

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**SİVAS İLİ HAYVANSAL ATIK KAYNAKLI SÜRDÜRÜLEBİLİR BİYOGAZ
ÜRETİMİ İÇİN OPTİMUM TESİS LOKASYONLARININ BELİRLENMESİ**

İrfan YOKUŞ

**TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**ANKARA
2019**

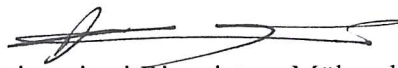
Her hakkı saklıdır

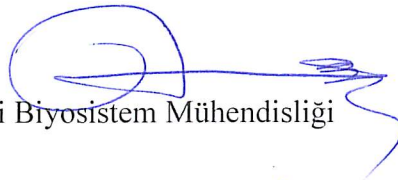
TEZ ONAYI

İrfan YOKUŞ tarafından hazırlanan “**Sivas İli Hayvansal Atık Kaynaklı Sürdürülebilir Biyogaz Üretimi İçin Optimum Tesis Lokasyonlarının Belirlenmesi**” adlı tez çalışması **12/03/2019** tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği** Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU 
Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Anabilim Dalı

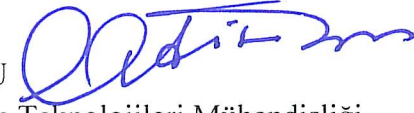
Jüri Üyeleri:

Başkan : Prof. Dr. Ali KASAP 
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği
Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ 
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği
Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU 
Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Anabilim Dalı

Üye : Doç Dr. Ufuk TÜRKER 
Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Anabilim Dalı

Üye : Dr. Öğretim Üyesi M. Ali DAYIOĞLU 
Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN

Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

İrfan YOKUŞ



12.03.2019

ÖZET

Doktora Tezi

SİVAS İLİ HAYVANSAL ATIK KAYNAKLI SÜRDÜRÜLEBİLİR BİYOGAZ ÜRETİMİ İÇİN OPTİMUM TESİS LOKASYONLARININ BELİRLENMESİ

İrfan YOKUŞ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU

Tarımsal atık yönetiminin önemi son yıllarda artmakla birlikte, doğru değerlendirmeler yapılabilmesi için teknolojik imkânlardan yararlanılmaktadır. Bu teknoloji imkânlarından olan Coğrafi Bilgi Sistemlerinin atık yönetiminde kullanılması da hız kazanmıştır.

Sivas ilinde katı atıkların ve özellikle tarımsal atıkların geri dönüşümü açısından değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu değerlendirme mutlaka entegre bir yönetim ile yapılmalıdır. Tüm hayvansal atıkların belirli bir güzergahta toplanarak tek bir nokta yerine bölgeye yakın bir çok noktada kurulabilecek tesislerde değerlendirilmesi ekonomik açıdan daha uygun olacaktır.

Bu çalışmada; Sivas İli hayvansal atık miktarını esas alan biyogaz potansiyeli belirlenerek sürdürülebilir biyogaz üretimi için il genelinde tesis lokasyonları belirlenmiş ve ArcGIS tabanlı haritalamalar yapılmıştır.

İl genelinde 4 havzada, 25-50kW'lık 248, 50-100 kW'lık 161, 100-250 kW'lık 70, 250-500kW'lık 8, 500-2500kW'lık 6 adet tesis kurulabileceği hesaplanmıştır. Sürdürülebilir üretim için yol ağı ile atık toplama potansiyeli göz önüne alındığında 1 MW'lık 4, 500kW'lık 3, 250 kW'lık 18, 150kW'lık 49 tesis kurulabileceği tespit edilmiştir.

Mart 2019, 145 sayfa

Anahtar Kelimeler: Biyogaz, Biyogaz potansiyeli, hayvansal atık, Sivas, Coğrafi Bilgi Sistemleri

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

DETERMINE THE OPTIMAL SITES FOR SUSTAINABLE BIOGAS PRODUCTION FROM ANIMAL WASTE IN SİVAS

İrfan YOKUŞ

Ankara University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU

Although the importance of agricultural management has increased in recent years, technological opportunities are being used to make accurate evaluations. Geographical Information Systems that opportunity of this technology has accelerated the use of waste management.

It should be evaluated in terms of the recycling of solid wastes and especially agricultural wastes in Sivas . These evaluates should make with an integrated management. Animal waste is collected in a specific route rather than a single point close to the region that can be installed at many points should be considered in the facilities.

In this study, biogas potential based on the amount of animal waste was determined by determining the plant locations in the Sivas Province for sustainable biogas production and the ArcGIS-based mapping was performed based on the results.

In the province, 25-50kW 248, 50-100 kW 161, 100-250 kW 70, 250-500kW 8, 500-2500kW 6 facilities can be established. Waste collection potential and road network for sustainable production it determined that 1 MW 4, 500 kW 3, 250 kW 18, 150 kW 49 facilities can be established.

March 2019, 145 pages

Key Words: Biogas, animal waste, Sivas, biogas potential, Geographic Information System

TEŞEKKÜR

“Sivas İli Hayvansal Atık Kaynaklı Sürdürülebilir Biyogaz Üretimi için Optimum Tesis Lokasyonlarının Belirlenmesi” konulu tez çalışmamda; bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek akademik ortamda olduğu kadar beşeri ilişkilerde de engin fikirleriyle yetişme ve gelişmeye katkıda bulunan danışman hocam, Sayın Prof. Dr. Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU’na, (Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı) çalışmam sürecince emeklerini hiç esirgemeyen Tez İzleme Kurulu üyelerim olan Prof. Dr. Ali KASAP (Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı) ve Prof. Dr. Gazanfer ÖZGÜNEŞ (Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı) Doç. Dr. Ufuk TÜRKER, Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Ali DAYIOĞLU’na, (Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı) sahadaki verileri temin etmemde her daim desteği olan Zekeriya SARITAŞ VE Osman Nuri BULUT’a (DSİ 19. Bölge Müdürlüğü), varlığıyla her daim destek veren sevgili eşime ve oğluma, manevi destekleri ile bana güç veren tüm dostlarıma ve büyüklerime teşekkürü bir borç bilirim.

