	Diyarbakır	Van	42	Adıyaman	Çanakkale	Tokat
2	Konya	Siirt	Şanlıurfa	43	Elazığ	Osmaniye	Malatya
3	Şanlıurfa	Şırnak	Diyarbakır	44	Ardahan	Ankara	Kilis
4	Diyarbakır	Mardin	Ağrı	45	Kütahya	Uşak	Bursa
5	Ağrı	Ağrı	Konya	46	Aydın	Hakkari	Uşak
6	Mersin	Van	Siirt	47	Nevşehir	Aydın	Erzincan
7	Siirt	Şanlıurfa	Mersin	48	Kırklareli	Ardahan	Burdur
8	Şırnak	K.maraş	Şırnak	49	Kırıkkale	Tokat	Osmaniye
9	Ankara	Mersin	Mardin	50	Niğde	Bursa	Ardahan
10	Mardin	Muş	Iğdır	51	Samsun	Ordu	Kırklareli
11	Iğdır	Batman	Muş	52	Kilis	Samsun	Isparta
12	Muş	Erzurum	Batman	53	Tekirdağ	Nevşehir	Ordu
13	Erzurum	Iğdır	Ankara	54	Gümüşhane	Kırklareli	Nevşehir
14	İzmir	Konya	Balıkesir	55	Çorum	Kırıkkale	Samsun
15	Gaziantep	Gaziantep	Antalya	56	Burdur	Eskişehir	Çorum
16	Balıkesir	Aksaray	K.maraş	57	Ordu	Tekirdağ	Trabzon
17	Antalya	Bitlis	Afyon	58	Tokat	Çorum	Edirne
18	K.maraş	Kars	Bitlis	59	Bayburt	Burdur	Kırıkkale
19	Kayseri	Hatay	Aksaray	60	Karabük	Gümüşhane	Sinop
20	Batman	Sivas	Manisa	61	Osmaniye	Amasya	Aydın
21	Karaman	Kayseri	İzmir	62	Amasya	Bayburt	Çankırı
22	Aksaray	Yozgat	Adana	63	Edirne	Çankırı	Tekirdağ
23	Bitlis	Bingöl	Erzurum	64	Çankırı	Isparta	Amasya
24	Sivas	Adıyaman	Gaziantep	65	Isparta	Edirne	Giresun
25	Afyon	Denizli	Karaman	66	Hakkari	Karabük	Gümüşhane
26	Kars	Karaman	Hakkari	67	Kastamonu	Sinop	Bayburt
27	Denizli	Tunceli	Kars	68	Düzce	Giresun	Bilecik
28	Adana	Afyon	Sivas	69	Sinop	Bilecik	Muğla
29	Yozgat	İzmir	Niğde	70	Bolu	Muğla	Kastamonu
30	Manisa	Adana	Elazığ	71	Bilecik	Kastamonu	Karabük
31	Hatay	Balıkesir	Kayseri	72	Giresun	Düzce	Rize
32	Bingöl	Manisa	Bingöl	73	Rize	Rize	İstanbul
33	Tunceli	Malatya	Eskişehir	74	İstanbul	Bolu	Zonguldak
34	Eskişehir	Erzincan	Çanakkale	75	Muğla	İstanbul	Düzce
35	Kırşehir	Antalya	Denizli	76	Zonguldak	Artvin	Bartın
36	Erzincan	Elazığ	Yozgat	77	Bartın	Zonguldak	Artvin
37	Bursa	Kilis	Tunceli	78	Sakarya	Sakarya	Bolu
38	Çanakkale	Niğde	Hatay	79	Artvin	Bartın	Sakarya
39	Malatya	Trabzon	Kütahya	80	Yalova	Kocaeli	Yalova
40	Trabzon	Kırşehir	Adıyaman	81	Kocaeli	Yalova	Kocaeli
41	Uşak	Kütahya	Kırşehir				

Senaryo 2 Sonuçları:

Senaryo 2’de biyogaz potansiyeli (0,32) temel kriter olarak kabul edilmiş ve bölgesel teşvik kriterinin (0,23) ağırlığı arttırılmıştır. Senaryo 2 için Çizelge 5.15.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.36’da verilmiştir.

Çizelge 5.36.’da verilen çözüm sonuçları incelendiğinde biyogaz potansiyeli ve bölgesel teşvik oranı yüksek olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle Van, Şanlıurfa, Diyarbakır, Ağrı ve Siirt illeri yer almaktadır. Bu illerden Van ili biyogaz potansiyelinin yüksek (18.236.316), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), arazi maliyetinin düşük (1,13), deprem tehlikesinin düşük (0,27), personel maliyetinin düşük (0,13) ve istihdam sağlama oranının görece yüksek (5,48) olması nedeniyle 1. sırada yer almaktadır. Van ilini takip eden Şanlıurfa, Diyarbakır, Ağrı ve Siirt illerinin de Van iline benzer özellikler taşıması nedeniyle elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.36. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Kocaeli, Yalova, Sakarya ve Bartın illerinin çoğunlukla çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Kocaeli ili biyogaz potansiyelinin düşük (678.943), bölgesel teşvik oranının düşük (1), arazi maliyetinin yüksek (15,25), deprem tehlikesinin yüksek (0,68), personel maliyetinin yüksek (0,63) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Kocaeli ilini takip eden Yalova, Sakarya ve Bartın illerinin de Kocaeli ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçlar ın tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.36. Senaryo 2 küçükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Van	Diyarbakır	Van	42	Adıyaman	Kütahya	Kırşehir
2	Şanlıurfa	Şanlıurfa	Şanlıurfa	43	Bursa	Kilis	Kilis
3	Konya	Van	Diyarbakır	44	Malatya	Çanakkale	Ardahan
4	Diyarbakır	Siirt	Ağrı	45	Kütahya	Ordu	Malatya
5	Ağrı	Şırnak	Siirt	46	Uşak	Ardahan	Osmaniye
6	Ankara	Mardin	Şırnak	47	Trabzon	Kırşehir	Erzincan
7	Mersin	Ağrı	Mersin	48	Nevşehir	Uşak	Uşak
8	Siirt	Muş	Mardin	49	Kilis	Trabzon	Burdur
9	Şırnak	Batman	Muş	50	Kırıkkale	Eskişehir	Bursa
10	Muş	K.maraş	Iğdır	51	Kırklareli	Bursa	Ordu
11	Mardin	Iğdır	Konya	52	Tokat	Samsun	Isparta
12	Iğdır	Mersin	Batman	53	Samsun	Nevşehir	Çorum
13	Balıkesir	Erzurum	Balıkesir	54	Aydın	Çorum	Nevşehir
14	Antalya	Bitlis	Bitlis	55	Gümüşhane	Burdur	Kırklareli
15	Batman	Aksaray	K.maraş	56	Ordu	Aydın	Samsun
16	K.maraş	Konya	Afyon	57	Çorum	Kırıkkale	Kırıkkale
17	İzmir	Kars	Hakkari	58	Burdur	Kırklareli	Sinop
18	Erzurum	Gaziantep	Aksaray	59	Bayburt	Tekirdağ	Edirne
19	Afyon	Bingöl	Manisa	60	Tekirdağ	Çankırı	Trabzon
20	Bitlis	Sivas	Erzurum	61	Osmaniye	Amasya	Giresun
21	Gaziantep	Yozgat	Kars	62	İstanbul	Gümüşhane	Çankırı
22	Aksaray	Hatay	Adana	63	Çankırı	Bayburt	Amasya
23	Kars	Afyon	Ankara	64	Karabük	Isparta	Gümüşhane
24	Karaman	Adıyaman	Gaziantep	65	Amasya	Giresun	Bayburt
25	Kayseri	Balıkesir	Karaman	66	Edirne	Sinop	Aydın
26	Manisa	Hakkari	Niğde	67	Isparta	Edirne	Tekirdağ
27	Sivas	Kayseri	Elazığ	68	Sinop	Bilecik	Bilecik
28	Adana	Karaman	Sivas	69	Kastamonu	Muğla	Kastamonu
29	Bingöl	Tunceli	Bingöl	70	Giresun	Kastamonu	Muğla
30	Denizli	Manisa	Antalya	71	Düzce	Karabük	Rize
31	Yozgat	Niğde	İzmir	72	Bilecik	Düzce	Karabük
32	Eskişehir	Denizli	Kayseri	73	Rize	Artvin	Artvin
33	Elazığ	Adana	Yozgat	74	Bolu	Rize	Zonguldak
34	Tunceli	Elazığ	Çanakkale	75	Muğla	İstanbul	Bartın
35	Hatay	İzmir	Eskişehir	76	Zonguldak	Bolu	Düzce
36	Çanakkale	Osmaniye	Denizli	77	Bartın	Zonguldak	İstanbul
37	Niğde	Antalya	Tunceli	78	Sakarya	Bartın	Bolu
38	Ardahan	Ankara	Adıyaman	79	Artvin	Sakarya	Sakarya
39	Hakkari	Erzincan	Kütahya	80	Yalova	Kocaeli	Yalova
40	Kırşehir	Malatya	Tokat	81	Kocaeli	Yalova	Kocaeli
41	Erzincan	Tokat	Hatay				

Senaryo 3 Sonuçları:

Senaryo 3’de biyogaz potansiyeli (0,33) temel kriter olarak kabul edilmiş ve enerji tüketimi (0,23) ağırlığı arttırılmıştır. Senaryo 3 için Çizelge 5.15.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.37’de verilmiştir.

Çizelge 5.37.’de verilen çözüm sonuçları incelendiğinde biyogaz potansiyeli ve enerji tüketimi yüksek olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle Ankara, Şanlıurfa, Diyarbakır ve Van illeri yer almaktadır. Bu illerden Ankara biyogaz potansiyeli yüksek (10.883.145), enerji tüketimi yüksek (1.138.643,61), arazi maliyeti görece düşük (5,42), deprem tehlikesi düşük (0,15), sıcaklık oranı yüksek (12,00) ve istihdam sağlama oranı yüksek (10,20) olması nedeniyle çözüm sonuçlarında ilk sıralarda yer almaktadır. Ankara ilini takip eden Şanlıurfa, Diyarbakır ve Van illerinin de Ankara ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.37. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Artvin, Sakarya ve Bartın illerinin çoğunlukla çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili biyogaz potansiyeli düşük (192.372), enerji tüketimi düşük (58.810,24), arazi maliyetinin yüksek (12,47), bölgesel teşvik oranının düşük (2), deprem tehlikesinin yüksek (0,60), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini takip eden Artvin, Sakarya ve Bartın illerinin de Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.37. Senaryo 3 küçükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR v=0,4	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR v=0,4
1	İstanbul	Diyarbakır	Ankara	42	Malatya	Bitlis	Adıyaman
2	Ankara	Şanlıurfa	Şanlıurfa	43	Uşak	Niğde	Tokat
3	Van	Mersin	Konya	44	Samsun	Kırklareli	Erzincan
4	Konya	K.maraş	Van	45	Erzincan	Trabzon	Burdur
5	Şanlıurfa	Konya	Diyarbakır	46	Ardahan	Kars	Malatya
6	İzmir	Mardin	Mersin	47	Elazığ	Bingöl	Uşak
7	Diyarbakır	Gaziantep	Antalya	48	Adıyaman	Tokat	Kırklareli
8	Mersin	Van	Mardin	49	Kırklareli	Ordu	Kırşehir
9	Antalya	İzmir	Siirt	50	Nevşehir	Erzincan	Edirne
10	Bursa	Siirt	Şırnak	51	Kütahya	Burdur	İstanbul
11	Ağrı	Şırnak	Ağrı	52	Kırıkkale	Muğla	Osmaniye
12	Gaziantep	Adana	Balıkesir	53	Niğde	Isparta	Kilis
13	Siirt	Antalya	İzmir	54	Osmaniye	Tunceli	Aydın
14	Şırnak	Ankara	Batman	55	Kilis	Hakkari	Tekirdağ
15	Balıkesir	Hatay	Muş	56	Gümüşhane	İstanbul	Muğla
16	Mardin	Batman	Iğdır	57	Ordu	Edirne	Samsun
17	Muş	Manisa	Manisa	58	Karabük	Çorum	Çorum
18	Adana	Denizli	K.maraş	59	Çorum	Kırşehir	Trabzon
19	Iğdır	Ağrı	Afyon	60	Bayburt	Kilis	Ordu
20	K.maraş	Kayseri	Adana	61	Burdur	Nevşehir	Nevşehir
21	Kayseri	Balıkesir	Erzurum	62	Tokat	Bilecik	Amasya
22	Erzurum	Erzurum	Bitlis	63	Edirne	Kırıkkale	Kırıkkale
23	Manisa	Afyon	Gaziantep	64	Amasya	Amasya	Ardahan
24	Denizli	Sivas	Aksaray	65	Isparta	Kocaeli	Sinop
25	Afyon	Bursa	Eskişehir	66	Çankırı	Ardahan	Çankırı
26	Batman	Muş	Hakkari	67	Hakkari	Sakarya	Bilecik
27	Tekirdağ	Aksaray	Karaman	68	Düzce	Giresun	Giresun
28	Karaman	Çanakkale	Elazığ	69	Kastamonu	Çankırı	Gümüşhane
29	Sivas	Iğdır	Çanakkale	70	Bilecik	Kastamonu	Kastamonu
30	Hatay	Adıyaman	Denizli	71	Bolu	Bolu	Bayburt
31	Aksaray	Osmaniye	Kayseri	72	Sinop	Düzce	Karabük
32	Eskişehir	Eskişehir	Sivas	73	Giresun	Gümüşhane	Rize
33	Bitlis	Elazığ	Niğde	74	Rize	Karabük	Artvin
34	Kars	Karaman	Kars	75	Muğla	Zonguldak	Bolu
35	Yozgat	Tekirdağ	Bingöl	76	Kocaeli	Sinop	Zonguldak
36	Çanakkale	Malatya	Bursa	77	Zonguldak	Bayburt	Düzce
37	Trabzon	Aydın	Kütahya	78	Bartın	Rize	Bartın
38	Bingöl	Kütahya	Hatay	79	Sakarya	Artvin	Sakarya
39	Tunceli	Yozgat	Yozgat	80	Artvin	Yalova	Kocaeli
40	Aydın	Samsun	Isparta	81	Yalova	Bartın	Yalova
41	Kırşehir	Uşak	Tunceli				

Senaryo 4 Sonucu:

Senaryo 4'te biyogaz potansiyelinin (0,20) ağırlığı azaltılmış ve deprem tehlikesinin (0,38) kriter ağırlığı arttırılarak temel kriter olarak alınmıştır. Senaryo 4 için Çizelge 5.15.'de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.38'de verilmiştir.

Çizelge 5.38.'de verilen çözüm sonuçları incelendiğinde deprem tehlikesi düşük ve biyogaz potansiyeli yüksek olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle Şanlıurfa, Diyarbakır, Konya ve Mardin illeri yer almaktadır. Bu illerden daha öncelikli konumda olan Şanlıurfa ili deprem tehlikesi düşük (0,11), biyogaz potansiyelinin yüksek (14.783.346), arazi maliyetinin düşük (3,67), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), personel maliyetinin düşük (0,09) ve istihdam sağlama oranının yüksek (9,40) olması nedeniyle 1.sırada yer almaktadır. Sıralamaların ilk 5 sıralarında yer alan Diyarbakır, Konya ve Mardin illeri de Şanlıurfa ili ile benzer özellikler taşımaktadır. Bu nedenle senaryo sonucunda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.38. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Kocaeli, Yalova, Sakarya ve Bolu illerinin genellikle çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Kocaeli ili deprem tehlikesinin yüksek (0,68), biyogaz potansiyelinin düşük (678.943), arazi maliyetinin yüksek (15,25), bölgesel teşvik oranının düşük (1), personel maliyetinin yüksek (0,63) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Kocaeli ilini takip eden Yalova, Sakarya ve Bolu illerinin de Kocaeli ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.38. Senaryo 4 küçükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Konya	Diyarbakır	Şanlıurfa	42	Ardahan	Bursa	Tunceli
2	Şanlıurfa	Şanlıurfa	Diyarbakır	43	Giresun	Uşak	K.maraş
3	Diyarbakır	Mardin	Konya	44	Bayburt	Kırşehir	Osmaniye
4	Van	Siirt	Mersin	45	İzmir	Samsun	Ardahan
5	Ankara	Şırnak	Mardin	46	Bursa	Ordu	Tokat
6	Mersin	Mersin	Van	47	İstanbul	Kırklareli	Malatya
7	Mardin	Van	Ağrı	48	Çorum	Kütahya	Çorum
8	Ağrı	K.maraş	Siirt	49	Tunceli	Eskişehir	Balıkesir
9	Siirt	Batman	Batman	50	Erzurum	Tokat	Isparta
10	Gaziantep	Ağrı	Ankara	51	Malatya	Aydın	Bayburt
11	Karaman	Gaziantep	Iğdır	52	Bilecik	Hakkari	Bilecik
12	Batman	Konya	Adana	53	Rize	Nevşehir	Rize
13	Adana	Muş	Karaman	54	Osmaniye	Erzincan	Çankırı
14	Aksaray	Iğdır	Aksaray	55	Karabük	Tekirdağ	Bursa
15	Kayseri	Aksaray	Antalya	56	Çankırı	Kırıkkale	Kütahya
16	Antalya	Erzurum	Gaziantep	57	Tokat	Ardahan	Elazığ
17	Iğdır	Hatay	Şırnak	58	Isparta	Burdur	Kastamonu
18	Yozgat	Kayseri	Niğde	59	Kütahya	Çorum	Artvin
19	Sivas	Adana	Bitlis	60	Elazığ	Edirne	Zonguldak
20	Kırşehir	Sivas	Sivas	61	Hakkari	Isparta	Karabük
21	Şırnak	Bitlis	Muş	62	Kastamonu	Gümüşhane	Bartın
22	Niğde	Yozgat	Yozgat	63	Hatay	Amasya	Muğla
23	Nevşehir	Karaman	Kars	64	Denizli	Çankırı	İstanbul
24	Kars	İzmir	Kayseri	65	Zonguldak	Bayburt	Burdur
25	Muş	Denizli	Kırşehir	66	Tekirdağ	Bilecik	Hatay
26	Kırklareli	Kars	Hakkari	67	Manisa	Giresun	Tekirdağ
27	Bitlis	Adıyaman	Nevşehir	68	Bartın	Muğla	Erzurum
28	Ordu	Antalya	Kilis	69	Burdur	Sinop	İzmir
29	Trabzon	Balıkesir	Ordu	70	Adıyaman	Karabük	Adıyaman
30	Kırıkkale	Ankara	Afyon	71	Artvin	İstanbul	Amasya
31	Edirne	Afyon	Eskişehir	72	Amasya	Kastamonu	Manisa
32	Samsun	Manisa	Çanakkale	73	Muğla	Rize	Denizli
33	Kilis	Osmaniye	Kırklareli	74	Erzincan	Düzce	Düzce
34	Gümüşhane	Çanakkale	Sinop	75	Aydın	Zonguldak	Erzincan
35	Eskişehir	Malatya	Edirne	76	Bingöl	Artvin	Aydın
36	Afyon	Niğde	Kırıkkale	77	Düzce	Bolu	Bingöl
37	Balıkesir	Tunceli	Trabzon	78	Bolu	Bartın	Bolu
38	Sinop	Trabzon	Giresun	79	Sakarya	Sakarya	Yalova
39	Uşak	Kilis	Samsun	80	Yalova	Kocaeli	Sakarya
40	K.maraş	Bingöl	Uşak	81	Kocaeli	Yalova	Kocaeli
41	Çanakkale	Elazığ	Gümüşhane				

Senaryo 5 Sonucu:

Senaryo 5’de biyogaz potansiyeli (0,23) ağırlığı azaltılmış ve arazi maliyetinin (0,33) kriter ağırlığı arttırılarak temel kriter olarak alınmıştır. Senaryo 5 için Çizelge 5.15.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.39’da verilmiştir.

Çizelge 5.39. incelendiğinde arazi maliyeti düşük ve biyogaz potansiyeli yüksek olan illerin sıralamada daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle Van, Diyarbakır, Şanlıurfa, Ağrı ve Siirt illeri bulunmaktadır. Bu illerden Van ili arazi maliyetinin düşük (2,03), biyogaz potansiyelinin yüksek (18.236.316), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), deprem tehlikesinin düşük (0,27), istihdam sağlama oranının görece yüksek (5,48) ve personel maliyetinin düşük (0,13) olması nedeniyle 1. sırada yer almaktadır. . Sıralamada ilk 5’de yer alan Diyarbakır, Şanlıurfa, Ağrı ve Siirt illerinin de Van ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.39. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Kocaeli, Yalova, Artvin, Sakarya ve Bartın illerinin genellikle çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Kocaeli ili arazi maliyetinin yüksek (15,25), biyogaz potansiyelinin düşük (678.943), bölgesel teşvik oranının düşük (1), deprem tehlikesinin yüksek (0,68), istihdam sağlama oranının düşük (2,08) ve personel maliyetinin yüksek (0,63) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Kocaeli ilini takip eden Yalova, Artvin, Sakarya ve Bartın illerinin de Kocaeli ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.39. Senaryo 5 küçükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Van	Diyarbakır	Van	42	Kırıkkale	Samsun	Malatya
2	Konya	Siirt	Diyarbakır	43	Antalya	Afyon	Kütahya
3	Diyarbakır	Şırnak	Şanlıurfa	44	Kırklareli	Balıkesir	Tokat
4	Şanlıurfa	Mardin	Siirt	45	Eskişehir	Manisa	Osmaniye
5	Ağrı	Ağrı	Ağrı	46	Kilis	Kütahya	Uşak
6	Siirt	Van	Mersin	47	Samsun	Kırklareli	Ardahan
7	Mersin	K.maraş	Şırnak	48	Kütahya	Elazığ	Ordu
8	Şırnak	Şanlıurfa	Mardin	49	Çanakkale	Çanakkale	Nevşehir
9	Mardin	Gaziantep	Konya	50	Tekirdağ	Bursa	Trabzon
10	Iğdır	Mersin	Iğdır	51	Manisa	Niğde	Erzincan
11	Muş	Erzurum	Muş	52	Gümüşhane	Antalya	Bursa
12	Gaziantep	Batman	Batman	53	Elazığ	Tekirdağ	Kırıkkale
13	Erzurum	Muş	Balıkesir	54	Çorum	Tokat	Kırklareli
14	Kayseri	Iğdır	K.maraş	55	Bayburt	Gümüşhane	Samsun
15	K.maraş	Hatay	Bitlis	56	Karabük	Çorum	Burdur
16	Karaman	Aksaray	Aksaray	57	Ordu	Burdur	Çorum
17	Sivas	Kars	Gaziantep	58	Niğde	Bayburt	Isparta
18	Aksaray	Yozgat	Afyon	59	Burdur	Hakkari	Gümüşhane
19	İzmir	Konya	Adana	60	Tokat	Ankara	Edirne
20	Bitlis	Bitlis	Karaman	61	Amasya	Amasya	Sinop
21	Batman	Adıyaman	Kars	62	Osmaniye	Eskişehir	Çankırı
22	Kars	Sivas	Erzurum	63	Çankırı	Karabük	Aydın
23	Yozgat	Kayseri	Manisa	64	Edirne	Çankırı	Giresun
24	Denizli	Karaman	Ankara	65	Isparta	Edirne	Amasya
25	Hatay	Tunceli	Sivas	66	Düzce	Isparta	Bayburt
26	Tunceli	Denizli	İzmir	67	Kastamonu	Sinop	Tekirdağ
27	Balıkesir	Bingöl	Antalya	68	Bolu	Giresun	Karabük
28	Kırşehir	Kilis	Hakkari	69	Sinop	Düzce	Bilecik
29	Afyon	Trabzon	Kayseri	70	Bilecik	Bilecik	Kastamonu
30	Bingöl	Malatya	Yozgat	71	Giresun	Kastamonu	Rize
31	Trabzon	İzmir	Niğde	72	Rize	Muğla	Muğla
32	Adana	Erzincan	Bingöl	73	Hakkari	Rize	Düzce
33	Erzincan	Kırşehir	Elazığ	74	Zonguldak	Bolu	Zonguldak
34	Malatya	Adana	Denizli	75	İstanbul	İstanbul	İstanbul
35	Uşak	Ardahan	Hatay	76	Muğla	Zonguldak	Bartın
36	Adıyaman	Aydın	Çanakkale	77	Bartın	Artvin	Bolu
37	Ankara	Uşak	Tunceli	78	Sakarya	Bartın	Sakarya
38	Ardahan	Osmaniye	Adıyaman	79	Artvin	Sakarya	Artvin
39	Nevşehir	Kırıkkale	Kırşehir	80	Yalova	Kocaeli	Yalova
40	Bursa	Nevşehir	Eskişehir	81	Kocaeli	Yalova	Kocaeli
41	Aydın	Ordu	Kilis				

Senaryo 6 Sonucu:

Senaryo 6’da biyogaz potansiyeli (0,15) kriterinin ağırlığı azaltılmış, bölgesel teşvik (0,33) ve deprem tehlikesi (0,23) kriterlerinin ağırlıkları arttırılmıştır. Senaryo 6 için Çizelge 5.15.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.40.’da verilmiştir.

Çizelge 5.40.’da verilen çözüm sonuçları incelendiğinde bölgesel teşvik oranı yüksek, deprem tehlikesi düşük ve biyogaz potansiyeli yüksek olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR çözümünün sıralamalarının ilk 5 sıralarında Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin, Van ve Siirt illeri yer almaktadır. Bu illerden daha öncelikli konumda olan Şanlıurfa ili bölgesel teşvik oranı yüksek (9), deprem tehlikesinin düşük (0,11), biyogaz potansiyelinin yüksek (14.783.346), arazi maliyetinin düşük (3,67), personel maliyetinin düşük (0,09) ve istihdam sağlama oranının yüksek (9,40) olması nedeniyle 1.sırada yer almaktadır. Şanlıurfa ilini takip eden Diyarbakır, Mardin, Van ve Siirt illeri de Şanlıurfa ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle senaryo sonucunda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.40. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Kocaeli, Bolu, Muğla ve Sakarya illerinin çoğunlukla çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili bölgesel teşvik oranının düşük (2), deprem tehlikesi yüksek (0,60), biyogaz potansiyeli düşük (192.372), arazi maliyetinin yüksek (12,47), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini takip eden Kocaeli, Bolu, Muğla ve Sakarya illerinin Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.40. Senaryo 6 küçükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Şanlıurfa	Diyarbakır	Şanlıurfa	42	Trabzon	Giresun	Kastamonu
2	Van	Şanlıurfa	Diyarbakır	43	Tokat	Çankırı	Bartın
3	Diyarbakır	Mardin	Van	44	Samsun	Erzincan	Kütahya
4	Mardin	Siirt	Mardin	45	Balıkesir	Kayseri	Artvin
5	Ağrı	Şırnak	Siirt	46	Çankırı	Nevşehir	Gaziantep
6	Siirt	Van	Ağrı	47	Malatya	Sinop	Karaman
7	Batman	Batman	Batman	48	Çorum	Bayburt	Amasya
8	Şırnak	Ağrı	Iğdır	49	Hatay	Kırıkkale	Bingöl
9	Iğdır	K.maraş	Şırnak	50	Uşak	Denizli	Trabzon
10	Konya	Muş	Muş	51	Adıyaman	Trabzon	Samsun
11	Muş	Iğdır	Bitlis	52	Antalya	Çorum	Balıkesir
12	Kars	Bitlis	Kars	53	Kütahya	Samsun	Uşak
13	Bitlis	Kars	Hakkari	54	Elazığ	Uşak	Bilecik
14	Mersin	Aksaray	Aksaray	55	Kırklareli	İzmir	Düzce
15	Ardahan	Erzurum	Niğde	56	Rize	Amasya	Karabük
16	Aksaray	Adıyaman	Yozgat	57	İzmir	Çanakkale	Zonguldak
17	Gaziantep	Bingöl	Ardahan	58	Kastamonu	Antalya	Manisa
18	Yozgat	Yozgat	K.maraş	59	Karabük	Burdur	Burdur
19	Ankara	Osmaniye	Kilis	60	Bilecik	Ankara	Erzincan
20	Hakkari	Mersin	Ordu	61	Edirne	Aydın	Konya
21	Niğde	Hatay	Osmaniye	62	Manisa	Kırklareli	Adana
22	Sivas	Hakkari	Tunceli	63	Bursa	Tekirdağ	Kayseri
23	Karaman	Gaziantep	Sinop	64	Çanakkale	Kastamonu	Kırklareli
24	Kırşehir	Kilis	Tokat	65	Amasya	Bursa	Edirne
25	K.maraş	Niğde	Giresun	66	Erzincan	Düzce	Çanakkale
26	Nevşehir	Sivas	Gümüşhane	67	Eskişehir	Rize	Isparta
27	Ordu	Tunceli	Bayburt	68	Burdur	Bilecik	Denizli
28	İstanbul	Ordu	Çankırı	69	Bartın	Karabük	Ankara
29	Kilis	Ardahan	Kırşehir	70	Zonguldak	Artvin	Tekirdağ
30	Gümüşhane	Tokat	Nevşehir	71	Denizli	Eskişehir	Antalya
31	Bingöl	Afyon	Erzurum	72	Tekirdağ	Edirne	Aydın
32	Erzurum	Malatya	Sivas	73	Isparta	Isparta	İzmir
33	Kırıkkale	Konya	Adıyaman	74	Artvin	Bartın	Eskişehir
34	Sinop	Elazığ	Kırıkkale	75	Düzce	Zonguldak	Bursa
35	Tunceli	Balıkesir	Afyon	76	Aydın	Muğla	İstanbul
36	Bayburt	Adana	Rize	77	Muğla	İstanbul	Bolu
37	Afyon	Kütahya	Çorum	78	Bolu	Bolu	Sakarya
38	Adana	Manisa	Malatya	79	Sakarya	Sakarya	Yalova
39	Kayseri	Karaman	Mersin	80	Kocaeli	Kocaeli	Muğla
40	Giresun	Kırşehir	Hatay	81	Yalova	Yalova	Kocaeli
41	Osmaniye	Gümüşhane	Elazığ				

Küçükbaş hayvan gübresi kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi için Çizelge 5.34., Çizelge 5.35., Çizelge 5.36. ve Çizelge 5.37., Çizelge 5.38, Çizelge 5.39 ve Çizelge 5.40’ da elde edilen çözüm sonuçları incelendiğinde, bölgesel teşvik kriterinin ağırlığının artması durumunda destek oranının daha yüksek olduğu Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri’ndeki illerinin sonuç sıralamalarında daha öncelikli konumlara geçtiği, enerji tüketimi kriterinin ağırlığının artması durumunda ise enerji tüketimi yüksek olan büyükşehirlerin sonuç sıralamalarında daha öncelikli konumlara geçtiği görülmektedir. Ayrıca deprem tehlikesi kriterinin ağırlığının artması durumunda deprem tehlikesinin daha düşük olduğu illerin sonuç sıralamalarında daha öncelikli konuma geçtiği ve arazi maliyeti kriterinin ağırlığının artması durumunda ise arazi maliyetinin daha düşük olduğu şehirlerin sonuç sıralamalarında daha öncelikli konuma geçtiği de görülmektedir. Biyogaz üretim potansiyeli kriter ağırlığının ilk 3 senaryoda ana kriter olarak kabul edilmesi ve diğer 3 senaryoda da yüksek ağırlıktaki kriterler arasında yer alması nedeniyle sıralamalarda, temelde biyogaz üretim potansiyeli yüksek olan iller öncelikli konumdadır.

Öncelik sıralamasında genellikle son sıralarda yer alan Yalova, Artvin, Kocaeli ve Bartın illeri biyogaz üretim potansiyellerinin diğer illere göre görece daha düşüktür. Ayrıca bu illerden, Yalova ilinin deprem tehlikesinin yüksek olması, Artvin ilinin arazi maliyetinin yüksek ve enerji tüketiminin düşük olması, Kocaeli ilinin deprem tehlikesi, personel maliyeti ve arazi maliyetlerinin yüksek olması ve Bartın ilinin de arazi maliyetinin yüksek olması gibi nedenlerden dolayı sıralamada son sıralarda yer almasında etkili olduğu düşünülmektedir.

5.2.7. Yumurta ve Et Tavuğu Gübresi Kaynaklı Biyogaz Tesis Yer Seçimi

Bu aşamada Türkiye’de tavuk gübresi kaynaklı biyogaz santralleri için uygun illerin sıralanması amacıyla TOPSIS, PROMETHEE ve VIKOR yöntemleri ile çözüm yapılmıştır. Problemin çözümünde üç yöntem için de Bölüm 5.2.4.’de AHS yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıkları kullanılmıştır.

5.2.7.1. TOPSIS Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması

1. Adım: Karar matrisi (A) oluşturulması: Tavuk gübresi kaynaklı biyogaz tesisi yer seçimi için karar matrisi Eşitlik 3.11’de verilen matris yapısı dikkate alınarak, 8 kriter ve 81 alternatif için oluşturulmuştur. Oluşturulan karar matrisi EK 13’de gösterilmektedir.

2. Adım: Normalize karar matrisinin (R) oluşturulması: Normalize karar matrisi oluşturulmasında EK 13’e Eşitlik 3.12’de verilen formül uygulanarak EK 14’de verilen matris elde edilmiştir.

3. Adım: Ağırlıklı normalize karar matrisi (V) oluşturulması: Ağırlıklı normalize karar matrisinin oluşturulmasında Çizelge 5.13’de AHS yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları dikkate alınmıştır. EK 15’de verilen ağırlıklı normalize karar matrisi EK 14’te verilen matris üzerinden Eşitlik 3.14 ve Çizelge 5.13.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilmiştir.

4. Adım: İdeal M^+ ve negatif ideal M^- çözümün belirlenmesi: İdeal M^+ değerlerinin belirlenmesi için EK 15’deki verilere Eşitlik 3.16’da verilen formül ve negatif ideal M^- çözümünün belirlenmesi için de EK 15’deki verilere Eşitlik 3.17’de verilen formül uygulanarak Çizelge 5.41.’deki veriler elde edilmiştir.

Çizelge 5.41. Tavuk gübresi ideal M^+ ve negatif ideal M^- çözüm

	TGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
M^+	0,160	0,006	0,000	0,001	0,011	0,020	0,011	0,038
M^-	0,000	0,051	0,006	0,069	0,002	0,002	0,001	0,000

5. Adım: Maksimum ideal noktaya göreli yakınlığın (S_i^+) hesaplanması: Maksimum ideal noktaya göreli yakınlığın hesaplanması aşamasında EK 15 ve Çizelge 5.41.’deki verilere Eşitlik 3.18’de verilen formül uygulanarak EK 16’da S_i^+ sütunundaki veriler elde edilmiştir.

6. Adım: Minimum ideal noktaya göreli yakınlığın (S_i^-) hesaplanması: Minimum ideal noktaya göreli yakınlığın hesaplanması aşamasında EK 15 ve Çizelge 5.41.'deki verilere Eşitlik 3.19'da verilen formül uygulanarak EK 16'da S_i^- sütunundaki veriler elde edilmiştir.

7. Adım: İdeal noktaya göreli yakınlığın (C_i) hesaplanması: İdeal noktaya göreli yakınlığın hesaplanması aşamasında EK 16'da C_i sütunundaki değerler, EK 15'deki S_i^+ ve S_i^- sütunlarındaki verilere Eşitlik 3.20'de verilen formül uygulanarak elde edilmiştir. C_i değerlerinin büyükten küçüğe sıralanması ile elde edilen alternatiflerin sıralaması Çizelge 5.42.'de verilmiştir.



Çizelge 5.42. Tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi için TOPSIS sonuçları

No	İl	C _i	No	İl	C _i	No	İl	C _i
1	Manisa	0,770	28	Kırıkkale	0,317	55	Aydın	0,297
2	Balıkesir	0,717	29	Ardahan	0,316	56	Muş	0,295
3	Mersin	0,668	30	Aksaray	0,316	57	Hatay	0,294
4	Bolu	0,610	31	Düzce	0,315	58	Kahramanmaraş	0,293
5	Sakarya	0,598	32	Ağrı	0,315	59	Edirne	0,290
6	İzmir	0,547	33	Malatya	0,314	60	Sinop	0,289
7	Afyon	0,510	34	Gümüşhane	0,313	61	Adıyaman	0,286
8	Konya	0,444	35	Ordu	0,310	62	Osmaniye	0,284
9	Ankara	0,409	36	Batman	0,310	63	Kütahya	0,284
10	Uşak	0,397	37	Siirt	0,309	64	Tekirdağ	0,283
11	Bursa	0,385	38	Kırklareli	0,308	65	Giresun	0,282
12	Gaziantep	0,354	39	Kilis	0,308	66	Erzincan	0,282
13	Adana	0,354	40	Şanlıurfa	0,305	67	Amasya	0,277
14	Kayseri	0,353	41	Bitlis	0,304	68	Kastamonu	0,277
15	Mardin	0,333	42	Iğdır	0,304	69	Rize	0,276
16	Kırşehir	0,333	43	Bayburt	0,304	70	Bingöl	0,276
17	Nevşehir	0,331	44	Çankırı	0,303	71	Tokat	0,276
18	Yozgat	0,330	45	Şırnak	0,302	72	İstanbul	0,274
19	Karaman	0,330	46	Karabük	0,302	73	Burdur	0,268
20	Diyarbakır	0,326	47	Bilecik	0,301	74	Antalya	0,264
21	Kars	0,322	48	Tunceli	0,301	75	Isparta	0,262
22	Sivas	0,321	49	Niğde	0,300	76	Hakkari	0,245
23	Çorum	0,320	50	Van	0,299	77	Bartın	0,240
24	Trabzon	0,320	51	Eskişehir	0,299	78	Muğla	0,222
25	Çanakkale	0,320	52	Elazığ	0,298	79	Artvin	0,197
26	Samsun	0,319	53	Erzurum	0,298	80	Kocaeli	0,137
27	Denizli	0,317	54	Zonguldak	0,298	81	Yalova	0,080

5.2.7.2. PROMETHEE Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması

Çizelge 5.6.'de verilen illere göre tavuk gübrelerinden elde dılebılecek bıyogaz mıktarı, Çizelge 5.17.'de verilen PROMETHEE parametreleri, Çizelge 5.13.'de verilen kriter ağırlıkları ve Çizelge 5.10'.da verilen illerin kriterlere göre aldıkları değerler VISUAL PROMETHEE programına girilerek elde edilen tavuk gübresi kaynaklı kurulabilecek bıyogaz santralları için illerin öncelik sıralaması PROMETHEE sonuçları Çizelge 5.43.'de verilmiştir.



Çizelge 5.43. Tavuk gübresi PROMETHEE sonuçları

No	Sıralama	Φ	Φ^+	Φ^-	No	Sıralama	Φ	Φ^+	Φ^-
1	Mersin	0,4195	0,5466	0,1271	42	Adıyaman	0,0115	0,3406	0,3291
2	Gaziantep	0,3382	0,5103	0,1721	43	Niğde	0,0069	0,3409	0,3340
3	Mardin	0,3034	0,4865	0,1831	44	Erzincan	0,0059	0,3350	0,3291
4	İzmir	0,2814	0,4889	0,2075	45	Eskişehir	-0,0193	0,3290	0,3483
5	Konya	0,2688	0,4600	0,1913	46	Ordu	-0,0197	0,3142	0,3339
6	Manisa	0,2613	0,4824	0,2211	47	Van	-0,0267	0,3183	0,3449
7	Adana	0,2610	0,4747	0,2137	48	Kilis	-0,0282	0,3145	0,3427
8	Uşak	0,2587	0,4520	0,1933	49	Kocaeli	-0,0352	0,3591	0,3943
9	Kahramanmaraş	0,2570	0,4595	0,2026	50	Iğdır	-0,0409	0,3012	0,3421
10	Diyarbakır	0,2435	0,4552	0,2116	51	İstanbul	-0,0462	0,3455	0,3918
11	Balıkesir	0,2380	0,4626	0,2246	52	Siirt	-0,0522	0,3030	0,3552
12	Kayseri	0,2352	0,4618	0,2267	53	Aksaray	-0,0611	0,2903	0,3513
13	Denizli	0,2242	0,4419	0,2177	54	Şırnak	-0,0656	0,2961	0,3617
14	Malatya	0,2106	0,4252	0,2146	55	Muş	-0,0735	0,2938	0,3673
15	Bursa	0,2094	0,4355	0,2260	56	Kars	-0,0737	0,3015	0,3751
16	Afyon	0,1898	0,4273	0,2376	57	Batman	-0,0743	0,3007	0,3750
17	Aydın	0,1738	0,4245	0,2507	58	Bingöl	-0,0854	0,2906	0,3761
18	Samsun	0,1667	0,4047	0,2380	59	Kırklareli	-0,0915	0,2766	0,3682
19	Düzce	0,1665	0,4177	0,2512	60	Bartın	-0,1135	0,2965	0,4100
20	Çanakkale	0,1540	0,4104	0,2564	61	Kastamonu	-0,1224	0,2737	0,3961
21	Çorum	0,1338	0,3882	0,2543	62	Ağrı	-0,1247	0,2727	0,3974
22	Şanlıurfa	0,1207	0,4147	0,2940	63	Erzurum	-0,1294	0,2799	0,4092
23	Osmaniye	0,1192	0,3974	0,2782	64	Ardahan	-0,1446	0,2702	0,4148
24	Elazığ	0,1141	0,3903	0,2762	65	Antalya	-0,1488	0,2862	0,4350
25	Hatay	0,1096	0,3904	0,2808	66	Trabzon	-0,1855	0,2479	0,4334
26	Ankara	0,1042	0,4189	0,3147	67	Gümüşhane	-0,202	0,2268	0,4288
27	Sakarya	0,1004	0,4195	0,3190	68	Bitlis	-0,2041	0,2274	0,4315
28	Karaman	0,0934	0,3789	0,2854	69	Tunceli	-0,2112	0,2201	0,4313
29	Bolu	0,0891	0,3916	0,3025	70	Tokat	-0,2126	0,223	0,4356
30	Çankırı	0,0833	0,3661	0,2828	71	Edirne	-0,2318	0,2159	0,4477
31	Yozgat	0,0818	0,3853	0,3035	72	Sinop	-0,2517	0,2126	0,4643
32	Nevşehir	0,0713	0,3652	0,2939	73	Burdur	-0,253	0,208	0,4611
33	Kırşehir	0,0706	0,3667	0,2961	74	Muğla	-0,2545	0,2321	0,4867
34	Zonguldak	0,0686	0,3885	0,3199	75	Giresun	-0,3036	0,1920	0,4956
35	Tekirdağ	0,0617	0,3609	0,2992	76	Bayburt	-0,3223	0,1659	0,4882
36	Amasya	0,0470	0,3496	0,3025	77	Isparta	-0,3958	0,1458	0,5416
37	Bilecik	0,0469	0,3655	0,3185	78	Hakkari	-0,4089	0,1558	0,5647
38	Sivas	0,0459	0,3587	0,3128	79	Rize	-0,409	0,1351	0,5441
39	Kütahya	0,0239	0,3377	0,3138	80	Artvin	-0,5291	0,0930	0,6221
40	Karabük	0,0222	0,3342	0,3120	81	Yalova	-0,5555	0,0901	0,6457
41	Kırıkkale	0,0149	0,3311	0,3162					

5.2.7.3. VIKOR Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması

1. Adım: Karar matrisi (A) oluşturulması: TOPSIS yöntemi için oluşturulan EK 13'deki karar matrisi VIKOR yöntemi için de kullanılmıştır.
2. Adım: Kriterler için en iyi değerler (f_j^*) ve en kötü değerler (f_j^-) belirlenmesi: Kriterler için Eşitlik 5.33 ve Eşitlik 5.34 dikkate alınarak belirlenen f_j^* ve f_j^- değerleri Çizelge 5.44.'de verilmiştir.