İrfan YOKUŞ

Ankara, Mart 2019

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK i

ÖZET.....ii

ABSTRACT.....iii

TEŞEKKÜRiv

SİMGELER DİZİNİvii

ŞEKİLLER DİZİNİxi

ÇİZELGELER DİZİNİxiii

1. GİRİŞ 1

1.1 Hayvansal Atık Yönetimi 5

1.1.1 Atık yönetimi..... 6

1.1.2 Biyogaz teknolojisi..... 8

1.2 CBS Teknolojisi 9

1.3 Kentsel ve Tarımsal Atık Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanımı20

2. KAYNAK ÖZETLERİ 22

3. MATERYAL VE YÖNTEM.....42

3.1 Materyal42

3.1.1 Sivas ili tarımsal nüfus dağılımı44

3.1.2 Sivas ili arazi dağılımı44

3.1.3 Sivas ili tarımsal işletme büyüklükleri ve dağılımı45

3.1.4 Sivas ili tarımsal arazi dağılımı46

3.1.5 Sivas ili büyükbaş hayvancılık işletmeleri dağılımı48

3.1.6 Sivas ili küçükbaş hayvancılık işletmeleri dağılımı50

3.1.7 Sivas ili kanatlı işletmeleri dağılımı53

3.2 Yöntem 55

3.2.1 Teorik atık potansiyelinin belirlenmesi59

3.2.2 Teorik enerji potansiyelinin belirlenmesi61

3.2.3 Kullanılabilir enerji potansiyelinin belirlenmesi62

3.2.4 Havza bazlı kurulu güç kapasitesi.....63

3.2.5 Veritabanı oluşturulması64

3.2.6 Havza bazlı tesis noktalarının idari merkez olarak belirlenmesi67

3.2.7 NetCAD tabanlı harita katmanlarının belirlenmesi.....70

3.2.8 Tesis Noktalarının uygun parsellere aktarılması76

3.2.9 Web Sitesi kurulması.....76

3.2.10 Tesis Noktalarının web tabanına aktarılarak dinamik hale getirilmesi77

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	79
4.1 Sivas İli Hayvan Varlığının Havzalara Göre Yoğunluğu	79
4.2 Sivas Havza Bazlı Hayvansal Atık Miktarları	86
4.3 Sivas İli Havza Bazlı Hayvansal Atık Biyogaz, Enerji Potansiyelleri ve Tesis Güç Değerleri	96
4.4 Havza Bazlı Tesis Noktalarının Belirlenmesi	106
4.5 Biyogaz Tesisi Noktalarının Web Tabanına Aktarılarak Dinamik Hale Getirilmesi	127
5. SONUÇ	134
KAYNAKLAR	137
ÖZGEÇMİŞ	145

SİMGELER DİZİNİ

CO ₂	Karbondioksit
K	Potasyum
M	Megajoule
N	Azot
P	Fosfor

Kısaltmalar

AHP	Analitik Hiyerarşi Proses
AHY	Analitik Hiyerarşi Yönetimi
AML	Arc Macro Language
ANP	Analitik Serim Süreci
Arc/Info	ArcGIS Yazılımı Grafik Veri Formatı
ArcCatalog	ArcGIS için Grafik Bileşenleri
ArcGIS	Ölçeklendirilebilir Entegre Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılımı
ArcIMS	Web Tabanlı Harita Sunucusu
ArcObjects	ArcGIS Yazılım Bileşenleri Kütüphanesi
ArcView	Grafik Bilgi Sistem Yazılımı
ARGUS	Veri Girişi Arayüzü
AutoCAD MAP	3D Haritalama Yazılımı
Base Mapper	Veri Koleksiyonu
BB	Büyükbaş
BHS	Büyükbaş Hayvan Sayısı
CaCO ₃	Kalsiyum Karbonat
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
DB2	Veri Tabanı Sunucusu

EC	Elektriksel İletkenlik
EEM	Enterprise Engineering Server
EGHAS	Harita Yazılım programı
ELECTRE III	Elimination Et Choix Traduisant la Realite-Elimination
ELECTRE TRI	Elimination Et Choix Traduisant la Realite-Elimination
CaCO ₃	Kalsiyum Karbonat
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
DB2	Veri Tabanı Sunucusu
EC	Elektriksel İletkenlik
EEM	Enterprise Engineering Server
EGHAS	Harita Yazılım programı
ELECTRE III	Elimination Et Choix Traduisant la Realite-Elimination
ELECTRE TRI	Elimination Et Choix Traduisant la Realite-Elimination
EPA	Environmental Protection Agency
ESRI	GIS Mapping Software
GBAM	Günlük Büyükbaş Atık Miktarı
GeoMedia	Comprehensive and dynamic GIS Software
GIS	Geographic Information System
GRASS	Ücretsiz Coğrafi Bilgi Sistem Yazılımı
IBM	International Business Machines
IDRISI	Cofrafi Bilgi Sistem Yazılımı
IMS	Internet Map Server
INTEGRAPH MGE	The Intergraph Modular GIS Environment
İVTYS	İlişkisel Veri Tabanı Yönetim Sistemi
Java	Programlama Dili

K	Kanatlı Hayvan
KB	Küçükbaş
KBHS	Küçükbaş Hayvan Sayısı
KHS	Kanatlı Hayvan Sayısı
KML	Keyhole Markup Language
kWh	Kilowatt-saat (1×10^3 W)
LCA	Yaşam Döngüsü Analizi
LINUX	Unix İşletim Sistemi
MapInfo	Masaüstü Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılımı
MapObjects	Harita Yazılım Bileşenleri
Maptitude	Coğrafi Bilgi Sistem Yazılımı
MapX	Vektöre Tabanlı Çizim Yazılımı
MCDA	Multicriteria Decision Aid
MGE	Modular GIS Environment
MJ	Megajoule
MSSQL Server	Veritabanı Sunucu Yazılımı
MTEP	Milyon ton eşdeğer petrol
MW	Megawatt
NETCAD	CAD (Computer Aided Design) Tabanlı Harita Çizim Programı
ODBS	Open Database Standart
Oracle	Veri Tabanı Sunucusu
P	Fosfor
PC	Bilgisayar
pH	Power of Hydrogen
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations

RAD	Süratli Uygulama Geliştirici
RDBMS	Relational Database Management System
RIS	Relational Interface System
SDE	Spatial Database Engine
SMALLWORLD	Ticari Konumsal Veri Yönetimi Yazılımı
Statip	Sorunlu Tarım Arazilerinin Tespiti Ve İyileştirilmesi Projesi
Sybase	Veri Tabanı Sunucusu
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TİGEM	Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü
TYAP	Toplam Yaş Atık Potansiyeli
UA	Uzaktan Algılama
UK	Uçucu katı
UNIX	İşletim Sistemi
VIKOR	VIšekriterijumsko KOmpromisno Rangiranje
Visual Basic	Programlama Dili
Visual C++	General "C suite" of Programming Languages
XDR	External Data Representation