Çizelge 5.44. Kriterler için f_j^* ve f_j^- değerleri

	TGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
f_j^*	91.911.859,70	0,09	0,02	0,21	19,20	9,00	13,80	3.323.993,02
f_j^-	55.189,10	0,68	0,88	15,25	3,90	1,00	1,08	7.854,94

3. Adım: S_i ve R_i değerlerinin hesaplanması: Eşitlik 5.35 kullanılarak hesaplanan S_i ve Eşitlik 5.36 kullanılarak hesaplanan R_i değerleri EK 17'de verilmiştir. Kriter ağırlıkları için Çizelge 13.'de AHS ile elde edilen w_i değerleri kullanılmıştır.
4. Adım: Her bir alternatif için Q_i değerinin hesaplanması: Her bir alternatif için Q_i değeri Eşitlik 5.37 kullanılarak hesaplanmış ve EK 17'de Q_i sütununda verilmiştir. Bu adımda Q_i 'nin elde edilmesi aşamasında $v=0,2$, $v=0,4$, $v=0,5$ ve $v=0,6$ için çözüm yapılmıştır.
5. Adım: S_i , R_i ve Q_i değerlerinin sıralanması: S_i , R_i ve Q_i değerlerinin küçükten büyüğe sıralaması Çizelge 5.45.'de verilmiştir. Uygulamada genellikle $v=0,5$ kullanılıyor olması nedeniyle sonuçların değerlendirilmesinde $v=0,5$ sonuçları dikkate alınmıştır.

Çizelge 5.45. Tavuk gübresi kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi VIKOR sonuçları

No	Sıralama	S_i	Sıralama	R_i	Sıralama	$v=0,5$
1	Mersin	0,290	Mersin	0,108	Mersin	0,000
2	Manisa	0,350	Balıkesir	0,109	Balıkesir	0,084
3	Balıkesir	0,385	Manisa	0,147	Manisa	0,140
4	Mardin	0,416	İzmir	0,155	İzmir	0,279
5	Şanlıurfa	0,431	Afyon	0,171	Afyon	0,300
6	Diyarbakır	0,432	Bolu	0,206	Konya	0,408
7	Batman	0,454	Sakarya	0,213	Ankara	0,453
8	Konya	0,469	Konya	0,221	Bolu	0,463
9	Afyon	0,475	Ankara	0,224	Sakarya	0,494
10	Gaziantep	0,486	Bursa	0,240	Uşak	0,498
11	İzmir	0,491	Uşak	0,242	Adana	0,541
12	Siirt	0,492	Düzce	0,268	Bursa	0,544
13	Adana	0,493	Adana	0,270	Mardin	0,582
14	Kırşehir	0,509	Çanakkale	0,279	Gaziantep	0,588
15	Yozgat	0,512	Zonguldak	0,280	Diyarbakır	0,610
16	Ankara	0,513	Kocaeli	0,281	Şanlıurfa	0,610
17	Kilis	0,516	Denizli	0,285	Kayseri	0,633
18	Nevşehir	0,516	Elazığ	0,287	Zonguldak	0,633
19	Uşak	0,517	Kayseri	0,290	Batman	0,639
20	Ordu	0,521	Çorum	0,294	Çanakkale	0,644
21	Şırnak	0,521	Gaziantep	0,294	Çorum	0,656
22	Iğdır	0,524	Bilecik	0,294	Bilecik	0,667
23	Karaman	0,524	Eskişehir	0,296	Düzce	0,668
24	Kars	0,524	Aydın	0,300	Kırşehir	0,669
25	Aksaray	0,526	Malatya	0,304	Siirt	0,671
26	Bitlis	0,528	Çankırı	0,305	Elazığ	0,672
27	Ağrı	0,533	Samsun	0,307	Nevşehir	0,674
28	Van	0,534	İstanbul	0,315	Samsun	0,674
29	Niğde	0,535	Amasya	0,316	Karaman	0,678
30	Sinop	0,545	Kahramanmaraş	0,317	Yozgat	0,678
31	Kırıkkale	0,546	Kütahya	0,317	Kilis	0,688
32	Kayseri	0,549	Mardin	0,318	Niğde	0,689
33	Sivas	0,551	Karaman	0,319	Malatya	0,690
34	Muş	0,552	Bartın	0,319	Ordu	0,691
35	Samsun	0,552	Niğde	0,320	Çankırı	0,691
36	Ardahan	0,552	Erzincan	0,320	Iğdır	0,692
37	Gümüşhane	0,554	Nevşehir	0,321	Kars	0,695
38	Giresun	0,554	Kırşehir	0,321	Şırnak	0,696
39	Osmaniye	0,555	Karabük	0,321	Aksaray	0,696
40	Trabzon	0,557	Tekirdağ	0,323	Van	0,701
41	Çorum	0,567	Kastamonu	0,323	Denizli	0,702

Çizelge 5.45. (devam) Tavuk gübresi kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi VIKOR sonuçları

No	Sıralama	S _i	Sıralama	R _i	Sıralama	v=0,5
42	Bolu	0,571	Osmaniye	0,323	Bitlis	0,702
43	Kahramanmaraş	0,572	Diyarbakır	0,323	Ağrı	0,705
44	Zonguldak	0,577	Sivas	0,324	Kırıkkale	0,708
45	Bursa	0,577	Yozgat	0,324	Sivas	0,711
46	Çankırı	0,578	Kırıkkale	0,324	Kahramanmaraş	0,713
47	Bilecik	0,579	Şanlıurfa	0,324	Osmaniye	0,714
48	Malatya	0,579	Muğla	0,325	Sinop	0,715
49	Bayburt	0,585	Antalya	0,325	Muş	0,718
50	Kırklareli	0,587	Hatay	0,325	Ardahan	0,722
51	Rize	0,589	Kırklareli	0,325	Gümüşhane	0,723
52	Hakkari	0,590	Iğdır	0,325	Giresun	0,724
53	Sakarya	0,591	Van	0,326	Trabzon	0,726
54	Çanakkale	0,592	Bingöl	0,326	Eskişehir	0,727
55	Tunceli	0,593	Ordu	0,326	Kırklareli	0,746
56	Karabük	0,602	Muş	0,326	Karabük	0,748
57	Elazığ	0,602	Edirne	0,327	Bayburt	0,751
58	Hatay	0,603	Aksaray	0,327	Hakkari	0,754
59	Edirne	0,605	Kars	0,327	Rize	0,755
60	Adıyaman	0,606	Adıyaman	0,327	Tunceli	0,757
61	Tokat	0,608	Kilis	0,327	Hatay	0,758
62	Bartın	0,622	Burdur	0,327	Bartın	0,762
63	Kastamonu	0,622	Tokat	0,327	Edirne	0,763
64	Antalya	0,631	Erzurum	0,328	Adıyaman	0,765
65	Kütahya	0,636	Ağrı	0,328	Tokat	0,768
66	Eskişehir	0,643	Sinop	0,328	Kütahya	0,769
67	Denizli	0,643	Ardahan	0,328	Kastamonu	0,771
68	Amasya	0,646	Gümüşhane	0,328	Amasya	0,775
69	Düzce	0,648	Isparta	0,328	Aydın	0,779
70	Erzurum	0,659	Batman	0,328	Antalya	0,782
71	Burdur	0,660	Siirt	0,328	İstanbul	0,786
72	İstanbul	0,663	Şırnak	0,328	Erzurum	0,812
73	Artvin	0,666	Giresun	0,328	Burdur	0,812
74	Isparta	0,668	Bitlis	0,328	Tekirdağ	0,812
75	Tekirdağ	0,671	Tunceli	0,328	Bingöl	0,819
76	Bingöl	0,673	Trabzon	0,328	Artvin	0,820
77	Aydın	0,695	Yalova	0,328	Isparta	0,821
78	Erzincan	0,710	Hakkari	0,328	Erzincan	0,837
79	Muğla	0,716	Bayburt	0,329	Muğla	0,854
80	Yalova	0,865	Rize	0,329	Kocaeli	0,892
81	Kocaeli	0,878	Artvin	0,329	Yalova	0,989

6. Adım: Koşulların değerlendirilmesi ve uzlaşık çözümün belirlenmesi:

Koşul 1 (C1): Eşitlik 5.8 ve Eşitlik 5.39'da verilen formülleri kullanılarak test edilmiştir. $0,084 - 0,000 = 0,084 \geq 0,0123$ olarak bulunduğu için C1 koşulu sağlanmıştır.

Koşul 2 (C2): En iyi değere sahip olan Mersin ili S_i ve R_i sıralamasında da en iyi durumda olduğu için C2 koşulu sağlanmıştır.

Koşulların sağlanmış olması nedeniyle Çizelge 5.45.'de verilen çözüm uzlaşık çözüm olarak kabul edilmiştir.

5.2.7.3. Sonuçların Karşılaştırılması

Ana çözümde en yüksek ağırlıklı 3 kriter olarak biyogaz potansiyeli (0,33), deprem tehlikesi (0,23) ve arazi maliyeti (0,16) kriterleri alınmıştır. Ana çözüm için Çizelge 5.13.'de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.46.'da verilmiştir.

Çizelge 5.46.'da verilen çözüm sonuçları incelendiğinde biyogaz potansiyeli yüksek, deprem tehlikesi ve arazi maliyeti düşük olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlarda yer aldığı görülmektedir. Ana çözümde AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle Mersin, Manisa, Balıkesir ve İzmir illeri yer almaktadır. Mersin ili biyogaz potansiyelinin yüksek (61.802,085), deprem tehlikesinin düşük (0,14), arazi maliyetinin düşük (1,95), bölgesel teşvik oranının görece yüksek (4), sıcaklık oranının yüksek (19,20), enerji tüketiminin görece yüksek (319.122,82), personel maliyetinin düşük (0,29) ve istihdam sağlama oranının görece yüksek (5.70) olması nedeniyle 1.sırada yer almaktadır. Sıralamalarda ilk sıralarda yer alan Manisa, Balıkesir ve İzmir illerinin de Mersin ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle bu senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.46. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Kocaeli, Yalova, Sakarya ve Bartın illerinin genellikle çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Kocaeli ili biyogaz potansiyelinin görece düşük (13.400.354), deprem tehlikesinin yüksek (0,68), arazi maliyetinin yüksek (15,25), bölgesel teşvik oranının düşük (1), istihdam sağlama oranının düşük (2,08) ve personel maliyetinin yüksek (0,63) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Kocaeli ilini takip eden Yalova, Sakarya ve Bartın illerinin de Kocaeli ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.



Çizelge 5.46. Tavuk gübresi TOPSIS-PROMETHEE-VIKOR sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS- VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS- VIKOR
1	Manisa	Mersin	Mersin	42	Iğdır	Adıyaman	Bitlis
2	Balıkesir	Gaziantep	Balıkesir	43	Bayburt	Niğde	Ağrı
3	Mersin	Mardin	Manisa	44	Çankırı	Erzincan	Kırıkkale
4	Bolu	İzmir	İzmir	45	Şırnak	Eskişehir	Sivas
5	Sakarya	Konya	Afyon	46	Karabük	Ordu	K.maraş
6	İzmir	Manisa	Konya	47	Bilecik	Van	Osmaniye
7	Afyon	Adana	Ankara	48	Tunceli	Kilis	Sinop
8	Konya	Uşak	Bolu	49	Niğde	Kocaeli	Muş
9	Ankara	K.maraş	Sakarya	50	Van	Iğdır	Ardahan
10	Uşak	Diyarbakır	Uşak	51	Eskişehir	İstanbul	Gümüşhane
11	Bursa	Balıkesir	Adana	52	Elazığ	Siirt	Giresun
12	Gaziantep	Kayseri	Bursa	53	Erzurum	Aksaray	Trabzon
13	Adana	Denizli	Mardin	54	Zonguldak	Şırnak	Eskişehir
14	Kayseri	Malatya	Gaziantep	55	Aydın	Muş	Kırklareli
15	Mardin	Bursa	Diyarbakır	56	Muş	Kars	Karabük
16	Kırşehir	Afyon	Şanlıurfa	57	Hatay	Batman	Bayburt
17	Nevşehir	Aydın	Kayseri	58	K.maraş	Bingöl	Hakkari
18	Yozgat	Samsun	Zonguldak	59	Edirne	Kırklareli	Rize
19	Karaman	Düzce	Batman	60	Sinop	Bartın	Tunceli
20	Diyarbakır	Çanakkale	Çanakkale	61	Adıyaman	Kastamonu	Hatay
21	Kars	Çorum	Çorum	62	Osmaniye	Ağrı	Bartın
22	Sivas	Şanlıurfa	Bilecik	63	Kütahya	Erzurum	Edirne
23	Çorum	Osmaniye	Düzce	64	Tekirdağ	Ardahan	Adıyaman
24	Trabzon	Elazığ	Kırşehir	65	Giresun	Antalya	Tokat
25	Çanakkale	Hatay	Siirt	66	Erzincan	Trabzon	Kütahya
26	Samsun	Ankara	Elazığ	67	Amasya	Gümüşhane	Kastamonu
27	Denizli	Sakarya	Nevşehir	68	Kastamonu	Bitlis	Amasya
28	Kırıkkale	Karaman	Samsun	69	Rize	Tunceli	Aydın
29	Ardahan	Bolu	Karaman	70	Bingöl	Tokat	Antalya
30	Aksaray	Çankırı	Yozgat	71	Tokat	Edirne	İstanbul
31	Düzce	Yozgat	Kilis	72	İstanbul	Sinop	Erzurum
32	Ağrı	Nevşehir	Niğde	73	Burdur	Burdur	Burdur
33	Malatya	Kırşehir	Malatya	74	Antalya	Muğla	Tekirdağ
34	Gümüşhane	Zonguldak	Ordu	75	Isparta	Giresun	Bingöl
35	Ordu	Tekirdağ	Çankırı	76	Hakkari	Bayburt	Artvin
36	Batman	Amasya	Iğdır	77	Bartın	Isparta	Isparta
37	Siirt	Bilecik	Kars	78	Muğla	Hakkari	Erzincan
38	Kırklareli	Sivas	Şırnak	79	Artvin	Rize	Muğla
39	Kilis	Kütahya	Aksaray	80	Kocaeli	Artvin	Kocaeli
40	Şanlıurfa	Karabük	Van	81	Yalova	Yalova	Yalova
41	Bitlis	Kırıkkale	Denizli				

Senaryo 1 Sonuçları:

Senaryo 1’de biyogaz potansiyeli (0,31) temel kriter olarak kabul edilmiş ve arazi maliyetinin (0,25) ağırlığı arttırılmıştır. Senaryo 1 için Çizelge 5.15.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.47.’de verilmiştir.

Çizelge 5.47.’de verilen çözüm sonuçları incelendiğinde biyogaz potansiyeli yüksek ve arazi maliyeti düşük olan illerin sıralamada daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR çözüm sıralamalarının ilk 5 sıralarında genellikle Manisa, Mersin, Balıkesir ve Bolu illerinin yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Manisa ili biyogaz potansiyelinin yüksek (91.911.860), arazi maliyetinin düşük (3,95), bölgesel teşvik oranının görece yüksek (4), enerji tüketiminin görece yüksek (342.416,01), sıcaklık değerinin yüksek (16,80) ve personel maliyetinin düşük (0,39) olması nedeniyle 1. sırada yer almaktadır. Manisa ilini takip eden Mersin, Balıkesir ve Bolu illerinin de Manisa ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.47. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Kocaeli, Artvin ve Muğla illerinin çoğunlukla sonuç sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili biyogaz potansiyeli düşük (155.664), arazi maliyetinin yüksek (12,47), bölgesel teşvik oranının düşük (2), deprem tehlikesinin yüksek (0,60), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini takip eden Kocaeli, Artvin ve Muğla illerinin de Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.47. Senaryo 1 tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Manisa	Gaziantep	Mersin	42	Erzincan	Iğdır	Kilis
2	Balıkesir	Mersin	Manisa	43	Aksaray	Ordu	Ordu
3	Mersin	Mardin	Balıkesir	44	Iğdır	Şırnak	Aksaray
4	Bolu	Diyarbakır	Afyon	45	Adıyaman	Bingöl	Karaman
5	İzmir	K.maraş	Bolu	46	Kilis	Erzurum	Niğde
6	Sakarya	Uşak	İzmir	47	Bayburt	Siirt	Osmaniye
7	Afyon	Kayseri	Sakarya	48	K.maraş	Ağrı	Kırıkkale
8	Konya	Malatya	Konya	49	Bingöl	Muş	Sivas
9	Uşak	Konya	Uşak	50	Muş	Aksaray	Gümüşhane
10	Bursa	Denizli	Ankara	51	Çankırı	Ardahan	Bingöl
11	Gaziantep	İzmir	Bursa	52	Van	Niğde	Adıyaman
12	Kayseri	Yozgat	Mardin	53	Ordu	Kilis	Tunceli
13	Ankara	Manisa	Adana	54	Elazığ	Sakarya	Hatay
14	Denizli	Aydın	Gaziantep	55	Kırklareli	Bilecik	Trabzon
15	Yozgat	Samsun	Diyarbakır	56	Tekirdağ	Ankara	Hakkari
16	Adana	Afyon	Şanlıurfa	57	Batman	Zonguldak	Bayburt
17	Ardahan	Çorum	Düzce	58	Kütahya	Batman	Sinop
18	Malatya	Hatay	Batman	59	Eskişehir	Eskişehir	Karabük
19	Düzce	Adana	Siirt	60	Amasya	Kırklareli	Giresun
20	Kars	Balıkesir	Çorum	61	Osmaniye	Bitlis	Aydın
21	Trabzon	Düzce	Kayseri	62	Bilecik	Gümüşhane	Amasya
22	Kırşehir	Bursa	Kars	63	Şanlıurfa	Tunceli	Kütahya
23	Aydın	Nevşehir	Şırnak	64	Niğde	Trabzon	Erzurum
24	Erzurum	Kırşehir	Elazığ	65	Burdur	Kastamonu	Eskişehir
25	Ağrı	Sivas	Iğdır	66	Tokat	Kocaeli	Tokat
26	Çorum	Karaman	Ağrı	67	Kastamonu	İstanbul	Kastamonu
27	Nevşehir	Osmaniye	Van	68	Edirne	Tokat	Rize
28	Mardin	Çankırı	Çanakkale	69	Sinop	Bartın	Erzincan
29	Karaman	Şanlıurfa	Bitlis	70	Rize	Bayburt	Kırklareli
30	Diyarbakır	Tekirdağ	Ardahan	71	Giresun	Antalya	Bartın
31	Sivas	Elazığ	Zonguldak	72	Zonguldak	Burdur	Burdur
32	Samsun	Erzincan	Malatya	73	İstanbul	Sinop	Edirne
33	Kırıkkale	Adıyaman	Muş	74	İsparta	Edirne	Tekirdağ
34	Tunceli	Çanakkale	Yozgat	75	Antalya	Giresun	İstanbul
35	Şırnak	Kırıkkale	Çankırı	76	Hakkari	Muğla	Antalya
36	Hatay	Kars	Samsun	77	Muğla	Hakkari	İsparta
37	Siirt	Van	Bilecik	78	Bartın	Rize	Artvin
38	Gümüşhane	Kütahya	Kırşehir	79	Artvin	İsparta	Muğla
39	Çanakkale	Bolu	Denizli	80	Kocaeli	Artvin	Kocaeli
40	Karabük	Amasya	Nevşehir	81	Yalova	Yalova	Yalova
41	Bitlis	Karabük	K.maraş				

Senaryo 2 Sonuçları:

Senaryo 2’de biyogaz potansiyeli (0,32) temel kriter olarak kabul edilmiş ve bölgesel teşvik kriterinin (0,23) ağırlığı arttırılmıştır. Senaryo 2 için Çizelge 5.15.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.48.’de verilmiştir.

Çizelge 5.48.’de verilen çözüm sonuçları incelendiğinde biyogaz potansiyeli ve bölgesel teşvik oranı yüksek olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında daha çok Manisa, Mersin ve Bolu illerinin yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Manisa ili biyogaz potansiyelinin yüksek (91.911.860), bölgesel teşvik oranının görece yüksek (4), arazi maliyetinin düşük (3,95), enerji tüketiminin görece yüksek (342.416,01), sıcaklık değerinin yüksek (16,80) ve personel maliyetinin düşük (0,39) olması nedeniyle 1. sırada yer almaktadır. Sıralamaların genellikle ilk 5 sırasında yer alan Mersin ve Bolu illerinin de Manisa ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.48. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Muğla, Kocaeli ve Isparta illerinin çoğunlukla çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili biyogaz potansiyeli düşük (155.664), bölgesel teşvik oranının düşük (2), arazi maliyetinin yüksek (12,47), deprem tehlikesi yüksek (0,60), enerji tüketiminin düşük (58.810,24), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini takip eden Muğla, Kocaeli ve Isparta illerinin de Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.48. Senaryo 2 tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Manisa	Mardin	Manisa	42	Gümüşhane	Bingöl	Kırşehir
2	Balıkesir	Mersin	Mersin	43	Çanakkale	Sakarya	Ordu
3	Mersin	Diyarbakır	Balıkesir	44	Aksaray	Ordu	Nevşehir
4	Bolu	K.maraş	Afyon	45	Aydın	Ağrı	Bingöl
5	Sakarya	Gaziantep	Bolu	46	Hatay	Kırıkkale	Aksaray
6	İzmir	Uşak	Sakarya	47	Şanlıurfa	Şırnak	Osmaniye
7	Afyon	Malatya	Konya	48	Çankırı	Siirt	Denizli
8	Konya	Afyon	İzmir	49	Kilis	Zonguldak	Karaman
9	Uşak	Konya	Uşak	50	K.maraş	Bilecik	Gümüşhane
10	Ankara	Manisa	Ankara	51	Adıyaman	Tekirdağ	Sivas
11	Bursa	Balıkesir	Mardin	52	Bayburt	Ardahan	Kırıkkale
12	Gaziantep	Kayseri	Bursa	53	Elazığ	Aksaray	Adıyaman
13	Kayseri	Şanlıurfa	Diyarbakır	54	Ordu	Ankara	Sinop
14	Ardahan	Düzce	Şanlıurfa	55	Karabük	Batman	Giresun
15	Mardin	Çorum	Adana	56	Erzincan	Erzurum	Tunceli
16	Kars	Yozgat	Gaziantep	57	İstanbul	Kilis	Bayburt
17	Diyarbakır	Çankırı	Batman	58	Kırklareli	Karabük	Hatay
18	Ağrı	İzmir	Düzce	59	Kütahya	Bitlis	Tokat
19	Adana	Osmaniye	Kars	60	Osmaniye	Kastamonu	Amasya
20	Düzce	Denizli	Siirt	61	Bilecik	Eskişehir	Kütahya
21	Yozgat	Adana	Ağrı	62	Amasya	Gümüşhane	Erzurum
22	Şırnak	Samsun	Şırnak	63	Niğde	Bartın	Trabzon
23	Siirt	Elazığ	Van	64	Eskişehir	Kocaeli	Karabük
24	Denizli	Van	Iğdır	65	Tekirdağ	Tokat	Kastamonu
25	Bitlis	Bursa	Bitlis	66	Tokat	Tunceli	Eskişehir
26	Malatya	Hatay	Ardahan	67	Zonguldak	Kırklareli	Rize
27	Iğdır	Aydın	Çorum	68	Sinop	İstanbul	Aydın
28	Çorum	Nevşehir	Muş	69	Kastamonu	Trabzon	Bartın
29	Kırşehir	Sivas	Elazığ	70	Burdur	Sinop	Erzincan
30	Van	Kırşehir	Zonguldak	71	Giresun	Bayburt	Burdur
31	Muş	Niğde	Çankırı	72	Edirne	Giresun	Kırklareli
32	Nevşehir	Kars	Malatya	73	Hakkari	Burdur	Edirne
33	Erzurum	Iğdır	Çanakkale	74	Rize	Antalya	İstanbul
34	Batman	Kütahya	Kayseri	75	Isparta	Hakkari	Tekirdağ
35	Bingöl	Çanakkale	Yozgat	76	Antalya	Edirne	Artvin
36	Sivas	Karaman	Bilecik	77	Bartın	Muğla	Antalya
37	Trabzon	Bolu	K.maraş	78	Muğla	Rize	Isparta
38	Karaman	Adıyaman	Hakkari	79	Artvin	Isparta	Kocaeli
39	Kırıkkale	Muş	Kilis	80	Kocaeli	Artvin	Muğla
40	Samsun	Amasya	Niğde	81	Yalova	Yalova	Yalova
41	Tunceli	Erzincan	Samsun				

Senaryo 3 Sonuçları:

Senaryo 3’de biyogaz potansiyeli (0,33) temel kriter olarak kabul edilmiş ve enerji tüketimi (0,23) ağırlığı arttırılmıştır. Senaryo 3 için Çizelge 5.15.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.49’da verilmiştir.

Çizelge 5.49.’da verilen çözüm sonuçları incelendiğinde biyogaz potansiyeli ve enerji tüketimi yüksek olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle İzmir, Manisa, Mersin ve Balıkesir illeri yer almaktadır. Bu illerden İzmir ili biyogaz potansiyelinin yüksek (48.568.740), enerji tüketiminin yüksek (1.178.641,74), arazi maliyetinin görece düşük (2,62), sıcaklık oranının yüksek (17,90) ve istihdam sağlama oranının yüksek (13,80) olması nedeniyle çözüm sonuçlarında ilk sıralarda yer almaktadır. İzmir ilini takip eden Manisa, Mersin ve Balıkesir illerinin de İzmir ili ile benzer özellikler taşıyor olması nedeniyle elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.49. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Artvin, Hakkari ve Muğla illerinin çoğunlukla çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili biyogaz potansiyeli düşük (155.664), enerji tüketiminin düşük (58.810,24), arazi maliyetinin yüksek (12,47), bölgesel teşvik oranının düşük (2), deprem tehlikesinin yüksek (0,60), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini takip eden Artvin, Hakkari ve Muğla illerinin de Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.49. Senaryo 3 tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	İstanbul	Mersin	İzmir	42	Gümüşhane	Ordu	Eskişehir
2	Manisa	Gaziantep	Manisa	43	Aksaray	Çankırı	Kırşehir
3	İzmir	İzmir	Mersin	44	Karabük	Amasya	Kilis
4	Balıkesir	Konya	Balıkesir	45	Adıyaman	Antalya	Nevşehir
5	Mersin	Manisa	Afyon	46	Bitlis	Kırklareli	Ardahan
6	Sakarya	Bursa	Sakarya	47	Erzincan	Van	Karaman
7	Bolu	Adana	Bolu	48	Şanlıurfa	Erzincan	Niğde
8	Ankara	K.maraş	Konya	49	Kırklareli	Kırşehir	Hatay
9	Bursa	Kayseri	Ankara	50	Iğdır	Karabük	Ordu
10	Afyon	Balıkesir	Bursa	51	Kilis	Kırıkkale	Aksaray
11	Konya	Denizli	Uşak	52	Antalya	Kastamonu	Adıyaman
12	Gaziantep	Uşak	Adana	53	Eskişehir	Aksaray	Kırıkkale
13	Uşak	Diyarbakır	Gaziantep	54	Bayburt	Erzurum	Sivas
14	Adana	Ankara	Düzce	55	Bingöl	Batman	Bingöl
15	Kayseri	Malatya	İstanbul	56	Van	Trabzon	Amasya
16	Denizli	Afyon	Çanakkale	57	Osmaniye	Şırnak	Gümüşhane
17	Tekirdağ	Aydın	Mardin	58	Muş	Muğla	Karabük
18	Hatay	Samsun	Kayseri	59	Ordu	Siirt	Kütahya
19	Aydın	Mardin	Zonguldak	60	Çankırı	Muş	Trabzon
20	Trabzon	Sakarya	Diyarbakır	61	Elazığ	Bingöl	Tunceli
21	Samsun	Çanakkale	Şanlıurfa	62	Batman	Kars	Hakkari
22	Yozgat	Hatay	Elazığ	63	Kütahya	Iğdır	Sinop
23	Düzce	Tekirdağ	Denizli	64	Amasya	Kilis	Giresun
24	Diyarbakır	Osmaniye	Çorum	65	Bilecik	Ağrı	Bayburt
25	Ardahan	Şanlıurfa	Bilecik	66	Burdur	Tokat	Tokat
26	Malatya	Düzce	Malatya	67	Niğde	Bartın	Tekirdağ
27	Kars	Kocaeli	Batman	68	Tokat	Edirne	Kastamonu
28	Erzurum	Bolu	Samsun	69	Edirne	Ardahan	Erzurum
29	Çanakkale	Elazığ	K.maraş	70	Kocaeli	Burdur	Erzincan
30	Kırşehir	İstanbul	Çankırı	71	Kastamonu	Gümüşhane	Kocaeli
31	Sivas	Çorum	Siirt	72	Zonguldak	Bitlis	Kırklareli
32	K.maraş	Bilecik	Şırnak	73	Sinop	Tunceli	Antalya
33	Ağrı	Kütahya	Iğdır	74	Rize	Giresun	Rize
34	Mardin	Zonguldak	Van	75	Giresun	Isparta	Bartın
35	Nevşehir	Sivas	Osmaniye	76	Isparta	Sinop	Burdur
36	Karaman	Eskişehir	Kars	77	Hakkari	Rize	Edirne
37	Çorum	Yozgat	Bitlis	78	Muğla	Bayburt	Isparta
38	Kırıkkale	Karaman	Aydın	79	Bartın	Hakkari	Muğla
39	Şırnak	Adıyaman	Muş	80	Artvin	Yalova	Artvin
40	Tunceli	Nevşehir	Ağrı	81	Yalova	Artvin	Yalova
41	Siirt	Niğde	Yozgat				

Senaryo 4 Sonuçları:

Senaryo 4'te biyogaz potansiyeli (0,20) ağırlığı azaltılmış ve deprem tehlikesinin (0,38) kriter ağırlığı arttırılarak temel kriter olarak alınmıştır. Senaryo 4 için Çizelge 5.15.'de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.50'de verilmiştir.

Çizelge 5.50.'de verilen çözüm sonuçları incelendiğinde deprem tehlikesi düşük ve biyogaz potansiyeli yüksek olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle Mersin, Konya, Mardin ve Ankara illeri yer almaktadır. Mersin ili deprem tehlikesinin düşük (0,14), biyogaz potansiyelinin yüksek (61.802.085), arazi maliyetinin düşük (1,95), bölgesel teşvik oranının görece yüksek (4), sıcaklık oranının yüksek (19,20), personel maliyetinin düşük (0,29) ve istihdam sağlama oranının görece yüksek (5.70) olması nedeniyle 1.sırada yer almaktadır. Mersin ilini takip eden Konya, Mardin ve Ankara illerinin de Mersin ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.50 incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Kocaeli, Bingöl ve Erzincan illerinin çoğunlukla çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili bölgesel teşvik oranının düşük (2), deprem tehlikesinin yüksek (0,60), biyogaz potansiyelinin düşük (155.664), arazi maliyetinin yüksek (12,47), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini takip eden Kocaeli, Bingöl ve Erzincan illerinin de Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.50. Senaryo 4 tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Mersin	Mersin	Mersin	42	Bilecik	Karabük	Çankırı
2	Manisa	Gaziantep	Konya	43	Iğdır	Aksaray	Muş
3	Balıkesir	Mardin	Mardin	44	Bitlis	Zonguldak	Bayburt
4	Konya	Diyarbakır	Ankara	45	Çanakkale	Batman	Osmaniye
5	Ankara	Konya	Şanlıurfa	46	Zonguldak	Kilis	Rize
6	İzmir	K.maraş	Diyarbakır	47	İstanbul	Şırnak	Edirne
7	Afyon	Kayseri	Adana	48	Van	Kars	Malatya
8	Gaziantep	Adana	Gaziantep	49	Çankırı	Amasya	Bursa
9	Adana	Uşak	Batman	50	Eskişehir	Iğdır	K.maraş
10	Mardin	İzmir	Uşak	51	Malatya	Bolu	Hakkari
11	Uşak	Malatya	Kırşehir	52	Karabük	Sakarya	Bartın
12	Kayseri	Şanlıurfa	Afyon	53	Rize	Erzincan	Karabük
13	Kırşehir	Samsun	Nevşehir	54	Şırnak	Muş	Eskişehir
14	Bolu	Denizli	Yozgat	55	Tunceli	Kırklareli	Tunceli
15	Nevşehir	Manisa	Karaman	56	Muş	Ağrı	Kastamonu
16	Karaman	Bursa	Balıkesir	57	Osmaniye	Eskişehir	Tokat
17	Yozgat	Balıkesir	Niğde	58	Antalya	Erzurum	Elazığ
18	Diyarbakır	Hatay	Kayseri	59	Kastamonu	Ardahan	Manisa
19	Şanlıurfa	Osmaniye	Ordu	60	K.maraş	Trabzon	Antalya
20	Bursa	Yozgat	Aksaray	61	Tokat	İstanbul	Artvin
21	Aksaray	Afyon	Kars	62	Elazığ	Bingöl	Kütahya
22	Sivas	Aydın	Siirt	63	Denizli	Kastamonu	Isparta
23	Batman	Sivas	Kilis	64	Kütahya	Gümüşhane	İstanbul
24	Ordu	Karaman	Ağrı	65	Bartın	Bitlis	İzmir
25	Kars	Çorum	Sinop	66	Hatay	Antalya	Hatay
26	Niğde	Nevşehir	Sivas	67	Erzurum	Kocaeli	Burdur
27	Trabzon	Çanakkale	Iğdır	68	Tekirdağ	Tunceli	Tekirdağ
28	Kırıkkale	Kırşehir	Samsun	69	Isparta	Bartın	Muğla
29	Kırklareli	Tekirdağ	Kırıkkale	70	Adıyaman	Tokat	Amasya
30	Sakarya	Düzce	Zonguldak	71	Hakkari	Edirne	Adıyaman
31	Samsun	Ankara	Bitlis	72	Artvin	Sinop	Erzurum
32	Gümüşhane	Elazığ	Gümüşhane	73	Amasya	Burdur	Denizli
33	Ağrı	Çankırı	Giresun	74	Burdur	Bayburt	Düzce
34	Kilis	Ordu	Van	75	Düzce	Giresun	Bolu
35	Sinop	Adıyaman	Çorum	76	Aydın	Muğla	Aydın
36	Ardahan	Kırıkkale	Bilecik	77	Erzincan	Rize	Erzincan
37	Çorum	Van	Ardahan	78	Muğla	Isparta	Sakarya
38	Siirt	Niğde	Trabzon	79	Bingöl	Hakkari	Bingöl
39	Bayburt	Bilecik	Şırnak	80	Kocaeli	Artvin	Yalova
40	Edirne	Kütahya	Kırklareli	81	Yalova	Yalova	Kocaeli
41	Giresun	Siirt	Çanakkale				

Senaryo 5 Sonuçları:

Senaryo 5’de biyogaz potansiyeli (0,23) ağırlığı azaltılmış ve arazi maliyetinin (0,33) kriter ağırlığı arttırılarak temel kriter olarak alınmıştır. Senaryo 5 için Çizelge 5.15.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.51’de verilmiştir.

Çizelge 5.51. incelendiğinde arazi maliyeti düşük ve biyogaz potansiyeli yüksek olan illerin sıralamada daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle Manisa, Mersin, Balıkesir ve İzmir illerinin yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Manisa ili arazi maliyetinin düşük (3,95), biyogaz potansiyelinin yüksek (91.911.860), bölgesel teşvik oranının görece yüksek (4), sıcaklık değerinin yüksek (16,80), enerji tüketiminin görece yüksek (342.416,01) ve personel maliyetinin düşük (0,39) olması nedeniyle 1. sırada yer almaktadır. Sıralamada genellikle ilk 5’de yer alan Mersin, Balıkesir ve İzmir illerinin de Manisa ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.51. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Kocaeli, Yalova, Artvin, Isparta ve Muğla illerinin genellikle çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Kocaeli ili arazi maliyetinin yüksek (15,25), biyogaz potansiyelinin görece düşük (13.400.354), bölgesel teşvik oranının düşük (1), deprem tehlikesinin yüksek (0,68), istihdam sağlama oranının düşük (2,08) ve personel maliyetinin yüksek (0,63) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Kocaeli ilini takip eden Yalova, Artvin, Isparta ve Muğla illerinin de Kocaeli ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.51. Senaryo 5 tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Manisa	Gaziantep	Mersin	42	Kilis	Aksaray	Çanakkale
2	Mersin	Mardin	Manisa	43	Bayburt	Bingöl	Kırıkkale
3	Balıkesir	Diyarbakır	Balıkesir	44	K.maraş	Ordu	Osmaniye
4	Bolu	Mersin	Afyon	45	Iğdır	Afyon	Denizli
5	İzmir	K.maraş	İzmir	46	Sakarya	Balıkesir	Sivas
6	Afyon	Kayseri	Konya	47	Bingöl	Muş	Adıyaman
7	Konya	Malatya	Bolu	48	Çanakkale	Amasya	Hatay
8	Uşak	Uşak	Uşak	49	Muş	Batman	Gümüşhane
9	Bursa	Hatay	Mardin	50	Çankırı	Trabzon	Trabzon
10	Gaziantep	Yozgat	Diyarbakır	51	Van	Çanakkale	Tunceli
11	Kayseri	Denizli	Ankara	52	Kırklareli	Kütahya	Bilecik
12	Denizli	Aydın	Gaziantep	53	Ordu	Tunceli	Zonguldak
13	Yozgat	Konya	Bursa	54	Tekirdağ	Elazığ	Niğde
14	Malatya	Samsun	Şanlıurfa	55	Kütahya	Bitlis	Bingöl
15	Ardahan	Kırşehir	Adana	56	Batman	Gümüşhane	Karabük
16	Trabzon	Adıyaman	Batman	57	Ankara	Kırklareli	Bayburt
17	Kırşehir	Sivas	Siirt	58	Elazığ	Bolu	Sinop
18	Kars	Nevşehir	Şırnak	59	Amasya	Niğde	Giresun
19	Erzurum	Karaman	Iğdır	60	Eskişehir	Bilecik	Aydın
20	Aydın	İzmir	Kars	61	Osmaniye	Bayburt	Erzurum
21	Nevşehir	Tekirdağ	Bitlis	62	Burdur	Zonguldak	Amasya
22	Karaman	Şırnak	Ağrı	63	Bilecik	Ankara	Hakkari
23	Sivas	Siirt	Kayseri	64	Tokat	Eskişehir	Tokat
24	Ağrı	Kırıkkale	Van	65	Niğde	Sakarya	Kütahya
25	Kırıkkale	Kars	Yozgat	66	Şanlıurfa	Tokat	Kırklareli
26	Çorum	Çorum	Düzce	67	Edirne	Kastamonu	Erzincan
27	Samsun	Adana	Ardahan	68	Kastamonu	Burdur	Rize
28	Diyarbakır	Osmaniye	Çorum	69	Sinop	İstanbul	Kastamonu
29	Mardin	Erzincan	Muş	70	Rize	Sinop	Eskişehir
30	Tunceli	Bursa	Kilis	71	Giresun	Edirne	Burdur
31	Hatay	Kilis	Malatya	72	Isparta	Bartın	Edirne
32	Adana	Erzurum	Kırşehir	73	Antalya	Antalya	Tekirdağ
33	Düzce	Karabük	K.maraş	74	Zonguldak	Kocaeli	Bartın
34	Şırnak	Şanlıurfa	Nevşehir	75	Hakkari	Giresun	Antalya
35	Karabük	Ardahan	Samsun	76	İstanbul	Rize	İstanbul
36	Gümüşhane	Düzce	Elazığ	77	Muğla	Hakkari	Isparta
37	Siirt	Ağrı	Aksaray	78	Bartın	Muğla	Muğla
38	Erzincan	Manisa	Çankırı	79	Artvin	Isparta	Artvin
39	Aksaray	Van	Ordu	80	Yalova	Artvin	Yalova
40	Adıyaman	Iğdır	Karaman	81	Kocaeli	Yalova	Kocaeli
41	Bitlis	Çankırı	Sakarya				

Senaryo 6 Sonuçları:

Senaryo 6'da biyogaz potansiyeli (0,15) kriterinin ağırlığı azaltılmış, bölgesel teşvik (0,33) ve deprem tehlikesi (0,23) kriterlerinin ağırlıkları arttırılmıştır. Senaryo 6 için Çizelge 5.15.'de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.52.'de verilmiştir.