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Entegre katı atık yönetimi hiyerarşisi (Onurbaş Avcıoğlu vd. 2011)	7
Şekil 1.2 Örnek tümleşik katı atık yönetimine kullanılan teknolojiler (Tolay 2011)	8
Şekil 1.3 Coğrafi bilgi sistemleri temel aşamaları (Çiçek ve Şenkul 2006)	9
Şekil 1.4 Raster verileri dörtlü ağaç kodlama (Alkuş 1996).....	11
Şekil 1.5 Ağ veri modeli (Alkuş 1996)	11
Şekil 3.1 Sivas İli havzaları (Anonim 2010)	43
Şekil 3.2 Sivas İli arazi dağılımı (Anonim 2017a).....	45
Şekil 3.3 Sivas ili büyükbaş hayvancılık işletme büyüklükleri	48
Şekil 3.4 Sivas ili büyükbaş hayvan sayıları dağılımı	50
Şekil 3.5 Sivas ili küçükbaş hayvan sayıları dağılımı (Anonim 2017c)	51
Şekil 3.6 Sivas ili küçükbaş işletme sayıları dağılımı.....	52
Şekil 3.7 Sivas ili kümes hayvan sayıları dağılımı	54
Şekil 3.8 Hayvansal atık kaynaklı sürdürülebilir biyogaz üretimi için potansiyel tesis noktalarının saptanması için akış diyagramı	56
Şekil 3.9 Sivas İli havzaları veri giriş ekranı	66
Şekil 3.10 Sivas İli ilçeleri veri giriş ekranı	66
Şekil 3.11 Sivas İli köyleri veri giriş ekranı.....	67
Şekil 3.12 Sivas İli arazi kullanım kabiliyeti harita katmanı	71
Şekil 3.13 Sivas İli kadastro köy sınırları harita katmanı	72
Şekil 3.14 Sivas İli kadastro köy sınırları harita katmanı	72
Şekil 3.15 Sivas İli statip harita katmanı.....	73
Şekil 3.16 Sivas İli statip harita katmanı.....	73
Şekil 3.17 Sivas İli topografik köy sınırı harita katmanı	74
Şekil 3.18 Sivas İli 1/25000 ölçekli topografik NetCAD harita katmanı	74
Şekil 3.19 Sivas İli ikonos uydu görüntüleri harita katmanı	75
Şekil 3.20 NetCAD harita yazılımı ekran görüntüsü	75
Şekil 3.21 Örnek Tesis noktası parseli parsel sorgulama uygulaması ekran görüntüsü.....	78
Şekil 3.22 Örnek tesis noktası parseli google earth işaretlenmiş parsel ekran görüntüsü.....	78
Şekil 4.1 Sivas ili havza bazlı büyükbaş hayvan dağılım haritaları	80
Şekil 4.2 Sivas ili havza bazlı küçükbaş hayvan dağılım haritaları	81
Şekil 4.4 Sivas ili havza lokasyonları	83
Şekil 4.5 Sivas ili büyükbaş hayvan varlığı yoğunluğu	84
Şekil 4.6 Sivas ili küçükbaş hayvan varlığı yoğunluğu	85
Şekil 4.7 Sivas ili kanatlı hayvan varlığı yoğunluğu	85
Şekil 4.8 13 Erciyes Havzası 1. Lokasyon yaş ve kullanılabilir katı atık dağılımı.....	88
Şekil 4.9 13 Erciyes Havzası 2. Lokasyon yaş ve kullanılabilir katı atık dağılımı.....	89
Şekil 4.10 13 Erciyes Havzası 3. Lokasyon yaş ve kullanılabilir katı atık dağılımı.....	90

Şekil 4.11 29 Fırat Havzası 1. Lokasyon yaş ve kullanılabilir katı atık dağılımı	91
Şekil 4.12 29 Fırat Havzası 2. Lokasyon yaş ve kullanılabilir katı atık dağılımı	92
Şekil 4.13 18 18 Yeşilirmak Havzası yaş ve kullanılabilir katı atık dağılımı.....	93
Şekil 4.14 10 Yukarı Fırat Havzası yaş ve kullanılabilir katı atık dağılımı	94
Şekil 4.15 10 Sivas ili yaş atık dağılımı	95
Şekil 4.16 10 Sivas ili kullanılabilir katı atık dağılımı	96
Şekil 4.17 Sivas ili havzalarındaki kullanılabilir hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli dağılımı	98
Şekil 4.18 Sivas ili kullanılabilir hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli dağılımı	101
Şekil 4.19 Sivas ili havzalarındaki kullanılabilir hayvansal atık kaynaklı biyogaz enerji potansiyeli dağılımı	102
Şekil 4.20 Sivas ili kullanılabilir hayvansal atık kaynaklı biyogaz enerji potansiyeli dağılımı	105
4.21 Sivas ili havzalarındaki kullanılabilir hayvansal atık kaynaklı güç potansiyel dağılımı	107
Şekil 4. 22 Sivas ili kullanılabilir hayvansal atık kaynaklı güç potansiyel dağılımı	108
Şekil 4.23 Tüm ilçe bağlantılı şehirlerarası yol ağı.....	114
Şekil 4.24 Sivas Karayolları 16. Bölge yol durumu (Anonim 2018r)	115
Şekil 4.25 Sivas ili şehirlerarası yol ağı ile bütünleştirilmiş 5, 10, 20, 40 km'lik alanlar	116
Şekil 4.26 Optimum tesis lokasyonları ArcGIS yazılımı sonuç ekranı	117
Şekil 4.27 Havza bazlı hayvansal atık kaynaklı optimum biyogaz tesis lokasyonları	118
Şekil 4.28 Sivas ili hayvansal atık kaynaklı optimum biyogaz tesis lokasyonları.....	119
Şekil 4.29 Sivas ili parsel bazlı topoğrafik pafta haritası.....	121
Şekil 4.30 Sivas ili statip haritaları	121
Şekil 4.31 Sivas ili arazi kabiliyet haritası	122
Şekil 4.32 Hafik ilçesi Gökçin Köyü 121/364 parsel numaralı 100-150 kW tesis lokasyonu	123
Şekil 4.33 Altınyayla ilçesi Aydın Mahallesi 144/2 parsel numaralı 250-300 kW tesis lokasyonu	124
Şekil 4.34 Web ana ekran ara yüzü görüntüsü	128
Şekil 4.35 Web ara yüzü tesis başlıkları ekran görüntüsü	129
Şekil 4.36 Örnek tesis noktası açılır pencere ekran görüntüsü	131
Şekil 4.37 Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü parsel sorgulama uygulaması arayüzü	132
Şekil 4.38 Örnek tesis noktası parseli parsel sorgulama uygulaması ekran görüntüsü.....	132
Şekil 4.39 Örnek tesis noktası parseli Google Earth işaretlenmiş parsel ekran görüntüsü.....	133

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Sivas İli arazi dağılımı (Anonim 2017b)	44
Çizelge 3.2 Sivas ili tarımsal işletme sayıları (Anonim 2011e), (Anonim 2017b).....	46
Çizelge 3.3 Sivas ili arazi dağılımı(Anonim 2017a).....	47
Çizelge 3.4 Sivas ili büyükbaş hayvancılık işletmeleri (Anonim 2017c).	48
Çizelge 3.5 Sivas ili büyükbaş hayvan sayıları (Anonim 2017d).	49
Çizelge 3.6 Sivas ili küçükbaş hayvan sayıları (Anonim 2017c).....	51
Çizelge 3.7 Sivas ili küçükbaş işletme büyüklükleri (Anonim 2017c).....	52
Çizelge 3.8 Sivas ili kanatlı hayvan sayıları (Anonim 2016).....	53
Çizelge 3.9 İşletme büyüklüklerine göre kümes hayvanı ve işletme sayısı (Anonim 2016).	53
Çizelge 3.10 Hayvan cinslerine göre atık özellikleri ve biyogaz verimleri (Omer ve Fadalla 2003, Köttner 2003, Koçer vd. 2006), Başçetinçelik vd. 2007, Eryaşar 2007, Önder 2009, Onurbas ve Türker 2012)	57
Çizelge 3.11 Katı madde oranı ile ilgili ilde bulunan işletmelerden örneklem usulü alınan atık numuneleri ve analiz durumu	58
Çizelge 3.12 Havzalara göre hayvan sayıları.....	63
Çizelge 4.1 2017 yılı verilerine göre Sivas ili toplam hayvansal atık değerleri	87
Çizelge 4.2 2017 yılı verilerine göre Sivas havzalarındaki kullanılabilir hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli, enerji potansiyeli ve tesis kurulu güç değerleri.	97
Çizelge 4.3 Havza bazlı kurulu güç miktarlarına bağlı olarak tesis sayıları.....	109
Çizelge 4.4 Havza lokasyonları kurulu güç miktarlarına bağlı olarak tesis sayıları.....	111
Çizelge 4.5 Sürdürülebilir biyogaz üretimi için Sivas ili hayvansal atık kaynaklı optimum tesis lokasyonları.....	125