Çizelge 5.52.'de verilen çözüm sonuçları incelendiğinde bölgesel teşvik oranı yüksek, deprem tehlikesi düşük ve biyogaz potansiyeli yüksek olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR çözüm sıralamalarında ilk 5'de genellikle Mardin, Diyarbakır, Şanlıurfa, Mersin ve Balıkesir illeri yer almaktadır. Bu illerden daha öncelikli konumda olan Mardin ili bölgesel teşvik oranı yüksek (9), deprem tehlikesi düşük (0,09), biyogaz potansiyeli görece yüksek (3.169.322), arazi maliyetinin düşük (1,54), personel maliyeti düşük (0,13) ve istihdam sağlama oranının yüksek (6,28) olması nedeniyle sıralamalarda ilk sıralarda yer almaktadır. Sıralamada ilk 5'de yer alan Diyarbakır ve Şanlıurfa illeri Mardin iline benzer özellikler taşımaktadır. Bu iller biyogaz potansiyeli yönünden biraz zayıftır. Ancak ağırlık olarak bölgesel teşvik ve arazi maliyeti kriterlerinin biyogaz potansiyeli kriterinden daha yüksek ağırlığa sahip olması nedeniyle sonuçlar bu şekilde çıkmıştır. Ayrıca sıralamada ilk 5'de yer alan illerden Manisa ili bölgesel teşvik oranının yüksek (4), biyogaz potansiyelinin yüksek (91.911.860), arazi maliyetinin düşük (3,95) ve personel maliyetinin düşük (0,39) olması nedeniyle sıralamalarda ilk sıralardadır. Sıralamadaki diğer bir il olan Mersin ilinin de Manisa iline benzer özellikler taşıması nedeniyle senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.52. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Kocaeli, Muğla ve Isparta illerinin çoğunlukla çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili bölgesel teşvik oranı düşük (2), deprem tehlikesi yüksek (0,60), biyogaz potansiyeli düşük (155.664), arazi maliyetinin yüksek (12,47), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini Kocaeli,

Muğla ve Isparta illeri takip etmektedir. Bu illerin Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.52. Senaryo 6 tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Manisa	Mardin	Mardin	42	Çankırı	Kütahya	Kastamonu
2	Mersin	Diyarbakır	Şanlıurfa	43	Adana	Konya	Elazığ
3	Balıkesir	Şanlıurfa	Diyarbakır	44	Kayseri	Tokat	Artvin
4	Mardin	K.maraş	Batman	45	Trabzon	Gümüşhane	Kütahya
5	Diyarbakır	Osmaniye	Siirt	46	Çorum	Kayseri	Amasya
6	Şanlıurfa	Batman	Kars	47	Tunceli	Amasya	Gaziantep
7	Batman	Siirt	Iğdır	48	Samsun	Tunceli	Balıkesir
8	Kars	Van	Bitlis	49	Osmaniye	Hakkari	Manisa
9	Afyon	Şırnak	Van	50	K.maraş	Erzincan	Karaman
10	Ağrı	Mersin	Ağrı	51	Malatya	Denizli	Düzce
11	Ardahan	Yozgat	Şırnak	52	Bursa	Karaman	Trabzon
12	Siirt	Muş	Ardahan	53	Erzurum	Sinop	Samsun
13	Bitlis	Iğdır	Muş	54	Tokat	Giresun	Uşak
14	Iğdır	Kars	Hakkari	55	Adıyaman	İzmir	Bingöl
15	Van	Adıyaman	Yozgat	56	Rize	Aydın	Bilecik
16	İzmir	Gaziantep	Niğde	57	Hatay	Bilecik	Zonguldak
17	Şırnak	Ağrı	Ordu	58	Bilecik	Bayburt	Karabük
18	Muş	Hatay	Kilis	59	Kırklareli	Zonguldak	Burdur
19	Konya	Ordu	Aksaray	60	Karabük	Kastamonu	Erzincan
20	Yozgat	Malatya	Sinop	61	Kastamonu	Çanakkale	Konya
21	Gaziantep	Bingöl	Giresun	62	Elazığ	Karabük	Adana
22	Kırşehir	Ardahan	Çankırı	63	Kütahya	Tekirdağ	Kayseri
23	Nevşehir	Çankırı	Gümüşhane	64	Zonguldak	Bursa	Kırklareli
24	İstanbul	Bitlis	Osmaniye	65	Düzce	Bartın	Edirne
25	Aksaray	Kilis	K.maraş	66	Edirne	Trabzon	Çanakkale
26	Bolu	Niğde	Bayburt	67	Amasya	Sakarya	Isparta
27	Ankara	Aksaray	Kırşehir	68	Çanakkale	Ankara	Denizli
28	Ordu	Afyon	Nevşehir	69	Bartın	Bolu	Tekirdağ
29	Uşak	Sivas	Tunceli	70	Erzincan	Kırklareli	Bolu
30	Gümüşhane	Erzurum	Tokat	71	Denizli	Rize	Sakarya
31	Niğde	Düzce	Adıyaman	72	Eskişehir	Burdur	Ankara
32	Hakkari	Çorum	Sivas	73	Burdur	İstanbul	Aydın
33	Kilis	Uşak	Kırıkkale	74	Tekirdağ	Eskişehir	İzmir
34	Sivas	Elazığ	Afyon	75	Antalya	Antalya	Bursa
35	Karaman	Manisa	Erzurum	76	Artvin	Kocaeli	Antalya
36	Bayburt	Nevşehir	Çorum	77	Isparta	Edirne	İstanbul
37	Kırıkkale	Kırşehir	Mersin	78	Aydın	Artvin	Eskişehir
38	Sinop	Samsun	Rize	79	Muğla	Muğla	Yalova
39	Bingöl	Balıkesir	Malatya	80	Kocaeli	Isparta	Muğla
40	Sakarya	Adana	Bartın	81	Yalova	Yalova	Kocaeli
41	Giresun	Kırıkkale	Hatay				

Tavuk gübresi kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi için Çizelge 5.46., Çizelge 5.47., Çizelge 5.48., Çizelge 5.49., Çizelge 5.50, Çizelge 5.51 ve Çizelge 5.52.'de elde edilen çözüm sonuçları incelendiğinde, bölgesel teşvik kriterinin ağırlığının artması durumunda destek oranının daha yüksek olduğu Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'ndeki illerinin sonuç sıralamalarında daha öncelikli konumlara geçtiği, enerji tüketimi kriterinin ağırlığının artması durumunda ise enerji tüketimi yüksek olan büyükşehirlerin sonuç sıralamalarında daha öncelikli konumlara geçtiği görülmektedir. Ayrıca deprem tehlikesi kriterinin ağırlığının artması durumunda deprem tehlikesinin daha düşük olduğu illerin sonuç sıralamalarında daha öncelikli konuma geçtiği ve arazi maliyeti kriterinin ağırlığının artması durumunda ise arazi maliyetinin daha düşük olduğu şehirlerin sonuç sıralamalarında daha öncelikli konuma geçtiği de görülmektedir. Biyogaz üretim potansiyeli kriter ağırlığının ilk 3 senaryoda ana kriter olarak kabul edilmesi ve diğer 3 senaryoda da yüksek ağırlıktaki kriterler arasında yer alması nedeniyle sıralamalarda, temelde biyogaz üretim potansiyeli yüksek olan iller öncelikli konumdadır.

Öncelik sıralamasında genellikle son sıralarda yer alan Yalova, Artvin, Kocaeli ve Bartın illeri biyogaz üretim potansiyellerinin diğer illere göre görece daha düşüktür. Ayrıca bu illerden, Yalova ilinin deprem tehlikesinin yüksek olması, Artvin ilinin arazi maliyetinin yüksek ve enerji tüketiminin düşük olması, Kocaeli ilinin deprem tehlikesi, personel maliyeti ve arazi maliyetlerinin yüksek olması ve Bartın ilinin de arazi maliyetinin yüksek olması gibi nedenlerden dolayı sıralamada son sıralarda yer almasında etkili olduğu düşünülmektedir.

5.2.8. Toplam Hayvansal Gübre Kaynaklı Biyogaz Tesis Yer Seçimi

Bu aşamada Türkiye'de büyükbaş, küçükbaş ve tavuk gübrelerinin birlikte kullanıldığı biyogaz santralleri için uygun illerin sıralanması amacıyla TOPSIS, PROMETHEE ve VIKOR yöntemleri ile çözüm yapılmıştır. Problemin çözümünde üç yöntem için de Bölüm 5.2.4.'de AHS yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıkları kullanılmıştır.

5.2.8.1. TOPSIS Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması

1. Adım: Karar matrisi (A) oluşturulması: Eşitlik 3.11’de verilen matris yapısı dikkate alınarak oluşturulan karar matrisi EK 18’de verilmiştir.
2. Adım: Normalize karar matrisinin (R) oluşturulması: Eşitlik 3.12’de verilen formül kullanılarak elde edilen normalize karar matrisi EK 19’da verilmiştir.
3. Adım: Ağırlıklı normalize karar matrisi (V) oluşturulması: Eşitlik 3.14 ve Çizelge 5.13.’de verilen ağırlıklar kullanılarak elde edilen ağırlıklı normalize karar matrisi EK 20’de verilmiştir.
4. Adım: İdeal M^+ ve negatif ideal M^- çözümünün belirlenmesi: Eşitlik 3.16 ve Eşitlik 3.17’de verilen formüller uygulanarak Çizelge 5.53.’deki veriler elde edilmiştir.

Çizelge 5.53. Toplam hayvansal gübre ideal M^+ ve negatif ideal M^- çözüm

	THGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
M^+	0,115	0,006	0,000	0,001	0,011	0,020	0,011	0,038
M^-	0,002	0,051	0,006	0,069	0,002	0,002	0,001	0,000

5. Adım: Maksimum ideal noktaya göreli yakınlığın (S_i^+) hesaplanması: Eşitlik 3.18’de verilen formül uygulanarak EK 21’de S_i^+ sütunundaki veriler elde edilmiştir.
6. Adım: Minimum ideal noktaya göreli yakınlığın (S_i^-) hesaplanması: Eşitlik 3.19’da verilen formül uygulanarak EK 21’de S_i^- sütunundaki veriler elde edilmiştir.
7. Adım: İdeal noktaya göreli yakınlığın (C_i) hesaplanması: EK 21’de C_i sütunundaki değerler, EK 21’deki S_i^+ ve S_i^- sütunlarındaki verilere Eşitlik 3.20’de verilen formül uygulanarak elde edilmiştir. C_i değerlerinin büyükten küçüğe sıralanması ile elde edilen alternatiflerin sıralaması Çizelge 5.54.’te verilmiştir.

Çizelge 5.54. Toplam hayvansal gübre kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi TOPSIS sonucu

No	Alternatif	Ci	No	Alternatif	Ci	No	Alternatif	Ci
1	Konya	0,778	28	Uşak	0,436	55	Edirne	0,390
2	İzmir	0,731	29	Van	0,435	56	Bayburt	0,390
3	Balıkesir	0,692	30	Mardin	0,433	57	Amasya	0,387
4	Erzurum	0,631	31	Tokat	0,425	58	Burdur	0,384
5	Ankara	0,628	32	Çanakkale	0,421	59	Antalya	0,382
6	Diyarbakır	0,620	33	Trabzon	0,420	60	Tekirdağ	0,379
7	Manisa	0,595	34	Nevşehir	0,417	61	Kilis	0,378
8	Afyon	0,571	35	Kahramanmaraş	0,416	62	Adıyaman	0,377
9	Mersin	0,539	36	Karaman	0,414	63	Tunceli	0,375
10	Kars	0,528	37	Malatya	0,413	64	Sinop	0,375
11	Kayseri	0,515	38	Kastamonu	0,412	65	Karabük	0,374
12	Ağrı	0,509	39	Iğdır	0,412	66	Giresun	0,369
13	Şanlıurfa	0,504	40	Ordu	0,411	67	Osmaniye	0,365
14	Sivas	0,494	41	Kırklareli	0,409	68	Erzincan	0,363
15	Gaziantep	0,492	42	Niğde	0,408	69	Bingöl	0,362
16	Samsun	0,492	43	Batman	0,407	70	Isparta	0,356
17	Aydın	0,478	44	Kırkkale	0,399	71	Bilecik	0,354
18	Adana	0,475	45	Sakarya	0,399	72	İstanbul	0,353
19	Yozgat	0,463	46	Gümüşhane	0,396	73	Zonguldak	0,344
20	Ardahan	0,462	47	Bitlis	0,395	74	Düzce	0,344
21	Bursa	0,461	48	Hatay	0,394	75	Muğla	0,343
22	Aksaray	0,458	49	Kütahya	0,394	76	Rize	0,343
23	Kırşehir	0,456	50	Elazığ	0,393	77	Hakkari	0,314
24	Muş	0,453	51	Çankırı	0,392	78	Bartın	0,302
25	Denizli	0,448	52	Siirt	0,392	79	Artvin	0,251
26	Bolu	0,442	53	Eskişehir	0,391	80	Kocaeli	0,138
27	Çorum	0,436	54	Şırnak	0,391	81	Yalova	0,100

5.2.8.2. PROMETHEE Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması

Toplam hayvansal gübre kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi için VISUAL PROMETHEE programı aracılığıyla elde edilen sonuçlar Çizelge 5.55.'de verilmiştir.

Çizelge 5.55. Toplam hayvansal gübre PROMETHEE sonucu

No	İl	Φ	Φ^+	Φ^-	No	İl	Φ	Φ^+	Φ^-
1	Diyarbakır	0,531	0,598	0,067	42	Ordu	-0,004	0,323	0,326
2	Şanlıurfa	0,391	0,549	0,158	43	Amasya	-0,018	0,317	0,334
3	Mersin	0,380	0,526	0,147	44	Kastamonu	-0,023	0,323	0,346
4	Erzurum	0,363	0,528	0,164	45	Trabzon	-0,028	0,327	0,355
5	Gaziantep	0,331	0,507	0,176	46	Çankırı	-0,039	0,305	0,343
6	Konya	0,327	0,489	0,162	47	Burdur	-0,055	0,307	0,361
7	İzmir	0,315	0,505	0,190	48	Kütahya	-0,057	0,297	0,354
8	Kars	0,304	0,490	0,186	49	Niğde	-0,060	0,308	0,368
9	Ağrı	0,286	0,478	0,192	50	Antalya	-0,067	0,327	0,394
10	Aydın	0,282	0,479	0,197	51	Siirt	-0,069	0,294	0,363
11	Kayseri	0,261	0,475	0,214	52	Tekirdağ	-0,084	0,282	0,366
12	Sivas	0,253	0,463	0,210	53	Kırklareli	-0,090	0,277	0,367
13	Samsun	0,250	0,446	0,196	54	Osmaniye	-0,095	0,291	0,386
14	Balıkesir	0,230	0,459	0,229	55	Bingöl	-0,102	0,281	0,383
15	Manisa	0,228	0,466	0,238	56	Bitlis	-0,106	0,276	0,381
16	Kahramanmaraş	0,216	0,439	0,223	57	Muğla	-0,131	0,294	0,425
17	Denizli	0,201	0,430	0,229	58	Edirne	-0,157	0,253	0,410
18	Muş	0,197	0,428	0,231	59	Eskişehir	-0,158	0,259	0,417
19	Adana	0,196	0,442	0,246	60	Nevşehir	-0,166	0,247	0,413
20	Ardahan	0,192	0,438	0,246	61	Erzincan	-0,182	0,241	0,423
21	Afyon	0,190	0,427	0,237	62	Kilis	-0,185	0,237	0,421
22	Aksaray	0,185	0,414	0,229	63	Karaman	-0,185	0,240	0,425
23	Yozgat	0,172	0,432	0,260	64	Kırıkkale	-0,189	0,230	0,419
24	Mardin	0,164	0,416	0,252	65	Düzce	-0,190	0,241	0,431
25	Van	0,162	0,411	0,249	66	Giresun	-0,223	0,233	0,456
26	Bursa	0,145	0,403	0,258	67	Gümüşhane	-0,235	0,211	0,446
27	Hatay	0,135	0,404	0,268	68	Tunceli	-0,236	0,209	0,445
28	Ankara	0,129	0,431	0,302	69	Sinop	-0,245	0,217	0,461
29	Tokat	0,107	0,383	0,276	70	Bayburt	-0,249	0,203	0,452
30	Uşak	0,096	0,370	0,275	71	Zonguldak	-0,252	0,228	0,480
31	Kırşehir	0,088	0,376	0,288	72	Isparta	-0,256	0,216	0,472
32	Çorum	0,077	0,359	0,282	73	Kocaeli	-0,274	0,240	0,513
33	Malatya	0,072	0,356	0,284	74	Karabük	-0,289	0,179	0,468
34	Çanakkale	0,064	0,365	0,301	75	İstanbul	-0,317	0,210	0,527
35	Sakarya	0,051	0,395	0,344	76	Bilecik	-0,338	0,173	0,511
36	Adıyaman	0,028	0,349	0,322	77	Hakkari	-0,386	0,167	0,552
37	Iğdır	0,025	0,333	0,308	78	Rize	-0,401	0,139	0,540
38	Bolu	0,024	0,359	0,335	79	Bartın	-0,442	0,132	0,574
39	Batman	0,008	0,340	0,333	80	Artvin	-0,488	0,114	0,602
40	Şırnak	0,000	0,328	0,328	81	Yalova	-0,588	0,074	0,662
41	Elazığ	0,000	0,333	0,333					

5.2.8.3. VIKOR Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması

1. Adım: Karar matrisi (A) oluşturulması: TOPSIS yöntemi için oluşturulan EK 18'deki karar matrisi VIKOR yöntemi için de kullanılmıştır.
2. Adım: Kriterler için en iyi değerler(f_j^*) ve en kötü değerler (f_j^-) belirlenmesi: Kriterler için Eşitlik 5.33 ve Eşitlik 5.34 dikkate alınarak belirlenen f_j^* ve f_j^- değerleri Çizelge 5.56.'da verilmiştir.

Çizelge 5.56. Kriterler için f_j^* ve f_j^- değerleri

	TGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
f_j^*	212.212.247	0,09	0,02	0,21	19,20	9,00	13,80	3.323.993
f_j^-	2.858.334	0,68	0,88	15,25	3,90	1,00	1,08	7.855

3. Adım: S_i ve R_i değerlerinin hesaplanması: Eşitlik 5.35 kullanılarak hesaplanan S_i ve Eşitlik 5.36 kullanılarak hesaplanan R_i değerleri EK 22'de verilmiştir. Kriter ağırlıkları için Çizelge 13'de AHS ile elde edilen w_i değerleri kullanılmıştır.
4. Adım: Her bir alternatif için Q_i değerinin hesaplanması: Her bir alternatif için Q_i değeri Eşitlik 5.37 kullanılarak hesaplanmış ve EK 22'de Q_i sütununda verilmiştir. Bu adımda Q_i 'nin elde edilmesi aşamasında $v=0,2$, $v=0,4$, $v=0,5$ ve $v=0,6$ için çözüm yapılmıştır.
5. Adım: S_i , R_i ve Q_i değerlerinin sıralanması: S_i , R_i ve Q_i değerlerinin küçükten büyüğe sıralaması Çizelge 5.57.'de verilmiştir. Uygulamada genellikle $v=0,5$ kullanılıyor olması nedeniyle sonuçların değerlendirilmesinde $v=0,5$ sonuçları dikkate alınmıştır.

Çizelge 5.57. Toplam hayvansal gübre kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi VIKOR sonuçları

No	Alternatifler	S _i	Alternatifler	R _i	Alternatifler	v=0,5
1	Konya	0,248	Konya	0,097	Konya	0
2	Diyarbakır	0,253	Balıkesir	0,109	Diyarbakır	0,105
3	Şanlıurfa	0,315	Ankara	0,117	Balıkesir	0,125
4	İzmir	0,367	Erzurum	0,139	Ankara	0,170
5	Mersin	0,370	İzmir	0,142	İzmir	0,192
6	Balıkesir	0,372	Afyon	0,142	Erzurum	0,243
7	Mardin	0,383	Diyarbakır	0,144	Afyon	0,257
8	Kars	0,397	Manisa	0,147	Manisa	0,278
9	Ankara	0,406	Mersin	0,189	Şanlıurfa	0,293
10	Ağrı	0,413	Aydın	0,193	Mersin	0,296
11	Batman	0,420	Kars	0,200	Kars	0,341
12	Gaziantep	0,426	Bolu	0,206	Ağrı	0,372
13	Erzurum	0,437	Şanlıurfa	0,208	Kayseri	0,420
14	Yozgat	0,445	Ağrı	0,208	Samsun	0,422
15	Adana	0,446	Kayseri	0,210	Adana	0,431
16	Afyon	0,447	Sakarya	0,213	Sivas	0,434
17	Aksaray	0,449	Samsun	0,215	Gaziantep	0,438
18	Sivas	0,450	Bursa	0,222	Muş	0,464
19	Kırşehir	0,452	Sivas	0,223	Aydın	0,480
20	Muş	0,459	Denizli	0,223	Aksaray	0,489
21	Samsun	0,459	Adana	0,224	Ardahan	0,496
22	Van	0,461	Gaziantep	0,234	Yozgat	0,501
23	Manisa	0,462	Muş	0,234	Van	0,506
24	Kayseri	0,469	Tokat	0,240	Mardin	0,512
25	Ardahan	0,469	Çanakkale	0,242	Bursa	0,516
26	Siirt	0,473	Ardahan	0,245	Kırşehir	0,522
27	Iğdır	0,476	Çorum	0,247	Tokat	0,527
28	Ordu	0,482	Aksaray	0,249	Denizli	0,539
29	Niğde	0,489	Kastamonu	0,250	Çorum	0,540
30	Şırnak	0,493	Van	0,253	K.maraş	0,558
31	Nevşehir	0,498	Uşak	0,254	Çanakkale	0,559
32	Bitlis	0,499	Elazığ	0,254	Batman	0,561
33	Karaman	0,507	Muğla	0,254	Uşak	0,564
34	K.maraş	0,512	Yozgat	0,257	Bolu	0,568
35	Kilis	0,515	K.maraş	0,258	Kastamonu	0,569
36	Sinop	0,519	Kırşehir	0,263	Iğdır	0,572
37	Trabzon	0,519	Amasya	0,264	Niğde	0,575
38	Çorum	0,520	Burdur	0,265	Sakarya	0,595
39	Tokat	0,521	Antalya	0,265	Elazığ	0,595
40	Giresun	0,526	Eskişehir	0,266	Ordu	0,597
41	Uşak	0,529	Kütahya	0,267	Malatya	0,608

Çizelge 5.57. (devam) Toplam hayvansal gübre kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi
VIKOR sonuçları

No	Alternatifler	S _i	Alternatifler	R _i	Alternatifler	v=0,5
42	Kırıkkale	0,531	Malatya	0,269	Antalya	0,621
43	Gümüşhane	0,535	Niğde	0,274	Çankırı	0,634
44	Osmaniye	0,536	Iğdır	0,278	Şırnak	0,635
45	Malatya	0,544	Kocaeli	0,278	Trabzon	0,635
46	Kırklareli	0,547	Çankırı	0,278	Amasya	0,636
47	Kastamonu	0,548	Hatay	0,283	Bitlis	0,636
48	Çankırı	0,551	Edirne	0,284	Kütahya	0,637
49	Çanakkale	0,556	Mardin	0,285	Siirt	0,638
50	Bursa	0,558	Tekirdağ	0,285	Burdur	0,641
51	Bayburt	0,561	Kırklareli	0,285	Nevşehir	0,642
52	Hatay	0,561	Isparta	0,286	Kırklareli	0,645
53	Edirne	0,562	Ordu	0,287	Karaman	0,65
54	Elazığ	0,569	Zonguldak	0,288	Hatay	0,652
55	Adıyaman	0,571	Düzce	0,288	Edirne	0,654
56	Antalya	0,572	Bingöl	0,289	Eskişehir	0,656
57	Hakkari	0,574	Trabzon	0,291	Muğla	0,657
58	Denizli	0,582	Adıyaman	0,292	Sinop	0,657
59	Tunceli	0,584	Erzincan	0,292	Giresun	0,659
60	Zonguldak	0,585	Batman	0,293	Osmaniye	0,676
61	Kütahya	0,586	İstanbul	0,297	Adıyaman	0,678
62	Rize	0,586	Bitlis	0,299	Zonguldak	0,68
63	Aydın	0,588	Giresun	0,300	Kırıkkale	0,683
64	Bilecik	0,589	Şırnak	0,300	Gümüşhane	0,686
65	Amasya	0,594	Sinop	0,301	Bayburt	0,698
66	Karabük	0,596	Nevşehir	0,302	Kilis	0,708
67	Burdur	0,597	Karaman	0,302	Isparta	0,711
68	Eskişehir	0,612	Osmaniye	0,304	Tekirdağ	0,713
69	Bartın	0,614	Bilecik	0,305	Bilecik	0,720
70	Isparta	0,627	Bayburt	0,305	Bingöl	0,723
71	Tekirdağ	0,633	Kırıkkale	0,309	Hakkari	0,727
72	Bingöl	0,636	Gümüşhane	0,309	İstanbul	0,748
73	İstanbul	0,645	Siirt	0,309	Tunceli	0,748
74	Muğla	0,646	Bartın	0,311	Karabük	0,748
75	Artvin	0,651	Hakkari	0,313	Düzce	0,748
76	Bolu	0,664	Artvin	0,314	Bartın	0,754
77	Düzce	0,668	Karabük	0,315	Rize	0,763
78	Sakarya	0,681	Tunceli	0,319	Erzincan	0,767
79	Erzincan	0,682	Rize	0,326	Artvin	0,791
80	Yalova	0,865	Kilis	0,326	Kocaeli	0,891
81	Kocaeli	0,875	Yalova	0,329	Yalova	0,993

6. Adım: Koşulların değerlendirilmesi ve uzlaşık çözümün belirlenmesi:

Koşul 1 (C1): Eşitlik 5.8 ve Eşitlik 5.39'da verilen formülleri kullanılarak test edilmiştir. $0,105 - 0,000 = 0,105 \geq 0.0123$ olarak bulunduğu için C1 koşulu sağlanmıştır.

Koşul 2 (C2): En iyi değere sahip olan Konya ili S_i ve R_i sıralamasında da en iyi durumda olduğu için C2 koşulu sağlanmıştır.

Koşulların sağlanmış olması nedeniyle Çizelge 5.57.'de verilen çözüm uzlaşık çözüm olarak kabul edilmiştir.

5.2.8.4. Sonuçların Karşılaştırılması

Ana çözümde en yüksek ağırlıklı 3 kriter olarak biyogaz potansiyeli (0,33), deprem tehlikesi (0,23) ve arazi maliyeti (0,16) kriterleri alınmıştır. Ana çözüm için Çizelge 5.13.'de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.58.'de verilmiştir.

Çizelge 5.58.'de verilen çözüm sonuçları incelendiğinde biyogaz potansiyeli yüksek, deprem tehlikesi ve arazi maliyeti düşük olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlarda yer aldığı görülmektedir. Ana çözümde AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle Konya, Diyarbakır, İzmir, Balıkesir ve Erzurum illerinin yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Konya ili biyogaz potansiyelinin yüksek (212.212.247), deprem tehlikesinin düşük (0,13), arazi maliyetinin düşük (1,64), enerji tüketiminin görece yüksek (422.749,47) olması nedeniyle ilk sıralarda yer almaktadır. Konya ilini takip eden Diyarbakır, İzmir, Balıkesir ve Erzurum illerinin de Konya ili ile benzer sonuçlar göstermesi nedeniyle bu senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.58. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Kocaeli, Artvin, Bartın, Rize ve Hakkari illerinin genellikle çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili biyogaz potansiyelinin düşük (2.858.335), deprem tehlikesinin yüksek (0,60), arazi maliyetinin yüksek (12,47), bölgesel teşvik oranının düşük (2), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini takip eden Kocaeli, Artvin, Bartın, Rize ve Hakkari illerinin de Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.



Çizelge 5.58. Toplam hayvansal gübre kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE, AHS-VIKOR karşılaştırma

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Konya	Diyarbakır	Konya	42	Niğde	Ordu	Antalya
2	İzmir	Şanlıurfa	Diyarbakır	43	Batman	Amasya	Çankırı
3	Balıkesir	Mersin	Balıkesir	44	Kırıkkale	Kastamonu	Şırnak
4	Erzurum	Erzurum	Ankara	45	Sakarya	Trabzon	Trabzon
5	Ankara	Gaziantep	İzmir	46	Gümüşhane	Çankırı	Amasya
6	Diyarbakır	Konya	Erzurum	47	Bitlis	Burdur	Bitlis
7	Manisa	İzmir	Afyon	48	Hatay	Kütahya	Kütahya
8	Afyon	Kars	Manisa	49	Kütahya	Niğde	Siirt
9	Mersin	Ağrı	Şanlıurfa	50	Elazığ	Antalya	Burdur
10	Kars	Aydın	Mersin	51	Çankırı	Siirt	Nevşehir
11	Kayseri	Kayseri	Kars	52	Siirt	Tekirdağ	Kırklareli
12	Ağrı	Sivas	Ağrı	53	Eskişehir	Kırklareli	Karaman
13	Şanlıurfa	Samsun	Kayseri	54	Şırnak	Osmaniye	Hatay
14	Sivas	Balıkesir	Samsun	55	Edirne	Bingöl	Edirne
15	Gaziantep	Manisa	Adana	56	Bayburt	Bitlis	Eskişehir
16	Samsun	K.maraş	Sivas	57	Amasya	Muğla	Muğla
17	Aydın	Denizli	Gaziantep	58	Burdur	Edirne	Sinop
18	Adana	Muş	Muş	59	Antalya	Eskişehir	Giresun
19	Yozgat	Adana	Aydın	60	Tekirdağ	Nevşehir	Osmaniye
20	Ardahan	Ardahan	Aksaray	61	Kilis	Erzincan	Adıyaman
21	Bursa	Afyon	Ardahan	62	Adıyaman	Kilis	Zonguldak
22	Aksaray	Aksaray	Yozgat	63	Tunceli	Karaman	Kırıkkale
23	Kırşehir	Yozgat	Van	64	Sinop	Kırıkkale	Gümüşhane
24	Muş	Mardin	Mardin	65	Karabük	Düzce	Bayburt
25	Denizli	Van	Bursa	66	Giresun	Giresun	Kilis
26	Bolu	Bursa	Kırşehir	67	Osmaniye	Gümüşhane	Isparta
27	Çorum	Hatay	Tokat	68	Erzincan	Tunceli	Tekirdağ
28	Uşak	Ankara	Denizli	69	Bingöl	Sinop	Bilecik
29	Van	Tokat	Çorum	70	Isparta	Bayburt	Bingöl
30	Mardin	Uşak	K.maraş	71	Bilecik	Zonguldak	Hakkari
31	Tokat	Kırşehir	Çanakkale	72	İstanbul	Isparta	İstanbul
32	Çanakkale	Çorum	Batman	73	Zonguldak	Kocaeli	Tunceli
33	Trabzon	Malatya	Uşak	74	Düzce	Karabük	Karabük
34	Nevşehir	Çanakkale	Bolu	75	Muğla	İstanbul	Düzce
35	K.maraş	Sakarya	Kastamonu	76	Rize	Bilecik	Bartın
36	Karaman	Adıyaman	Iğdır	77	Hakkari	Hakkari	Rize
37	Malatya	Iğdır	Niğde	78	Bartın	Rize	Erzincan
38	Kastamonu	Bolu	Sakarya	79	Artvin	Bartın	Artvin
39	Iğdır	Batman	Elazığ	80	Kocaeli	Artvin	Kocaeli
40	Ordu	Şırnak	Ordu	81	Yalova	Yalova	Yalova
41	Kırklareli	Elazığ	Malatya				

Senaryo 1 Sonuçları:

Senaryo 1’de biyogaz potansiyeli (0,31) temel kriter olarak kabul edilmiş ve arazi maliyetinin (0,25) ağırlığı arttırılmıştır. Senaryo 1 için Çizelge 5.15.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.59.’da verilmiştir.

Çizelge 5.59.’da verilen çözüm sonuçları incelendiğinde biyogaz potansiyeli yüksek ve arazi maliyeti düşük olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle Diyarbakır, Erzurum, Konya ve Balıkesir illeri yer almaktadır. Bu illerden Diyarbakır ili biyogaz potansiyelinin yüksek (120.634.915), arazi maliyetinin düşük (1,33), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), deprem tehlikesinin düşük (0,14), personel maliyetinin düşük (0,13) ve istihdam sağlama oranının yüksek (9,40) olması nedeniyle 1. sırada yer almaktadır. Diyarbakır ilini takip eden Erzurum, Konya ve Balıkesir illerinin de Diyarbakır ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.59. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Kocaeli, Artvin, Bartın ve Rize illerinin genellikle sonuç sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili biyogaz potansiyelinin düşük (2.858.335), arazi maliyetinin yüksek (12,47), bölgesel teşvik oranının düşük (2), deprem tehlikesinin yüksek (0,60), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini takip eden Kocaeli, Artvin, Bartın ve Rize illerinin de Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.59. Senaryo 1 toplam hayvansal gübre kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Konya	Diyarbakır	Diyarbakır	42	Bitlis	Ankara	Bitlis
2	İzmir	Erzurum	Erzurum	43	Kütahya	Çanakkale	Amasya
3	Erzurum	Kars	Balıkesir	44	Bingöl	Bitlis	Ordu
4	Balıkesir	Ağrı	Konya	45	Kırıkkale	Bolu	Kütahya
5	Diyarbakır	Gaziantep	Manisa	46	Amasya	Amasya	Çankırı
6	Manisa	Şanlıurfa	Afyon	47	Ordu	Elazığ	Siirt
7	Afyon	Mersin	İzmir	48	Erzincan	Kütahya	Burdur
8	Ankara	Ardahan	Kars	49	Kastamonu	Kastamonu	Hatay
9	Kars	Sivas	Şanlıurfa	50	Siirt	Niğde	Bingöl
10	Mersin	Konya	Mersin	51	Kırklareli	Sakarya	Adıyaman
11	Ağrı	Kayseri	Ağrı	52	Tekirdağ	Tekirdağ	Trabzon
12	Kayseri	Aydın	Ankara	53	Gümüşhane	Burdur	Nevşehir
13	Aydın	Yozgat	Muş	54	Tunceli	Osmaniye	Antalya
14	Gaziantep	Muş	Samsun	55	Bayburt	Nevşehir	Eskişehir
15	Sivas	Samsun	Kayseri	56	Çankırı	Erzincan	Karaman
16	Samsun	K.maraş	Sivas	57	Batman	Kırklareli	Osmaniye
17	Ardahan	Aksaray	Aydın	58	Burdur	Kırıkkale	Kırklareli
18	Şanlıurfa	Van	Ardahan	59	Elazığ	Gümüşhane	Sinop
19	Denizli	İzmir	Gaziantep	60	Karabük	Tunceli	Giresun
20	Bursa	Mardin	Van	61	Niğde	Karaman	Muğla
21	Yozgat	Denizli	Adana	62	Eskişehir	Kilis	Gümüşhane
22	Muş	Hatay	Aksaray	63	Kilis	Bayburt	Bayburt
23	Aksaray	Afyon	Bolu	64	Osmaniye	Düzce	Kırıkkale
24	Kırşehir	Manisa	Yozgat	65	Düzce	Antalya	Edirne
25	Bolu	Balıkesir	Sakarya	66	Edirne	Eskişehir	Tekirdağ
26	Adana	Kırşehir	Tokat	67	Antalya	Edirne	Erzincan
27	Uşak	Malatya	Mardin	68	Sinop	Giresun	Düzce
28	Van	Uşak	Bursa	69	Isparta	Karabük	Zonguldak
29	Çorum	Tokat	Denizli	70	Giresun	Muğla	Hakkari
30	K.maraş	Çorum	Çorum	71	Bilecik	Sinop	Kilis
31	Malatya	Iğdır	K.maraş	72	İstanbul	Isparta	Tunceli
32	Trabzon	Adana	Kırşehir	73	Sakarya	Zonguldak	Isparta
33	Hatay	Adıyaman	Iğdır	74	Rize	Bilecik	Bilecik
34	Mardin	Bursa	Uşak	75	Muğla	Kocaeli	Karabük
35	Tokat	Şırnak	Kastamonu	76	Zonguldak	Hakkari	İstanbul
36	Iğdır	Ordu	Batman	77	Hakkari	Rize	Rize
37	Şırnak	Batman	Çanakkale	78	Bartın	İstanbul	Bartın
38	Nevşehir	Trabzon	Elazığ	79	Artvin	Bartın	Artvin
39	Çanakkale	Çankırı	Malatya	80	Kocaeli	Artvin	Kocaeli
40	Karaman	Bingöl	Niğde	81	Yalova	Yalova	Yalova
41	Adıyaman	Siirt	Şırnak				

Senaryo 2 Sonuçları:

Senaryo 2’de biyogaz potansiyeli (0,32) temel kriter olarak kabul edilmiş ve bölgesel teşvik kriterinin (0,23) ağırlığı arttırılmıştır. Senaryo 2 için Çizelge 5.15.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.60’da verilmiştir.

Çizelge 5.60.’da verilen çözüm sonuçları incelendiğinde biyogaz potansiyeli ve bölgesel teşvik oranı yüksek olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle Diyarbakır, Erzurum ve Balıkesir illeri yer almaktadır. Bu illerden Diyarbakır ili biyogaz potansiyelinin yüksek (120.634.915), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), arazi maliyetinin düşük (1,33), deprem tehlikesinin düşük (0,14), personel maliyetinin düşük (0,13) ve istihdam sağlama oranının yüksek (9,40) olması nedeniyle 1. sırada yer almaktadır. Sıralamalarda genellikle ilk 5’de yer alan Erzurum ve Balıkesir illerinin de Diyarbakır ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.60. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Kocaeli, Artvin, Bartın ve Rize illerinin çoğunlukla çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili biyogaz potansiyelinin düşük (2.858.335), bölgesel teşvik oranının düşük (2), arazi maliyetinin yüksek (12,47), deprem tehlikesinin yüksek (0,60), enerji tüketiminin düşük (58.810,24), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini takip eden Kocaeli, Artvin, Bartın ve Rize illerinin de Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.60. Senaryo 2 toplam hayvansal gübre kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Konya	Diyarbakır	Diyarbakır	42	Kastamonu	Elazığ	Malatya
2	İzmir	Erzurum	Erzurum	43	Çanakkale	Kastamonu	Ordu
3	Balıkesir	Şanlıurfa	Balıkesir	44	Ordu	Niğde	Siirt
4	Erzurum	Kars	Afyon	45	Sakarya	Siirt	Amasya
5	Diyarbakır	Ağrı	Manisa	46	Nevşehir	Bolu	Bingöl
6	Manisa	Ardahan	Şanlıurfa	47	Adıyaman	Amasya	Çankırı
7	Ankara	Muş	Kars	48	Kütahya	Kütahya	Kütahya
8	Afyon	Mersin	Konya	49	Amasya	Sakarya	Burdur
9	Kars	Van	Ağrı	50	Elazığ	Çanakkale	Hatay
10	Ağrı	Gaziantep	Mersin	51	Çankırı	Osmaniye	Adıyaman
11	Mersin	Sivas	Muş	52	Karaman	Trabzon	Trabzon
12	Şanlıurfa	Konya	Ardahan	53	Gümüşhane	Burdur	Hakkari
13	Kayseri	K.maraş	İzmir	54	Kırıkkale	Erzincan	Giresun
14	Aydın	Yozgat	Sivas	55	Niğde	Tekirdağ	Nevşehir
15	Gaziantep	Aksaray	Samsun	56	Bayburt	Nevşehir	Osmaniye
16	Sivas	Mardin	Van	57	Erzincan	Gümüşhane	Sinop
17	Ardahan	Afyon	Kayseri	58	Burdur	Kırklareli	Bayburt
18	Samsun	Kayseri	Gaziantep	59	Tunceli	Düzce	Gümüşhane
19	Muş	Samsun	Adana	60	Kırklareli	Bayburt	Antalya
20	Yozgat	Aydın	Aksaray	61	Tekirdağ	Kilis	Karaman
21	Bursa	Balıkesir	Aydın	62	İstanbul	Tunceli	Muğla
22	Van	İzmir	Ankara	63	Kilis	Kırıkkale	Eskişehir
23	Bolu	Manisa	Mardin	64	Karabük	Giresun	Kırıkkale
24	Denizli	Tokat	Yozgat	65	Eskişehir	Antalya	Kırklareli
25	Aksaray	Iğdır	Tokat	66	Osmaniye	Karaman	Zonguldak
26	Adana	Hatay	Iğdır	67	Düzce	Sinop	Edirne
27	Kırşehir	Denizli	Çorum	68	Edirne	Eskişehir	Düzce
28	Mardin	Çorum	K.maraş	69	Sinop	Edirne	Erzincan
29	Çorum	Kırşehir	Bolu	70	Antalya	Muğla	Kilis
30	Iğdır	Malatya	Batman	71	Giresun	Hakkari	Tunceli
31	K.maraş	Şırnak	Denizli	72	Hakkari	Zonguldak	Tekirdağ
32	Tokat	Adana	Kırşehir	73	Isparta	Karabük	Bilecik
33	Uşak	Uşak	Sakarya	74	Bilecik	Isparta	Isparta
34	Malatya	Çankırı	Kastamonu	75	Rize	Kocaeli	Karabük
35	Şırnak	Adıyaman	Uşak	76	Muğla	Bilecik	Bartın
36	Bitlis	Batman	Elazığ	77	Zonguldak	Rize	Rize
37	Batman	Ordu	Bursa	78	Bartın	İstanbul	İstanbul
38	Bingöl	Bursa	Niğde	79	Artvin	Bartın	Artvin
39	Trabzon	Bingöl	Şırnak	80	Kocaeli	Artvin	Kocaeli
40	Hatay	Ankara	Bitlis	81	Yalova	Yalova	Yalova
41	Siirt	Bitlis	Çanakkale				

Senaryo 3 Sonuçları:

Senaryo 3’de biyogaz potansiyeli (0,33) temel kriter olarak kabul edilmiş ve enerji tüketimi (0,23) kriterinin ağırlığı arttırılmıştır. Senaryo 3 için Çizelge 5.15.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.61’de verilmiştir.