1. GİRİŞ

Tarımın ve hayvancılığın gelişmesine paralel olarak hayvancılık ile hayvan ve tarımsal atıkların potansiyeli her geçen gün artmaktadır. Ülkemizde tarımsal atıklar ve hayvan atıkları açısından büyük bir potansiyele sahip olmasına rağmen, bu atıklar doğru şekilde kullanılamamaktadır. Bu atıklar doğrudan yakılır veya çevreye dağılmaktadır. Küçük bir kısmı uzun süre açık alanlarda tutulduktan sonra tarım alanlarında gübre olarak kullanılmaktadır.

Hayvansal atıklar düzenli kontrol altında alınamamakta ve bilinçsizce yetiştirme alanları, meralar, açık alanlar ve nehirler içine dökülmesi nedeniyle, toprağın biyolojik yapısı kirlenme nedeniyle yok edilmektedir. Ayrıca, insan ve çevre sağlığı özellikle yaz aylarında, aşırı istenmeyen koku ve sivrisinek oluşumu nedeniyle tehdit edilmektedir. (Onurbaş Avcıoğlu vd. 2013).

Ülkemizin mevcut hayvan atıkları potansiyeli değerlendirilmeli ve biyogaz üretiminde kullanımı genişletilmeli ve çevre sağlığı için bu tür atıklar kontrol edilmelidir. Böylece, hayvan atıklarının olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılmasının yanı sıra, enerji üretimi ve bitkisel üretim için yararlı fermente gübrelerin üretiminin sağlanması da mümkün olacaktır (Onurbaş-Avcıoğlu ve Türker 2012).

İşlenmemiş hayvansal ve çiftlik atıklarının tarımsal arazilere uygulanması ile atık içinde bulunan zararlı maddeler tarım toprağının verimliliğini düşürmekte ve çevresel kirliliğe sebep olmaktadır. Mevcut durumda uygulanan depolama, kontrolsüz yakma veya su kaynaklarına deşarj, organik içeriği yüksek ve enerji üretim potansiyeli olan bu atıkların değer kaybına yol açmaktadır. Bütün bu yanlış atık uygulamaları göz önünde bulundurulduğunda, hayvansal atıklar için sürdürülebilir atık yönetimi yaklaşımının benimsenmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Hayvansal atık yönetiminin amacı, büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvancılığın gerçekleştirildiği bölgelerde, büyük potansiyele sahip hayvan atıklarının hayvan atıklarının kullanım kapasitesini, sağlıklı çevre, ekonomik ve sosyal yararlar dikkate alınarak ve sürdürülebilir biçimde arttırmaktır (Sümer vd. 2016).

Hayvansal atık yönetim teknolojisinin gelişmesine paralel olarak, bilgi sistemlerinin atık teknolojilerinde kullanılması her geçen gün artmaktadır.

Bilgisayar teknolojisinde meydana gelen gelişmeler, veri depolanması, veri düzenlenmesi, veri paylaşımı, verinin yeniden değerlendirilmesi ve veri analizi gibi konuların yapılabirliğini arttırmıştır. Konuma dayalı bilgi sistemleri ile ilgilenenlerin ve kullananların hızla artış göstermesi, geleneksel yöntemlerle araştırma ve üretim yapan teknik ve bilim adamlarının da bu sistemlere yönelmesine sebep olmuştur. Coğrafi Bilgi Sistemleri 2000’li yılların ana bilişim fonksiyonunu oluşturmaktadır. Verileri, coğrafi koordinatlarına bağlı olarak ilişkisel veri tabanı yönetim sisteminde saklayan Coğrafi Bilgi Sistemleri, dünya üzerindeki verilerin ilişkilendirilmesinde ve bilgilerin paylaştırılmasında büyük çığır açmıştır. CBS, birçok problemin hızlı ve etkili bir şekilde çözülmesinde önemli bir araç haline gelmiştir. CBS’nin çevre problemlerinin çözümünde kullanımı, en güçlü ve en başarılı uygulama alanlarından biridir. Çevre Koruma Dairesi (EPA: Environmental Protection Agency), 1987 yılında Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Programını kurmuş, CBS’nin çevre problemlerinin çözümünde kullanımı ile ilgili olarak 1994 ve 1999 yıllarında iki ulusal konferans düzenlemiştir. Çevre problemlerinin tanımlanmasında, değerlendirilmesinde ve çözümünde CBS’nin nasıl kullanılabileceği tartışılmıştır (Çay vd. 2007).

Uzun yıllardan bugüne kadar, araştırmacılar harita ve küre gibi modelleri kullanarak dünyayı yorumlamaya, anlamaya ve keşfetmeye çalıştılar. Son 30-40 yılda, bu modeller bilgisayarlara aktarılarak, modellerin daha iyi anlaşılması ve işlevsel hale getirilmesi sağlanmıştır. Ve aynı zamanda modeller her yıl daha anlaşılır ve net hale getirilirken işlevsellik de arttı. Bilgisayarlar aracılığıyla işlevselliği artıran modeller, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile analitik boyutlara taşınmıştır (Ocak vd. 2013).

Coğrafi Bilgi Sistemleri veri tabanında analiz edilecek ve sorgulanacak konu ile ilgili çok farklı kaynaklardan gelen veriler (iklim, toprak, arazi kullanımı, yükseklik, yağış, sıcaklık, nüfus, yollar, v.b.) katmanlar halinde bilgisayara aktarılmakta olup; tanımlanmış yöntemler kapsamında sorgulamalar yapılmakta ve yeni bilgiler üretilmektedir.

Örneğin, belirli bir hayvansal üretim için en uygun alanların seçilmesinde; arazi yapısı, mera alanlarının potansiyeli, yağış, sıcaklık v.b. faktörler, uygun alanların belirlenmesi sağlanabilmektedir. Bu çalışmanın sonucunda ise, harita, grafik, istatistiksel listeler gibi veriler çıkarılarak en doğru kararı almaya yönelik değerlendirmeler yapılmaktadır (Anonim 2018a).

Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojileri ile coğrafi olarak başvuru alan bilgileri toplamak, depolamak, işlemek, analiz etmek, sorgulamak ve yönetmek mümkündür. Bu nedenle, tüm aşamaları ile Coğrafi Bilgi Sistemleri, hemen hemen her sektörde ekonomik ve stratejik değerde artan bir araç haline gelmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojileri sayesinde; bilgi akışını hızlandırmak, iş verimliliğini artırmak, etkili ve doğru analizler yapmak, veri güncellemesini kolaylaştırmak, emek ve zaman kaybını önlemek mümkündür (Anonim 2012).

Bilgisayar teknolojisine dayanan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), farklı alanlarda ve bu alanlardaki sorunları çözmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye’de birçok kurum ve kuruluş tarafından da kullanılmaktadır. (Çiçek ve Şenkul 2006).

1990’lardan bu yana, coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) önemi hem özel sektör hem de kamu kurumları ve kuruluşlarında artmıştır. Özellikle, kamu kurumları ve kuruluşlar CBS ile ilgili proje geliştirme çalışmaları ve operasyonlarında öncülük etmiştir. Türkiye arazi bilgi sistemi için gerekli bilgileri toplamak amacıyla, ilk CBS çalışmaları TSK Harita genel Komutanlığı tarafından başlatılmıştır(Çoruhlu ve Demir 2009).

Tarımın kendine has özellikleri ve kayıt tutma problemi nedeniyle veri temini konusunda zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu nedenle tarım gelişen teknoloji ile teknolojinin getirmiş olduğu yeniliklere adapte olmak zorundadır ve bu yeniliklerden birisi de CBS teknolojisidir. Hemen hemen bütün alanlarda kullanılabilen CBS tarımda da geniş uygulama alanlarına sahiptir ve önemli kolaylıklar sağlamaktadır. CBS teknolojisinin kullanımı ile veriler dijital ortamda tutulabilmekte, güncellenmesi kolaylaşmakta ve mevcut veriler ile modeller oluşturularak bir standardın geliştirilmesi mümkün olabilmektedir (Coşar ve Engindeniz 2011).

Büyük hacimli coğrafi veriler; veri toplama, depolama, işleme, yönetim, mekansal analiz, sorgu ve donanım, yazılım, personel, coğrafi veri ve veri kullanımı ile tüm CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) bir bütün olarak: mekânsal olarak etkili, hızlı, güvenli ve doğru analiz, modelleme ve görselleştirme imkanı oluşturmaktadır (Anonim 2013).

Bu çalışmada; Sivas Tarım ve Orman İl Müdürlüğü'nün verileri kullanılarak Sivas İli'nin yetiştiriciliği yapılan büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvancılığı durumu incelenmiş ve Sivas İli hayvancılığı mevcut istatistikî değerleri kullanılarak ve belirli bilimsel ölçütler kapsamında elde edilebilecek biyogaz üretim potansiyeli belirlenmiştir. Oluşturulan veriler CBS yardımıyla analiz edilerek potansiyel biyogaz tesis kurulum noktaları belirlenmeye çalışılmıştır.

Tez çalışması altı bölümden oluşmaktadır:

GİRİŞ Bölümünde; hayvansal atık yönetimi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) konusunda genel açıklamalar yapılarak tez çalışmasının amacı, önemi ve kapsamından söz edilerek CBS'nin tarihçesi, dünyadaki ve Türkiye'deki durumu, bugüne kadar kullanılan CBS yazılımları, kentsel atık, katı atık ve tarımsal atık yönetiminde CBS uygulamaları gibi genel bilgilere yer verilmiştir.

KAYNAK ÖZETLERİ Bölümünde; Tez çalışmasına dayanak olan kuramsal temeller ile ilgili ölçütler ve yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM Bölümünde; araştırma kapsamında Sivas İli'nde mevcut hayvancılık işletmelerinin özellikleri, hayvan sayıları ve kapasiteleri ortaya konulmuştur. Bu çerçevede Sivas Tarım ve Orman İl Müdürlüğü verileri araştırmanın temel materyalini oluşturmuştur. Yöntemde ise; ilin sürdürülebilir biyogaz üretim potansiyeli, elde edilebilecek atık miktarının ve tesis büyüklüğü için örnek işletmelerde yapılan atık analiz sonuçları ve literatür değerleri dikkate alınmıştır. İl genelinde Tarım ve Orman Bakanlığı havza sistemi temel alınarak hayvansal atık potansiyeli dikkate alınarak tesis lokasyonları Coğrafi Bilgi Sistemlerinden ArcGIS yazılımı ile belirlenip

ArcGIS tabanlı haritalar oluşturulmuştur. ArcGIS yazılımı Cumhuriyet Üniversitesi Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalında bulunan orijinal yazılımlar kullanılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA Bölümünde; ilk aşamada hayvanların günlük taze atık miktarları, ahırda kalma süreleri dikkate alınarak kullanılabilir atık miktarı ve atıkların katı madde oranları kullanılarak hayvanlardan elde edilebilecek katı atık miktarları verilmiştir. Sonraki aşamada hayvansal atıkların biyogaz potansiyel değerleri ve eşdeğer enerji karşılıkları, kurulacak tesis sayısı ve tesis kurulu güçleri hem il hem de ilçe bazında haritalar üzerinde gösterilmiştir. Ayrıca idari merkezlerde bulunan işletmelerin hayvan sayılarına göre hesaplanan tesis büyüklükleri belirlenmiş ve lokasyonları ArcGIS ve NetCAD CBS yazılımları kullanılarak belirlenmiş ve haritalandırılmıştır. Ve web tabanlı olarak kullanıma sunulmuştur.

SONUÇ Bölümünde; hazırlanan haritalar ve katı atık yönetiminde CBS uygulamalarının, tesis haritalarının ve oluşturulan web tabanlı dinamik yapının sağlayacağı faydalardan söz edilmiştir.

1.1 Hayvansal Atık Yönetimi

Tarımsal üretim esnasında ortaya çıkan atıkları bitkisel atıklar ve hayvansal atıklar diye iki gruba ayırmak mümkündür.

Bitkisel atıklar üç gruba ayrılmaktadır:

- 1) Tek yıllık bitkisel ürün atıkları: Hububat gibi tek yıllık bitkisel ürünlerin hasadından sonra tarlada kalan atıklardır.
- 2) Çok yıllık bitkisel ürün atıkları: Çok yıllık gövdeli yada gövdesiz bitkilerin budama, işleme veya hasat sonrası oluşan atıklardır.
- 3) Tarımsal endüstri atıkları: Pamuk çırçır atığı, tohum yağı endüstrileri, zeytinyağı endüstrileri, pirinç endüstrileri, mısır endüstrileri, şarap ve çekirdek fabrikalarının vb tarıma dayalı sanayi atıklarıdır.

Hayvansal atıklar; çoğu işletmelerde barınağın hemen yanında ve hiçbir önlem alınmadan yığın halinde açıkta bekletilmektedir. Bu yığınlar hem çevre hem de sağlık için önemli sakıncalar oluşturmaktadır.

Bu atıkların küçük bir kısmı bitkinin kendi üretiminde kullanılır ve kalan büyük parçalar yakacak olarak tezek üretiminde kullanılmaktadır. Bu şekilde, istenilen özellikte ısı üretilmesi mümkün değildir. Bunun yanında ısı üretiminden sonra atıkların gübre olarak kullanılması da mümkün değildir. Son yıllarda, bazı işlemler ile (havalandırma, anaerobik fermentasyon, gazlaştırma, kompostlama, kurutma vb.), atıklar çevreye daha az zararlı olan ve tarlada organik gübre amacıyla kullanımı gibi çevreye duyarlı ve daha ekonomik kullanımı olan yöntemlerin kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır (Onurbaş Avcıoğlu vd. 2011).

1.1.1 Atık yönetimi

Atık; belirli üretim ve tüketim faaliyetleri sonucu insan ve çevre sağlığını olumsuz olarak etkileyecek şekilde alıcı çevreye doğrudan veya dolaylı olarak zarar verecek her türlü maddedir.

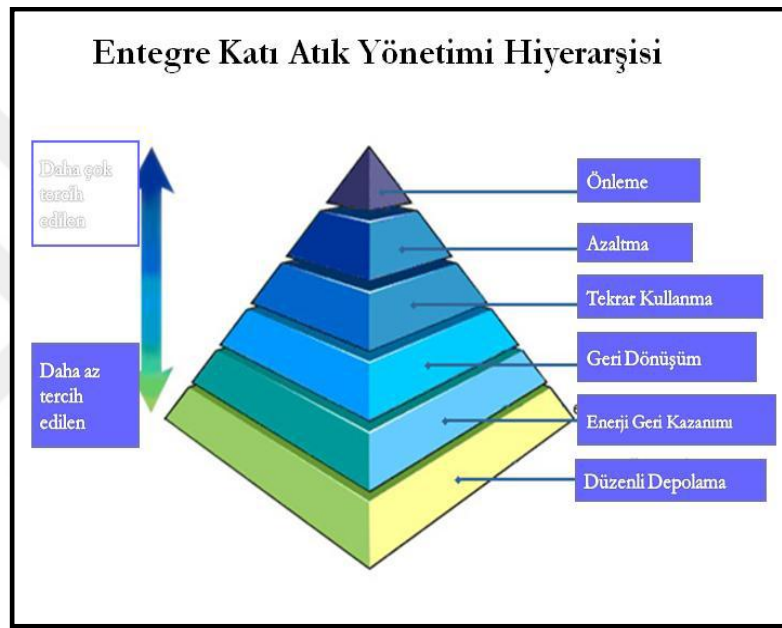
Atık Yönetimi; kaynağında atıkların azaltılması, niteliklerine göre ayrılması, toplanması, geçici depolanması, ara depolama, geri dönüşümü, ulaşım, bertaraf ve bertaraf kontrolü ve benzeri işlemler de dahil olmak üzere bütünsel bir yönetim biçimidir.

Atık problemini ortadan kaldırmanın en iyi yolu; yaşam tarzı, üretim ve tüketim modellerinde değişiklikler getiren atıkların önlenmesi ve azaltılması anlayışının yaygınlaşmasıdır. (Onurbaş Avcıoğlu vd. 2011).

Son yıllardaki atık yönetimi anlayışı bütünsel bir anlayış kazanmış olup Entegre Katı Atık Yönetimi (Integrated Solid Waste Management) şeklinde isimlendirilmektedir.

Entegre katı atık yönetimi sistemi şekil 2.1’de görüldüğü üzere aşağıdaki uygulama metotlarının tamamen veya kısmen içermektedir (Onurbaş Avcıoğlu vd. 2011).

- Kaynakta katı atıkların en aza indirilmesi
- Geri dönüşüm ve yeniden kullanma, kompostlama
- Enerji geri kazanımı için yakma ve benzeri termal yöntemler
- Depolama



Şekil 1.1 Entegre katı atık yönetimi hiyerarşisi (Onurbaş Avcıoğlu vd. 2011)

Geri dönüşüm prosesi, ayrılan atık maddelerin tekrar kullanımı ve işlenmek üzere hazırlanması işlemini kapsamaktadır. Böylece, hammadde kullanımının azaltılmasıyla birlikte, düzenli depolamaya gidecek atıkların da azaltılması sağlanacaktır.

Atık dönüştürme kapsamında, fiziksel, kimyasal ve biyolojik dönüştürme prosesleri uygulanmaktadır. Bu prosesler içerisinde kompostlaştırma, anaerobik fermentasyon, yakma, gazlaştırma ve piroliz gibi yöntemler yer almaktadır. Bu prosesler atıktan enerji üretimini (waste to energy) sağlamaktadır (Onurbaş Avcıoğlu ve Dayıoğlu 2016).

Örnek tümleşik atık yönetim şeması şekil 1.2’de verilmiştir.



Şekil 1.2 Örnek tümleşik katı atık yönetimine kullanılan teknolojiler (Tolay 2011)

1.1.2 Biyogaz teknolojisi

Katı atık yönetimi uygulamalarından biri anaerobik fermentasyondur. Bu prosesle atıklardan biyogaz üretilmektedir. Gaz biyoyakıtlardan biri olan biyogaz tüm Dünyada yaygın olarak üretilen ve kullanılan biokütle enerji kaynağıdır. Biyogaz teknolojisinin en önemli özelliği her türlü organik atığın kullanılarak enerjiye dönüştürülebilmesidir. İnsan sağlığı ve çevreye zararlı olan atıkların oksijensiz ortamda fermentasyona tabi tutulmasıyla elde edilen biyogaz doğal gazla benzeyen bir gaz karışımıdır. Biyogaz direk ısı enerjisi elde etmek amacıyla kullanılabilirdiği gibi, motorlarda yakıt olarak ve elektrik enerjisi üretiminde de yararlanılabilmektedir.