Çizelge 5.61.’de verilen çözüm sonuçları incelendiğinde biyogaz potansiyeli ve enerji tüketimi yüksek olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen sonuç sıralamalarının ilk 5 sıralarında genellikle İzmir, Konya, Diyarbakır, Balıkesir ve Ankara illeri yer almaktadır. Bu illerden İzmir ili biyogaz potansiyelinin yüksek (192.816.802), enerji tüketiminin yüksek (1.178.641,74), arazi maliyetinin düşük (2,62), sıcaklık oranının yüksek (17,90) ve istihdam sağlama oranının yüksek (13,80) olması nedeniyle 1. sırada yer almaktadır. Sıralamalarda genellikle ilk 5’de yer alan Konya, Diyarbakır, Balıkesir ve Ankara illerinin de İzmir ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.61. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Artvin, Bartın, Hakkari ve Rize illerinin çoğunlukla çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili biyogaz potansiyelinin düşük (2.858.335), enerji tüketiminin düşük (58.810,24), arazi maliyetinin yüksek (12,47), bölgesel teşvik oranının düşük (2), deprem tehlikesinin yüksek (0,60), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini takip eden Artvin, Bartın, Hakkari ve Rize illerinin de Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.61. Senaryo 3 toplam hayvansal gübre kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	İstanbul	Diyarbakır	İzmir	42	Iğdır	Osmaniye	Amasya
2	İzmir	Şanlıurfa	Ankara	43	Şırnak	Trabzon	Antalya
3	Konya	İzmir	Konya	44	Karaman	Kastamonu	Kütahya
4	Ankara	Gaziantep	Diyarbakır	45	Kırklareli	Kırklareli	Burdur
5	Balıkesir	Konya	Balıkesir	46	Adıyaman	Kırşehir	Hatay
6	Erzurum	Mersin	Şanlıurfa	47	Kırıkkale	Muğla	Ordu
7	Bursa	Kayseri	Manisa	48	Kütahya	Eskişehir	Muğla
8	Manisa	Erzurum	Mersin	49	Ordu	Batman	Çankırı
9	Diyarbakır	Aydın	Erzurum	50	Bitlis	Niğde	Şırnak
10	Gaziantep	Manisa	Afyon	51	Siirt	Amasya	Bitlis
11	Afyon	Samsun	Kars	52	Erzincan	Kocaeli	Eskişehir
12	Mersin	Balıkesir	Ağrı	53	Bingöl	Burdur	Adıyaman
13	Kayseri	K.maraş	Kayseri	54	Eskişehir	Şırnak	Bingöl
14	Aydın	Bursa	Samsun	55	Tunceli	Iğdır	Trabzon
15	Kars	Adana	Gaziantep	56	Gümüşhane	Çankırı	Siirt
16	Şanlıurfa	Denizli	Adana	57	Kastamonu	İstanbul	Kırklareli
17	Adana	Sivas	Sivas	58	Amasya	Edirne	Tekirdağ
18	Samsun	Ankara	Muş	59	Osmaniye	Düzce	Osmaniye
19	Ağrı	Afyon	Aydın	60	Batman	Siirt	Edirne
20	Denizli	Hatay	Bursa	61	Bayburt	Bingöl	Nevşehir
21	Sivas	Ağrı	Ardahan	62	Elazığ	Zonguldak	Giresun
22	Tekirdağ	Sakarya	Denizli	63	Karabük	Nevşehir	Karaman
23	Ardahan	Kars	Sakarya	64	Burdur	Erzincan	Sinop
24	Bolu	Uşak	Van	65	Çankırı	Bitlis	Zonguldak
25	Yozgat	Van	Aksaray	66	Kilis	Isparta	Düzce
26	K.maraş	Çanakkale	Tokat	67	Niğde	Karaman	Erzincan
27	Hatay	Aksaray	Bolu	68	Edirne	Bilecik	Isparta
28	Muş	Malatya	Yozgat	69	Düzce	Kırıkkale	Kırıkkale
29	Aksaray	Mardin	K.maraş	70	Isparta	Giresun	Bayburt
30	Uşak	Yozgat	Çorum	71	Sinop	Gümüşhane	Gümüşhane
31	Kırşehir	Tokat	Çanakkale	72	Bilecik	Kilis	Hakkari
32	Antalya	Muş	Mardin	73	Giresun	Karabük	Bilecik
33	Trabzon	Bolu	Uşak	74	Muğla	Sinop	Kilis
34	Sakarya	Tekirdağ	Kastamonu	75	Kocaeli	Tunceli	Tunceli
35	Van	Antalya	Kırşehir	76	Rize	Bayburt	Karabük
36	Malatya	Çorum	Elazığ	77	Zonguldak	Rize	Bartın
37	Çorum	Ardahan	Iğdır	78	Hakkari	Hakkari	Kocaeli
38	Çanakkale	Adıyaman	Malatya	79	Bartın	Bartın	Rize
39	Mardin	Elazığ	İstanbul	80	Artvin	Artvin	Artvin
40	Tokat	Ordu	Batman	81	Yalova	Yalova	Yalova
41	Nevşehir	Kütahya	Niğde				

Senaryo 4 Sonuçları:

Senaryo 4'te biyogaz potansiyeli (0,20) kriterinin ağırlığı azaltılmış ve deprem tehlikesi (0,38) kriterinin ağırlığı artırılarak temel kriter olarak alınmıştır. Senaryo 4 için Çizelge 5.15.'de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.62'de verilmiştir.

Çizelge 5.62.'de verilen çözüm sonuçları incelendiğinde deprem tehlikesi düşük ve biyogaz potansiyeli yüksek olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle Diyarbakır, Konya, Şanlıurfa, Ankara ve Mersin illeri yer almaktadır. Bu illerden Diyarbakır ili deprem tehlikesinin düşük (0,14), biyogaz potansiyelinin yüksek (120.634.915), arazi maliyetinin düşük (1,33), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), personel maliyetinin düşük (0,13) ve istihdam sağlama oranının yüksek (9,40) olması nedeniyle 1. sırada yer almaktadır. Diyarbakır ilini takip eden Konya, Şanlıurfa, Ankara ve Mersin illerinin de Diyarbakır ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.62. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Kocaeli, Sakarya ve Bingöl illerinin çoğunlukla çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili deprem tehlikesi yüksek (0,60), biyogaz potansiyelinin düşük (2.858.335), arazi maliyetinin yüksek (12,47), bölgesel teşvik oranının düşük (2), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini takip eden Kocaeli, Sakarya ve Bingöl illerinin de Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.62. Senaryo 4 toplam hayvansal gübre kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Konya	Diyarbakır	Diyarbakır	42	Manisa	Osmaniye	Edirne
2	Ankara	Şanlıurfa	Konya	43	Kilis	Elazığ	Çankırı
3	Diyarbakır	Gaziantep	Şanlıurfa	44	Bitlis	Niğde	Kilis
4	Mersin	Mersin	Mersin	45	İstanbul	Çankırı	Antalya
5	İzmir	Erzurum	Ankara	46	Çanakkale	Kırklareli	Malatya
6	Şanlıurfa	Konya	Kars	47	Kastamonu	Kastamonu	Bayburt
7	Gaziantep	Kars	Ağrı	48	Antalya	Kütahya	Osmaniye
8	Kayseri	Kayseri	Mardin	49	Tokat	Tekirdağ	Zonguldak
9	Kars	Ağrı	Gaziantep	50	Malatya	Bitlis	K.maraş
10	Balıkesir	Sivas	Adana	51	Eskişehir	Amasya	Eskişehir
11	Adana	Samsun	Sivas	52	Çankırı	Sakarya	Bilecik
12	Sivas	İzmir	Kayseri	53	Şırnak	Antalya	Bursa
13	Kırşehir	K.maraş	Samsun	54	K.maraş	Nevşehir	Hakkari
14	Yozgat	Mardin	Yozgat	55	Bilecik	Bolu	Rize
15	Ağrı	Yozgat	Aksaray	56	Rize	Burdur	Bartın
16	Mardin	Aydın	Kırşehir	57	Karabük	Karaman	Kütahya
17	Samsun	Aksaray	Batman	58	Osmaniye	Kırıkkale	Isparta
18	Aksaray	Ardahan	Ardahan	59	Zonguldak	Kilis	Karabük
19	Nevşehir	Adana	Van	60	Tunceli	Bingöl	Tunceli
20	Karaman	Van	Niğde	61	Kütahya	Edirne	Elazığ
21	Afyon	Muş	Muş	62	Denizli	Gümüşhane	Artvin
22	Erzurum	Hatay	Ordu	63	Isparta	Eskişehir	İzmir
23	Ordu	Denizli	Nevşehir	64	Hatay	Tunceli	Erzurum
24	Batman	Balıkesir	Iğdır	65	Tekirdağ	Muğla	Muğla
25	Niğde	Manisa	Afyon	66	Elazığ	Erzincan	İstanbul
26	Ardahan	Afyon	Çorum	67	Bartın	Giresun	Burdur
27	Kırklareli	Bursa	Karaman	68	Burdur	Bayburt	Hatay
28	Trabzon	Kırşehir	Uşak	69	Aydın	Düzce	Tekirdağ
29	Kırıkkale	Uşak	Siirt	70	Amasya	Sinop	Manisa
30	Gümüşhane	Malatya	Tokat	71	Adıyaman	Karabük	Amasya
31	Uşak	Ankara	Sinop	72	Hakkari	Zonguldak	Adıyaman
32	Bursa	Tokat	Bitlis	73	Artvin	Isparta	Denizli
33	Van	Batman	Kastamonu	74	Muğla	Bilecik	Düzce
34	Çorum	Çorum	Trabzon	75	Bolu	İstanbul	Aydın
35	Edirne	Ordu	Balıkesir	76	Erzincan	Kocaeli	Erzincan
36	Sinop	Adıyaman	Giresun	77	Düzce	Rize	Bingöl
37	Iğdır	Şırnak	Kırklareli	78	Bingöl	Hakkari	Bolu
38	Muş	Trabzon	Çanakkale	79	Sakarya	Bartın	Sakarya
39	Giresun	Iğdır	Gümüşhane	80	Kocaeli	Artvin	Yalova
40	Bayburt	Çanakkale	Şırnak	81	Yalova	Yalova	Kocaeli
41	Siirt	Siirt	Kırıkkale				

Senaryo 5 Sonuçları:

Senaryo 5’de biyogaz potansiyeli (0,23) kriterinin ağırlığı azaltılmış ve arazi maliyeti (0,33) kriterinin ağırlığı artırılarak temel kriter olarak alınmıştır. Senaryo 5 için Çizelge 5.15.’de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.63’de verilmiştir.

Çizelge 5.63. incelendiğinde arazi maliyeti düşük ve biyogaz potansiyeli yüksek olan illerin sıralamada daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR yöntemleriyle elde edilen çözüm sonuçlarının ilk 5 sıralarında genellikle Diyarbakır, Erzurum, Konya, Balıkesir ve İzmir illeri yer almaktadır. Diyarbakır ilinin biyogaz potansiyelinin yüksek (120.634.915), arazi maliyetinin düşük (1,33), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), deprem tehlikesinin düşük (0,14), personel maliyetinin düşük (0,13) ve istihdam sağlama oranının yüksek (9,40), Erzurum ilinin biyogaz potansiyelinin yüksek (144.412.518), arazi maliyetinin düşük (0,33), bölgesel teşvik oranının yüksek (6) ve personel maliyetinin düşük (0,33), Konya ilinin biyogaz potansiyelinin yüksek (212.212.247), deprem tehlikesinin düşük (0,13), arazi maliyetinin düşük (1,64), enerji tüketiminin görece yüksek (422.749,47), Balıkesir ilinin biyogaz potansiyelinin yüksek (180.822.175), deprem tehlikesinin görece düşük (0,37), arazi maliyetinin düşük (3,93), bölgesel teşvik oranının görece yüksek (4), personel maliyetinin düşük (0,45) ve sıcaklık oranının yüksek (14,60), İzmir ilinin biyogaz potansiyelinin yüksek (192.816.802), arazi maliyetinin düşük (2,62), sıcaklık değerinin yüksek (17,90), istihdam sağlama oranının yüksek (13,80) ve enerji tüketiminin yüksek (1.178.641,74) olması nedeniyle bu iller sıralamalarda ilk sıralarda yer almaktadır. Bu kapsamda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.63. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Kocaeli, Yalova, Artvin, Bartın ve İstanbul illerinin genellikle çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Kocaeli ili arazi maliyetinin yüksek (15,25), biyogaz potansiyelinin görece düşük (35.075.719), bölgesel teşvik oranının düşük (1), deprem tehlikesinin yüksek (0,68), istihdam sağlama oranının düşük (2,08) ve personel maliyetinin yüksek (0,63) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Kocaeli ilini takip eden Yalova, Artvin, Bartın ve İstanbul illerinin de Kocaeli ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.



Çizelge 5.63. Senaryo 5 toplam hayvansal gübre kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Konya	Diyarbakır	Diyarbakır	42	Erzincan	Çankırı	Çanakkale
2	İzmir	Erzurum	Erzurum	43	Siirt	Nevşehir	Hatay
3	Erzurum	Gaziantep	Balıkesir	44	Tokat	Tunceli	Elazığ
4	Diyarbakır	Kars	Konya	45	Gümüşhane	Kilis	Trabzon
5	Balıkesir	Ağrı	Şanlıurfa	46	Tunceli	Kırıkkale	Adıyaman
6	Kars	Ardahan	Afyon	47	Ordu	Amasya	Amasya
7	Kayseri	Mersin	Manisa	48	Bingöl	Erzincan	Çankırı
8	Ağrı	Sivas	Kars	49	Kırklareli	Osmaniye	Bingöl
9	Gaziantep	Kayseri	Mersin	50	Bayburt	Karaman	Kütahya
10	Mersin	Yozgat	Ağrı	51	Kütahya	Tekirdağ	Nevşehir
11	Sivas	Aydın	İzmir	52	Tekirdağ	Kütahya	Burdur
12	Aydın	Şanlıurfa	Muş	53	Amasya	Çanakkale	Karaman
13	Afyon	Mardin	Gaziantep	54	Karabük	Kırklareli	Osmaniye
14	Ardahan	K.maraş	Sivas	55	Çanakkale	Gümüşhane	Kırıkkale
15	Samsun	Hatay	Samsun	56	Çankırı	Elazığ	Gümüşhane
16	Manisa	Konya	Kayseri	57	Batman	Bayburt	Kırklareli
17	Yozgat	Aksaray	Ardahan	58	Burdur	Burdur	Kilis
18	Denizli	Muş	Van	59	Kastamonu	Bolu	Sinop
19	Muş	Samsun	Aydın	60	Kilis	Kastamonu	Bayburt
20	Kırşehir	Van	Mardin	61	Elazığ	Niğde	Giresun
21	Aksaray	Denizli	Adana	62	Eskişehir	Karabük	Antalya
22	Bursa	Şırnak	Yozgat	63	Niğde	Ankara	Tunceli
23	Uşak	Kırşehir	Aksaray	64	Osmaniye	Düzce	Edirne
24	Trabzon	Adıyaman	Ankara	65	Düzce	Sakarya	Eskişehir
25	Malatya	İzmir	Kırşehir	66	Edirne	Edirne	Erzincan
26	Van	Malatya	K.maraş	67	Sinop	Antalya	Tekirdağ
27	Çorum	Uşak	Batman	68	Isparta	Giresun	Düzce
28	Hatay	Trabzon	Iğdır	69	Bilecik	Eskişehir	Hakkari
29	K.maraş	Siirt	Tokat	70	Giresun	Sinop	Karabük
30	Şanlıurfa	Iğdır	Denizli	71	Antalya	Muğla	Zonguldak
31	Mardin	Batman	Çorum	72	Rize	Isparta	Muğla
32	Adana	Çorum	Bursa	73	Zonguldak	Bilecik	Bilecik
33	Iğdır	Ordu	Şırnak	74	Hakkari	Zonguldak	Isparta
34	Nevşehir	Adana	Uşak	75	İstanbul	Rize	Sakarya
35	Şırnak	Afyon	Bolu	76	Muğla	Hakkari	Rize
36	Karaman	Bursa	Siirt	77	Sakarya	İstanbul	İstanbul
37	Bolu	Tokat	Malatya	78	Bartın	Kocaeli	Bartın
38	Adıyaman	Bingöl	Bitlis	79	Artvin	Bartın	Artvin
39	Kırıkkale	Manisa	Kastamonu	80	Yalova	Artvin	Yalova
40	Ankara	Bitlis	Ordu	81	Kocaeli	Yalova	Kocaeli
41	Bitlis	Balıkesir	Niğde				

Senaryo 6 Sonuçları:

Senaryo 6'da biyogaz potansiyeli (0,15) kriterinin ağırlığı azaltılmış, bölgesel teşvik (0,33) ve deprem tehlikesi (0,23) kriterlerinin ağırlıkları arttırılmıştır. Senaryo 6 için Çizelge 5.15.'de verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 5.64.'de verilmiştir.

Çizelge 5.64.'de verilen çözüm sonuçları incelendiğinde bölgesel teşvik oranı yüksek, deprem tehlikesi düşük ve biyogaz potansiyeli yüksek olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geldiği görülmektedir. Bu senaryoda AHS-TOPSIS, AHS-PROMETHEE ve AHS-VIKOR çözüm sonuç sıralamalarının ilk 5 sıralarında Diyarbakır, Şanlıurfa, Kars, Ağrı ve Mardin illeri yer almaktadır. Bu illerden Diyarbakır ili bölgesel teşvik oranının yüksek (9), deprem tehlikesinin düşük (0,14), biyogaz potansiyelinin yüksek (120.634.915), arazi maliyetinin düşük (1,33), personel maliyetinin düşük (0,13) ve istihdam sağlama oranının yüksek (9,40) olması nedeniyle 1. sırada yer almaktadır. Sıralamaların genellikle ilk 5 sıralarında yer alan Şanlıurfa, Kars, Ağrı ve Mardin illerinin de Diyarbakır ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle senaryoda elde edilen sonuçlar tutarlıdır.

Ayrıca Çizelge 5.64. incelendiğinde sonuç sıralamalarında Yalova, Kocaeli, Muğla ve Eskişehir illerinin çoğunlukla çözüm sıralamalarının son 5 sıralarında yer aldığı görülmektedir. Bu illerden Yalova ili bölgesel teşvik oranının düşük (2), deprem tehlikesinin yüksek (0,60), biyogaz potansiyelinin düşük (2.858.335), arazi maliyetinin yüksek (12,47), personel maliyetinin yüksek (0,59) ve istihdam sağlama oranının düşük (2,08) olması nedeniyle son sıralarda yer almaktadır. Yalova ilini takip eden Kocaeli, Muğla ve Eskişehir illerinin de Yalova ili ile benzer özellikler taşıması nedeniyle de bu senaryoda elde edilen sonuçların tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.64. Senaryo 6 toplam hayvansal gübre kaynaklı tesis yer seçimi sonuç karşılaştırması

No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR	No	AHS-TOPSIS	AHS-PROMETHEE	AHS-VIKOR
1	Diyarbakır	Diyarbakır	Diyarbakır	42	Giresun	Aydın	Elazığ
2	Şanlıurfa	Şanlıurfa	Şanlıurfa	43	Çorum	Hakkari	Bartın
3	Kars	Mardin	Kars	44	Trabzon	Tunceli	Kütahya
4	Ağrı	Kars	Ağrı	45	Çankırı	Gümüşhane	Gaziantep
5	Konya	Ağrı	Mardin	46	Manisa	Uşak	Artvin
6	Mardin	Van	Muş	47	Adana	Kütahya	Amasya
7	Ardahan	Muş	Batman	48	Osmaniye	Kastamonu	Balıkesir
8	Batman	K.maraş	Van	49	Tunceli	Amasya	Karaman
9	Van	Erzurum	Ardahan	50	Uşak	İzmir	Samsun
10	Muş	Ardahan	Iğdır	51	Malatya	Sinop	Trabzon
11	Iğdır	Batman	Siirt	52	Kastamonu	Bayburt	Bingöl
12	Erzurum	Şırnak	Bitlis	53	Hatay	Denizli	Uşak
13	Siirt	Yozgat	Şırnak	54	Adıyaman	Trabzon	Manisa
14	Bitlis	Siirt	Yozgat	55	Kütahya	Nevşehir	Düzce
15	Yozgat	Aksaray	Aksaray	56	Kırklareli	Kırıkkale	Bilecik
16	Gaziantep	Iğdır	Niğde	57	Rize	Düzce	Zonguldak
17	Şırnak	Adıyaman	Ordu	58	Elazığ	Erzincan	Karabük
18	Mersin	Mersin	Hakkari	59	Bursa	Çanakkale	Burdur
19	Aksaray	Çankırı	K.maraş	60	Karabük	Burdur	Erzincan
20	İzmir	Sivas	Tokat	61	Amasya	Bursa	Konya
21	Balıkesir	Gaziantep	Sinop	62	Bilecik	Ankara	Adana
22	Sivas	Bitlis	Giresun	63	Edirne	Karaman	Kayseri
23	Kırşehir	Hatay	Çankırı	64	Zonguldak	Tekirdağ	Kırklareli
24	Ankara	Tokat	Gümüşhane	65	Çanakkale	Sakarya	Edirne
25	Ordu	Ordu	Osmaniye	66	Bartın	Kırklareli	Çanakkale
26	Afyon	Osmaniye	Kilis	67	Burdur	Rize	Ankara
27	Niğde	Bingöl	Erzurum	68	Erzincan	Bolu	Isparta
28	Nevşehir	Afyon	Bayburt	69	Denizli	Zonguldak	Denizli
29	İstanbul	Niğde	Kırşehir	70	Aydın	Karabük	Tekirdağ
30	Samsun	Malatya	Sivas	71	Tekirdağ	Antalya	İzmir
31	Gümüşhane	Samsun	Nevşehir	72	Antalya	Bilecik	Aydın
32	Hakkari	Kırşehir	Tunceli	73	Düzce	Edirne	Bolu
33	K.maraş	Kilis	Adıyaman	74	Eskişehir	Bartın	Sakarya
34	Bayburt	Konya	Afyon	75	Artvin	Artvin	Antalya
35	Kayseri	Manisa	Kırıkkale	76	Isparta	Isparta	Bursa
36	Kilis	Çorum	Çorum	77	Bolu	Eskişehir	İstanbul
37	Sinop	Balıkesir	Malatya	78	Muğla	Muğla	Eskişehir
38	Karaman	Kayseri	Kastamonu	79	Sakarya	İstanbul	Muğla
39	Kırıkkale	Elazığ	Rize	80	Kocaeli	Kocaeli	Yalova
40	Tokat	Adana	Mersin	81	Yalova	Yalova	Kocaeli
41	Bingöl	Giresun	Hatay				

Toplam hayvansal gübre kaynaklı biyogaz tesis yer seçimi için Çizelge 5.58., Çizelge 5.59., Çizelge 5.60., Çizelge 5.61., Çizelge 5.62., Çizelge 5.63. ve Çizelge 5.64.' de elde edilen çözüm sonuçları incelendiğinde, bölgesel teşvik kriterinin ağırlığının artması durumunda destek oranının daha yüksek olduğu Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'ndeki illerinin sonuç sıralamalarında daha öncelikli konumlara geçtiği, enerji tüketimi kriterinin ağırlığının artması durumunda ise enerji tüketimi yüksek olan büyükşehirlerin sonuç sıralamalarında daha öncelikli konumlara geçtiği görülmektedir. Ayrıca deprem tehlikesi kriterinin ağırlığının artması durumunda deprem tehlikesinin daha düşük olduğu illerin sonuç sıralamalarında daha öncelikli konuma geçtiği ve arazi maliyeti kriterinin ağırlığının artması durumunda ise arazi maliyetinin daha düşük olduğu şehirlerin sonuç sıralamalarında daha öncelikli konuma geçtiği de görülmektedir. Biyogaz üretim potansiyeli kriter ağırlığının ilk 3 senaryoda ana kriter olarak kabul edilmesi ve diğer 3 senaryoda da yüksek ağırlıktaki kriterler arasında yer alması nedeniyle sıralamalarda, temelde biyogaz üretim potansiyeli yüksek olan iller öncelikli konumdadır.

Öncelik sıralamalarında genellikle son sıralarda yer alan Yalova, Artvin, Kocaeli ve Bartın illerinin biyogaz üretim potansiyelleri diğer illere göre görece daha düşüktür. Ayrıca bu illerden, Yalova ilinin deprem tehlikesinin yüksek olması, Artvin ilinin arazi maliyetinin yüksek ve enerji tüketiminin düşük olması, Kocaeli ilinin deprem tehlikesinin, personel maliyetinin ve arazi maliyetinin yüksek olması ve Bartın ilinin de arazi maliyetinin yüksek olması gibi nedenlerden dolayı bu illerin sıralamaların son sıralarında yer almalarında etkili olduğu düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya nüfusunun hızla artıyor olması, teknolojideki gelişmeler, sanayi alanındaki gelişmeler ve insanların yaşam standartlarının yükseliyor olması nedeniyle enerjiye olan talep de hızlı bir şekilde artmaktadır. Artan enerji ihtiyacına karşılık bu ihtiyacı karşılamak için kullanılan fosil yakıt rezervi ise çok daha hızlı bir şekilde azalmaktadır. Bu durumda enerji kullanımının maliyetinin her geçen zamanda daha da artmasına neden olmaktadır. Enerjiye olan talebin artması, fosil yakıt kullanımının çevre için olumsuz etkilerinin olması, fosil yakıt kaynaklarının tükenmekte olması ve enerji maliyetlerinin artması ise yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini arttırmaktadır.

Biyogaz, sera gazı emisyonlarının azaltılmasını ve dünyanın hızla artan enerji talebini karşılanmasında alternatif çözüm olabilecek bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Biyogazda bulunan karbondioksitin bitki yetiştirme sürecinde atmosferden alınan karbondioksitten kaynaklanması nedeniyle biyogaz karbon nötr enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle biyogaz kullanımı çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olmamaktadır. Biyogaz birçok farklı kaynaktan elde edilebilmektedir. Bu kaynaklardan biri de hayvancılık faaliyetleri sonucunda oluşan organik madde içerikli hayvan gübreleridir. Hayvansal gübreler biyogaz üretimi için önemli bir hammadde kaynağı olarak görülmektedir.

Biyogaz üretimi için kullanılan hammadde türü, tesis kurulum yeri, tesis kapasitesi, elde edilen biyogazın ve fermente gübrenin depolanması ve taşınması gibi faktörler önem arz etmektedir. Bu nedenle yapılan bu çalışmada hammadde türü olarak seçilen hayvansal biyokütle kaynaklarının biyogaz üretiminde değerlendirilmesi amacıyla her bir hayvansal gübre türünden elde edilebilecek biyogaz miktarının hesaplanması ve her bir hayvansal gübre türüne göre ve toplam hayvansal gübre miktarına göre kurulabilecek biyogaz tesis yerlerinin belirlenmesi üzerine çalışılmıştır.

İki uygulama çalışmasından oluşan bu çalışmanın ilk uygulama çalışmasında, Türkiye’de hayvansal kaynaklı biyogaz potansiyeli hesaplanmıştır. Bu amaçla 2018

yılı TÜİK hayvancılık verileri kullanılmıştır. TÜİK verilerine göre 2018 yılında Türkiye’de 17.220.903 adet büyükbaş, 46.117.335 adet küçükbaş hayvan bulunmaktadır. Ayrıca 229.506.689 adet et tavuğu ve 124.054.810 adet yumurta tavuğu bulunmaktadır. Bu veriler dikkate alınarak Türkiye’de büyükbaş hayvan gübrelerinden elde edilebilecek biyogaz miktarı $3.111.386.649 \text{ m}^3/\text{yıl}$, küçükbaş hayvan gübrelerinden elde edilebilecek biyogaz miktarı $317.299.234 \text{ m}^3/\text{yıl}$, et-yumurta tavukları gübrelerinden elde edilebilecek biyogaz miktarı $1.584.217.151 \text{ m}^3/\text{yıl}$ ve toplam hayvansal gübre miktarından elde edilebilecek biyogaz miktarı ise $4.225.904.836 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca büyükbaş gübrelerinden elde edilebilecek biyogazın enerji eşdeğeri $14.623.517.252 \text{ kWh/yıl}$, küçükbaş gübrelerinden elde edilebilecek biyogazın enerji eşdeğeri $1.491.306.402$, tavuk gübrelerinden elde edilebilecek biyogazın enerji eşdeğeri $3.746.929.081 \text{ kWh/yıl}$ ve toplam hayvansal gübreden elde edilecek biyogazın enerji eşdeğeri ise $19.861.752.735 \text{ kWh/yıl}$ olarak hesaplanmıştır. Büyükbaş gübresinden elde edilen biyogazın enerji üretiminde kullanımı ile CO_2 salınımında oluşacak azalma $12.659.060.437 \text{ kgCO}_2$, küçükbaş gübresinden elde edilen biyogazın enerji üretiminde kullanımı ile CO_2 salınımında oluşacak azalma $1.290.971.082 \text{ kgCO}_2$, tavuk gübresinden elde edilen biyogazın enerji üretiminde kullanımı ile CO_2 salınımında oluşacak azalma $3.243.583.673 \text{ kgCO}_2$ ve toplam hayvansal gübreden elde edilen biyogazın enerji üretiminde kullanılması sonucunda ise CO_2 salınımında oluşacak toplam azalma $17.193.615.193 \text{ kgCO}_2$ olarak hesaplanmıştır.

İkinci uygulama çalışmasında, Türkiye’de hayvansal gübre türlerine göre kurulabilecek biyogaz tesisleri için yer seçimi problemi ele alınmıştır. Ele alınan problemin çözümü için ÇKKV yöntemlerinden AHS, TOPSIS, PROMETHEE ve VIKOR yöntemleri kullanılmıştır. Bu uygulama çalışmasında ilk olarak biyogaz tesisi yer seçimi için kullanılan kriterler AHS yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Daha sonra elde edilen kriter ağırlıkları TOPSIS, PROMETHEE ve VIKOR yöntemlerinde kullanılarak Türkiye’de her bir hayvansal gübre türüne ve toplam hayvansal gübre durumuna göre biyogaz tesisi kurulabilecek illerin sıralaması belirlenmiştir. Ayrıca bu uygulama çalışmasında kriterlerin farklı ağırlık durumlarının sonuçlara olan etkisini görmek amacıyla ana çözüme ek olarak 6 farklı senaryo daha geliştirilmiştir. Senaryolar ve sonuçları şu şekildedir:

- Ana çözümde biyogaz potansiyeli temel kriter olarak alınmış ve biyogaz potansiyelinden sonra en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak deprem tehlikesi kriteri alınmıştır.
- Senaryo 1’de biyogaz potansiyeli temel kriter olarak alınmış ve biyogaz potansiyelinden sonra en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak arazi maliyeti kriteri alınmıştır. Arazi maliyeti kriterinin ağırlığının artması durumunda sıralamada çok büyük değişiklikler olmadığı ve arazi maliyetinin düşük olduğu illerin sıralamalarda biraz daha öncelikli konumlara geçtiği sonucuna ulaşılmıştır.
- Senaryo 2’de biyogaz potansiyeli temel kriter olarak alınmıştır. Biyogaz potansiyelinden sonra en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak bölgesel teşvik kriteri alınmıştır. Bölgesel teşvik kriterinin ağırlığının artması durumunda sıralamada çok büyük değişiklikler olmadığı ve destek oranının daha yüksek olduğu özellikle Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri’nde yer alan illerin sıralamalarda biraz daha öncelikli konuma geçtiği sonucuna ulaşılmıştır.
- Senaryo 3’de biyogaz potansiyeli temel kriter olarak alınmıştır. Biyogaz potansiyelinden sonra en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak enerji tüketimi kriteri alınmıştır. Enerji tüketimi kriterinin ağırlığının artması durumunda sıralamada çok büyük değişiklikler olmadığı ve enerji tüketimi yüksek olan büyükşehirlerin sıralamalarda biraz daha öncelikli konumlara geçtiği sonucuna ulaşılmıştır.

Ana çözüm, Senaryo 1, Senaryo 2 ve Senaryo 3’de biyogaz üretim potansiyelinin temel kriter olarak kabul edilerek yüksek ağırlığa sahip kriter olarak alınması nedeniyle, illerin öncelik sıralamalarında biyogaz üretim potansiyelinin yüksek olduğu iller öncelikli konumda yer almıştır.

- Senaryo 4’te en yüksek ağırlığa sahip olan kriter olarak deprem tehlikesi kriteri alınmıştır. Deprem tehlikesinden sonra en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak ise biyogaz potansiyeli kriteri alınmıştır. Deprem tehlikesi kriterinin ağırlığının artması durumunda deprem tehlikesi daha düşük olan illerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geçtiği sonucuna ulaşılmıştır.

- Senaryo 5’de en yüksek ağırlığa sahip olan kriter olarak arazi maliyeti kriteri alınmıştır. Arazi maliyetinden sonra en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak ise biyogaz potansiyeli kriteri alınmıştır. Arazi maliyeti kriterinin ağırlığının artması durumunda arazi maliyeti daha düşük olan küçük şehirlerin sıralamalarda daha öncelikli konumlara geçtiği sonucuna ulaşılmıştır.
- Senaryo 6’da en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak bölgesel teşvik kriteri alınmıştır. Bölgesel teşvik kriterinden sonra en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak ise deprem tehlikesi kriteri alınmıştır. Bölgesel teşvik kriterinin ağırlığının artması durumunda bölgesel teşvik puanının daha yüksek olduğu 6. bölge (9) ve 5. bölgede (6) yer alan illerin sıralamalarda öncelikli konumlara geçtiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmada belirlenen kriterler bazı yatırımcılar için farklı önem arz edebilmektedir. Kurulan modelde görüldüğü üzere kriterlerin farklı önem durumlarına göre birçok farklı senaryoyu destekler niteliktedir. Bu nedenle çalışma farklı yatırımcıların isteklerini karşılayabilecek nitelikte sonuçlar vermesi nedeniyle bu tip durumlarda kullanılabilir.

Ana çözüm, Senaryo 1, Senaryo 2, Senaryo 3, Senaryo 4, Senaryo 5 ve Senaryo 6 sonuçları birlikte değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

Büyükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi için Diyarbakır, Erzurum, Konya, Kars, İzmir ve Şanlıurfa illerinin daha öncelikli konumda yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu illerin öncelikli konumda yer almalarının nedeni şunlardır:

- Diyarbakır ilinin büyükbaş gübresi kaynaklı biyogaz potansiyelinin yüksek (106.501.047), arazi maliyetinin düşük (1,33), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), deprem tehlikesinin düşük (0,14), personel maliyetinin düşük (0,13) ve istihdam sağlama oranının yüksek (9,40),
- Erzurum büyükbaş gübresi kaynaklı ilinin biyogaz potansiyelinin yüksek (138.938.533), arazi maliyetinin düşük (0,33), bölgesel teşvik oranının yüksek (6) ve personel maliyetinin düşük (0,33),

- Konya ilinin büyükbaş gübresi kaynaklı biyogaz potansiyelinin yüksek (166.505.021), arazi maliyetinin düşük (1,64), deprem tehlikesinin düşük (0,13), sıcaklık değerinin yüksek (11,60) ve personel maliyetinin görece düşük (0,46),
- Kars ilinin büyükbaş gübresi kaynaklı biyogaz potansiyelinin yüksek (81.321.998), arazi maliyetinin düşük (0,64), deprem tehlikesinin düşük (0,20), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), personel maliyetinin düşük (0,18),
- İzmir ilinin büyükbaş gübresi kaynaklı biyogaz potansiyeli yüksek (137.795.041), arazi maliyeti düşük (2,62), sıcaklık değerinin yüksek (17,90), istihdam sağlama oranı yüksek (13,80) ve enerji tüketiminin yüksek (1.178.641,74),
- Şanlıurfa ilinin büyükbaş gübresi kaynaklı biyogaz potansiyeli yüksek (63.612.777), deprem tehlikesi düşük (0,11), arazi maliyetinin düşük (3,67), bölgesel teşvik oranı yüksek (9), personel maliyeti düşük (0,09) ve istihdam sağlama oranı yüksek (9,40) olmasıdır.

Bu kapsamda büyükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi için öncelikli konumda yer alan illerin özelliklerine bakıldığında elde edilen sonuçların tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Küçükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi için Diyarbakır, Şanlıurfa, Van, Konya Siirt ve Ağrı illerinin daha öncelikli konumda yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu illerin öncelikli konumda yer almalarının nedeni şunlardır:

- Diyarbakır ilinin küçükbaş gübresi kaynaklı biyogaz potansiyelinin yüksek (12.622.775), arazi maliyetinin düşük (1,33), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), deprem tehlikesinin düşük (0,14), personel maliyetinin düşük (0,13) ve istihdam sağlama oranının yüksek (9,40),
- Şanlıurfa ilinin küçükbaş gübresi kaynaklı biyogaz potansiyeli yüksek (14.783.346), arazi maliyetinin düşük (3,67), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), deprem tehlikesi düşük (0,11), personel maliyeti düşük (0,09) ve istihdam sağlama oranı yüksek (9,40),

- Van ilinin küçükbaş gübresi kaynaklı biyogaz potansiyelinin yüksek (18.236.316), arazi maliyetinin düşük (2,03), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), deprem tehlikesinin düşük (0,27), personel maliyetinin düşük (0,13) ve istihdam sağlama oranının görece yüksek (5,48)
- Konya ilinin küçükbaş gübresi kaynaklı biyogaz potansiyelinin yüksek (15.497.495), arazi maliyetinin düşük (1,64), deprem tehlikesinin düşük (0,13), sıcaklık değerinin yüksek (11,60), sıcaklık değerinin yüksek (11,60) ve personel maliyetinin görece düşük (0,46),
- Siirt ilinin küçükbaş gübresi kaynaklı biyogaz potansiyelinin yüksek (8.603.429) deprem tehlikesinin düşük (0,25), arazi maliyetinin düşük (1,39), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), sıcaklık değerinin yüksek (16,10) ve personel maliyetinin düşük (0,31),
- Ağrı ilinin küçükbaş gübresi kaynaklı biyogaz potansiyelinin yüksek (9.101.229), deprem tehlikesinin düşük (0,24), arazi maliyetinin düşük (0,85), bölgesel teşvik oranının yüksek (9) ve personel maliyetinin düşük (0,06) olmasıdır.

Bu kapsamda küçükbaş gübresi kaynaklı tesis yer seçimi için öncelikli konumda yer alan illerin özelliklerine bakıldığında elde edilen sonuçların tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi için Mersin, Manisa, Balıkesir, Mardin, İzmir ve Gaziantep illerinin daha öncelikli konumda yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bu illerin öncelikli konumda yer almalarının nedeni şunlardır:

- Mersin ilinin tavuk gübresi kaynaklı biyogaz potansiyelinin yüksek (61.802.085), deprem tehlikesinin düşük (0,14), arazi maliyetinin düşük (1,95), bölgesel teşvik oranının görece yüksek (4) ve personel maliyetinin düşük (0,29) ve sıcaklık oranının yüksek (19,20),
- Manisa ilinin tavuk gübresi kaynaklı biyogaz potansiyelinin yüksek (91.911.860), arazi maliyetinin düşük (3,95), bölgesel teşvik oranının görece yüksek (4), enerji tüketiminin görece yüksek (342.416,01), sıcaklık değerinin yüksek (16,80) ve personel maliyetinin düşük (0,39) olması,

- Balıkesir ilinin tavuk gübresi kaynaklı biyogaz potansiyelinin yüksek (74.474.593), deprem tehlikesinin görece düşük (0,37), arazi maliyetinin düşük (3,93), bölgesel teşvik oranının görece yüksek (4) ve personel maliyetinin düşük (0,45) ve sıcaklık oranının yüksek (14,60),
- Mardin ilinin biyogaz potansiyelinin görece yüksek (3.169.322), deprem tehlikesinin düşük (0,09), arazi maliyetinin düşük (1,54), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), personel maliyetinin düşük (0,13) ve sıcaklık değerinin yüksek (16,10),
- İzmir ilinin tavuk gübresi kaynaklı biyogaz potansiyelinin yüksek (48.568.740), arazi maliyeti düşük (2,62), sıcaklık değerinin yüksek (17,90), istihdam sağlama oranı yüksek (13,80) ve enerji tüketiminin yüksek (1.178.641,74),
- Gaziantep ilinin tavuk gübresi kaynaklı biyogaz potansiyelinin görece yüksek (9.817.691), deprem tehlikesi düşük (0,17), bölgesel teşvik oranının görece yüksek (4) arazi maliyetinin düşük (0,36), sıcaklık değerinin yüksek (14,90), personel maliyetinin düşük (0,26) olmasıdır.

Tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi için öncelikli konumda yer alan illerin özelliklerine bakıldığında elde edilen sonuçların tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Toplam hayvansal gübre kaynaklı tesis yer seçimi için Diyarbakır, Konya, Erzurum, Balıkesir, İzmir ve Şanlıurfa illerinin daha öncelikli konumda yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu illerin öncelikli konumda yer almalarının nedeni şunlardır:

- Diyarbakır ili biyogaz potansiyelinin yüksek (120.634.915), arazi maliyetinin düşük (1,33), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), deprem tehlikesinin düşük (0,14), personel maliyetinin düşük (0,13) ve istihdam sağlama oranının yüksek (9,40),
- Konya ili biyogaz potansiyelinin yüksek (212.212.247), deprem tehlikesinin düşük (0,13), arazi maliyetinin düşük (1,64), enerji tüketiminin görece yüksek (422.749,47),

- Erzurum ilinin biyogaz potansiyelinin yüksek (144.412.518), arazi maliyetinin düşük (0,33), bölgesel teşvik oranının yüksek (6) ve personel maliyetinin düşük (0,33),
- Balıkesir ili biyogaz potansiyelinin yüksek (180.822.175), deprem tehlikesinin görece düşük (0,37), arazi maliyetinin düşük (3,93), bölgesel teşvik oranının görece yüksek (4) ve personel maliyetinin düşük (0,45) ve sıcaklık oranının yüksek (14,60),
- İzmir ilinin biyogaz potansiyeli yüksek (192.816.802), arazi maliyeti düşük (2,62), sıcaklık değerinin yüksek (17,90), istihdam sağlama oranı yüksek (13,80) ve enerji tüketiminin yüksek (1.178.641,74),
- Şanlıurfa ilinin biyogaz potansiyeli yüksek (79.669.828), arazi maliyetinin düşük (3,67), bölgesel teşvik oranının yüksek (9), deprem tehlikesi düşük (0,11), personel maliyeti düşük (0,09) ve istihdam sağlama oranı yüksek (9,40) olmasıdır.

Toplam hayvansal gübre kaynaklı tesis yer seçimi için öncelikli konumda yer alan illerin özelliklerine bakıldığında elde edilen sonuçların tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Büyükbaş hayvan gübresi kaynaklı tesis yer seçimi, küçükbaş hayvan gübresi kaynaklı tesis yer seçimi, tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi ve toplam hayvansal gübre kaynaklı tesis yer seçimi sonuçları birlikte incelendiğinde Yalova, Artvin, Kocaeli ve Bartın illerinin son sıralarda yer aldığı görülmüştür. Bu illerin biyogaz üretim potansiyelleri diğer illere göre görece daha düşüktür. Ayrıca bu illerden, Yalova ilinin deprem tehlikesinin yüksek, personel maliyetinin görece yüksek, arazi maliyetinin yüksek, bölgesel teşvik oranının düşük ve istihdam sağlama oranının düşük olması, Artvin ilinin arazi maliyetinin yüksek, personel maliyetinin görece yüksek, istihdam sağlama oranının düşük ve enerji tüketiminin düşük olması, Kocaeli ilinin deprem tehlikesinin yüksek, personel maliyetinin yüksek, bölgesel teşvik oranının düşük ve arazi maliyetinin yüksek olması ve Bartın ilinin de personel maliyetinin görece yüksek, arazi maliyetinin görece yüksek, istihdam sağlama oranının düşük ve enerji tüketiminin düşük olması gibi faktörler öncelik sıralamalarında son sıralarda yer almalarına neden olmuştur. Son sıralarda

yer alan illerin özelliklerine bakıldığında da sonuçların tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan tez çalışması sonucunda; büyükbaş hayvan gübresi küçükbaş hayvan gübresi ve toplam hayvansal gübre kaynaklı tesis yer seçimi sonuçları birlikte incelendiğinde özellikle Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde yer alan Diyarbakır, Erzurum, Şanlıurfa, Kars, Van, Ağrı ve Siirt gibi illerin daha öncelikli konumlarda yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Türkiye'deki biyokütle ve biyogaz tesislerinin genel durumu incelendiğinde bu bölgelerde biyokütle ve biyogaz tesislerinin bulunmadığı görülmüştür. Bu nedenle bu bölgelerde biyogaz tesislerinin kurulması enerji sektörü için önemli bir adım olacaktır. Ayrıca Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde yer alan bu illerin biyogaz potansiyellerinin yüksek, bölgesel teşvik oranlarının yüksek, arazi maliyetlerinin düşük ve deprem tehlikesinin düşük olması da bu bölgelere biyogaz tesis yatırımı yapılmasını destekler niteliktedir. Tavuk gübresi kaynaklı tesis yer seçimi ve toplam hayvansal gübre kaynaklı tesis yer seçimi sonuçlarına birlikte bakıldığında ise özellikle batı bölgelerinde yer alan Mersin, İzmir, Manisa ve Balıkesir gibi illerin daha öncelikli konumlarda yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Türkiye'deki biyokütle ve biyogaz tesislerinin genel durumu incelendiğinde bu bölgelerde yeterli sayıda biyokütle ve biyogaz tesisinin bulunmadığı görülmüştür. Bu nedenle bu bölgelerde biyogaz tesis sayılarının arttırılması da enerji sektörü için önemli bir adım olacaktır. Türkiye'nin batı bölgesinde yer alan bu illerin bölgesel teşvik oranı doğu bölgesinde yer alan iller kadar yüksek değildir ancak bu illerde de biyogaz potansiyelinin yüksek ve arazi maliyetlerinin görece düşük olması da bu bölgelere biyogaz tesis yatırımı yapılmasını destekler niteliktedir.

Tesis kurulumu için avantajlı konumda olan illere biyogaz tesislerinin kurulması ile illerin işsizlik oranında düşüş olacak, istihdama katkı sağlanacak ve illerin enerji maliyetinde düşüşler olacaktır. Ayrıca ilde bulunan hayvansal atıkların biyogaz üretiminde değerlendirilmesiyle çevre ve insan sağlığına zararlı olan organik atıklar enerji üretiminde kullanılarak, atıkların olumsuz çevresel etkileri ortadan kaldırılacak ve enerji üretimi sağlanacaktır. Ayrıca yan ürün olarak elde edilen organik gübre ile de tarıma katkı sağlanacaktır.

Gelecekte yapılacak çalışmalar için şu öneriler verilebilir:

- Bitkisel biyokütle kaynakları, orman ve orman ürünlerinden elde edilebilen biyokütle kaynakları ile organik çöpler, şehir ve endüstriyel atıklardan elde edilen biyokütle kaynakları il bazında elde edilebilecek biyogaz miktarının hesaplanması sürecine dahil edilebilir.
- Tesis yer seçimi için biyogaz potansiyelinin yüksek olduğu iller dikkate alınarak il bazında tesis yer seçimi çalışmaları yapılabilir.
- Bölgesel bazda yapılan çalışmalarda illerin daha kapsamlı değerlendirmesi yapılarak il bazında kurulabilecek tesislerin konumları, sayıları ve tesis kapasiteleri belirlenebilir.

KAYNAKLAR

- A. Eryaşar, Kırsal Kesime Yönelik Bir Biyogaz Sisteminin Tasarımı, Kurulumu, Testi ve Performansına Etki Eden Parametrelerin Araştırılması. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, İzmir, 2007.
- A. Aslantaş, Dünya’da ve Türkiye’de Biyokütle Enerjisinin Kullanımı ve Potansiyeli. Yüksek Lisans Tezi. KTO Karatay Üniversitesi, Konya, 2018.
- A.M. Bölek, Biyokütle Tedarik Zinciri Ağ Yapısı Tasarımı - Biyogaz Tesis Yeri Seçimi İçin Bir Modelleme Yaklaşımı. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2019.
- Adhikary, P., Roy, P.K., Mazumdar, A., Optimal renewable energy project selection: A Multi-Criteria optimization technique approach. Global Journal of Pure and Applied Mathematics. 11 (5): 3319-3329, 2015.
- Akbulut A, Dikici A., Elazığ ili’nin biyogaz potansiyeli ve maliyet analiz. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi. 2 (2): 36-41, 2004.
- Alibaş, İ., Özsoy, G., Eliçin, A.K., Diyarbakır ili tarımsal kaynaklı biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. Tarım Makineleri Dergisi. 11 (1): 75-87, 2015.
- Altıkat, S., Çelik, A., Iğdır ilinin hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 2 (1): 61-66, 2012.
- Anonim, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, (YEGM), Biyokütle enerjisinin avantajları, http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_enerjisi_adv.aspx (Erişim tarihi: 09.06.2019)
- Anonim, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM), Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (BEPa), <http://bepa.yegm.gov.tr/> (Erişim tarihi: 18.01.2019).

Anonim, Kyoto Protokolü,

http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Mevzuat/kyoto_protokol.pdf (Erişim Tarihi: 17.01.2019)

Anonim, Yenilenebilir Enerji Genel M¼d¼rl¼ę¼, (YEGM), Yenilenebilir enerji,

<http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir.aspx> (Erişim Tarihi: 03.02.2019)

Anonim, Yenilenebilir Enerji Genel M¼d¼rl¼ę¼, (YEGM), Biyok¼tle Yetiştiriciliği,

http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_yetistiriciligi.aspx (Erişim tarihi: 03.02.2019)

Anonim, T¼rkiye İstatistik Kurumu (T¼İK), Yumurta Tavuğu Sayısı,

<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr> (Erişim tarihi: Erişim tarihi:18.03.2019)

Anonim, T¼rkiye İstatistik Kurumu (T¼İK), Et Tavuğu Sayısı,

<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr> (Erişim tarihi: 18.03.2019)

Anonim, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar

Gör¼n¼m¼, <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Enerji-ve-Tabii-Kaynaklar-Gorunumleri> (Erişim Tarihi: 20.04.2018)

Anonim, T¼rkiye İstatistik Kurumu (T¼İK), Belediye Atık İstatistikleri,

<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24876> (Erişim tarihi: 13.05.2019)

Anonim, Yenilenebilir Enerji Genel M¼d¼rl¼ę¼, (YEGM), Biyogaz,

<http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx> (Erişim tarihi: 09.06.2019)

Anonim, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), EİGM Raporları,

<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/EİGM-Raporlari> (Erişim Tarihi: 10.07.2019)

Anonim, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), Biyokütle, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle>. (Erişim Tarihi:09.06.2019)

Anonim, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), Biyokütle, <https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2fbct.pdf> (Erişim Tarihi: 24.07.2018)

Anonim, Enerji Ekonomisi, <https://www.enerjiekonomisi.com/turkiye-de-kac-biyogaz-tesisi-var/6171/> (Erişim tarihi:11.06.2019)

Anonim, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Büyükbaş Hayvan Sayısı, <https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr> (Erişim tarihi: 18.06.2019)

Anonim, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Küçükbaş Hayvan Sayısı, <https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr> (Erişim tarihi: 18.06.2019)

Anonim, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Diğer Kümes Hayvanları Sayısı, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr> (Erişim tarihi: 18.06.2019)

Anonim, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Sektörlere Göre Toplam Sera Gazı Emisyonları (CO₂ eşdeğeri), 1990 – 2017, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30627> (Erişim tarihi: 20.06.2019)

Anonim, Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A> (Erişim tarihi: 20.06.2019)

Anonim, Gelir İdaresi Başkanlığı (GİB), 2014 Yılı Asgari Ölçüde Arsa ve Arazi Metrekare Birim Değerleri, https://intvd.gib.gov.tr/2014_Emlak_Arsa/ (Erişim tarihi: 21.06.2019)

Anonim, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Endeks Değerleri, http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=1106 (Erişim tarihi: 22.06.2019)

Anonim, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), İşsizlik oranı, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=10er2&locale=tr> (Erişim tarihi: 27.06.2019)

Anonim, Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ), Kurulu Güç Raporu-Mayıs 2019, https://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2019-06/kurulu_guc_mayis_2019.pdf (Erişim tarihi: 30.06.2019)

Anonim, T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), Aylık sektör raporu, <https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23/aylik-sektor-raporu> (Erişim tarihi: 02.07.2019)

Anonim, Orman Genel Müdürlüğü Biyoenerji Komisyonu, Biyoenerji Raporu, http://kojenturk.org/admin/belgelerim/dosyalar/9EE_Biyoenerji_raporu.doc (Erişim tarihi: 19.01.2019)

Anonim, Enerji Atlası, Biyogaz, Biyokütle, Atık Isı ve Pirolitik Yağ Enerji Santralleri, <https://www.enerjiatlası.com/biyogaz/> (Erişim tarihi: 12.05.2019)

Anonim, Biyokütlenin Altın Çağı. www.deloitte.com/Documents/energy-resources/BiyokutleninAltınCag1.pdf, (Erişim Tarihi: 02.13.2019)

Anonim, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayi Yatırımlarına Verilen Destekler ve Teşvik Programları 2019, <https://sgm.sanayi.gov.tr/Handlers/DokumanGetHandler.ashx?dokumanId=3c736bd0-be6e-4fcd-9d2a-472b8c802659> (Erişim Tarihi: 01.07.2019)

Anonim, AFAD, Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması, <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml>, (Erişim tarihi:05.07.2019)

Anonim, Türkiye'nin Enerji Görünümü,

https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/EnerjiGorunumu2018_2_0.pdf,

(Erişim tarihi: 24.12.2018)

Anonim, T.C. Cumhurbaşkanlığı Resmi Gazete,

<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/07/20190723M1-1-1.pdf>, (Erişim

tarihi: 15.08.2019)

Appels, L., Lauwers, J., Degreëve, J., Helsen, L., Lievens, B., Willems, K., Impe, J. W., Dewil, R., Anaerobic digestion in global bio-energy production: potential and research challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 15(9): 4295-4301, 2011.

Arslan, R., Bircan, H., Eleroğlu, H., Optimally rating of biogas, compost, vermicompost facilities to be installed in Yozgat province with ARAS and COPRAS methods. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 6 (12): 1844-1852, 2018.

Avcıoğlu, A.O., Türker, U., Atasoy, Z.D., Koçtürk, D., Tarımsal Kökenli Yenilenebilir Enerjiler Biyoyakıtlar. Nobel Yayıncılık, Ankara, 2011.

Avcıoğlu, A.O., Türker, U., Status and potential of biogas energy from animal wastes in Turkey. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 16(3): 1557-1561, 2012.

Avcıoğlu, A.O., Çolak, A., Türker, U., Türkiye'nin tavuk atıklarından biyogaz potansiyeli. JOTAF/Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 10 (1): 21-28, 2013.

Avcıoğlu, A.O., Dayıoğlu, M.A., Türker, U., Assessment of the energy potential of agricultural biomass residues in Turkey. Renewable Energy. 138, 610-619, 2019.

Avikal, S., Mishra, P., Jain, R., A Fuzzy AHP and PROMETHEE method-based heuristic for disassembly line balancing problems. *International Journal of Production Research*, 52 (5): 1306-1317, 2014.

Aybek, A., Üçok, S., İspir, M.A., Bilgili, M.E., Türkiye’de kullanılabilir hayvansal gübre ve tahıl sap atıklarının biyogaz ve enerji potansiyelinin belirlenerek sayısal haritalarının oluşturulması. *JOTAF/Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 12 (3): 109-120, 2015a.

Aybek, A., Üçok, S., Bilgili, M.E., İspir, M.A., Kahramanmaraş İlinde bazı tarımsal atıkların biyogaz enerji potansiyelinin belirlenerek sayısal haritalarının oluşturulması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 29 (2): 25-37, 2015b.

Azimifard, A., Moosavirad, S.H., Ariafar, S., Selecting sustainable supplier countries for iran's steel industry at three levels by using AHP and TOPSIS methods. *Resources Policy*. 57, 30-44, 2018.

B. Bulut, Tarıma Dayalı Alternatif Yakıt Kaynaklarından Biyoetanol ve Türkiye İçin En Uygun Biyoetanol Hammaddesi Seçimi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2006.

Bansal, A., Kumar, P., 3PL selection using hybrid model of AHP-PROMETHEE. *International Journal of Services and Operations Management*, 14 (3): 373-397, 2013.

Baran, B., Alagöz, B. B., Kaygusuz, A. ve Akcin, M., Geleceğin akıllı şebekelerinde kentsel katı atık tabanlı dağıtık elektrik üretimi. *Akıllı Şebekeler ve Türkiye Elektrik Şebekesinin Geleceği Sempozyumu*, Nisan 2013, Ankara.

Bedir, N., Eren, T., AHP-PROMETHEE yöntemleri entegrasyonu ile personel seçim problemi: Perakende sektöründe bir uygulama. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 4 (4): 46-58, 2015.

- Behzadian, M., Otaghsara, S.K., Yazdani, M., Ignatius, J., A state-of the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*. 39(17): 13051-13069, 2012.
- Bilandzija, N., Voca, N., Jelcic, B., Jurisic, V., Matin, A., Grubor, M., Kricka, T., Evaluation of Croatian agricultural solid biomass energy potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 93, 225-230, 2018.
- Bogdanovic, D., Nikolic, D., Ilic, I., Mining method selection by integrated AHP and PROMETHEE method. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84 (1): 219-233, 2012.
- Brans, J.P., L'ingénierie de la décision: l'élaboration d'instruments d'aide a la décision. Université Laval, Faculté des sciences de l'administration, 1982.
- Bridgwater, A.V., Renewable fuels and chemicals by thermal processing of biomass. *Chemical Engineering Journal*, 91(2-3): 87-102, 2003.
- Bühle, L., Biological and Chemical Parameters and Life Cycle Assessment of the Integrated Generation of Solid Fuel and Biogas From Biomass. <http://021092ke8.y.http.eds.b.ebscohost.com.proxy.kirikkale-elibrary.com/eds/ebookviewer/ebook?sid=523b4456-897e-40ad-9bb2-1fc2ec3e9dc4%40pdc-v-sessmgr05&vid=0&format=EB> (Erişim tarihi: 10.07.2019)
- Büyüközkan, G., Görener, A., Evaluation of product development partners using an integrated AHP-VIKOR model. *Kybernetes*. 44 (2): 220-237, 2015.
- Cebi, S., Ilbahar, E., Atasoy, A., A fuzzy information axiom based method to determine the optimal location for a biomass power plant: A case study in Aegean Region of Turkey. *Energy*. 116, 894-907, 2016.

Chen, S.J., Hwang C.L., Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods. Fuzzy Multiple Attribute Decision Making, Springer Berlin Heidelberg, 289-486, 1992.

Cobuloğlu, H.I., Büyüktaktın, İ.E., A Stochastic Multi-Criteria Decision analysis for sustainable biomass crop selection. Expert Systems with Applications. 42 (15): 6065-6074, 2015.

Cobuloglu, H.I. and Büyüktaktın, İ.E., A Multi-Criteria Approach for Biomass Crop Selection Under Fuzzy Environment. Proceedings of the 2014 Industrial and Systems Engineering Research Conference, 31 May–3 June 2014, Montreal, Canada, p. 4003, 2014.

Çukurçayır, M. A., Sağır, H., Enerji sorunu, çevre ve alternatif enerji kaynakları. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (20), 257-278, 2008.

Çöpür, Y., Tozluoğlu, A., Özyürek, Ö., Selülozik biyoetanol üretim teknolojisi. Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi.7 (1): 10-37, 2011.

Dalkılıç, K., Uğurlu, A., Tavuk gübresinden biyogaz üretimi. Tavukçuluk Araştırma Dergisi. 10, 14-19, 2013.

Demir, B., Kuş, Z.A., İrik, H.A., Çetin, N., Mersin İli tarımsal biyokütle enerji eşdeğer potansiyeli. Alınteri Ziraî Bilimler Dergisi. 29 (2): 12-18, 2015.

Demir, M., Kars İlinin biyokütle enerji potansiyeli ve kullanılabilirliği. Türk Coğrafya Dergisi. 68, 31-41, 2017.

Demirbaş, A., Biomass resource facilities and biomass conversion processing for fuels and chemicals. Energy Conversion and Management. 42 (11): 1357-1378, 2001.

- Demirbaş, A., Combustion characteristics of different biomass fuels. *Progress in Energy and Combustion Science*. 30 (2): 219-230, 2004.
- Demirbaş, A., Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections. *Energy conversion and management*. 49 (8): 2106-2116, 2008a.
- Demirbaş, A., Importance of biomass energy sources for Turkey. *Energy Policy*. 36 (2): 834-842, 2008b.
- Demirbaş, A., Competitive liquid biofuels from biomass. *Applied Energy*. 88 (1): 17-28, 2011.
- Demircanlı, B., Kundakcı, N., Futbolcu transferinin AHP ve VIKOR yöntemlerine dayalı bütünleşik yaklaşım ile değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30 (2): 105-129, 2015.
- Deniz, E., Yeşilören, G., İşçi, N. Ö., Türkiye'de gıda endüstrisi kaynaklı biyokütle ve biyoyakıt potansiyeli. *Gıda/The Journal of Food*. 40 (1): 47-54, 2015.
- Derman, E., Abdulla, R., Marbawi, H., Sabullah, M.K., Oil palm empty fruit bunches as a promising feedstock for bioethanol production in Malaysia. *Renewable Energy*. 129, 285-298, 2018.
- Derse, O., Biyogaz enerji tesisi için Hedef Programlama ile yer seçimi problemi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 22, 121-126, 2018.
- Deviren, H., İlkılıç, C., Aydın, S., Biyogaz üretiminde kullanılabilen materyaller ve biyogazın kullanım alanları. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*. 7 (2/2): 79-89, 2017.

- Dinçer, I., Renewable energy and sustainable development: a crucial review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 4 (2): 157-175, 2000.
- Dinçer, H., Görener, A., Analitik Hiyerarşi Süreci ve VIKOR tekniği ile dinamik performans analizi: Bankacılık sektöründe bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 10 (9): 109-127, 2011a.
- Dinçer, H., Görener, A., Performance evaluation using AHP-VIKOR and AHP-TOPSIS approaches: The case of service sector. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*. 29 (3): 244-260, 2011b.
- Dinmohammadi, A., Shafiee, M., Determination of the Most Suitable Technology Transfer Strategy for Wind Turbines Using an Integrated AHP-TOPSIS Decision Model. *Energies*. 10(5), 642, 2017.
- Doruk, İ., Bozdeveci, A., Denizli ilinin kırsal kesimlerinde hayvansal kaynaklı atıklardan biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 7 (3): 181-186, 2017.
- Erdin, E., Şirin, G. ve Alten, A., Biyokütle enerjisi ve Avrupa Birliği. *Ulusal Biyoenerji Sempozyumu*, İzmir, 2002.
- Evans, A., Strezov, V., Evans, T.J., Sustainability considerations for electricity generation from biomass. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14(5): 1419-1427, 2010.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). BEFS (Bioenergy and Food Security) Assessment For Turkey: Sustainable bioenergy options from crop and livestock residues. 2016.
- Franco, C., Bojesen, M., Hougaard, J. L., Nielsen, K., A fuzzy approach to a multiple criteria and Geographical Information System for decision support on suitable locations for biogas plants. *Applied Energy*. 140, 304-315, 2015.

Gao, M., Wang, D., Wang, H., Wang, X., Feng, Y., Biogas potential, utilization and countermeasures in agricultural provinces: A case study of biogas development in Henan Province, China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 99, 191-200, 2019.

Gençoğlu, M.T., Yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye açısından önemi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 14 (2): 57-64, 2002.

Geyik, O., Tosun, M., Ünlüsoy, S., Hamurcu, M., Eren, T., Kitap basımevi seçiminde AHP ve TOPSIS yöntemlerinin kullanımı. *Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3 (6): 106-126, 2016.

Gülen, J., Çeşmeli, Ç., Biyogaz hakkında genel bilgi ve yan ürünlerinin kullanım alanları. *Erzincan University Journal of Science and Technology*. 5 (1): 65-84, 2012.

Gülşen, H., Çiftçi, C., Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin yenilenebilir enerji kaynakları bakımından potansiyelinin araştırılması. *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*. 1 (3): 48-56, 2017.

Gümüşçü, M., Uyanık, S., Güneydoğu Anadolu Bölgesi hayvansal atıklarından biyogaz ve biyogübre eldesi. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*. 16 (118): 59-65, 2010.

G. Toprakçioğlu, Siirt ve Batman İllerinin Biyogazdan Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyellerinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Siirt Üniversitesi, Siirt, 2016.

H. Avan, Tokat İlindeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Üretim Potansiyelinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, 2014.

Höhn, J., Lehtonen, E., Rasi, S., Rintala, J., A Geographical Information System (GIS) based methodology for determination of potential biomasses and sites for biogas plants in southern Finland. *Applied Energy*. 113, 1-10, 2014.

Hwang, C.L., Kwangsun Yoon. *Methods For Multiple Attribute Decision Making*. Multiple Attribute Decision Making. Springer Berlin Heidelberg, 58-191, 1981.

İlgar, R., Hayvan varlığına göre Çanakkale biyogaz potansiyelinin tespitine yönelik bir çalışma. *Doğu Coğrafya Dergisi*. 21 (35): 89-106, 2016.

İ. Ardiç, İnek Gübresinden Biyogaz Üretim Verimine Termal, Kimyasal ve Termokimyasal Ön İşlemlerin Etkilerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2009.

İ. Demiral, Gıda Sanayi Atıklarından Biyoyakıt Eldesi. Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 2004.

İ. Yokuş, Sivas İlindeki Hayvansal Atıklardan Biyogaz Potansiyeli. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara, 2011.

İ. Yokuş, Sivas İli Hayvansal Atık Kaynaklı Sürdürülebilir Biyogaz Üretimi İçin Optimum Tesis Lokasyonlarının Belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara, 2019.

İlkılıç, C. ve Deviren, H., Biyogazın üretimi ve üretimi etkileyen faktörler. In 6 th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), Mayıs 2011, Elazığ, s. 146-149, 2011a.

İlkılıç, C. ve Deviren, H., Biyogazın oluşumunu etkileyen fiziksel ve kimyasal parametreler. 6 th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), Mayıs 2011, Elazığ, s. 150-155, 2011b.

- Jabbarzadeh, A., Application of the AHP and TOPSIS in project management. *Journal of Project Management*. 3 (2): 125-130, 2018.
- Kabir, G., Sumi, R.S., Power substation location selection using Fuzzy Analytic Hierarchy Process and PROMETHEE: A case study from Bangladesh. *Energy*, 72: 717-730, 2014.
- Kapluhan, E., Enerji coğrafyası açısından bir inceleme: Biyokütle enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye'deki kullanım durumu. *Marmara Coğrafya Dergisi*. 30, 97-25, 2014.
- Karaca, C., Hatay İlinin hayvansal gübre kaynağından üretilebilir biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Mustafa Kemal University*. 22 (1): 34-39, 2017.
- Karagöl, E. T., Kavaz, İ., Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji, Analiz, SETA, 197, 32s., 2017.
- Karaj, S., Rehl, T., Leis, H., Müller, J., Analysis of biomass residues potential for electrical energy generation in Albania. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14 (1): 493-499, 2010.
- Karaman, S., Avan, H., Gökalp, Z., Tokat İlinin hayvansal atık kaynaklı biyogaz enerjisi potansiyeli ve uygulanabilirliği. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*. 4 (2): 11-19, 2015.
- Karakuzulu, Z., Arıcı, F., Dumansızoğlu, M., Doğu Anadolu Bölgesi'nin biyogaz enerji potansiyeli. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 5 (39): 541-554, 2017.

Karagöz, M., Çiftçi, B., Deniz, E. ve Binark, A.K., Karabük ilinde hayvansal atıktan biyogaz potansiyelinin belirlenmesi ve örnek biyogaz tesisi kurulumu, 14th International Combustion Symposium (INCOS2018), Nisan 2018, Karabük ,s. 629-634, 2018.

Karim, R., Karmaker, C.L., Machine selection by AHP and TOPSIS methods. American Journal of Industrial Engineering. 4 (1): 7-13, 2016.

Kaoser, M.M., Mamunur, R. M., Ahmed, S., Selecting a material for an electroplating process using AHP and VIKOR multi attribute decision making method. In International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 834-841, 2014.

Kecek, G., Yüksel, R., Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve PROMETHEE teknikleriyle akıllı telefon seçimi. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 49, 46-62, 2016.

Khawkomol, S., Noguchi, R., Ahamed, T., Genkawa, T., Takigawa, T., ANP modeling to select biomass energy plant in rural areas of Thailand. Agricultural Information Research. 22 (2): 117-131, 2013.

Kheybari, S., Kazemi, M., Rezaei, J., Bioethanol facility location selection using best-worst method. Applied Energy. 242, 612-623, 2019.

Khishtandar, S., Zandieh, M., Dorri, B., A Multi Criteria Decision Making framework for sustainability assessment of bioenergy production technologies with hesitant fuzzy linguistic term sets: The case of Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 77, 1130-1145, 2017.

Kılıç, F.Ç., Biyogaz, önemi, genel durumu ve Türkiye'deki yeri. Mühendis ve Makina. 52 (617): 94-106, 2011.

- Koç, E., Kaya, K., Enerji kaynakları–yenilenebilir enerji durumu. Mühendis ve Makina. 56 (668): 36-47, 2015.
- Koçer, N., N., Ünlü, A., Doğu Anadolu Bölgesinin biyokütle potansiyeli ve enerji üretimi. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları. 175-181, 2007.
- Koçar, G., Eryaşar, A., Ersöz, Ö., Arıcı, Ş., Bayrakçı, A.G., Biyokütle enerjisine sektörel yaklaşım: İzmir örneği. Mühendis ve Makina. 54 (639): 78-85, 2013.
- Korucuk, S., Erdal, H., AHP -VIKOR bütünleşik yaklaşımıyla lojistik risk faktörlerinin ve risk yönetimi araçlarının sıralanması: Samsun ili örneği. İşletme Araştırmaları Dergisi. 10 (3): 282-305, 2018.
- Köse, E. T., Trakya Bölgesinde hayvan gübrelerinin biyogaz enerji potansiyelinin belirlenmesi ve sayısal haritaların oluşturulması. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. 23(6): 762-772, 2018.
- Kurt, G., Koçer, N.N., Malatya İlinin biyokütle potansiyeli ve enerji üretimi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 26 (3): 240-247, 2010.
- Kumar, A., Kumar, N., Baredar, P., Shukla, A.A., Review on biomass energy resources, potential, conversion and policy in India. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 45, 530-539, 2015.
- Lin, M.C., Wang, C.C., Chen, M.S., Chang, C.A., Using AHP and TOPSIS approaches in customer-driven product design process. Computers in Industry, 59 (1): 17-31, 2008.
- Litonjua, R., Cvetkovski, I., Biogas: Production, Consumption And Applications. <http://021092ke6.y.http.eds.b.ebscohost.com.proxy.kirikkale-elibrary.com/eds/ebookviewer/ebook?sid=a3ac5daf-975b-40a0-9348-6cd2a53703dc%40sessionmgr101&vid=0&format=EB> (Erişim tarihi: 05.02.2019)

- Lourinho, G., Brito, P., Assessment of biomass energy potential in a region of Portugal (Alto Alentejo). *Energy*. 81, 189-201, 2015.
- Mao, C., Feng, Y., Wang, X., Ren, G., Review on research achievements of biogas from anaerobic digestion. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 45, 540-555, 2015.
- M. Akçay, AHP-TOPSIS Hibrit Yöntemi ile Türkiye’de Güneş Enerjisi Santrali İçin Yer Seçimi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara, 2019.
- M.F. Aşcı, Hatay İli Biyogaz Enerjisi Potansiyelinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, 2018.
- M.Ş. Yeşilkaya, Hayvansal Artıklardan Biyogaz Üretimi Ve Benzinli Motorlarda Kullanılabilirliğinin Deneysel Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, Elazığ, 2013.
- M. Tekeli, Türkiye Biyogaz Potansiyelinin Belirlenerek Isı ve Elektrik Enerjisi Üretimine Uygulanabilirliği. Yüksek Lisans Tezi. Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, 2014.
- McKendry, P., Energy production from biomass (part 1): Overview of biomass. *Bioresource technology*. 83 (1): 37-46, 2002a.
- McKendry, P., Energy production from biomass (part 2): Conversion technologies. *Bioresource technology*. 83 (1): 47-54, 2002b.
- N. Gül, Tavuk Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyelinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 2006.
- Opricovic, S., Tzeng, G.H., Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European journal of operational research*, 156 (2): 445-455, 2004.

Ömürbek, N., Karaatlı, M., Eren, H., Şanlı, B., AHP temelli PROMETHEE sıralama yöntemi ile hafif ticari araç seçimi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19 (4): 47-64, 2014.

Özbek, A., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü. Seçkin Yayınları, Ankara, 2017.

Özen, A., Şaşmaz, M.Ü., Bahtiyar, E., Türkiye’de yeşil ekonomi açısından yenilenebilir bir enerji kaynağı: Rüzgar enerjisi. KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi. 17 (28): 85-93, 2015.

Özer, B., Biogas energy opportunity of Ardahan City of Turkey. Energy. 139, 1144-1152, 2017.

Özbek, A., Eren, T., Analitik ağ süreci yaklaşımıyla üçüncü parti lojistik (3PL) firma seçimi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 27 (1): 95-113, 2013.

Öztürk, M., Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretimi. Çevre ve Orman Bakanlığı, 72s., 2005.

Öztürk, H., Enerji Bitkileri ve Biyoyakıt Üretimi. Hasad Yayıncılık, İstanbul, 2012.

Öztürk, H., Biyoyakıt Üretimi. Umuttepe Yayınları, Kocaeli, 2016.

Peerapong, P., Limmeechokchai, B., Biogas-based electricity generation in swine farm in Thailand: Economic and CO₂ reduction aspects. Energy Procedia. 138, 657-661, 2017.

Perpina, C., Martínez-Llario, J. C., Perez-Navarro, Á., Multicriteria assessment in GIS environments for siting biomass plants. Land Use Policy, 31, 326-335, 2013.

- Polat, G.. Subcontractor selection using the integration of the AHP and PROMETHEE methods. *Journal of Civil Engineering and Management*, 22 (8): 1042–1054, 2015.
- Polat, G., Damci, A., Gurgun, A. P., Demirli, I., Urban renewal project selection using the integration of AHP and PROMETHEE approaches. *Procedia engineering*, 164, 339-346, 2016.
- REN21 Global Status Report, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Paris, 302s., 2017.
- REN21 Global Status Report, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Paris, 336s., 2019.
- S. Tunçel, Büyükbaş Hayvan Gübresi ve Tavuk Gübresinden Biyogaz Üretiminin ADM1 Kullanılarak Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 2017.
- Saaty, T. L., The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resources allocation. New York: McGraw, 281, 1980.
- Saelee, S., Paweewan, B., Tongpool, R., Witoon, T., Takada, J., Manusboonpurmpool, K., Biomass type selection for boilers using TOPSIS multi-criteria model. *International Journal of Environmental Science and Development*. 5 (2): 181-186, 2014.
- Salihoğlu, N.K., Teksoy, A., Altan, K., Büyükbaş ve küçükbaş hayvan atıklarından biyogaz üretim potansiyelinin belirlenmesi: Balıkesir İli örneği. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 8 (1): 31-47, 2019.

- Saraçoğlu, N., Küresel İklim Değişimi, Biyoenerji ve Enerji Ormancılığı. <http://021092ke5.y.http.eds.b.ebscohost.com.proxy.kirikkale-elibrary.com/eds/ebookviewer/ebook?sid=8a067089-2fa7-47e3-ac7d-c20763a62b0b%40pdc-v-sessmgr02&vid=0&format=EB> (Erişim tarihi: 23.01.2019)
- Silva, S., Alçada-Almeida, L., Dias, L. C., Biogas plants site selection integrating Multicriteria Decision Aid methods and GIS techniques: A case study in a Portuguese region. *Biomass and Bioenergy*. 71, 58-68, 2014.
- Shi, Y., Ge, Y., Chang, J., Shao, H., Tang, Y., Garden waste biomass for renewable and sustainable energy production in China: Potential, challenges and development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 22, 432-437, 2013.
- Sliz-Szkliniarz, B., Vogt, J., A GIS-based approach for evaluating the potential of biogas production from livestock manure and crops at a regional scale: A case study for the Kujawsko-Pomorskie Voivodeship. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 752-763, 2012.
- Sobczak, A., Berry, D.M., Distributed priority ranking of strategic preliminary requirements for management information systems in economic organizations. *Information and Software Technology*. 49:9- 10, 960-984, 2007.
- Sözer, S., Yıldız, O., Sığır gübresi ve peynir altı suyu karışımlarından biyogaz üretimi üzerine bir araştırma. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 19 (2): 179-183, 2006.
- Sultana, A., Kumar, A., Optimal siting and size of bioenergy facilities using geographic information system. *Applied Energy*. 94, 192-201, 2012.
- Şenol, H., Elibol, E. A., Açikel, Ü., Şenol, M., Biyogaz üretimi için Ankara'nın başlıca organik atık kaynakları. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 6 (2): 15-28, 2017.

Şenol, H., Elibol, E. A., Açikel, Ü., Şenol, M., 2016'da Türkiye'de kanatlı hayvanlardan üretilebilecek biyogaz ve elektrik enerji potansiyeli. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. 6 (1):1-11, 2017.

Şerit, G., Yiğit, K.S., Gündüz, M., Şengün, R.B. ve Toraman, Ö., İki fazlı biyogaz üretim tesislerinde gaz üretimine etki eden parametreler. 3. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu EVK 2009, Mayıs 2009, Kocaeli, s. 232-237, 2009.

T. Yetim, Analitik Hiyerarşi Prosesine Dayalı TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri ile Adım Üniversitelerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 2014.

Taleghani, G., Kia, A.S., Technical–economical analysis of the Saveh biogas power plant. Renewable Energy. 30 (3): 441-446, 2005.

Taş, M., Özlemiş, Ş.N., Hamurcu, M., Eren, T., Ankara'da AHP ve PROMETHEE yaklaşımıyla monoray hat tipinin belirlenmesi. Ekonomi İşletme Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi, 3 (1): 65-89, 2017.

Tavares, G., Zsigraiová, Z., Semiao, V., Multi-criteria GIS-based siting of an incineration plant for municipal solid waste. Waste management, 31, 9-10, 1960-1972, 2011.

Tayyar, N., Arslan, P., Hazır giyim sektöründe en iyi fason işletme seçimi için AHP ve VIKOR. Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 11 (1): 340-358, 2013.

Tian, G., Zhang, H., Zhou M., Jia, H., An Integrated AHP and VIKOR Approach to Evaluating Green Design Alternatives. 13th International Conference on Networking, Sensing, and Control, 13(1), 1-6, 2016.

- Topal, M., Topal, E. I. A., Ürün bitkilerinden yenilenebilir enerji kaynağı biyokütle enerjisi potansiyelinin belirlenmesi: Afyonkarahisar İli örneği (2006-2010). Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. 12 (2): 1-11, 2012.
- Tolay, M., Yamankaradeniz, H., Yardımcı, S. ve Reiter, R., Hayvansal atıklardan biyogaz üretimi. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu UTES, 17-19 Aralık 2008, İstanbul, s. 259-264, 2008.
- Tunçez, F.D., Ereğli İlçesinin biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi. 1 (1): 1-7, 2018.
- Tutar, F., Eren, V. M., Geleceğin enerjisi: Hidrojen ekonomisi ve Türkiye. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi. 3 (6): 1-25, 2011.
- Ulusoy, Y., Arslan, R., Ulukardeşler, A.H., Kaplan, C., Kul, B., Arslan, R., Bursa İli tarımsal organik atık kaynaklı biyogaz potansiyeli ve biyogazın dizel motorlarda yakıt olarak kullanımının incelenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 29 (2): 39-45, 2015.
- Üstün, A.K. ve Kurban, M., Elektrik enerjisi üretiminde kentsel katı atık potansiyel analizi ve uygulaması. In 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 16-18 Mayıs 2011, Elazığ, s. 243-247, 2011.
- Van Dael, M., Van Passel, S., Pelkmans, L., Guisson, R., Swinnen, G., Schreurs, E., Determining potential locations for biomass valorization using a macro screening approach. Biomass and Bioenergy. 45, 175-186, 2012.
- Velasquez, M., Hester, P.T., An analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods. International Journal of Operations Research, 10 (2): 56-66, 2013.

Venier, F., Yabar, H., Renewable energy recovery potential towards sustainable cattle manure management in Buenos Aires Province: Site selection based on GIS spatial analysis and statistics. *Journal of Cleaner Production*. 162, 1317-1333, 2017.

World Bioenergy Association (WBA) Global Bioenergy Statistics 2017, <http://www.worldbioenergy.org> (Erişim Tarihi: 19.01.2019).

World Bioenergy Association (WBA), Global Bioenergy Statistics 2018. <http://www.worldbioenergy.org> (Erişim Tarihi: 19.08.2019).

Wu, C.R., Lin, C.T., Lin, Y.F., Selecting the preferable bancassurance alliance strategic by using expert group decision technique. *Expert Systems with Applications*. 36 (2): 3623-3629, 2009.

Yadav, S., Srivatava, A.K., Singh, R.S., Selection and ranking of multifaceted criteria for the prioritization of most appropriate biomass energy sources for the production of renewable energy in indian perspective using Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Engineering Technology Science and Research*. 2, 89-98, 2015.

Yaldız, O., Sözer, S., Farklı büyüklükteki biyogaz tesislerinde sabit yatırım ve enerji üretimi maliyet hesabı. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*. 1 (3): 213-220, 2005.

Yapraklı, S., Bayramoğlu, T., Biyokütle enerjisi potansiyeli ve ekonomik etkileri: TRA1 Bölgesi üzerine bir saha araştırması. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 18 (2): 319-336, 2014.

Yeşil, M., A., TRA2 Bölgesi Yeşil Enerji Kaynakları Sektör Raporu, SERKA Kalkınma Ajansı, 84 s., 2015.

Yılmaz, A., Ünvar, S., Koca, T., Koçer, A., Türkiye’de biyogaz üretimi ve biyogaz üretimi istatistik bilgileri. Technological Applied Sciences. 12 (4): 218-232, 2017.

Yılmaz, F., Ünşar, E.K., Akman, H.E., Perendeci, N.A., Yıldız, O., Büyükbaş hayvan atıkları ile sera hasat atıklarından biyogaz üretimi ve birlikte anaerobik parçalanma prosesinin modellenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi. 28 (1): 62-69, 2018.

Yılmaz, M., Türkiye’nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi. 4 (2): 33-54, 2012.

Yiğitoğlu, M., İnal, M., Gökgöz, M., Alternatif bir enerji kaynağı olarak biyoetanol. Kırıkkale Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Bilimde Gelişmeler Dergisi. 1 (1): 11-22, 2012.

Yürük, F., Erdoğan, P., Düzce İlının hayvansal atıklardan üretilebilecek biyogaz potansiyeli ve K-Means Kümeleme ile optimum tesis konumunun belirlenmesi. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi. 4 (1): 47-56, 2015.

Zhu, G.N., Hu, J., Qi, J., Gu, C.C., Peng, Y.H., An integrated AHP and VIKOR for design concept evaluation based on rough number. Advanced Engineering Informatics, 29 (3): 408-418, 2015.

EK 1. DEPREM TEHLİKESİ HARİTA KULLANIM İZİN BELGESİ



EK 2. TÜİK İŞSİZLİK ORANLARI-2018

İBS-26	İşsizlik Oranı (%) (15-64 yaş) 2018
Adana, Mersin-TR62	11,4
Ankara-TR51	10,2
Antalya, Isparta, Burdur-TR61	11,7
Aydın, Denizli, Muğla-TR32	7,1
Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan-TRA2	5,5
Balıkesir, Çanakkale-TR22	5,9
Bursa, Eskişehir, Bilecik-TR41	9,2
Erzurum, Erzincan, Bayburt-TRA1	7,8
Gaziantep, Adıyaman, Kilis-TRC1	13
Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye-TR63	14,4
Kastamonu, Çankırı, Sinop-TR82	5,5
Kayseri, Sivas, Yozgat-TR72	13,5
Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova-TR42	10,4
Konya, Karaman -TR52	6,1
Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir-TR71	11,3
Malatya, Elazığ, Bingöl, Tunceli-TRB1	8,6
Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak-TR33	7
Mardin, Batman, Şırnak, Siirt-TRC3	25,1
Samsun, Tokat, Çorum, Amasya-TR83	6,7
Tekirdağ, Edirne, Kırklareli-TR21	7,7
Trabzon, Ordu, Giresun, Rize, Artvin, Gümüşhane-TR90	6,5
Van, Muş, Bitlis, Hakkari-TRB2	21,9
Zonguldak, Karabük, Bartın-TR81	8,6
İstanbul-TR10	12,5
İzmir-TR31	13,8
Şanlıurfa, Diyarbakır-TRC2	18,8

EK 3. BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ KARAR MATRİSİ

Alternatifler	Kriterler							
	BGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
Adana	47.956.565	0,150	0,35	2,98	19,1	2	5,70	494.148
Adıyaman	23.342.126	0,471	0,02	1,31	17,3	6	4,33	84.866
Afyon	70.735.527	0,328	0,41	3,23	11,3	5	1,75	146.957
Ağrı	70.183.565	0,235	0,06	0,85	6,2	9	1,38	36.365
Aksaray	48.146.816	0,147	0,43	1,39	12,1	6	2,26	66.431
Amasya	39.222.555	0,441	0,44	2,44	13,8	5	1,68	50.151
Ankara	97.339.560	0,150	0,80	5,42	12	1	10,20	1.138.644
Antalya	33.575.377	0,262	0,58	4,54	18,8	1	3,90	593.334
Ardahan	55.453.674	0,268	0,07	0,41	3,9	9	1,38	10.367
Artvin	11.052.613	0,185	0,50	11,55	12,4	5	1,08	36.962
Aydın	78.740.875	0,594	0,46	1,18	17,7	2	2,37	197.690
Balıkesir	98.161.089	0,371	0,45	3,93	14,6	4	2,95	264.099
Bartın	11.338.621	0,225	0,57	7,11	12,8	5	2,87	32.657
Batman	19.473.874	0,139	0,12	2,44	16,4	9	6,28	69.039
Bayburt	17.716.991	0,231	0,45	1,41	7,1	6	2,60	7.855
Bilecik	7.350.762	0,238	0,52	3,82	12,5	4	3,07	150.902
Bingöl	23.988.581	0,652	0,22	1,67	12,1	9	2,15	25.588
Bitlis	17.142.444	0,260	0,16	1,54	9,4	9	5,48	22.149
Bolu	23.835.911	0,628	0,58	3,13	10,5	2	2,08	86.454
Burdur	40.262.159	0,413	0,43	2,72	13,3	4	3,90	66.502
Bursa	42.748.428	0,361	0,54	2,36	14,6	1	3,07	976.769
Çanakkale	38.888.487	0,303	0,43	3,05	15,1	2	2,95	233.775
Çankırı	27.299.812	0,294	0,48	2,41	11,3	6	1,83	35.063
Çorum	43.630.302	0,276	0,34	1,95	10,8	5	1,68	68.368
Denizli	52.772.638	0,470	0,54	1,44	16,3	2	2,37	279.547
Diyarbakır	106.501.047	0,139	0,13	1,33	15,8	9	9,40	185.557
Düzce	11.407.639	0,548	0,58	2,85	13,4	5	2,08	80.327
Edirne	28.336.525	0,181	0,50	3,05	13,8	2	2,57	83.715
Elazığ	33.861.747	0,381	0,34	3,34	13,1	5	2,15	88.815
Erzincan	20.762.268	0,600	0,46	1,18	10,9	5	2,60	44.357
Erzurum	138.938.533	0,452	0,33	0,33	5,7	6	2,60	69.560
Eskişehir	28.053.949	0,290	0,56	3,11	10,9	1	3,07	249.489
Gaziantep	49.121.738	0,168	0,26	0,36	14,9	4	4,33	652.331
Giresun	20.322.505	0,168	0,40	4,06	14,5	6	1,08	54.394
Gümüşhane	14.851.846	0,184	0,42	1,16	9,7	6	1,08	30.778
Hakkari	8.029.739	0,318	0,16	5,78	10,4	9	5,48	22.084
Hatay	27.892.968	0,439	0,35	0,95	18,3	5	4,80	333.207
Iğdır	27.215.617	0,255	0,21	1,77	12,2	9	1,38	15.834
Isparta	26.200.043	0,309	0,53	3,82	12,2	2	3,90	79.225

EK 3. (devam) BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ KARAR MATRİSİ

Alternatifler	Kriterler							
	BGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
İstanbul	18.355.135	0,395	0,88	6,67	14,4	1	12,50	3.323.993
İzmir	137.795.041	0,459	0,66	2,62	17,9	1	13,80	1.178.642
Kahramanmaraş	38.885.416	0,377	0,26	1,93	16,9	6	4,80	321.598
Karabük	9.074.583	0,309	0,48	1,18	13,4	4	2,87	45.217
Karaman	12.333.960	0,104	0,45	0,87	12	4	3,05	51.052
Kars	81.321.998	0,195	0,18	0,64	4,9	9	1,38	26.127
Kastamonu	51.067.427	0,288	0,45	3,26	9,8	5	1,83	77.802
Kayseri	63.181.325	0,187	0,51	0,21	10,6	2	4,50	287.051
Kırıkkale	13.228.301	0,191	0,42	0,85	12,7	5	2,26	44.758
Kırklareli	27.024.644	0,165	0,58	1,72	13,3	2	2,57	162.746
Kırşehir	40.316.723	0,087	0,49	0,69	11,5	5	2,26	32.555
Kilis	2.348.594	0,209	0,20	1,54	17,2	6	4,33	22.278
Kocaeli	20.996.422	0,679	0,63	15,25	14,9	1	2,08	829.078
Konya	166.505.021	0,133	0,46	1,64	11,6	2	3,05	422.749
Kütahya	35.437.414	0,369	0,55	2,36	10,7	5	1,75	124.297
Malatya	31.495.447	0,347	0,31	1,13	13,6	5	2,15	125.722
Manisa	42.997.759	0,471	0,39	3,95	16,8	4	1,75	342.416
Mardin	21.107.357	0,085	0,13	1,54	16,1	9	6,28	73.158
Mersin	20.869.047	0,144	0,29	1,95	19,2	4	5,70	319.123
Muğla	46.254.968	0,371	0,55	6,26	15	1	2,37	244.363
Muş	55.384.476	0,327	0,10	1,87	9,7	9	5,48	31.126
Nevşehir	16.384.151	0,090	0,50	0,87	10,7	5	2,26	50.864
Niğde	31.162.282	0,131	0,33	3,39	11,2	6	2,26	77.164
Ordu	27.693.864	0,150	0,33	1,95	14,4	6	1,08	103.570
Osmaniye	15.519.260	0,310	0,26	2,85	18,4	6	4,80	322.781
Rize	4.603.599	0,219	0,49	3,85	14,3	5	1,08	56.355
Sakarya	30.777.806	0,645	0,46	8,26	14,6	2	2,08	299.849
Samsun	67.896.220	0,222	0,45	1,54	14,5	4	1,68	269.152
Siirt	6.308.810	0,245	0,31	1,39	16,1	9	6,28	38.880
Sinop	19.115.234	0,150	0,46	3,72	14,2	6	1,83	29.889
Sivas	64.657.440	0,173	0,48	0,77	9	5	4,50	105.991
Şanlıurfa	63.612.777	0,112	0,09	3,67	18,3	9	9,40	387.030
Şırnak	12.849.606	0,331	0,12	1,21	15,1	9	6,28	46.420
Tekirdağ	27.111.368	0,410	0,60	1,87	14	2	2,57	567.660
Tokat	56.087.121	0,325	0,38	2,98	12,6	6	1,68	69.777
Trabzon	25.656.392	0,202	0,52	0,21	14,7	4	1,08	118.907
Tunceli	6.131.929	0,345	0,40	0,74	12,8	6	2,15	10.186
Uşak	23.603.924	0,270	0,56	1,28	12,5	4	1,75	136.184
Van	32.041.989	0,273	0,13	2,03	9,4	9	5,48	71.654
Yalova	2.510.299	0,604	0,59	12,47	14,7	2	2,08	58.810
Yozgat	44.772.891	0,129	0,33	0,39	9,1	6	4,50	54.245
Zonguldak	15.053.118	0,224	0,60	5,65	13,6	4	2,87	97.590

EK 4. BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ NORMALİZE KARAR MATRİSİ

	Kriterler							
Alternatifler	BGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
Adana	0,11	0,05	0,09	0,09	0,16	0,04	0,15	0,11
Adıyaman	0,05	0,16	0,01	0,04	0,14	0,12	0,11	0,02
Afyon	0,16	0,11	0,10	0,09	0,09	0,10	0,05	0,03
Ağrı	0,16	0,08	0,02	0,02	0,05	0,18	0,04	0,01
Aksaray	0,11	0,05	0,11	0,04	0,10	0,12	0,06	0,02
Amasya	0,09	0,15	0,11	0,07	0,11	0,10	0,04	0,01
Ankara	0,22	0,05	0,20	0,16	0,10	0,02	0,27	0,26
Antalya	0,08	0,09	0,15	0,13	0,15	0,02	0,10	0,14
Ardahan	0,12	0,09	0,02	0,01	0,03	0,18	0,04	0,00
Artvin	0,02	0,06	0,13	0,33	0,10	0,10	0,03	0,01
Aydın	0,18	0,20	0,12	0,03	0,15	0,04	0,06	0,05
Balıkesir	0,22	0,12	0,11	0,11	0,12	0,08	0,08	0,06
Bartın	0,03	0,08	0,14	0,21	0,11	0,10	0,07	0,01
Batman	0,04	0,05	0,03	0,07	0,13	0,18	0,16	0,02
Bayburt	0,04	0,08	0,11	0,04	0,06	0,12	0,07	0,00
Bilecik	0,02	0,08	0,13	0,11	0,10	0,08	0,08	0,04
Bingöl	0,05	0,22	0,06	0,05	0,10	0,18	0,06	0,01
Bitlis	0,04	0,09	0,04	0,04	0,08	0,18	0,14	0,01
Bolu	0,05	0,21	0,15	0,09	0,09	0,04	0,05	0,02
Burdur	0,09	0,14	0,11	0,08	0,11	0,08	0,10	0,02
Bursa	0,10	0,12	0,14	0,07	0,12	0,02	0,08	0,23
Çanakkale	0,09	0,10	0,11	0,09	0,12	0,04	0,08	0,05
Çankırı	0,06	0,10	0,12	0,07	0,09	0,12	0,05	0,01
Çorum	0,10	0,09	0,09	0,06	0,09	0,10	0,04	0,02
Denizli	0,12	0,16	0,14	0,04	0,13	0,04	0,06	0,06
Diyarbakır	0,24	0,05	0,03	0,04	0,13	0,18	0,25	0,04
Düzce	0,03	0,18	0,15	0,08	0,11	0,10	0,05	0,02
Edirne	0,06	0,06	0,13	0,09	0,11	0,04	0,07	0,02
Elazığ	0,08	0,13	0,09	0,10	0,11	0,10	0,06	0,02
Erzincan	0,05	0,20	0,12	0,03	0,09	0,10	0,07	0,01
Erzurum	0,31	0,15	0,08	0,01	0,05	0,12	0,07	0,02
Eskişehir	0,06	0,10	0,14	0,09	0,09	0,02	0,08	0,06
Gaziantep	0,11	0,06	0,07	0,01	0,12	0,08	0,11	0,15
Giresun	0,05	0,06	0,10	0,12	0,12	0,12	0,03	0,01
Gümüşhane	0,03	0,06	0,11	0,03	0,08	0,12	0,03	0,01
Hakkari	0,02	0,11	0,04	0,17	0,09	0,18	0,14	0,01
Hatay	0,06	0,15	0,09	0,03	0,15	0,10	0,13	0,08
Iğdır	0,06	0,09	0,05	0,05	0,10	0,18	0,04	0,00
Isparta	0,06	0,10	0,13	0,11	0,10	0,04	0,10	0,02

EK 4. (devam) BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ NORMALİZE KARAR MATRİSİ

	Kriterler							
Alternatifler	BGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
İstanbul	0,04	0,13	0,22	0,19	0,12	0,02	0,33	0,77
İzmir	0,31	0,15	0,17	0,08	0,15	0,02	0,36	0,27
Kahramanmaraş	0,09	0,13	0,07	0,06	0,14	0,12	0,13	0,07
Karabük	0,02	0,10	0,12	0,03	0,11	0,08	0,07	0,01
Karaman	0,03	0,03	0,11	0,03	0,10	0,08	0,08	0,01
Kars	0,18	0,07	0,05	0,02	0,04	0,18	0,04	0,01
Kastamonu	0,11	0,10	0,11	0,09	0,08	0,10	0,05	0,02
Kayseri	0,14	0,06	0,13	0,01	0,09	0,04	0,12	0,07
Kırıkkale	0,03	0,06	0,11	0,02	0,10	0,10	0,06	0,01
Kırklareli	0,06	0,06	0,15	0,05	0,11	0,04	0,07	0,04
Kırşehir	0,09	0,03	0,12	0,02	0,09	0,10	0,06	0,01
Kilis	0,01	0,07	0,05	0,04	0,14	0,12	0,11	0,01
Kocaeli	0,05	0,23	0,16	0,44	0,12	0,02	0,05	0,19
Konya	0,37	0,04	0,12	0,05	0,10	0,04	0,08	0,10
Kütahya	0,08	0,12	0,14	0,07	0,09	0,10	0,05	0,03
Malatya	0,07	0,12	0,08	0,03	0,11	0,10	0,06	0,03
Manisa	0,10	0,16	0,10	0,11	0,14	0,08	0,05	0,08
Mardin	0,05	0,03	0,03	0,04	0,13	0,18	0,16	0,02
Mersin	0,05	0,05	0,07	0,06	0,16	0,08	0,15	0,07
Muğla	0,10	0,12	0,14	0,18	0,12	0,02	0,06	0,06
Muş	0,12	0,11	0,03	0,05	0,08	0,18	0,14	0,01
Nevşehir	0,04	0,03	0,13	0,03	0,09	0,10	0,06	0,01
Niğde	0,07	0,04	0,08	0,10	0,09	0,12	0,06	0,02
Ordu	0,06	0,05	0,08	0,06	0,12	0,12	0,03	0,02
Osmaniye	0,03	0,10	0,07	0,08	0,15	0,12	0,13	0,07
Rize	0,01	0,07	0,12	0,11	0,12	0,10	0,03	0,01
Sakarya	0,07	0,22	0,12	0,24	0,12	0,04	0,05	0,07
Samsun	0,15	0,07	0,11	0,04	0,12	0,08	0,04	0,06
Siirt	0,01	0,08	0,08	0,04	0,13	0,18	0,16	0,01
Sinop	0,04	0,05	0,12	0,11	0,12	0,12	0,05	0,01
Sivas	0,15	0,06	0,12	0,02	0,07	0,10	0,12	0,02
Şanlıurfa	0,14	0,04	0,02	0,11	0,15	0,18	0,25	0,09
Şırnak	0,03	0,11	0,03	0,03	0,12	0,18	0,16	0,01
Tekirdağ	0,06	0,14	0,15	0,05	0,12	0,04	0,07	0,13
Tokat	0,13	0,11	0,10	0,09	0,10	0,12	0,04	0,02
Trabzon	0,06	0,07	0,13	0,01	0,12	0,08	0,03	0,03
Tunceli	0,01	0,12	0,10	0,02	0,11	0,12	0,06	0,00
Uşak	0,05	0,09	0,14	0,04	0,10	0,08	0,05	0,03
Van	0,07	0,09	0,03	0,06	0,08	0,18	0,14	0,02
Yalova	0,01	0,20	0,15	0,36	0,12	0,04	0,05	0,01
Yozgat	0,10	0,04	0,08	0,01	0,07	0,12	0,12	0,01
Zonguldak	0,03	0,08	0,15	0,16	0,11	0,08	0,07	0,02

EK 5. BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ AĞIRLIKLIL NORMALİZE KARAR MATRİSİ

Alternatifler	Kriterler							
	BGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
Adana	0,04	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Adıyaman	0,02	0,04	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Afyon	0,05	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Ağrı	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Aksaray	0,04	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Amasya	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Ankara	0,07	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01
Antalya	0,02	0,02	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01
Ardahan	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Artvin	0,01	0,01	0,00	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00
Aydın	0,06	0,05	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Balıkesir	0,07	0,03	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Bartın	0,01	0,02	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00
Batman	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Bayburt	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
Bilecik	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Bingöl	0,02	0,05	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Bitlis	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Bolu	0,02	0,05	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Burdur	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Bursa	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Çanakkale	0,03	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Çankırı	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Çorum	0,03	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Denizli	0,04	0,04	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Diyarbakır	0,08	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00
Düzce	0,01	0,04	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Edirne	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Elazığ	0,02	0,03	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Erzincan	0,02	0,05	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Erzurum	0,10	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Eskişehir	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Gaziantep	0,04	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
Giresun	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Gümüşhane	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Hakkari	0,01	0,02	0,00	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00
Hatay	0,02	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Iğdır	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Isparta	0,02	0,02	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00

EK 5. (devam) BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ AĞIRLIKLI NORMALİZE KARAR MATRİSİ

	Kriterler							
Alternatifler	BGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
İstanbul	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	0,04
İzmir	0,10	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
Kahramanmaraş	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Karabük	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Karaman	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Kars	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Kastamonu	0,04	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Kayseri	0,05	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Kırıkkale	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Kırklareli	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Kırşehir	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Kilis	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Kocaeli	0,02	0,05	0,00	0,07	0,01	0,00	0,00	0,01
Konya	0,12	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Kütahya	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Malatya	0,02	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Manisa	0,03	0,04	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Mardin	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Mersin	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Muğla	0,03	0,03	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00
Muş	0,04	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Nevşehir	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Niğde	0,02	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Ordu	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Osmaniye	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Rize	0,00	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Sakarya	0,02	0,05	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00
Samsun	0,05	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Siirt	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Sinop	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Sivas	0,05	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Şanlıurfa	0,05	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,00
Şırnak	0,01	0,03	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Tekirdağ	0,02	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Tokat	0,04	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Trabzon	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Tunceli	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Uşak	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Van	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Yalova	0,00	0,05	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00
Yozgat	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Zonguldak	0,01	0,02	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00

EK 6. BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ S_i^+ , S_i^- ve C_i DEĞERLERİ

Alternatifler	S_i^+	S_i^-	C_i
Adana	0,096	0,077	0,446
Adıyaman	0,116	0,068	0,370
Afyon	0,084	0,079	0,486
Ağrı	0,082	0,091	0,524
Aksaray	0,096	0,083	0,463
Amasya	0,106	0,067	0,388
Ankara	0,065	0,093	0,591
Antalya	0,107	0,063	0,370
Ardahan	0,092	0,086	0,481
Artvin	0,132	0,043	0,245
Aydın	0,086	0,086	0,500
Balıkesir	0,069	0,091	0,569
Bartın	0,126	0,052	0,292
Batman	0,115	0,075	0,393
Bayburt	0,118	0,073	0,383
Bilecik	0,125	0,062	0,332
Bingöl	0,120	0,066	0,355
Bitlis	0,118	0,073	0,382
Bolu	0,121	0,057	0,321
Burdur	0,105	0,067	0,389
Bursa	0,100	0,071	0,415
Çanakkale	0,104	0,068	0,395
Çankırı	0,112	0,069	0,380
Çorum	0,100	0,075	0,426
Denizli	0,097	0,075	0,434
Diyarbakır	0,058	0,109	0,655
Düzce	0,127	0,058	0,315
Edirne	0,111	0,070	0,386
Elazığ	0,109	0,064	0,369
Erzincan	0,121	0,066	0,352
Erzurum	0,053	0,123	0,700
Eskişehir	0,112	0,065	0,369
Gaziantep	0,093	0,086	0,480
Giresun	0,116	0,066	0,363
Gümüşhane	0,119	0,075	0,387
Hakkari	0,127	0,054	0,300
Hatay	0,112	0,071	0,388
Iğdır	0,111	0,074	0,399
Isparta	0,114	0,062	0,351
İstanbul	0,117	0,061	0,341
İzmir	0,048	0,118	0,710

Alternatifler	S_i^+	S_i^-	C_i
Kahramanmaraş	0,103	0,071	0,408
Karabük	0,124	0,070	0,361
Karaman	0,121	0,079	0,396
Kars	0,075	0,097	0,564
Kastamonu	0,096	0,072	0,428
Kayseri	0,086	0,090	0,510
Kırıkkale	0,120	0,076	0,387
Kırklareli	0,111	0,075	0,403
Kırşehir	0,101	0,085	0,456
Kilis	0,128	0,073	0,363
Kocaeli	0,139	0,018	0,115
Konya	0,039	0,142	0,786
Kütahya	0,107	0,068	0,389
Malatya	0,109	0,073	0,400
Manisa	0,104	0,062	0,374
Mardin	0,114	0,080	0,414
Mersin	0,114	0,075	0,396
Muğla	0,104	0,057	0,356
Muş	0,093	0,079	0,460
Nevşehir	0,118	0,080	0,405
Niğde	0,108	0,072	0,400
Ordu	0,110	0,076	0,408
Osmaniye	0,119	0,065	0,354
Rize	0,127	0,063	0,331
Sakarya	0,121	0,039	0,242
Samsun	0,083	0,086	0,510
Siirt	0,125	0,074	0,370
Sinop	0,117	0,068	0,368
Sivas	0,085	0,089	0,512
Şanlıurfa	0,085	0,084	0,499
Şırnak	0,121	0,072	0,373
Tekirdağ	0,112	0,067	0,374
Tokat	0,093	0,074	0,444
Trabzon	0,112	0,079	0,416
Tunceli	0,126	0,071	0,361
Uşak	0,114	0,073	0,389
Van	0,108	0,073	0,405
Yalova	0,145	0,016	0,097
Yozgat	0,098	0,086	0,467
Zonguldak	0,122	0,057	0,319

EK 7. BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ S_i , R_i ve Q_i DEĞERLERİ

Alternatifler	S_i	R_i	$v=0,2$	$v=0,4$	$v=0,6$	$v=0,5$
Adana	0,460	0,237	0,555	0,504	0,452	0,478
Adıyaman	0,566	0,287	0,757	0,696	0,634	0,665
Afyon	0,496	0,192	0,409	0,408	0,407	0,408
Ağrı	0,398	0,193	0,383	0,351	0,319	0,335
Aksaray	0,437	0,237	0,547	0,489	0,431	0,460
Amasya	0,585	0,255	0,653	0,625	0,597	0,611
Ankara	0,428	0,138	0,204	0,229	0,253	0,241
Antalya	0,572	0,266	0,689	0,647	0,605	0,626
Ardahan	0,447	0,222	0,499	0,457	0,415	0,436
Artvin	0,648	0,311	0,867	0,810	0,752	0,781
Aydın	0,570	0,193	0,437	0,458	0,478	0,468
Balıkesir	0,460	0,137	0,208	0,244	0,279	0,262
Bartın	0,613	0,311	0,855	0,787	0,719	0,753
Batman	0,421	0,294	0,740	0,628	0,515	0,571
Bayburt	0,554	0,298	0,793	0,718	0,643	0,680
Bilecik	0,604	0,319	0,879	0,801	0,724	0,763
Bingöl	0,633	0,285	0,773	0,733	0,693	0,713
Bitlis	0,499	0,299	0,780	0,687	0,595	0,641
Bolu	0,754	0,286	0,811	0,807	0,804	0,806
Burdur	0,585	0,253	0,646	0,620	0,594	0,607
Bursa	0,584	0,248	0,629	0,606	0,584	0,595
Çanakkale	0,569	0,256	0,651	0,617	0,583	0,600
Çankırı	0,552	0,279	0,726	0,667	0,608	0,637
Çorum	0,519	0,246	0,603	0,562	0,521	0,542
Denizli	0,586	0,228	0,560	0,556	0,551	0,553
Diyarbakır	0,229	0,120	0,081	0,061	0,040	0,051
Düzce	0,690	0,311	0,877	0,833	0,789	0,811
Edirne	0,555	0,277	0,719	0,663	0,607	0,635
Elazığ	0,580	0,266	0,689	0,650	0,611	0,631
Erzincan	0,681	0,292	0,810	0,779	0,748	0,764
Erzurum	0,386	0,139	0,195	0,206	0,217	0,211
Eskişehir	0,623	0,277	0,742	0,706	0,670	0,688
Gaziantep	0,427	0,235	0,537	0,478	0,419	0,449
Giresun	0,518	0,293	0,764	0,683	0,602	0,642
Gümüşhane	0,529	0,304	0,805	0,718	0,630	0,674
Hakkari	0,578	0,317	0,867	0,783	0,699	0,741
Hatay	0,555	0,278	0,723	0,666	0,609	0,637
Iğdır	0,477	0,279	0,704	0,622	0,540	0,581
İsparta	0,621	0,281	0,754	0,715	0,675	0,695
İstanbul	0,645	0,297	0,816	0,770	0,724	0,747
İzmir	0,394	0,142	0,207	0,217	0,228	0,223

EK 7. (devam) BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ S_i , R_i ve Q_i DEĞERLERİ

Alternatifler	S_i	R_i	$v=0,2$	$v=0,4$	$v=0,6$	$v=0,5$
Kahramanmaraş	0,510	0,256	0,633	0,581	0,530	0,556
Karabük	0,596	0,315	0,865	0,788	0,711	0,750
Karaman	0,514	0,309	0,817	0,721	0,625	0,673
Kars	0,368	0,171	0,297	0,275	0,254	0,265
Kastamonu	0,530	0,231	0,555	0,530	0,506	0,518
Kayseri	0,466	0,207	0,452	0,429	0,406	0,417
Kırıkkale	0,529	0,307	0,816	0,725	0,635	0,680
Kırklareli	0,541	0,279	0,724	0,662	0,599	0,630
Kırşehir	0,441	0,253	0,602	0,532	0,462	0,497
Kilis	0,518	0,329	0,888	0,775	0,663	0,719
Kocaeli	0,888	0,291	0,871	0,903	0,936	0,920
Konya	0,248	0,097	0,006	0,012	0,018	0,015
Kütahya	0,581	0,262	0,678	0,642	0,606	0,624
Malatya	0,546	0,270	0,695	0,641	0,588	0,614
Manisa	0,598	0,247	0,631	0,613	0,595	0,604
Mardin	0,389	0,291	0,719	0,600	0,481	0,541
Mersin	0,474	0,292	0,746	0,652	0,559	0,606
Muğla	0,632	0,241	0,619	0,617	0,616	0,616
Muş	0,448	0,222	0,500	0,458	0,416	0,437
Nevşehir	0,496	0,301	0,784	0,689	0,595	0,642
Niğde	0,486	0,271	0,679	0,607	0,535	0,571
Ordu	0,473	0,278	0,699	0,617	0,534	0,575
Osmaniye	0,534	0,302	0,802	0,717	0,632	0,674
Rize	0,585	0,324	0,892	0,804	0,716	0,760
Sakarya	0,773	0,272	0,769	0,783	0,797	0,790
Samsun	0,442	0,197	0,412	0,390	0,368	0,379
Siirt	0,484	0,321	0,850	0,734	0,619	0,677
Sinop	0,513	0,295	0,770	0,685	0,600	0,643
Sivas	0,431	0,204	0,431	0,400	0,369	0,385
Şanlıurfa	0,313	0,206	0,402	0,334	0,265	0,299
Şırnak	0,501	0,308	0,810	0,710	0,611	0,661
Tekirdağ	0,627	0,279	0,750	0,713	0,677	0,695
Tokat	0,502	0,221	0,512	0,488	0,463	0,475
Trabzon	0,510	0,282	0,724	0,650	0,576	0,613
Tunceli	0,586	0,321	0,882	0,797	0,712	0,755
Uşak	0,561	0,286	0,754	0,692	0,629	0,660
Van	0,478	0,269	0,670	0,597	0,524	0,560
Yalova	0,865	0,328	0,992	0,985	0,979	0,982
Yozgat	0,432	0,244	0,569	0,504	0,438	0,471
Zonguldak	0,600	0,303	0,825	0,760	0,694	0,727

**EK 8. KÜÇÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ
YER SEÇİMİ KARAR MATRİSİ**

	Kriterler							
Alternatifler	BGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
Adana	5.558.554	0,150	0,35	2,98	19,1	2	5,70	494.148
Adıyaman	2.363.896	0,471	0,02	1,31	17,3	6	4,33	84.866
Afyon	6.536.052	0,328	0,41	3,23	11,3	5	1,75	146.957
Ağrı	9.101.229	0,235	0,06	0,85	6,2	9	1,38	36.365
Aksaray	4.669.179	0,147	0,43	1,39	12,1	6	2,26	66.431
Amasya	1.445.953	0,441	0,44	2,44	13,8	5	1,68	50.151
Ankara	10.883.145	0,150	0,80	5,42	12	1	10,20	1.138.644
Antalya	8.570.390	0,262	0,58	4,54	18,8	1	3,90	593.334
Ardahan	510.776	0,268	0,07	0,41	3,9	9	1,38	10.367
Artvin	893.015	0,185	0,50	11,55	12,4	5	1,08	36.962
Aydın	2.361.357	0,594	0,46	1,18	17,7	2	2,37	197.690
Balıkesir	8.186.493	0,371	0,45	3,93	14,6	4	2,95	264.099
Bartın	43.359	0,225	0,57	7,11	12,8	5	2,87	32.657
Batman	5.642.871	0,139	0,12	2,44	16,4	9	6,28	69.039
Bayburt	335.667	0,231	0,45	1,41	7,1	6	2,60	7.855
Bilecik	1.067.753	0,238	0,52	3,82	12,5	4	3,07	150.902
Bingöl	3.514.301	0,652	0,22	1,67	12,1	9	2,15	25.588
Bitlis	4.439.763	0,260	0,16	1,54	9,4	9	5,48	22.149
Bolu	836.095	0,628	0,58	3,13	10,5	2	2,08	86.454
Burdur	2.823.992	0,413	0,43	2,72	13,3	4	3,90	66.502
Bursa	3.599.733	0,361	0,54	2,36	14,6	1	3,07	976.769
Çanakkale	4.883.718	0,303	0,43	3,05	15,1	2	2,95	233.775
Çankırı	888.949	0,294	0,48	2,41	11,3	6	1,83	35.063
Çorum	1.612.813	0,276	0,34	1,95	10,8	5	1,68	68.368
Denizli	4.842.004	0,470	0,54	1,44	16,3	2	2,37	279.547
Diyarbakır	12.622.775	0,139	0,13	1,33	15,8	9	9,40	185.557
Düzce	100.397	0,548	0,58	2,85	13,4	5	2,08	80.327
Edirne	2.398.091	0,181	0,50	3,05	13,8	2	2,57	83.715
Elazığ	4.807.540	0,381	0,34	3,34	13,1	5	2,15	88.815
Erzincan	2.989.173	0,600	0,46	1,18	10,9	5	2,60	44.357
Erzurum	5.137.710	0,452	0,33	0,33	5,7	6	2,60	69.560
Eskişehir	5.509.236	0,290	0,56	3,11	10,9	1	3,07	249.489
Gaziantep	4.306.686	0,168	0,26	0,36	14,9	4	4,33	652.331
Giresun	730.001	0,168	0,40	4,06	14,5	6	1,08	54.394
Gümüşhane	256.902	0,184	0,42	1,16	9,7	6	1,08	30.778
Hakkari	4.596.289	0,318	0,16	5,78	10,4	9	5,48	22.084
Hatay	2.731.184	0,439	0,35	0,95	18,3	5	4,80	333.207
Iğdır	7.075.112	0,255	0,21	1,77	12,2	9	1,38	15.834
Isparta	3.381.987	0,309	0,53	3,82	12,2	2	3,90	79.225

EK 8. (devamı) KÜÇÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ KARAR MATRİSİ

Alternatifler	Kriterler							
	BGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
İstanbul	941.975	0,395	0,88	6,67	14,4	1	12,50	3.323.993
İzmir	6.453.021	0,459	0,66	2,62	17,9	1	13,80	1.178.642
Kahramanmaraş	5.762.822	0,377	0,26	1,93	16,9	6	4,80	321.598
Karabük	182.031	0,309	0,48	1,18	13,4	4	2,87	45.217
Karaman	4.560.594	0,104	0,45	0,87	12	4	3,05	51.052
Kars	3.140.834	0,195	0,18	0,64	4,9	9	1,38	26.127
Kastamonu	622.078	0,288	0,45	3,26	9,8	5	1,83	77.802
Kayseri	4.452.162	0,187	0,51	0,21	10,6	2	4,50	287.051
Kırıkkale	929.536	0,191	0,42	0,85	12,7	5	2,26	44.758
Kırklareli	2.487.699	0,165	0,58	1,72	13,3	2	2,57	162.746
Kırşehir	1.906.999	0,087	0,49	0,69	11,5	5	2,26	32.555
Kilis	1.444.914	0,209	0,20	1,54	17,2	6	4,33	22.278
Kocaeli	678.943	0,679	0,63	15,25	14,9	1	2,08	829.078
Konya	15.497.495	0,133	0,46	1,64	11,6	2	3,05	422.749
Kütahya	3.327.812	0,369	0,55	2,36	10,7	5	1,75	124.297
Malatya	2.328.504	0,347	0,31	1,13	13,6	5	2,15	125.722
Manisa	6.502.800	0,471	0,39	3,95	16,8	4	1,75	342.416
Mardin	6.711.560	0,085	0,13	1,54	16,1	9	6,28	73.158
Mersin	9.428.832	0,144	0,29	1,95	19,2	4	5,70	319.123
Muğla	2.749.472	0,371	0,55	6,26	15	1	2,37	244.363
Muş	7.163.042	0,327	0,10	1,87	9,7	9	5,48	31.126
Nevşehir	1.004.310	0,090	0,50	0,87	10,7	5	2,26	50.864
Niğde	3.942.170	0,131	0,33	3,39	11,2	6	2,26	77.164
Ordu	929.845	0,150	0,33	1,95	14,4	6	1,08	103.570
Osmaniye	1.545.414	0,310	0,26	2,85	18,4	6	4,80	322.781
Rize	190.308	0,219	0,49	3,85	14,3	5	1,08	56.355
Sakarya	448.874	0,645	0,46	8,26	14,6	2	2,08	299.849
Samsun	1.573.610	0,222	0,45	1,54	14,5	4	1,68	269.152
Siirt	8.603.429	0,245	0,31	1,39	16,1	9	6,28	38.880
Sinop	766.302	0,150	0,46	3,72	14,2	6	1,83	29.889
Sivas	3.979.784	0,173	0,48	0,77	9	5	4,50	105.991
Şanlıurfa	14.783.346	0,112	0,09	3,67	18,3	9	9,40	387.030
Şırnak	7.834.052	0,331	0,12	1,21	15,1	9	6,28	46.420
Tekirdağ	2.078.565	0,410	0,60	1,87	14	2	2,57	567.660
Tokat	2.684.605	0,325	0,38	2,98	12,6	6	1,68	69.777
Trabzon	1.135.083	0,202	0,52	0,21	14,7	4	1,08	118.907
Tunceli	2.532.544	0,345	0,40	0,74	12,8	6	2,15	10.186
Uşak	2.464.402	0,270	0,56	1,28	12,5	4	1,75	136.184
Van	18.236.316	0,273	0,13	2,03	9,4	9	5,48	71.654
Yalova	192.372	0,604	0,59	12,47	14,7	2	2,08	58.810
Yozgat	2.606.225	0,129	0,33	0,39	9,1	6	4,50	54.245
Zonguldak	240.417	0,224	0,60	5,65	13,6	4	2,87	97.590

**EK 9. KÜÇÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ
YER SEÇİMİ NORMALİZE KARAR MATRİSİ**

	Kriterler							
Alternatifler	KGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
Adana	0,11	0,05	0,09	0,09	0,16	0,04	0,15	0,11
Adıyaman	0,05	0,16	0,01	0,04	0,14	0,12	0,11	0,02
Afyon	0,14	0,11	0,10	0,09	0,09	0,10	0,05	0,03
Ağrı	0,19	0,08	0,02	0,02	0,05	0,18	0,04	0,01
Aksaray	0,10	0,05	0,11	0,04	0,10	0,12	0,06	0,02
Amasya	0,03	0,15	0,11	0,07	0,11	0,10	0,04	0,01
Ankara	0,22	0,05	0,20	0,16	0,10	0,02	0,27	0,26
Antalya	0,18	0,09	0,15	0,13	0,15	0,02	0,10	0,14
Ardahan	0,01	0,09	0,02	0,01	0,03	0,18	0,04	0,00
Artvin	0,02	0,06	0,13	0,33	0,10	0,10	0,03	0,01
Aydın	0,05	0,20	0,12	0,03	0,15	0,04	0,06	0,05
Balıkesir	0,17	0,12	0,11	0,11	0,12	0,08	0,08	0,06
Bartın	0,00	0,08	0,14	0,21	0,11	0,10	0,07	0,01
Batman	0,12	0,05	0,03	0,07	0,13	0,18	0,16	0,02
Bayburt	0,01	0,08	0,11	0,04	0,06	0,12	0,07	0,00
Bilecik	0,02	0,08	0,13	0,11	0,10	0,08	0,08	0,04
Bingöl	0,07	0,22	0,06	0,05	0,10	0,18	0,06	0,01
Bitlis	0,09	0,09	0,04	0,04	0,08	0,18	0,14	0,01
Bolu	0,02	0,21	0,15	0,09	0,09	0,04	0,05	0,02
Burdur	0,06	0,14	0,11	0,08	0,11	0,08	0,10	0,02
Bursa	0,07	0,12	0,14	0,07	0,12	0,02	0,08	0,23
Çanakkale	0,10	0,10	0,11	0,09	0,12	0,04	0,08	0,05
Çankırı	0,02	0,10	0,12	0,07	0,09	0,12	0,05	0,01
Çorum	0,03	0,09	0,09	0,06	0,09	0,10	0,04	0,02
Denizli	0,10	0,16	0,14	0,04	0,13	0,04	0,06	0,06
Diyarbakır	0,26	0,05	0,03	0,04	0,13	0,18	0,25	0,04
Düzce	0,00	0,18	0,15	0,08	0,11	0,10	0,05	0,02
Edirne	0,05	0,06	0,13	0,09	0,11	0,04	0,07	0,02
Elazığ	0,10	0,13	0,09	0,10	0,11	0,10	0,06	0,02
Erzincan	0,06	0,20	0,12	0,03	0,09	0,10	0,07	0,01
Erzurum	0,11	0,15	0,08	0,01	0,05	0,12	0,07	0,02
Eskişehir	0,11	0,10	0,14	0,09	0,09	0,02	0,08	0,06
Gaziantep	0,09	0,06	0,07	0,01	0,12	0,08	0,11	0,15
Giresun	0,02	0,06	0,10	0,12	0,12	0,12	0,03	0,01
Gümüşhane	0,01	0,06	0,11	0,03	0,08	0,12	0,03	0,01
Hakkari	0,09	0,11	0,04	0,17	0,09	0,18	0,14	0,01
Hatay	0,06	0,15	0,09	0,03	0,15	0,10	0,13	0,08
Iğdır	0,15	0,09	0,05	0,05	0,10	0,18	0,04	0,00
Isparta	0,07	0,10	0,13	0,11	0,10	0,04	0,10	0,02