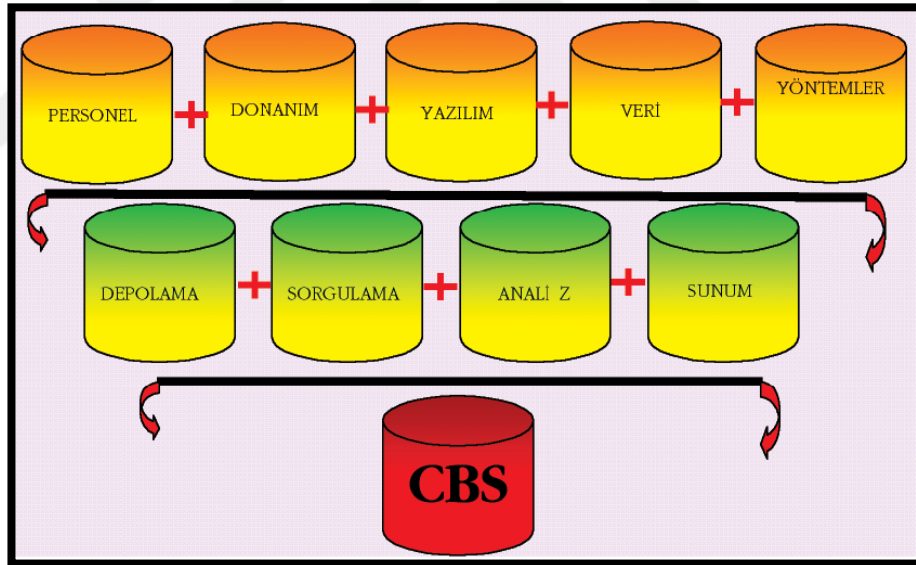
Biyogaz teknolojisiyle atıkların bertarafı ve enerji kazanımı sağlandığı gibi tesisten alınan sulu çamur tarımsal üretimde bitkilerin su ve organik madde gereksinimini karşılamak amacıyla kullanılabilir (Onurbaş Avcıoğlu ve Dayıoğlu 2016).

Anaerobik fermentasyondan sonra kalan atıklara fermente gübre denir. Beslemede kullanılan malzemenin katı maddesinin yaklaşık % 70'ini oluşturan elementler fermentasyondan sonra değişmeden kalır. Bu oluşan fermente gübre, azot ve potasyum gibi bitki besin maddelerince zengindir.

Ham gübrede azot, organik ve amonyum formunda bulunmaktadır. Anaerobik fermentasyon sürecinde organik formdaki azotlar amonyum formuna dönüşür ve fermente gübre amonyum formundaki azot yönünden zengin bir hal alır. Azot yönünden fermente gübrenin kompost gübreye göre yaklaşık olarak üç kat daha zengin olduğu belirtilmektedir (Onurbaş Avcıoğlu vd. 2011).

1.2 CBS Teknolojisi

CBS, araştırma, planlama ve karar verme organları için gerekli olan coğrafi ilkelere göre bilgi toplama, saklama, sorgulama, analiz etme, sunma ve bilgi alışverişi işlevlerini birleştiren coğrafi veriler, yazılım, donanım, personel, standartlar ve yöntemler topluluğudur (Çiçek ve Şenkul 2006). Bu bileşenler birarada Şekil 1.3’de görülmektedir.



Şekil 1.3 Coğrafi bilgi sistemleri temel aşamaları (Çiçek ve Şenkul 2006)

Donanım; Coğrafi bilgi sistemlerinde, veri koleksiyonundan alan analizine kadar birçok faaliyet alanında ihtiyaç duyulan fiziksel araçlar olarak tanımlanabilir. Bu donanım açıklamasının odak noktası, CBS’nin üzerinde çalışabileceği ve diğer elektronik cihazlarla iletişim kurabileceği bir iş istasyonunu içermesidir. Ayrıca, veri toplama faaliyetleri, analog ve CBS, açı-yükseklikölçer (Tachymeter), (Total Station,

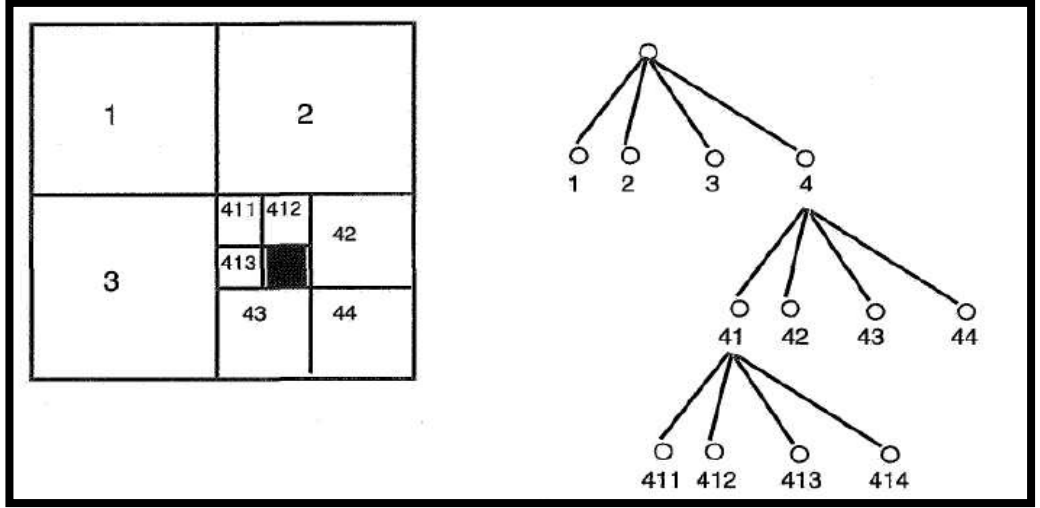
vb.) olarak toplanan verileri aktarmak için kullanılan sayısallaştırıcı gibi ekipmana da ihtiyaç duymaktadır. Bu ekipman alanda veri toplama için kullanılmaktadır (Anonim 2014a).

Yazılım: Farklı amaçlar için hazırlanan birçok yazılım paketi, CBS'nin önemli bileşenleridir. Büyük miktarda veri, verilerin oluşturulmasından yazılım bileşenleri üzerinde mekânsal ve sözlü analizlerin gerçekleştirilmesine kadar güncellenmektedir. Son zamanlarda geliştirilen esnek yazılım yapıları sayesinde, standart yazılım üzerine kurulu eklenti paketleri, yazılıma yeni özelliklerin eklenmesinde önemli katkılar sağlamaktadır (Anonim 2014a).

Gerçek dünyada coğrafi nesnelerin hızlı ve sağlıklı bir şekilde işlenmesi için, bu nesnelerin matematiksel temsillere dönüştürülmesi ve bilgisayara aktarılması gerekmektedir. Dönüşüm için, grafik olmayan (sözlü) ve grafik veri olarak iki gruba ayrılmaktadır (Çiçek ve Şenkul 2006).