EK 9. (devam) KÜÇÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ NORMALİZE KARAR MATRİSİ

	Kriterler							
Alternatifler	KGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
İstanbul	0,02	0,13	0,22	0,19	0,12	0,02	0,33	0,77
İzmir	0,13	0,15	0,17	0,08	0,15	0,02	0,36	0,27
Kahramanmaraş	0,12	0,13	0,07	0,06	0,14	0,12	0,13	0,07
Karabük	0,00	0,10	0,12	0,03	0,11	0,08	0,07	0,01
Karaman	0,09	0,03	0,11	0,03	0,10	0,08	0,08	0,01
Kars	0,06	0,07	0,05	0,02	0,04	0,18	0,04	0,01
Kastamonu	0,01	0,10	0,11	0,09	0,08	0,10	0,05	0,02
Kayseri	0,09	0,06	0,13	0,01	0,09	0,04	0,12	0,07
Kırıkkale	0,02	0,06	0,11	0,02	0,10	0,10	0,06	0,01
Kırklareli	0,05	0,06	0,15	0,05	0,11	0,04	0,07	0,04
Kırşehir	0,04	0,03	0,12	0,02	0,09	0,10	0,06	0,01
Kilis	0,03	0,07	0,05	0,04	0,14	0,12	0,11	0,01
Kocaeli	0,01	0,23	0,16	0,44	0,12	0,02	0,05	0,19
Konya	0,32	0,04	0,12	0,05	0,10	0,04	0,08	0,10
Kütahya	0,07	0,12	0,14	0,07	0,09	0,10	0,05	0,03
Malatya	0,05	0,12	0,08	0,03	0,11	0,10	0,06	0,03
Manisa	0,13	0,16	0,10	0,11	0,14	0,08	0,05	0,08
Mardin	0,14	0,03	0,03	0,04	0,13	0,18	0,16	0,02
Mersin	0,19	0,05	0,07	0,06	0,16	0,08	0,15	0,07
Muğla	0,06	0,12	0,14	0,18	0,12	0,02	0,06	0,06
Muş	0,15	0,11	0,03	0,05	0,08	0,18	0,14	0,01
Nevşehir	0,02	0,03	0,13	0,03	0,09	0,10	0,06	0,01
Niğde	0,08	0,04	0,08	0,10	0,09	0,12	0,06	0,02
Ordu	0,02	0,05	0,08	0,06	0,12	0,12	0,03	0,02
Osmaniye	0,03	0,10	0,07	0,08	0,15	0,12	0,13	0,07
Rize	0,00	0,07	0,12	0,11	0,12	0,10	0,03	0,01
Sakarya	0,01	0,22	0,12	0,24	0,12	0,04	0,05	0,07
Samsun	0,03	0,07	0,11	0,04	0,12	0,08	0,04	0,06
Siirt	0,18	0,08	0,08	0,04	0,13	0,18	0,16	0,01
Sinop	0,02	0,05	0,12	0,11	0,12	0,12	0,05	0,01
Sivas	0,08	0,06	0,12	0,02	0,07	0,10	0,12	0,02
Şanlıurfa	0,31	0,04	0,02	0,11	0,15	0,18	0,25	0,09
Şırnak	0,16	0,11	0,03	0,03	0,12	0,18	0,16	0,01
Tekirdağ	0,04	0,14	0,15	0,05	0,12	0,04	0,07	0,13
Tokat	0,06	0,11	0,10	0,09	0,10	0,12	0,04	0,02
Trabzon	0,02	0,07	0,13	0,01	0,12	0,08	0,03	0,03
Tunceli	0,05	0,12	0,10	0,02	0,11	0,12	0,06	0,00
Uşak	0,05	0,09	0,14	0,04	0,10	0,08	0,05	0,03
Van	0,38	0,09	0,03	0,06	0,08	0,18	0,14	0,02
Yalova	0,00	0,20	0,15	0,36	0,12	0,04	0,05	0,01
Yozgat	0,05	0,04	0,08	0,01	0,07	0,12	0,12	0,01
Zonguldak	0,00	0,08	0,15	0,16	0,11	0,08	0,07	0,02

**EK 10. KÜÇÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ
YER SEÇİMİ AĞIRLIKLI NORMALİZE KARAR MATRİSİ**

	Kriterler							
Alternatifler	BGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
Adana	0,04	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Adıyaman	0,02	0,04	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Afyon	0,05	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Ağrı	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Aksaray	0,04	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Amasya	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Ankara	0,07	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01
Antalya	0,02	0,02	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01
Ardahan	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Artvin	0,01	0,01	0,00	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00
Aydın	0,06	0,05	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Balıkesir	0,07	0,03	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Bartın	0,01	0,02	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00
Batman	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Bayburt	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
Bilecik	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Bingöl	0,02	0,05	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Bitlis	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Bolu	0,02	0,05	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Burdur	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Bursa	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Çanakkale	0,03	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Çankırı	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Çorum	0,03	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Denizli	0,04	0,04	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Diyarbakır	0,08	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00
Düzce	0,01	0,04	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Edirne	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Elazığ	0,02	0,03	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Erzincan	0,02	0,05	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Erzurum	0,10	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Eskişehir	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Gaziantep	0,04	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
Giresun	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Gümüşhane	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Hakkari	0,01	0,02	0,00	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00
Hatay	0,02	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Iğdır	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Isparta	0,02	0,02	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00

**EK 10. (devam) KÜÇÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ
TESİSİ YER SEÇİMİ AĞIRLIKLI NORMALİZE KARAR MATRİSİ**

	Kriterler							
Alternatifler	BGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
İstanbul	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	0,04
İzmir	0,04	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
Kahramanmaraş	0,04	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Karabük	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Karaman	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Kars	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Kastamonu	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Kayseri	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Kırıkkale	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Kırklareli	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Kırşehir	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Kilis	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Kocaeli	0,00	0,05	0,00	0,07	0,01	0,00	0,00	0,01
Konya	0,11	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Kütahya	0,02	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Malatya	0,02	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Manisa	0,04	0,04	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Mardin	0,05	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Mersin	0,06	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Muğla	0,02	0,03	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00
Muş	0,05	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Nevşehir	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Niğde	0,03	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Ordu	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Osmaniye	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Rize	0,00	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Sakarya	0,00	0,05	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00
Samsun	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Siirt	0,06	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Sinop	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Sivas	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Şanlıurfa	0,10	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,00
Şırnak	0,05	0,03	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Tekirdağ	0,01	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Tokat	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Trabzon	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Tunceli	0,02	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Uşak	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Van	0,12	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
Yalova	0,00	0,05	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00
Yozgat	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Zonguldak	0,00	0,02	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00

**EK 11. KÜÇÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ
YER SEÇİMİ S_i^+ , S_i^- ve C_i DEĞERLERİ**

Alternatifler	S_i^+	S_i^-	C_i
Adana	0,087	0,078	0,475
Adıyaman	0,112	0,068	0,377
Afyon	0,067	0,089	0,571
Ağrı	0,083	0,086	0,509
Aksaray	0,095	0,080	0,458
Amasya	0,104	0,066	0,387
Ankara	0,057	0,096	0,628
Antalya	0,102	0,063	0,382
Ardahan	0,095	0,081	0,462
Artvin	0,127	0,043	0,251
Aydın	0,087	0,080	0,478
Balıkesir	0,050	0,112	0,692
Bartın	0,119	0,052	0,302
Batman	0,109	0,075	0,407
Bayburt	0,114	0,073	0,390
Bilecik	0,114	0,063	0,354
Bingöl	0,116	0,066	0,362
Bitlis	0,111	0,073	0,395
Bolu	0,090	0,072	0,442
Burdur	0,104	0,065	0,384
Bursa	0,087	0,074	0,461
Çanakkale	0,095	0,069	0,421
Çankırı	0,106	0,068	0,392
Çorum	0,096	0,074	0,436
Denizli	0,092	0,074	0,448
Diyarbakır	0,062	0,101	0,620
Düzce	0,114	0,059	0,344
Edirne	0,108	0,069	0,390
Elazığ	0,100	0,065	0,393
Erzincan	0,116	0,066	0,363
Erzurum	0,061	0,104	0,631
Eskişehir	0,103	0,066	0,391
Gaziantep	0,088	0,085	0,492
Giresun	0,113	0,066	0,369
Gümüşhane	0,115	0,075	0,396
Hakkari	0,119	0,055	0,314
Hatay	0,108	0,070	0,394
Iğdır	0,105	0,074	0,412
İsparta	0,110	0,061	0,356
İstanbul	0,111	0,060	0,353
İzmir	0,044	0,120	0,731

Alternatifler	S_i^+	S_i^-	C_i
Kahramanmaraş	0,099	0,070	0,416
Karabük	0,118	0,070	0,374
Karaman	0,112	0,079	0,414
Kars	0,080	0,090	0,528
Kastamonu	0,097	0,068	0,412
Kayseri	0,083	0,088	0,515
Kırıkkale	0,114	0,076	0,399
Kırklareli	0,107	0,074	0,409
Kırşehir	0,100	0,083	0,456
Kilis	0,120	0,073	0,378
Kocaeli	0,131	0,021	0,138
Konya	0,039	0,136	0,778
Kütahya	0,103	0,067	0,394
Malatya	0,103	0,072	0,413
Manisa	0,063	0,093	0,595
Mardin	0,106	0,081	0,433
Mersin	0,075	0,088	0,539
Muğla	0,103	0,054	0,343
Muş	0,092	0,076	0,453
Nevşehir	0,112	0,080	0,417
Niğde	0,104	0,071	0,408
Ordu	0,107	0,075	0,411
Osmaniye	0,113	0,065	0,365
Rize	0,121	0,063	0,343
Sakarya	0,092	0,061	0,399
Samsun	0,084	0,082	0,492
Siirt	0,114	0,074	0,392
Sinop	0,113	0,068	0,375
Sivas	0,087	0,085	0,494
Şanlıurfa	0,081	0,082	0,504
Şırnak	0,112	0,072	0,391
Tekirdağ	0,108	0,066	0,379
Tokat	0,095	0,070	0,425
Trabzon	0,109	0,079	0,420
Tunceli	0,119	0,071	0,375
Uşak	0,098	0,075	0,436
Van	0,097	0,075	0,435
Yalova	0,139	0,016	0,100
Yozgat	0,097	0,084	0,463
Zonguldak	0,110	0,058	0,344

**EK 12. KÜÇÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ
YER SEÇİMİ S_i , R_i ve Q_i DEĞERLERİ**

Sıralama	S_i	R_i	$v=0,2$	$v=0,4$	$v=0,6$	$v=0,5$
Adana	0,451	0,229	0,576	0,527	0,478	0,502
Adıyaman	0,566	0,287	0,781	0,719	0,657	0,688
Afyon	0,516	0,211	0,541	0,522	0,503	0,513
Ağrı	0,370	0,165	0,362	0,339	0,316	0,328
Aksaray	0,445	0,245	0,623	0,560	0,497	0,528
Amasya	0,633	0,303	0,849	0,792	0,736	0,764
Ankara	0,422	0,133	0,280	0,295	0,310	0,302
Antalya	0,481	0,175	0,421	0,420	0,420	0,420
Ardahan	0,545	0,320	0,875	0,783	0,690	0,736
Artvin	0,650	0,313	0,883	0,824	0,765	0,794
Aydın	0,682	0,287	0,812	0,781	0,750	0,765
Balıkesir	0,504	0,182	0,448	0,449	0,449	0,449
Bartın	0,631	0,329	0,924	0,848	0,772	0,810
Batman	0,354	0,228	0,546	0,471	0,397	0,434
Bayburt	0,580	0,323	0,894	0,809	0,723	0,766
Bilecik	0,595	0,310	0,859	0,787	0,715	0,751
Bingöl	0,613	0,266	0,731	0,697	0,664	0,680
Bitlis	0,449	0,249	0,637	0,572	0,506	0,539
Bolu	0,783	0,314	0,922	0,897	0,873	0,885
Burdur	0,611	0,278	0,768	0,724	0,681	0,702
Bursa	0,601	0,264	0,723	0,687	0,651	0,669
Çanakkale	0,554	0,241	0,641	0,610	0,579	0,594
Çankırı	0,586	0,313	0,866	0,790	0,713	0,751
Çorum	0,573	0,300	0,823	0,753	0,683	0,718
Denizli	0,600	0,242	0,655	0,636	0,617	0,627
Diyarbakır	0,210	0,101	0,128	0,110	0,092	0,101
Düzce	0,707	0,328	0,941	0,887	0,832	0,860
Edirne	0,564	0,286	0,778	0,716	0,655	0,686
Elazığ	0,557	0,243	0,646	0,615	0,584	0,599
Erzincan	0,665	0,275	0,773	0,747	0,720	0,733
Erzurum	0,568	0,237	0,631	0,607	0,583	0,595
Eskişehir	0,576	0,230	0,613	0,596	0,579	0,588
Gaziantep	0,444	0,252	0,642	0,574	0,506	0,540
Giresun	0,542	0,316	0,863	0,772	0,682	0,727
Gümüşhane	0,550	0,325	0,891	0,796	0,701	0,749
Hakkari	0,508	0,246	0,644	0,597	0,549	0,573
Hatay	0,558	0,280	0,759	0,700	0,640	0,670
Iğdır	0,400	0,202	0,480	0,438	0,395	0,417
Isparta	0,609	0,268	0,737	0,700	0,664	0,682
İstanbul	0,661	0,312	0,883	0,828	0,772	0,800
İzmir	0,549	0,213	0,554	0,543	0,532	0,538

**EK 12. (devamı) KÜÇÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ
TESİSİ YER SEÇİMİ S_i , R_i ve Q_i DEĞERLERİ**

Sıralama	S_i	R_i	$v=0,2$	$v=0,4$	$v=0,6$	$v=0,5$
Kahramanmaraş	0,480	0,225	0,573	0,534	0,495	0,515
Karabük	0,607	0,326	0,910	0,830	0,749	0,789
Karaman	0,452	0,247	0,631	0,568	0,505	0,537
Kars	0,470	0,273	0,713	0,636	0,559	0,597
Kastamonu	0,617	0,318	0,889	0,817	0,745	0,781
Kayseri	0,508	0,249	0,652	0,603	0,553	0,578
Kırıkkale	0,534	0,313	0,850	0,760	0,670	0,715
Kırklareli	0,547	0,285	0,769	0,703	0,638	0,671
Kırşehir	0,484	0,295	0,783	0,693	0,603	0,648
Kilis	0,492	0,303	0,811	0,717	0,622	0,670
Kocaeli	0,914	0,317	0,966	0,974	0,983	0,978
Konya	0,298	0,097	0,138	0,146	0,155	0,151
Kütahya	0,588	0,269	0,734	0,691	0,648	0,670
Malatya	0,563	0,287	0,782	0,718	0,655	0,687
Manisa	0,562	0,212	0,555	0,548	0,542	0,545
Mardin	0,306	0,208	0,475	0,402	0,330	0,366
Mersin	0,341	0,159	0,337	0,310	0,284	0,297
Muğla	0,671	0,280	0,788	0,760	0,731	0,745
Muş	0,426	0,200	0,482	0,448	0,413	0,431
Nevşehir	0,507	0,311	0,839	0,742	0,646	0,694
Niğde	0,473	0,258	0,670	0,605	0,539	0,572
Ordu	0,507	0,313	0,843	0,746	0,648	0,697
Osmaniye	0,533	0,302	0,816	0,734	0,653	0,693
Rize	0,587	0,326	0,904	0,818	0,732	0,775
Sakarya	0,823	0,321	0,954	0,935	0,916	0,925
Samsun	0,546	0,301	0,818	0,740	0,662	0,701
Siirt	0,338	0,174	0,381	0,342	0,303	0,323
Sinop	0,533	0,316	0,859	0,766	0,674	0,720
Sivas	0,485	0,258	0,671	0,609	0,548	0,579
Şanlıurfa	0,169	0,062	0,000	0,000	0,000	0,000
Şırnak	0,381	0,188	0,434	0,397	0,359	0,378
Tekirdağ	0,640	0,292	0,816	0,770	0,724	0,747
Tokat	0,562	0,281	0,762	0,704	0,645	0,674
Trabzon	0,537	0,309	0,840	0,753	0,667	0,710
Tunceli	0,549	0,284	0,767	0,703	0,638	0,670
Uşak	0,560	0,285	0,774	0,712	0,649	0,680
Van	0,208	0,071	0,038	0,042	0,045	0,043
Yalova	0,863	0,326	0,978	0,966	0,955	0,961
Yozgat	0,471	0,282	0,742	0,658	0,573	0,616
Zonguldak	0,622	0,325	0,911	0,835	0,760	0,797

**EK 13. TAVUK GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ
KARAR MATRİSİ**

Alternatifler	Kriterler							
	TGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
Adana	16.316.466	0,150	0,35	2,98	19,1	2	5,70	494.148
Adıyaman	592.252	0,471	0,02	1,31	17,3	6	4,33	84.866
Afyon	44.217.865	0,328	0,41	3,23	11,3	5	1,75	146.957
Ağrı	310.009	0,235	0,06	0,85	6,2	9	1,38	36.365
Aksaray	648.896	0,147	0,43	1,39	12,1	6	2,26	66.431
Amasya	3.571.970	0,441	0,44	2,44	13,8	5	1,68	50.151
Ankara	29.358.562	0,150	0,80	5,42	12	1	10,20	1.138.644
Antalya	1.103.734	0,262	0,58	4,54	18,8	1	3,90	593.334
Ardahan	259.794	0,268	0,07	0,41	3,9	9	1,38	10.367
Artvin	55.189	0,185	0,50	11,55	12,4	5	1,08	36.962
Aydın	8.112.992	0,594	0,46	1,18	17,7	2	2,37	197.690
Balıkesir	74.474.593	0,371	0,45	3,93	14,6	4	2,95	264.099
Bartın	2.622.394	0,225	0,57	7,11	12,8	5	2,87	32.657
Batman	216.321	0,139	0,12	2,44	16,4	9	6,28	69.039
Bayburt	94.980	0,231	0,45	1,41	7,1	6	2,60	7.855
Bilecik	9.802.462	0,238	0,52	3,82	12,5	4	3,07	150.902
Bingöl	880.069	0,652	0,22	1,67	12,1	9	2,15	25.588
Bitlis	179.011	0,260	0,16	1,54	9,4	9	5,48	22.149
Bolu	63.059.644	0,628	0,58	3,13	10,5	2	2,08	86.454
Burdur	439.810	0,413	0,43	2,72	13,3	4	3,90	66.502
Bursa	24.722.150	0,361	0,54	2,36	14,6	1	3,07	976.769
Çanakkale	14.013.483	0,303	0,43	3,05	15,1	2	2,95	233.775
Çankırı	6.696.090	0,294	0,48	2,41	11,3	6	1,83	35.063
Çorum	9.841.890	0,276	0,34	1,95	10,8	5	1,68	68.368
Denizli	12.271.812	0,470	0,54	1,44	16,3	2	2,37	279.547
Diyarbakır	1.511.093	0,139	0,13	1,33	15,8	9	9,40	185.557
Düzce	16.985.697	0,548	0,58	2,85	13,4	5	2,08	80.327
Edirne	658.598	0,181	0,50	3,05	13,8	2	2,57	83.715
Elazığ	11.634.630	0,381	0,34	3,34	13,1	5	2,15	88.815
Erzincan	2.492.151	0,600	0,46	1,18	10,9	5	2,60	44.357
Erzurum	336.275	0,452	0,33	0,33	5,7	6	2,60	69.560
Eskişehir	9.048.092	0,290	0,56	3,11	10,9	1	3,07	249.489
Gaziantep	9.817.691	0,168	0,26	0,36	14,9	4	4,33	652.331
Giresun	196.170	0,168	0,40	4,06	14,5	6	1,08	54.394
Gümüşhane	239.783	0,184	0,42	1,16	9,7	6	1,08	30.778
Hakkari	137.105	0,318	0,16	5,78	10,4	9	5,48	22.084
Hatay	1.083.242	0,439	0,35	0,95	18,3	5	4,80	333.207
Iğdır	957.942	0,255	0,21	1,77	12,2	9	1,38	15.834
Isparta	228.684	0,309	0,53	3,82	12,2	2	3,90	79.225

EK 13. (devam) TAVUK GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ KARAR MATRİSİ

Alternatifler	Kriterler							
	TGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
İstanbul	3.952.537	0,395	0,88	6,67	14,4	1	12,50	3.323.993
İzmir	48.568.740	0,459	0,66	2,62	17,9	1	13,80	1.178.642
Kahramanmaraş	3.326.104	0,377	0,26	1,93	16,9	6	4,80	321.598
Karabük	2.242.028	0,309	0,48	1,18	13,4	4	2,87	45.217
Karaman	2.700.659	0,104	0,45	0,87	12	4	3,05	51.052
Kars	615.486	0,195	0,18	0,64	4,9	9	1,38	26.127
Kastamonu	1.540.755	0,288	0,45	3,26	9,8	5	1,83	77.802
Kayseri	10.880.723	0,187	0,51	0,21	10,6	2	4,50	287.051
Kırıkkale	1.282.767	0,191	0,42	0,85	12,7	5	2,26	44.758
Kırklareli	1.001.525	0,165	0,58	1,72	13,3	2	2,57	162.746
Kırşehir	2.249.509	0,087	0,49	0,69	11,5	5	2,26	32.555
Kilis	563.030	0,209	0,20	1,54	17,2	6	4,33	22.278
Kocaeli	13.400.354	0,679	0,63	15,25	14,9	1	2,08	829.078
Konya	30.209.731	0,133	0,46	1,64	11,6	2	3,05	422.749
Kütahya	3.236.892	0,369	0,55	2,36	10,7	5	1,75	124.297
Malatya	6.972.394	0,347	0,31	1,13	13,6	5	2,15	125.722
Manisa	91.911.860	0,471	0,39	3,95	16,8	4	1,75	342.416
Mardin	3.169.322	0,085	0,13	1,54	16,1	9	6,28	73.158
Mersin	61.802.085	0,144	0,29	1,95	19,2	4	5,70	319.123
Muğla	1.162.351	0,371	0,55	6,26	15	1	2,37	244.363
Muş	688.763	0,327	0,10	1,87	9,7	9	5,48	31.126
Nevşehir	2.335.222	0,090	0,50	0,87	10,7	5	2,26	50.864
Niğde	2.538.438	0,131	0,33	3,39	11,2	6	2,26	77.164
Ordu	758.669	0,150	0,33	1,95	14,4	6	1,08	103.570
Osmaniye	1.520.426	0,310	0,26	2,85	18,4	6	4,80	322.781
Rize	59.753	0,219	0,49	3,85	14,3	5	1,08	56.355
Sakarya	66.898.682	0,645	0,46	8,26	14,6	2	2,08	299.849
Samsun	6.102.408	0,222	0,45	1,54	14,5	4	1,68	269.152
Siirt	208.242	0,245	0,31	1,39	16,1	9	6,28	38.880
Sinop	302.196	0,150	0,46	3,72	14,2	6	1,83	29.889
Sivas	1.481.559	0,173	0,48	0,77	9	5	4,50	105.991
Şanlıurfa	1.273.705	0,112	0,09	3,67	18,3	9	9,40	387.030
Şırnak	206.269	0,331	0,12	1,21	15,1	9	6,28	46.420
Tekirdağ	1.585.254	0,410	0,60	1,87	14	2	2,57	567.660
Tokat	416.047	0,325	0,38	2,98	12,6	6	1,68	69.777
Trabzon	164.005	0,202	0,52	0,21	14,7	4	1,08	118.907
Tunceli	173.671	0,345	0,40	0,74	12,8	6	2,15	10.186
Uşak	24.270.926	0,270	0,56	1,28	12,5	4	1,75	136.184
Van	910.672	0,273	0,13	2,03	9,4	9	5,48	71.654
Yalova	155.664	0,604	0,59	12,47	14,7	2	2,08	58.810
Yozgat	1.417.624	0,129	0,33	0,39	9,1	6	4,50	54.245
Zonguldak	13.772.318	0,224	0,60	5,65	13,6	4	2,87	97.590

**EK 14. TAVUK GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ
NORMALİZE KARAR MATRİSİ**

Alternatifler	Kriterler							
	TGEEBM	DT	PM	AM	S	T	İS	ET
Adana	0,09	0,05	0,09	0,09	0,16	0,04	0,15	0,11
Adıyaman	0,00	0,16	0,01	0,04	0,14	0,12	0,11	0,02
Afyon	0,23	0,11	0,10	0,09	0,09	0,10	0,05	0,03
Ağrı	0,00	0,08	0,02	0,02	0,05	0,18	0,04	0,01
Aksaray	0,00	0,05	0,11	0,04	0,10	0,12	0,06	0,02
Amasya	0,02	0,15	0,11	0,07	0,11	0,10	0,04	0,01
Ankara	0,16	0,05	0,20	0,16	0,10	0,02	0,27	0,26
Antalya	0,01	0,09	0,15	0,13	0,15	0,02	0,10	0,14
Ardahan	0,00	0,09	0,02	0,01	0,03	0,18	0,04	0,00
Artvin	0,00	0,06	0,13	0,33	0,10	0,10	0,03	0,01
Aydın	0,04	0,20	0,12	0,03	0,15	0,04	0,06	0,05
Balıkesir	0,39	0,12	0,11	0,11	0,12	0,08	0,08	0,06
Bartın	0,01	0,08	0,14	0,21	0,11	0,10	0,07	0,01
Batman	0,00	0,05	0,03	0,07	0,13	0,18	0,16	0,02
Bayburt	0,00	0,08	0,11	0,04	0,06	0,12	0,07	0,00
Bilecik	0,05	0,08	0,13	0,11	0,10	0,08	0,08	0,04
Bingöl	0,00	0,22	0,06	0,05	0,10	0,18	0,06	0,01
Bitlis	0,00	0,09	0,04	0,04	0,08	0,18	0,14	0,01
Bolu	0,33	0,21	0,15	0,09	0,09	0,04	0,05	0,02
Burdur	0,00	0,14	0,11	0,08	0,11	0,08	0,10	0,02
Bursa	0,13	0,12	0,14	0,07	0,12	0,02	0,08	0,23
Çanakkale	0,07	0,10	0,11	0,09	0,12	0,04	0,08	0,05
Çankırı	0,04	0,10	0,12	0,07	0,09	0,12	0,05	0,01
Çorum	0,05	0,09	0,09	0,06	0,09	0,10	0,04	0,02
Denizli	0,06	0,16	0,14	0,04	0,13	0,04	0,06	0,06
Diyarbakır	0,01	0,05	0,03	0,04	0,13	0,18	0,25	0,04
Düzce	0,09	0,18	0,15	0,08	0,11	0,10	0,05	0,02
Edirne	0,00	0,06	0,13	0,09	0,11	0,04	0,07	0,02
Elazığ	0,06	0,13	0,09	0,10	0,11	0,10	0,06	0,02
Erzincan	0,01	0,20	0,12	0,03	0,09	0,10	0,07	0,01
Erzurum	0,00	0,15	0,08	0,01	0,05	0,12	0,07	0,02
Eskişehir	0,05	0,10	0,14	0,09	0,09	0,02	0,08	0,06
Gaziantep	0,05	0,06	0,07	0,01	0,12	0,08	0,11	0,15
Giresun	0,00	0,06	0,10	0,12	0,12	0,12	0,03	0,01
Gümüşhane	0,00	0,06	0,11	0,03	0,08	0,12	0,03	0,01
Hakkari	0,00	0,11	0,04	0,17	0,09	0,18	0,14	0,01
Hatay	0,01	0,15	0,09	0,03	0,15	0,10	0,13	0,08
Iğdır	0,01	0,09	0,05	0,05	0,10	0,18	0,04	0,00
Isparta	0,00	0,10	0,13	0,11	0,10	0,04	0,10	0,02

EK 14. (devam) TAVUK GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ NORMALİZE KARAR MATRİSİ

	Kriterler							
Alternatifler	TGEEBM	DT	PM	AM	S	T	İS	ET
İstanbul	0,02	0,13	0,22	0,19	0,12	0,02	0,33	0,77
İzmir	0,26	0,15	0,17	0,08	0,15	0,02	0,36	0,27
Kahramanmaraş	0,02	0,13	0,07	0,06	0,14	0,12	0,13	0,07
Karabük	0,01	0,10	0,12	0,03	0,11	0,08	0,07	0,01
Karaman	0,01	0,03	0,11	0,03	0,10	0,08	0,08	0,01
Kars	0,00	0,07	0,05	0,02	0,04	0,18	0,04	0,01
Kastamonu	0,01	0,10	0,11	0,09	0,08	0,10	0,05	0,02
Kayseri	0,06	0,06	0,13	0,01	0,09	0,04	0,12	0,07
Kırıkkale	0,01	0,06	0,11	0,02	0,10	0,10	0,06	0,01
Kırklareli	0,01	0,06	0,15	0,05	0,11	0,04	0,07	0,04
Kırşehir	0,01	0,03	0,12	0,02	0,09	0,10	0,06	0,01
Kilis	0,00	0,07	0,05	0,04	0,14	0,12	0,11	0,01
Kocaeli	0,07	0,23	0,16	0,44	0,12	0,02	0,05	0,19
Konya	0,16	0,04	0,12	0,05	0,10	0,04	0,08	0,10
Kütahya	0,02	0,12	0,14	0,07	0,09	0,10	0,05	0,03
Malatya	0,04	0,12	0,08	0,03	0,11	0,10	0,06	0,03
Manisa	0,49	0,16	0,10	0,11	0,14	0,08	0,05	0,08
Mardin	0,02	0,03	0,03	0,04	0,13	0,18	0,16	0,02
Mersin	0,33	0,05	0,07	0,06	0,16	0,08	0,15	0,07
Muğla	0,01	0,12	0,14	0,18	0,12	0,02	0,06	0,06
Muş	0,00	0,11	0,03	0,05	0,08	0,18	0,14	0,01
Nevşehir	0,01	0,03	0,13	0,03	0,09	0,10	0,06	0,01
Niğde	0,01	0,04	0,08	0,10	0,09	0,12	0,06	0,02
Ordu	0,00	0,05	0,08	0,06	0,12	0,12	0,03	0,02
Osmaniye	0,01	0,10	0,07	0,08	0,15	0,12	0,13	0,07
Rize	0,00	0,07	0,12	0,11	0,12	0,10	0,03	0,01
Sakarya	0,35	0,22	0,12	0,24	0,12	0,04	0,05	0,07
Samsun	0,03	0,07	0,11	0,04	0,12	0,08	0,04	0,06
Siirt	0,00	0,08	0,08	0,04	0,13	0,18	0,16	0,01
Sinop	0,00	0,05	0,12	0,11	0,12	0,12	0,05	0,01
Sivas	0,01	0,06	0,12	0,02	0,07	0,10	0,12	0,02
Şanlıurfa	0,01	0,04	0,02	0,11	0,15	0,18	0,25	0,09
Şırnak	0,00	0,11	0,03	0,03	0,12	0,18	0,16	0,01
Tekirdağ	0,01	0,14	0,15	0,05	0,12	0,04	0,07	0,13
Tokat	0,00	0,11	0,10	0,09	0,10	0,12	0,04	0,02
Trabzon	0,00	0,07	0,13	0,01	0,12	0,08	0,03	0,03
Tunceli	0,00	0,12	0,10	0,02	0,11	0,12	0,06	0,00
Uşak	0,13	0,09	0,14	0,04	0,10	0,08	0,05	0,03
Van	0,00	0,09	0,03	0,06	0,08	0,18	0,14	0,02
Yalova	0,00	0,20	0,15	0,36	0,12	0,04	0,05	0,01
Yozgat	0,01	0,04	0,08	0,01	0,07	0,12	0,12	0,01
Zonguldak	0,07	0,08	0,15	0,16	0,11	0,08	0,07	0,02

EK 15. TAVUK GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ
AĞIRLIKLIL NORMALİZE KARAR MATRİSİ

Alternatifler	Kriterler							
	TGEEBM	DT	PM	AM	S	T	İS	ET
Adana	0,028	0,011	0,002	0,013	0,011	0,004	0,004	0,006
Adıyaman	0,001	0,036	0,000	0,006	0,010	0,013	0,003	0,001
Afyon	0,077	0,025	0,003	0,015	0,007	0,011	0,001	0,002
Ağrı	0,001	0,018	0,000	0,004	0,004	0,020	0,001	0,000
Aksaray	0,001	0,011	0,003	0,006	0,007	0,013	0,002	0,001
Amasya	0,006	0,033	0,003	0,011	0,008	0,011	0,001	0,001
Ankara	0,051	0,011	0,006	0,024	0,007	0,002	0,008	0,013
Antalya	0,002	0,020	0,004	0,021	0,011	0,002	0,003	0,007
Ardahan	0,000	0,020	0,000	0,002	0,002	0,020	0,001	0,000
Artvin	0,000	0,014	0,003	0,052	0,007	0,011	0,001	0,000
Aydın	0,014	0,045	0,003	0,005	0,011	0,004	0,002	0,002
Balıkesir	0,129	0,028	0,003	0,018	0,009	0,009	0,002	0,003
Bartın	0,005	0,017	0,004	0,032	0,008	0,011	0,002	0,000
Batman	0,000	0,011	0,001	0,011	0,010	0,020	0,005	0,001
Bayburt	0,000	0,018	0,003	0,006	0,004	0,013	0,002	0,000
Bilecik	0,017	0,018	0,004	0,017	0,007	0,009	0,002	0,002
Bingöl	0,002	0,049	0,002	0,008	0,007	0,020	0,002	0,000
Bitlis	0,000	0,020	0,001	0,007	0,006	0,020	0,004	0,000
Bolu	0,110	0,048	0,004	0,014	0,006	0,004	0,002	0,001
Burdur	0,001	0,031	0,003	0,012	0,008	0,009	0,003	0,001
Bursa	0,043	0,027	0,004	0,011	0,009	0,002	0,002	0,011
Çanakkale	0,024	0,023	0,003	0,014	0,009	0,004	0,002	0,003
Çankırı	0,012	0,022	0,003	0,011	0,007	0,013	0,001	0,000
Çorum	0,017	0,021	0,002	0,009	0,006	0,011	0,001	0,001
Denizli	0,021	0,036	0,004	0,006	0,010	0,004	0,002	0,003
Diyarbakır	0,003	0,011	0,001	0,006	0,009	0,020	0,007	0,002
Düzce	0,030	0,042	0,004	0,013	0,008	0,011	0,002	0,001
Edirne	0,001	0,014	0,003	0,014	0,008	0,004	0,002	0,001
Elazığ	0,020	0,029	0,002	0,015	0,008	0,011	0,002	0,001
Erzincan	0,004	0,045	0,003	0,005	0,007	0,011	0,002	0,001
Erzurum	0,001	0,034	0,002	0,002	0,003	0,013	0,002	0,001
Eskişehir	0,016	0,022	0,004	0,014	0,007	0,002	0,002	0,003
Gaziantep	0,017	0,013	0,002	0,002	0,009	0,009	0,003	0,007
Giresun	0,000	0,013	0,003	0,018	0,009	0,013	0,001	0,001
Gümüşhane	0,000	0,014	0,003	0,005	0,006	0,013	0,001	0,000
Hakkari	0,000	0,024	0,001	0,026	0,006	0,020	0,004	0,000
Hatay	0,002	0,033	0,002	0,004	0,011	0,011	0,004	0,004
Iğdır	0,002	0,019	0,001	0,008	0,007	0,020	0,001	0,000
Isparta	0,000	0,023	0,004	0,017	0,007	0,004	0,003	0,001

EK 15. (devam) TAVUK GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ AĞIRLIKLIL NORMALİZE KARAR MATRİSİ

	Kriterler							
Alternatifler	BGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
İstanbul	0,007	0,030	0,006	0,030	0,009	0,002	0,010	0,038
İzmir	0,084	0,035	0,005	0,012	0,011	0,002	0,011	0,014
Kahramanmaraş	0,006	0,029	0,002	0,009	0,010	0,013	0,004	0,004
Karabük	0,004	0,023	0,003	0,005	0,008	0,009	0,002	0,001
Karaman	0,005	0,008	0,003	0,004	0,007	0,009	0,002	0,001
Kars	0,001	0,015	0,001	0,003	0,003	0,020	0,001	0,000
Kastamonu	0,003	0,022	0,003	0,015	0,006	0,011	0,001	0,001
Kayseri	0,019	0,014	0,004	0,001	0,006	0,004	0,004	0,003
Kırıkkale	0,002	0,014	0,003	0,004	0,008	0,011	0,002	0,001
Kırklareli	0,002	0,013	0,004	0,008	0,008	0,004	0,002	0,002
Kırşehir	0,004	0,007	0,003	0,003	0,007	0,011	0,002	0,000
Kilis	0,001	0,016	0,001	0,007	0,010	0,013	0,003	0,000
Kocaeli	0,023	0,051	0,004	0,069	0,009	0,002	0,002	0,010
Konya	0,052	0,010	0,003	0,007	0,007	0,004	0,002	0,005
Kütahya	0,006	0,028	0,004	0,011	0,006	0,011	0,001	0,001
Malatya	0,012	0,026	0,002	0,005	0,008	0,011	0,002	0,001
Manisa	0,160	0,036	0,003	0,018	0,010	0,009	0,001	0,004
Mardin	0,006	0,006	0,001	0,007	0,010	0,020	0,005	0,001
Mersin	0,107	0,011	0,002	0,009	0,011	0,009	0,004	0,004
Muğla	0,002	0,028	0,004	0,028	0,009	0,002	0,002	0,003
Muş	0,001	0,025	0,001	0,008	0,006	0,020	0,004	0,000
Nevşehir	0,004	0,007	0,003	0,004	0,006	0,011	0,002	0,001
Niğde	0,004	0,010	0,002	0,015	0,007	0,013	0,002	0,001
Ordu	0,001	0,011	0,002	0,009	0,009	0,013	0,001	0,001
Osmaniye	0,003	0,024	0,002	0,013	0,011	0,013	0,004	0,004
Rize	0,000	0,017	0,003	0,017	0,009	0,011	0,001	0,001
Sakarya	0,116	0,049	0,003	0,037	0,009	0,004	0,002	0,003
Samsun	0,011	0,017	0,003	0,007	0,009	0,009	0,001	0,003
Siirt	0,000	0,019	0,002	0,006	0,010	0,020	0,005	0,000
Sinop	0,001	0,011	0,003	0,017	0,008	0,013	0,001	0,000
Sivas	0,003	0,013	0,003	0,003	0,005	0,011	0,004	0,001
Şanlıurfa	0,002	0,008	0,001	0,017	0,011	0,020	0,007	0,004
Şırnak	0,000	0,025	0,001	0,005	0,009	0,020	0,005	0,001
Tekirdağ	0,003	0,031	0,004	0,008	0,008	0,004	0,002	0,007
Tokat	0,001	0,025	0,003	0,013	0,008	0,013	0,001	0,001
Trabzon	0,000	0,015	0,004	0,001	0,009	0,009	0,001	0,001
Tunceli	0,000	0,026	0,003	0,003	0,008	0,013	0,002	0,000
Uşak	0,042	0,020	0,004	0,006	0,007	0,009	0,001	0,002
Van	0,002	0,021	0,001	0,009	0,006	0,020	0,004	0,001
Yalova	0,000	0,046	0,004	0,056	0,009	0,004	0,002	0,001
Yozgat	0,002	0,010	0,002	0,002	0,005	0,013	0,004	0,001
Zonguldak	0,024	0,017	0,004	0,025	0,008	0,009	0,002	0,001

EK 16. TAVUK GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ S_i^+ , S_i^- ve C_i DEĞERLERİ

Alternatifler	S_i^+	S_i^-	C_i
Adana	0,137	0,075	0,354
Adıyaman	0,166	0,067	0,286
Afyon	0,094	0,098	0,51
Ağrı	0,164	0,076	0,315
Aksaray	0,164	0,075	0,316
Amasya	0,161	0,062	0,277
Ankara	0,116	0,08	0,409
Antalya	0,164	0,059	0,264
Ardahan	0,165	0,076	0,316
Artvin	0,173	0,042	0,197
Aydın	0,156	0,066	0,297
Balıkesir	0,056	0,141	0,717
Bartın	0,164	0,052	0,24
Batman	0,164	0,074	0,31
Bayburt	0,165	0,072	0,304
Bilecik	0,149	0,064	0,301
Bingöl	0,169	0,064	0,276
Bitlis	0,165	0,072	0,304
Bolu	0,078	0,123	0,61
Burdur	0,166	0,061	0,268
Bursa	0,124	0,077	0,385
Çanakkale	0,143	0,067	0,320
Çankırı	0,154	0,067	0,303
Çorum	0,149	0,070	0,32
Denizli	0,147	0,068	0,317
Diyarbakır	0,161	0,078	0,326
Düzce	0,141	0,065	0,315
Edirne	0,165	0,067	0,290
Elazığ	0,147	0,063	0,298
Erzincan	0,165	0,065	0,282
Erzurum	0,166	0,070	0,298
Eskişehir	0,151	0,064	0,299
Gaziantep	0,147	0,080	0,354
Giresun	0,165	0,065	0,282
Gümüşhane	0,164	0,075	0,313
Hakkari	0,167	0,054	0,245
Hatay	0,164	0,068	0,294
Iğdır	0,164	0,071	0,304
Isparta	0,166	0,059	0,262
İstanbul	0,159	0,060	0,274
İzmir	0,087	0,105	0,547

Alternatifler	S_i^+	S_i^-	C_i
Kahramanmaraş	0,16	0,066	0,293
Karabük	0,162	0,07	0,302
Karaman	0,16	0,079	0,330
Kars	0,164	0,078	0,322
Kastamonu	0,163	0,063	0,277
Kayseri	0,146	0,08	0,353
Kırıkkale	0,163	0,076	0,317
Kırklareli	0,163	0,073	0,308
Kırşehir	0,161	0,08	0,333
Kilis	0,164	0,073	0,308
Kocaeli	0,163	0,026	0,137
Konya	0,114	0,091	0,444
Kütahya	0,161	0,064	0,284
Malatya	0,154	0,07	0,314
Manisa	0,05	0,169	0,770
Mardin	0,159	0,079	0,333
Mersin	0,065	0,13	0,668
Muğla	0,167	0,047	0,222
Muş	0,164	0,069	0,295
Nevşehir	0,161	0,08	0,331
Niğde	0,161	0,069	0,300
Ordu	0,163	0,073	0,310
Osmaniye	0,162	0,064	0,284
Rize	0,166	0,063	0,276
Sakarya	0,081	0,121	0,598
Samsun	0,154	0,072	0,319
Siirt	0,164	0,073	0,309
Sinop	0,165	0,067	0,289
Sivas	0,162	0,076	0,321
Şanlıurfa	0,162	0,071	0,305
Şırnak	0,165	0,072	0,302
Tekirdağ	0,163	0,064	0,283
Tokat	0,165	0,063	0,276
Trabzon	0,165	0,078	0,320
Tunceli	0,166	0,071	0,301
Uşak	0,125	0,082	0,397
Van	0,164	0,070	0,299
Yalova	0,178	0,016	0,08
Yozgat	0,162	0,080	0,330
Zonguldak	0,144	0,061	0,298

**EK 17. TAVUK GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ S_i ,
 R_i ve Q_i DEĞERLERİ**

Sıralama	S_i	R_i	$v=0,2$	$v=0,4$	$v=0,6$	$v=0,5$
Adana	0,493	0,270	0,658	0,580	0,502	0,541
Adıyaman	0,606	0,327	0,901	0,810	0,719	0,765
Afyon	0,475	0,171	0,291	0,297	0,303	0,300
Ağrı	0,533	0,328	0,879	0,763	0,646	0,705
Aksaray	0,526	0,327	0,873	0,755	0,638	0,696
Amasya	0,646	0,316	0,876	0,808	0,741	0,775
Ankara	0,513	0,224	0,496	0,467	0,438	0,453
Antalya	0,631	0,325	0,903	0,822	0,742	0,782
Ardahan	0,552	0,328	0,887	0,777	0,667	0,722
Artvin	0,666	0,329	0,928	0,856	0,784	0,820
Aydın	0,695	0,300	0,833	0,797	0,761	0,779
Balıkesir	0,385	0,109	0,036	0,068	0,099	0,084
Bartın	0,622	0,319	0,880	0,801	0,723	0,762
Batman	0,454	0,328	0,854	0,711	0,567	0,639
Bayburt	0,585	0,329	0,900	0,800	0,701	0,751
Bilecik	0,579	0,294	0,772	0,702	0,632	0,667
Bingöl	0,673	0,326	0,920	0,853	0,786	0,819
Bitlis	0,528	0,328	0,880	0,761	0,643	0,702
Bolu	0,571	0,206	0,453	0,460	0,466	0,463
Burdur	0,660	0,327	0,921	0,848	0,775	0,812
Bursa	0,577	0,240	0,578	0,556	0,533	0,544
Çanakkale	0,592	0,279	0,722	0,670	0,618	0,644
Çankırı	0,578	0,305	0,812	0,732	0,651	0,691
Çorum	0,567	0,294	0,767	0,693	0,619	0,656
Denizli	0,643	0,285	0,762	0,722	0,682	0,702
Diyarbakır	0,432	0,323	0,830	0,683	0,536	0,610
Düzce	0,648	0,268	0,703	0,679	0,656	0,668
Edirne	0,605	0,327	0,899	0,809	0,718	0,763
Elazığ	0,602	0,287	0,756	0,700	0,644	0,672
Erzincan	0,710	0,320	0,911	0,862	0,813	0,837
Erzurum	0,659	0,328	0,922	0,848	0,775	0,812
Eskişehir	0,643	0,296	0,804	0,753	0,702	0,727
Gaziantep	0,486	0,294	0,740	0,639	0,537	0,588
Giresun	0,554	0,328	0,888	0,778	0,669	0,724
Gümüşhane	0,554	0,328	0,887	0,778	0,668	0,723
Hakkari	0,590	0,328	0,901	0,803	0,706	0,754
Hatay	0,603	0,325	0,893	0,803	0,713	0,758
Iğdır	0,524	0,325	0,868	0,751	0,633	0,692
Isparta	0,668	0,328	0,927	0,856	0,785	0,821
İstanbul	0,663	0,315	0,877	0,816	0,756	0,786
İzmir	0,491	0,155	0,240	0,266	0,291	0,279

EK 17. (devam) TAVUK GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ S_i , R_i ve Q_i DEĞERLERİ

Sıralama	S_i	R_i	$v=0,2$	$v=0,4$	$v=0,6$	$v=0,5$
Kahramanmaraş	0,572	0,317	0,854	0,760	0,667	0,713
Karabük	0,602	0,321	0,878	0,791	0,704	0,748
Karaman	0,524	0,319	0,846	0,734	0,622	0,678
Kars	0,524	0,327	0,873	0,754	0,636	0,695
Kastamonu	0,622	0,323	0,894	0,812	0,730	0,771
Kayseri	0,549	0,290	0,748	0,671	0,594	0,633
Kırıkkale	0,546	0,324	0,871	0,762	0,654	0,708
Kırklareli	0,587	0,325	0,889	0,793	0,698	0,746
Kırşehir	0,509	0,321	0,846	0,728	0,610	0,669
Kilis	0,516	0,327	0,870	0,749	0,628	0,688
Kocaeli	0,878	0,281	0,827	0,870	0,914	0,892
Konya	0,469	0,221	0,470	0,429	0,388	0,408
Kütahya	0,636	0,317	0,877	0,805	0,733	0,769
Malatya	0,579	0,304	0,809	0,730	0,651	0,690
Manisa	0,350	0,147	0,162	0,147	0,133	0,140
Mardin	0,416	0,318	0,803	0,655	0,508	0,582
Mersin	0,290	0,108	0,000	0,000	0,000	0,000
Muğla	0,716	0,325	0,931	0,879	0,828	0,854
Muş	0,552	0,326	0,881	0,772	0,664	0,718
Nevşehir	0,516	0,321	0,847	0,732	0,616	0,674
Niğde	0,535	0,320	0,851	0,743	0,634	0,689
Ordu	0,521	0,326	0,870	0,750	0,631	0,691
Osmaniye	0,555	0,323	0,871	0,766	0,661	0,714
Rize	0,589	0,329	0,902	0,804	0,706	0,755
Sakarya	0,591	0,213	0,483	0,490	0,498	0,494
Samsun	0,552	0,307	0,811	0,720	0,629	0,674
Siirt	0,492	0,328	0,867	0,736	0,605	0,671
Sinop	0,545	0,328	0,884	0,772	0,659	0,715
Sivas	0,551	0,324	0,870	0,764	0,657	0,711
Şanlıurfa	0,431	0,324	0,832	0,684	0,536	0,610
Şırnak	0,521	0,328	0,877	0,756	0,635	0,696
Tekirdağ	0,671	0,323	0,910	0,845	0,780	0,812
Tokat	0,608	0,327	0,904	0,813	0,723	0,768
Trabzon	0,557	0,328	0,889	0,781	0,672	0,726
Tunceli	0,593	0,328	0,902	0,805	0,709	0,757
Uşak	0,517	0,242	0,564	0,520	0,475	0,498
Van	0,534	0,326	0,872	0,758	0,644	0,701
Yalova	0,865	0,328	0,994	0,991	0,987	0,989
Yozgat	0,512	0,324	0,858	0,738	0,618	0,678
Zonguldak	0,577	0,280	0,720	0,662	0,604	0,633

EK 18. TOPLAM HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ KARAR MATRİSİ

Alternatifler	Kriterler							
	TGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
Adana	69.831.585	0,150	0,35	2,98	19,1	2	5,70	494.148
Adıyaman	26.298.274	0,471	0,02	1,31	17,3	6	4,33	84.866
Afyon	121.489.444	0,328	0,41	3,23	11,3	5	1,75	146.957
Ağrı	79.594.803	0,235	0,06	0,85	6,2	9	1,38	36.365
Aksaray	53.464.890	0,147	0,43	1,39	12,1	6	2,26	66.431
Amasya	44.240.479	0,441	0,44	2,44	13,8	5	1,68	50.151
Ankara	137.581.266	0,150	0,80	5,42	12	1	10,20	1.138.644
Antalya	43.249.502	0,262	0,58	4,54	18,8	1	3,90	593.334
Ardahan	56.224.245	0,268	0,07	0,41	3,9	9	1,38	10.367
Artvin	12.000.817	0,185	0,50	11,55	12,4	5	1,08	36.962
Aydın	89.215.224	0,594	0,46	1,18	17,7	2	2,37	197.690
Balıkesir	180.822.175	0,371	0,45	3,93	14,6	4	2,95	264.099
Bartın	14.004.374	0,225	0,57	7,11	12,8	5	2,87	32.657
Batman	25.333.067	0,139	0,12	2,44	16,4	9	6,28	69.039
Bayburt	18.147.637	0,231	0,45	1,41	7,1	6	2,60	7.855
Bilecik	18.220.977	0,238	0,52	3,82	12,5	4	3,07	150.902
Bingöl	28.382.951	0,652	0,22	1,67	12,1	9	2,15	25.588
Bitlis	21.761.218	0,260	0,16	1,54	9,4	9	5,48	22.149
Bolu	87.731.649	0,628	0,58	3,13	10,5	2	2,08	86.454
Burdur	43.525.961	0,413	0,43	2,72	13,3	4	3,90	66.502
Bursa	71.070.310	0,361	0,54	2,36	14,6	1	3,07	976.769
Çanakkale	57.785.689	0,303	0,43	3,05	15,1	2	2,95	233.775
Çankırı	34.884.851	0,294	0,48	2,41	11,3	6	1,83	35.063
Çorum	55.085.005	0,276	0,34	1,95	10,8	5	1,68	68.368
Denizli	69.886.454	0,470	0,54	1,44	16,3	2	2,37	279.547
Diyarbakır	120.634.915	0,139	0,13	1,33	15,8	9	9,40	185.557
Düzce	28.493.733	0,548	0,58	2,85	13,4	5	2,08	80.327
Edirne	31.393.214	0,181	0,50	3,05	13,8	2	2,57	83.715
Elazığ	50.303.918	0,381	0,34	3,34	13,1	5	2,15	88.815
Erzincan	26.243.591	0,600	0,46	1,18	10,9	5	2,60	44.357
Erzurum	144.412.518	0,452	0,33	0,33	5,7	6	2,60	69.560
Eskişehir	42.611.278	0,290	0,56	3,11	10,9	1	3,07	249.489
Gaziantep	63.246.115	0,168	0,26	0,36	14,9	4	4,33	652.331
Giresun	21.248.676	0,168	0,40	4,06	14,5	6	1,08	54.394
Gümüşhane	15.348.531	0,184	0,42	1,16	9,7	6	1,08	30.778
Hakkari	12.763.133	0,318	0,16	5,78	10,4	9	5,48	22.084
Hatay	31.707.394	0,439	0,35	0,95	18,3	5	4,80	333.207
Iğdır	35.248.671	0,255	0,21	1,77	12,2	9	1,38	15.834
Isparta	29.810.714	0,309	0,53	3,82	12,2	2	3,90	79.225

EK 18. (devam) TOPLAM HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ KARAR MATRİSİ

Alternatifler	Kriterler							
	THGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
İstanbul	23.249.647	0,395	0,88	6,67	14,4	1	12,50	3.323.993
İzmir	192.816.802	0,459	0,66	2,62	17,9	1	13,80	1.178.642
Kahramanmaraş	47.974.342	0,377	0,26	1,93	16,9	6	4,80	321.598
Karabük	11.498.641	0,309	0,48	1,18	13,4	4	2,87	45.217
Karaman	19.595.213	0,104	0,45	0,87	12	4	3,05	51.052
Kars	85.078.318	0,195	0,18	0,64	4,9	9	1,38	26.127
Kastamonu	53.230.260	0,288	0,45	3,26	9,8	5	1,83	77.802
Kayseri	78.514.210	0,187	0,51	0,21	10,6	2	4,50	287.051
Kırıkkale	15.440.603	0,191	0,42	0,85	12,7	5	2,26	44.758
Kırklareli	30.513.868	0,165	0,58	1,72	13,3	2	2,57	162.746
Kırşehir	44.473.231	0,087	0,49	0,69	11,5	5	2,26	32.555
Kilis	4.356.538	0,209	0,20	1,54	17,2	6	4,33	22.278
Kocaeli	35.075.719	0,679	0,63	15,25	14,9	1	2,08	829.078
Konya	212.212.247	0,133	0,46	1,64	11,6	2	3,05	422.749
Kütahya	42.002.118	0,369	0,55	2,36	10,7	5	1,75	124.297
Malatya	40.796.344	0,347	0,31	1,13	13,6	5	2,15	125.722
Manisa	141.412.418	0,471	0,39	3,95	16,8	4	1,75	342.416
Mardin	30.988.239	0,085	0,13	1,54	16,1	9	6,28	73.158
Mersin	92.099.964	0,144	0,29	1,95	19,2	4	5,70	319.123
Muğla	50.166.790	0,371	0,55	6,26	15	1	2,37	244.363
Muş	63.236.281	0,327	0,10	1,87	9,7	9	5,48	31.126
Nevşehir	19.723.683	0,090	0,50	0,87	10,7	5	2,26	50.864
Niğde	37.642.890	0,131	0,33	3,39	11,2	6	2,26	77.164
Ordu	29.382.379	0,150	0,33	1,95	14,4	6	1,08	103.570
Osmaniye	18.585.100	0,310	0,26	2,85	18,4	6	4,80	322.781
Rize	4.853.660	0,219	0,49	3,85	14,3	5	1,08	56.355
Sakarya	98.125.362	0,645	0,46	8,26	14,6	2	2,08	299.849
Samsun	75.572.237	0,222	0,45	1,54	14,5	4	1,68	269.152
Siirt	15.120.481	0,245	0,31	1,39	16,1	9	6,28	38.880
Sinop	20.183.732	0,150	0,46	3,72	14,2	6	1,83	29.889
Sivas	70.118.783	0,173	0,48	0,77	9	5	4,50	105.991
Şanlıurfa	79.669.827	0,112	0,09	3,67	18,3	9	9,40	387.030
Şırnak	20.889.927	0,331	0,12	1,21	15,1	9	6,28	46.420
Tekirdağ	30.775.187	0,410	0,60	1,87	14	2	2,57	567.660
Tokat	59.187.772	0,325	0,38	2,98	12,6	6	1,68	69.777
Trabzon	26.955.480	0,202	0,52	0,21	14,7	4	1,08	118.907
Tunceli	8.838.144	0,345	0,40	0,74	12,8	6	2,15	10.186
Uşak	50.339.252	0,270	0,56	1,28	12,5	4	1,75	136.184
Van	51.188.976	0,273	0,13	2,03	9,4	9	5,48	71.654
Yalova	2.858.334	0,604	0,59	12,47	14,7	2	2,08	58.810
Yozgat	48.796.740	0,129	0,33	0,39	9,1	6	4,50	54.245
Zonguldak	29.065.853	0,224	0,60	5,65	13,6	4	2,87	97.590

EK 19. TOPLAM HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ NORMALİZE KARAR MATRİSİ

	Kriterler							
Alternatifler	THGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
Adana	0,12	0,05	0,09	0,09	0,16	0,04	0,15	0,11
Adıyaman	0,04	0,16	0,01	0,04	0,14	0,12	0,11	0,02
Afyon	0,20	0,11	0,10	0,09	0,09	0,10	0,05	0,03
Ağrı	0,13	0,08	0,02	0,02	0,05	0,18	0,04	0,01
Aksaray	0,09	0,05	0,11	0,04	0,10	0,12	0,06	0,02
Amasya	0,07	0,15	0,11	0,07	0,11	0,10	0,04	0,01
Ankara	0,23	0,05	0,20	0,16	0,10	0,02	0,27	0,26
Antalya	0,07	0,09	0,15	0,13	0,15	0,02	0,10	0,14
Ardahan	0,09	0,09	0,02	0,01	0,03	0,18	0,04	0,00
Artvin	0,02	0,06	0,13	0,33	0,10	0,10	0,03	0,01
Aydın	0,15	0,20	0,12	0,03	0,15	0,04	0,06	0,05
Balıkesir	0,30	0,12	0,11	0,11	0,12	0,08	0,08	0,06
Bartın	0,02	0,08	0,14	0,21	0,11	0,10	0,07	0,01
Batman	0,04	0,05	0,03	0,07	0,13	0,18	0,16	0,02
Bayburt	0,03	0,08	0,11	0,04	0,06	0,12	0,07	0,00
Bilecik	0,03	0,08	0,13	0,11	0,10	0,08	0,08	0,04
Bingöl	0,05	0,22	0,06	0,05	0,10	0,18	0,06	0,01
Bitlis	0,04	0,09	0,04	0,04	0,08	0,18	0,14	0,01
Bolu	0,14	0,21	0,15	0,09	0,09	0,04	0,05	0,02
Burdur	0,07	0,14	0,11	0,08	0,11	0,08	0,10	0,02
Bursa	0,12	0,12	0,14	0,07	0,12	0,02	0,08	0,23
Çanakkale	0,10	0,10	0,11	0,09	0,12	0,04	0,08	0,05
Çankırı	0,06	0,10	0,12	0,07	0,09	0,12	0,05	0,01
Çorum	0,09	0,09	0,09	0,06	0,09	0,10	0,04	0,02
Denizli	0,12	0,16	0,14	0,04	0,13	0,04	0,06	0,06
Diyarbakır	0,20	0,05	0,03	0,04	0,13	0,18	0,25	0,04
Düzce	0,05	0,18	0,15	0,08	0,11	0,10	0,05	0,02
Edirne	0,05	0,06	0,13	0,09	0,11	0,04	0,07	0,02
Elazığ	0,08	0,13	0,09	0,10	0,11	0,10	0,06	0,02
Erzincan	0,04	0,20	0,12	0,03	0,09	0,10	0,07	0,01
Erzurum	0,24	0,15	0,08	0,01	0,05	0,12	0,07	0,02
Eskişehir	0,07	0,10	0,14	0,09	0,09	0,02	0,08	0,06
Gaziantep	0,10	0,06	0,07	0,01	0,12	0,08	0,11	0,15
Giresun	0,04	0,06	0,10	0,12	0,12	0,12	0,03	0,01
Gümüşhane	0,03	0,06	0,11	0,03	0,08	0,12	0,03	0,01
Hakkari	0,02	0,11	0,04	0,17	0,09	0,18	0,14	0,01
Hatay	0,05	0,15	0,09	0,03	0,15	0,10	0,13	0,08
Iğdır	0,06	0,09	0,05	0,05	0,10	0,18	0,04	0,00
Isparta	0,05	0,10	0,13	0,11	0,10	0,04	0,10	0,02

**EK 19. (devam) TOPLAM HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ
TESİSİ YER SEÇİMİ NORMALİZE KARAR MATRİSİ**

Alternatifler	Kriterler							
	THGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
İstanbul	0,04	0,13	0,22	0,19	0,12	0,02	0,33	0,77
İzmir	0,32	0,15	0,17	0,08	0,15	0,02	0,36	0,27
K.maraş	0,08	0,13	0,07	0,06	0,14	0,12	0,13	0,07
Karabük	0,02	0,10	0,12	0,03	0,11	0,08	0,07	0,01
Karaman	0,03	0,03	0,11	0,03	0,10	0,08	0,08	0,01
Kars	0,14	0,07	0,05	0,02	0,04	0,18	0,04	0,01
Kastamonu	0,09	0,10	0,11	0,09	0,08	0,10	0,05	0,02
Kayseri	0,13	0,06	0,13	0,01	0,09	0,04	0,12	0,07
Kırıkkale	0,03	0,06	0,11	0,02	0,10	0,10	0,06	0,01
Kırklareli	0,05	0,06	0,15	0,05	0,11	0,04	0,07	0,04
Kırşehir	0,07	0,03	0,12	0,02	0,09	0,10	0,06	0,01
Kilis	0,01	0,07	0,05	0,04	0,14	0,12	0,11	0,01
Kocaeli	0,06	0,23	0,16	0,44	0,12	0,02	0,05	0,19
Konya	0,35	0,04	0,12	0,05	0,10	0,04	0,08	0,10
Kütahya	0,07	0,12	0,14	0,07	0,09	0,10	0,05	0,03
Malatya	0,07	0,12	0,08	0,03	0,11	0,10	0,06	0,03
Manisa	0,23	0,16	0,10	0,11	0,14	0,08	0,05	0,08
Mardin	0,05	0,03	0,03	0,04	0,13	0,18	0,16	0,02
Mersin	0,15	0,05	0,07	0,06	0,16	0,08	0,15	0,07
Muğla	0,08	0,12	0,14	0,18	0,12	0,02	0,06	0,06
Muş	0,10	0,11	0,03	0,05	0,08	0,18	0,14	0,01
Nevşehir	0,03	0,03	0,13	0,03	0,09	0,10	0,06	0,01
Niğde	0,06	0,04	0,08	0,10	0,09	0,12	0,06	0,02
Ordu	0,05	0,05	0,08	0,06	0,12	0,12	0,03	0,02
Osmaniye	0,03	0,10	0,07	0,08	0,15	0,12	0,13	0,07
Rize	0,01	0,07	0,12	0,11	0,12	0,10	0,03	0,01
Sakarya	0,16	0,22	0,12	0,24	0,12	0,04	0,05	0,07
Samsun	0,12	0,07	0,11	0,04	0,12	0,08	0,04	0,06
Siirt	0,02	0,08	0,08	0,04	0,13	0,18	0,16	0,01
Sinop	0,03	0,05	0,12	0,11	0,12	0,12	0,05	0,01
Sivas	0,12	0,06	0,12	0,02	0,07	0,10	0,12	0,02
Şanlıurfa	0,13	0,04	0,02	0,11	0,15	0,18	0,25	0,09
Şırnak	0,03	0,11	0,03	0,03	0,12	0,18	0,16	0,01
Tekirdağ	0,05	0,14	0,15	0,05	0,12	0,04	0,07	0,13
Tokat	0,10	0,11	0,10	0,09	0,10	0,12	0,04	0,02
Trabzon	0,04	0,07	0,13	0,01	0,12	0,08	0,03	0,03
Tunceli	0,01	0,12	0,10	0,02	0,11	0,12	0,06	0,00
Uşak	0,08	0,09	0,14	0,04	0,10	0,08	0,05	0,03
Van	0,08	0,09	0,03	0,06	0,08	0,18	0,14	0,02
Yalova	0,00	0,20	0,15	0,36	0,12	0,04	0,05	0,01
Yozgat	0,08	0,04	0,08	0,01	0,07	0,12	0,12	0,01
Zonguldak	0,05	0,08	0,15	0,16	0,11	0,08	0,07	0,02

EK 20. TOPLAM HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ AĞIRLIKLIL NORMALİZE KARAR MATRİSİ

Alternatifler	Kriterler							
	THGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
Adana	0,038	0,011	0,002	0,013	0,011	0,004	0,004	0,006
Adıyaman	0,014	0,036	0,000	0,006	0,010	0,013	0,003	0,001
Afyon	0,066	0,025	0,003	0,015	0,007	0,011	0,001	0,002
Ağrı	0,043	0,018	0,000	0,004	0,004	0,020	0,001	0,000
Aksaray	0,029	0,011	0,003	0,006	0,007	0,013	0,002	0,001
Amasya	0,024	0,033	0,003	0,011	0,008	0,011	0,001	0,001
Ankara	0,075	0,011	0,006	0,024	0,007	0,002	0,008	0,013
Antalya	0,023	0,020	0,004	0,021	0,011	0,002	0,003	0,007
Ardahan	0,031	0,020	0,000	0,002	0,002	0,020	0,001	0,000
Artvin	0,007	0,014	0,003	0,052	0,007	0,011	0,001	0,000
Aydın	0,048	0,045	0,003	0,005	0,011	0,004	0,002	0,002
Balıkesir	0,098	0,028	0,003	0,018	0,009	0,009	0,002	0,003
Bartın	0,008	0,017	0,004	0,032	0,008	0,011	0,002	0,000
Batman	0,014	0,011	0,001	0,011	0,010	0,020	0,005	0,001
Bayburt	0,010	0,018	0,003	0,006	0,004	0,013	0,002	0,000
Bilecik	0,010	0,018	0,004	0,017	0,007	0,009	0,002	0,002
Bingöl	0,015	0,049	0,002	0,008	0,007	0,020	0,002	0,000
Bitlis	0,012	0,020	0,001	0,007	0,006	0,020	0,004	0,000
Bolu	0,048	0,048	0,004	0,014	0,006	0,004	0,002	0,001
Burdur	0,024	0,031	0,003	0,012	0,008	0,009	0,003	0,001
Bursa	0,039	0,027	0,004	0,011	0,009	0,002	0,002	0,011
Çanakkale	0,031	0,023	0,003	0,014	0,009	0,004	0,002	0,003
Çankırı	0,019	0,022	0,003	0,011	0,007	0,013	0,001	0,000
Çorum	0,030	0,021	0,002	0,009	0,006	0,011	0,001	0,001
Denizli	0,038	0,036	0,004	0,006	0,010	0,004	0,002	0,003
Diyarbakır	0,066	0,011	0,001	0,006	0,009	0,020	0,007	0,002
Düzce	0,015	0,042	0,004	0,013	0,008	0,011	0,002	0,001
Edirne	0,017	0,014	0,003	0,014	0,008	0,004	0,002	0,001
Elazığ	0,027	0,029	0,002	0,015	0,008	0,011	0,002	0,001
Erzincan	0,014	0,045	0,003	0,005	0,007	0,011	0,002	0,001
Erzurum	0,078	0,034	0,002	0,002	0,003	0,013	0,002	0,001
Eskişehir	0,023	0,022	0,004	0,014	0,007	0,002	0,002	0,003
Gaziantep	0,034	0,013	0,002	0,002	0,009	0,009	0,003	0,007
Giresun	0,012	0,013	0,003	0,018	0,009	0,013	0,001	0,001
Gümüşhane	0,008	0,014	0,003	0,005	0,006	0,013	0,001	0,000
Hakkari	0,007	0,024	0,001	0,026	0,006	0,020	0,004	0,000
Hatay	0,017	0,033	0,002	0,004	0,011	0,011	0,004	0,004
Iğdır	0,019	0,019	0,001	0,008	0,007	0,020	0,001	0,000
Isparta	0,016	0,023	0,004	0,017	0,007	0,004	0,003	0,001

EK 20. (devam) TOPLAM HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ AĞIRLIKLI NORMALİZE KARAR MATRİSİ

	Kriterler							
Alternatifler	THGEEBM	DT	PM	AM	S	BT	İS	ET
İstanbul	0,013	0,030	0,006	0,030	0,009	0,002	0,010	0,038
İzmir	0,105	0,035	0,005	0,012	0,011	0,002	0,011	0,014
Kahramanmaraş	0,026	0,029	0,002	0,009	0,010	0,013	0,004	0,004
Karabük	0,006	0,023	0,003	0,005	0,008	0,009	0,002	0,001
Karaman	0,011	0,008	0,003	0,004	0,007	0,009	0,002	0,001
Kars	0,046	0,015	0,001	0,003	0,003	0,020	0,001	0,000
Kastamonu	0,029	0,022	0,003	0,015	0,006	0,011	0,001	0,001
Kayseri	0,043	0,014	0,004	0,001	0,006	0,004	0,004	0,003
Kırıkkale	0,008	0,014	0,003	0,004	0,008	0,011	0,002	0,001
Kırklareli	0,017	0,013	0,004	0,008	0,008	0,004	0,002	0,002
Kırşehir	0,024	0,007	0,003	0,003	0,007	0,011	0,002	0,000
Kilis	0,002	0,016	0,001	0,007	0,010	0,013	0,003	0,000
Kocaeli	0,019	0,051	0,004	0,069	0,009	0,002	0,002	0,010
Konya	0,115	0,010	0,003	0,007	0,007	0,004	0,002	0,005
Kütahya	0,023	0,028	0,004	0,011	0,006	0,011	0,001	0,001
Malatya	0,022	0,026	0,002	0,005	0,008	0,011	0,002	0,001
Manisa	0,077	0,036	0,003	0,018	0,010	0,009	0,001	0,004
Mardin	0,017	0,006	0,001	0,007	0,010	0,020	0,005	0,001
Mersin	0,050	0,011	0,002	0,009	0,011	0,009	0,004	0,004
Muğla	0,027	0,028	0,004	0,028	0,009	0,002	0,002	0,003
Muş	0,034	0,025	0,001	0,008	0,006	0,020	0,004	0,000
Nevşehir	0,011	0,007	0,003	0,004	0,006	0,011	0,002	0,001
Niğde	0,020	0,010	0,002	0,015	0,007	0,013	0,002	0,001
Ordu	0,016	0,011	0,002	0,009	0,009	0,013	0,001	0,001
Osmaniye	0,010	0,024	0,002	0,013	0,011	0,013	0,004	0,004
Rize	0,003	0,017	0,003	0,017	0,009	0,011	0,001	0,001
Sakarya	0,053	0,049	0,003	0,037	0,009	0,004	0,002	0,003
Samsun	0,041	0,017	0,003	0,007	0,009	0,009	0,001	0,003
Siirt	0,008	0,019	0,002	0,006	0,010	0,020	0,005	0,000
Sinop	0,011	0,011	0,003	0,017	0,008	0,013	0,001	0,000
Sivas	0,038	0,013	0,003	0,003	0,005	0,011	0,004	0,001
Şanlıurfa	0,043	0,008	0,001	0,017	0,011	0,020	0,007	0,004
Şırnak	0,011	0,025	0,001	0,005	0,009	0,020	0,005	0,001
Tekirdağ	0,017	0,031	0,004	0,008	0,008	0,004	0,002	0,007
Tokat	0,032	0,025	0,003	0,013	0,008	0,013	0,001	0,001
Trabzon	0,015	0,015	0,004	0,001	0,009	0,009	0,001	0,001
Tunceli	0,005	0,026	0,003	0,003	0,008	0,013	0,002	0,000
Uşak	0,027	0,020	0,004	0,006	0,007	0,009	0,001	0,002
Van	0,028	0,021	0,001	0,009	0,006	0,020	0,004	0,001
Yalova	0,002	0,046	0,004	0,056	0,009	0,004	0,002	0,001
Yozgat	0,026	0,010	0,002	0,002	0,005	0,013	0,004	0,001
Zonguldak	0,016	0,017	0,004	0,025	0,008	0,009	0,002	0,001

EK 21. TOPLAM HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ S_i^+ , S_i^- ve C_i DEĞERLERİ

Alternatifler	S_i^+	S_i^-	C_i
Adana	0,087	0,078	0,475
Adıyaman	0,112	0,068	0,377
Afyon	0,067	0,089	0,571
Ağrı	0,083	0,086	0,509
Aksaray	0,095	0,080	0,458
Amasya	0,104	0,066	0,387
Ankara	0,057	0,096	0,628
Antalya	0,102	0,063	0,382
Ardahan	0,095	0,081	0,462
Artvin	0,127	0,043	0,251
Aydın	0,087	0,080	0,478
Balıkesir	0,050	0,112	0,692
Bartın	0,119	0,052	0,302
Batman	0,109	0,075	0,407
Bayburt	0,114	0,073	0,390
Bilecik	0,114	0,063	0,354
Bingöl	0,116	0,066	0,362
Bitlis	0,111	0,073	0,395
Bolu	0,090	0,072	0,442
Burdur	0,104	0,065	0,384
Bursa	0,087	0,074	0,461
Çanakkale	0,095	0,069	0,421
Çankırı	0,106	0,068	0,392
Çorum	0,096	0,074	0,436
Denizli	0,092	0,074	0,448
Diyarbakır	0,062	0,101	0,620
Düzce	0,114	0,059	0,344
Edirne	0,108	0,069	0,390
Elazığ	0,100	0,065	0,393
Erzincan	0,116	0,066	0,363
Erzurum	0,061	0,104	0,631
Eskişehir	0,103	0,066	0,391
Gaziantep	0,088	0,085	0,492
Giresun	0,113	0,066	0,369
Gümüşhane	0,115	0,075	0,396
Hakkari	0,119	0,055	0,314
Hatay	0,108	0,070	0,394
Iğdır	0,105	0,074	0,412
Isparta	0,110	0,061	0,356
İstanbul	0,111	0,060	0,353
İzmir	0,044	0,120	0,731

Alternatifler	S_i^+	S_i^-	C_i
Kahramanmaraş	0,099	0,070	0,416
Karabük	0,118	0,070	0,374
Karaman	0,112	0,079	0,414
Kars	0,080	0,090	0,528
Kastamonu	0,097	0,068	0,412
Kayseri	0,083	0,088	0,515
Kırıkkale	0,114	0,076	0,399
Kırklareli	0,107	0,074	0,409
Kırşehir	0,100	0,083	0,456
Kilis	0,120	0,073	0,378
Kocaeli	0,131	0,021	0,138
Konya	0,039	0,136	0,778
Kütahya	0,103	0,067	0,394
Malatya	0,103	0,072	0,413
Manisa	0,063	0,093	0,595
Mardin	0,106	0,081	0,433
Mersin	0,075	0,088	0,539
Muğla	0,103	0,054	0,343
Muş	0,092	0,076	0,453
Nevşehir	0,112	0,080	0,417
Niğde	0,104	0,071	0,408
Ordu	0,107	0,075	0,411
Osmaniye	0,113	0,065	0,365
Rize	0,121	0,063	0,343
Sakarya	0,092	0,061	0,399
Samsun	0,084	0,082	0,492
Siirt	0,114	0,074	0,392
Sinop	0,113	0,068	0,375
Sivas	0,087	0,085	0,494
Şanlıurfa	0,081	0,082	0,504
Şırnak	0,112	0,072	0,391
Tekirdağ	0,108	0,066	0,379
Tokat	0,095	0,070	0,425
Trabzon	0,109	0,079	0,420
Tunceli	0,119	0,071	0,375
Uşak	0,098	0,075	0,436
Van	0,097	0,075	0,435
Yalova	0,139	0,016	0,100
Yozgat	0,097	0,084	0,463
Zonguldak	0,110	0,058	0,344

EK 22. TOPLAM HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ S_i , R_i ve Q_i DEĞERLERİ

Alternatifler	S_i	R_i	$v=0,2$	$v=0,4$	$v=0,6$	$v=0,5$
Adana	0,446	0,224	0,500	0,454	0,408	0,431
Adıyaman	0,571	0,292	0,776	0,711	0,646	0,678
Afyon	0,447	0,142	0,221	0,245	0,269	0,257
Ağrı	0,413	0,208	0,437	0,394	0,350	0,372
Aksaray	0,449	0,249	0,590	0,523	0,455	0,489
Amasya	0,594	0,264	0,686	0,652	0,619	0,636
Ankara	0,406	0,117	0,121	0,154	0,187	0,170
Antalya	0,572	0,265	0,685	0,642	0,600	0,621
Ardahan	0,469	0,245	0,582	0,524	0,467	0,496
Artvin	0,651	0,314	0,879	0,820	0,761	0,791
Aydın	0,588	0,193	0,442	0,467	0,492	0,480
Balıkesir	0,372	0,109	0,081	0,110	0,139	0,125
Bartın	0,614	0,311	0,856	0,788	0,720	0,754
Batman	0,420	0,293	0,733	0,618	0,503	0,561
Bayburt	0,561	0,305	0,817	0,738	0,658	0,698
Bilecik	0,589	0,305	0,826	0,755	0,685	0,720
Bingöl	0,636	0,289	0,786	0,744	0,702	0,723
Bitlis	0,499	0,299	0,778	0,683	0,589	0,636
Bolu	0,664	0,206	0,511	0,549	0,587	0,568
Burdur	0,597	0,265	0,691	0,658	0,624	0,641
Bursa	0,558	0,222	0,530	0,521	0,512	0,516
Çanakkale	0,556	0,242	0,601	0,573	0,546	0,559
Çankırı	0,551	0,278	0,723	0,663	0,604	0,634
Çorum	0,520	0,247	0,604	0,561	0,518	0,540
Denizli	0,582	0,223	0,544	0,541	0,538	0,539
Diyarbakır	0,253	0,144	0,164	0,125	0,085	0,105
Düzce	0,668	0,288	0,795	0,764	0,733	0,748
Edirne	0,562	0,284	0,746	0,684	0,623	0,654
Elazığ	0,569	0,254	0,646	0,612	0,579	0,595
Erzincan	0,682	0,292	0,812	0,782	0,752	0,767
Erzurum	0,437	0,139	0,208	0,231	0,255	0,243
Eskişehir	0,612	0,266	0,701	0,671	0,641	0,656
Gaziantep	0,426	0,234	0,530	0,468	0,407	0,438
Giresun	0,526	0,300	0,789	0,702	0,616	0,659
Gümüşhane	0,535	0,309	0,824	0,732	0,640	0,686
Hakkari	0,574	0,313	0,850	0,768	0,685	0,727
Hatay	0,561	0,283	0,744	0,683	0,622	0,652
Iğdır	0,476	0,278	0,697	0,614	0,531	0,572
Isparta	0,627	0,286	0,775	0,732	0,689	0,711
İstanbul	0,645	0,297	0,816	0,771	0,725	0,748

EK 22. (devam) TOPLAM HAYVAN GÜBRESİ KAYNAKLI BİYOGAZ TESİSİ YER SEÇİMİ S_i , R_i ve Q_i DEĞERLERİ

Alternatifler	S_i	R_i	$v=0,2$	$v=0,4$	$v=0,6$	$v=0,5$
İzmir	0,367	0,142	0,195	0,193	0,192	0,192
Kahramanmaraş	0,512	0,258	0,640	0,585	0,531	0,558
Karabük	0,596	0,315	0,864	0,787	0,710	0,748
Karaman	0,507	0,302	0,792	0,697	0,603	0,650
Kars	0,397	0,200	0,402	0,361	0,320	0,341
Kastamonu	0,548	0,250	0,623	0,587	0,551	0,569
Kayseri	0,469	0,210	0,461	0,434	0,406	0,420
Kırıkkale	0,531	0,309	0,822	0,729	0,636	0,683
Kırklareli	0,547	0,285	0,746	0,679	0,612	0,645
Kırşehir	0,452	0,263	0,640	0,561	0,482	0,522
Kilis	0,515	0,326	0,877	0,764	0,652	0,708
Kocaeli	0,875	0,278	0,826	0,869	0,913	0,891
Konya	0,248	0,097	0,000	0,000	0,000	0,000
Kütahya	0,586	0,267	0,696	0,657	0,617	0,637
Malatya	0,544	0,269	0,689	0,635	0,581	0,608
Manisa	0,462	0,147	0,241	0,266	0,291	0,278
Mardin	0,383	0,285	0,691	0,572	0,452	0,512
Mersin	0,370	0,189	0,356	0,316	0,275	0,296
Muğla	0,646	0,254	0,671	0,662	0,653	0,657
Muş	0,459	0,234	0,540	0,490	0,439	0,464
Nevşehir	0,498	0,302	0,788	0,691	0,593	0,642
Niğde	0,489	0,274	0,689	0,613	0,537	0,575
Ordu	0,482	0,287	0,731	0,641	0,552	0,597
Osmaniye	0,536	0,304	0,807	0,720	0,633	0,676
Rize	0,586	0,326	0,897	0,808	0,718	0,763
Sakarya	0,681	0,213	0,539	0,576	0,614	0,595
Samsun	0,459	0,215	0,474	0,440	0,405	0,422
Siirt	0,473	0,309	0,805	0,694	0,582	0,638
Sinop	0,519	0,301	0,793	0,702	0,612	0,657
Sivas	0,450	0,223	0,500	0,456	0,412	0,434
Şanlıurfa	0,315	0,208	0,405	0,331	0,256	0,293
Şırnak	0,493	0,300	0,781	0,683	0,586	0,635
Tekirdağ	0,633	0,285	0,772	0,732	0,693	0,713
Tokat	0,521	0,240	0,582	0,546	0,509	0,527
Trabzon	0,519	0,291	0,756	0,675	0,594	0,635
Tunceli	0,584	0,319	0,875	0,790	0,706	0,748
Uşak	0,529	0,254	0,633	0,587	0,541	0,564
Van	0,461	0,253	0,606	0,540	0,473	0,506
Yalova	0,865	0,329	0,997	0,994	0,991	0,993
Yozgat	0,445	0,257	0,614	0,539	0,464	0,501
Zonguldak	0,585	0,288	0,765	0,708	0,651	0,680