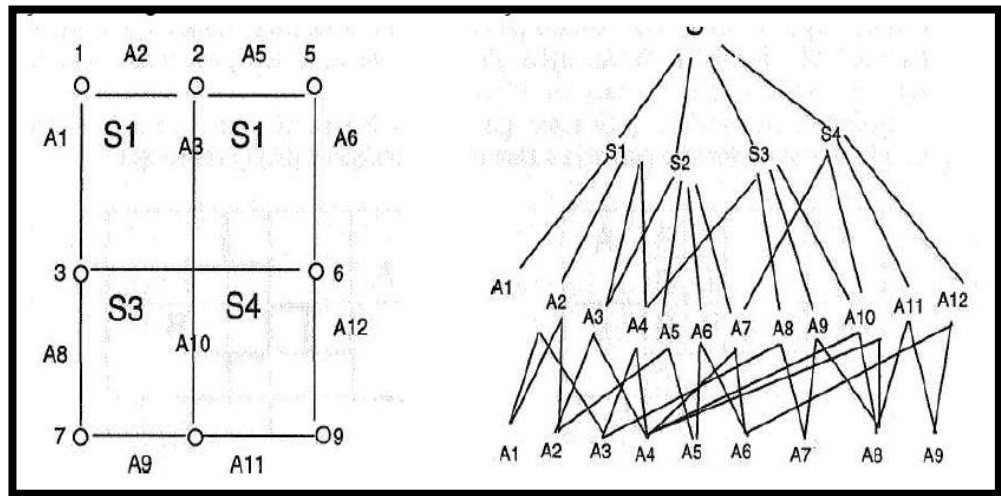
Sözel veriler, ilişkisel veri, hiyerarşik veri ve ağ veri olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır. İlişkisel veri birbirleri arasında belirtilen tuşları ile dosyalarındaki kayıtlara doğrudan bağlantı sağlarken hiyerarşik veri, birbirleriyle bağlantılı kayıtlar grubunda oluşmaktadır. Diğer taraftan ağ veri ise veriye erişim mantığı olarak hiyerarşik veri ile aynı olurken detay kayda birden fazla erişim olanağı mevcut olması ve veriler arasındaki bağlantı rastgele bir grafiği andırması ile hiyerarşik veriden farklı yapı arz etmektedir (Tecim 2008).

Grafik veriler, ise çeşitli kaynaklardan vektör veya raster formunda elde edilen verilerdir. Raster verileri, zincir kodlaması, çizgi kodlaması, matris kodlaması, blok kodlaması, altyapı kodlaması, dört ağaç kodlaması vb. gibi çeşitli yöntemlerle saklanabilmektedir (Alkuş 1996). Ağaç kodlama şekil 1.4'de görülmektedir.



Şekil 1.4 Raster verileri dörtlü ağaç kodlama (Alkuş 1996)

Vektör veri geometrileri; x y koordinatları tarafından ifade edilen noktalar, çizgiler ve alanlar ile temsil edilmektedir. Vektör formundaki grafik veriler topolojik olmayan (spagetti) veya topolojik bir yöntemde saklanır. CBS uygulamalarında topolojik olmayan yöntemler tercih edilmemektedir. Topolojik yöntemler (veritabanı modelleri) ile veri depolama yöntemleri: nesne yönelimli veri modeli, hiyerarşik veri modeli, ilişkisel veri modeli ve ağ veri modelidir (Alkuş 1996). Hiyerarşik veri modeli, ilişkisel veri modeli ve ağ veri modeli sözel veri olarak ifade edilmektedir (Tecim 2008). Ağ veri modeline ait bir örnek şekil 1.5’de verilmiştir.



Şekil 1.5 Ağ veri modeli (Alkuş 1996)

Coğrafi verilerin matematiksel temsillere dönüştürüldükten ve bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonra bilgisayarda işlenmesi ve görüntülenmesi için, bu verileri bir bilgisayar tarafından tanımlanabilen verilere dönüştürmek gerekmektedir. Bu dönüşüm, gerçek modeli yansıtacak şekilde mekânsal veri modelleriyle mümkündür (Çiçek ve Şenkul 2006).

Mekânsal veri modelleri, farklı amaçlar için veri toplama, modelleme, analiz etme ve sunma işlevlerini içeren teknik araç ve yöntemlerin bir koleksiyonudur. Mekânsal bilgi sistemlerinde, verilerin coğrafi konumunu belirleyen koordinatlar olabilir, ancak konumsal olmayan fakat mekânsal verilerin yapıları, özellikleri ve ilişkileri hakkında bilgi sağlayacak konumsal olmayan bilgiler de sunulabilir. Konumsal veri modellerinin örnekleri arasında farklı büyüklükteki yolları yöneten ulaşım sistemleri, elektrik, su ve kanalizasyon ağlarının bakım, onarım ve yönetimi sağlayan altyapı sistemleri yer almaktadır (Tecim 2008).

CBS, basit coğrafi sorunları çözmeye yönelik çözümler üretirken aşağıda belirtilen karmaşık problemleri de çözebilecek alternatifler sunmaktadır.

- En uygun yatırım yeri belirleme
- Belirli bir bölgede yada noktada ne olduğunu anlama
- Verilerin nasıl bir dağılım gösterdiğini belirleme
- Belirli bir bölgede belirli bir nesnenin ne kadar olduğunu belirleme
- Alınan herhangi bir kararda hangi bölgelerin etkilendiğini belirleme
- Yeni yapılacak okul, market, çöp konteynırı ne kadarlık yürüme mesafesinde olması gerektiğini belirleme

Ayrıca, bilginin sayısal artışıyla kontrol etmek ve yorumlamak doğal olarak zordur. Bu bakış açısından, CBS, noktasal, çizgi ve alan kavramına dayalı Coğrafi Bilgi ile alınan kararları ile kurum ve kuruluşlara yardımcı olmayı amaçlamaktadır (Tecim 2008). Başka bir deyişle, bu güçlü veritabanı yönetimi, yüksek kaliteli çizim ve coğrafi analiz yeteneği yanı sıra karar destek mekanizmasının tüm özelliklerini de içerir. Bu, CBS'yi diğer tüm sistemlerin bir adım önünde yapar (Anonim 2014b).

Genel olarak CBS aşağıdaki üç amaca ulaşmayı hedeflemektedir:

- Üretkenliği harita ve coğrafi bilgileri kullanarak artırmak ve geliştirmek
- Veri tabanı yönetimini geliştirmek
- CBS verilerini kullanarak karar alma mekanizmasını çalıştıran daha uygun ve etkili stratejiler ortaya koymak (Anonim 2014b).

Bütün CBS sistemlerinin karakteristik özellikleri şunlardır:

- Konum ile doğrudan bağlı olan ve olmayan tüm verilerle ilgilenir.
- Geniş bir veri tabanı varlığı.
- Seçme, transfer, sorgulama, analiz gibi özel CBS fonksiyonları bulunmaktadır.
- Analitik ve modelleme yeteneklerinin olması.
- Her türlü karar destek sistem potansiyeli bulunmaktadır.
- farklı kararlara göre istenilen kalitede sonuç verme imkanı bulunmaktadır (Anonim 2014b).

CBS, bağlı olduğu kurum veya birimin ihtiyaçlarına göre mekânsal verileri toplayan, depolayan, işleyen ve görüntüleyen dijital bir bilgi sistemi olup; karar destek işlevi sayesinde tarım ve hayvancılık sektörüne katkı sağlama potansiyeli bulunmaktadır.

Bugün, dünyanın birçok ülkesinde, bu sistem tarım ve hayvancılık sektörü için kullanılmakta ve ekonomik kaynakların belirlenmesinin yanı sıra, hayvan hastalıkları kontrol edilebilmektedir (Çiçek ve Şenkul 2006).

Coğrafi Bilgi Sistemleri tarafından desteklenen uygulamalar için kesin bir liste yapmak mümkün değildir. Coğrafi varlıkların yer aldığı her yerde bir CBS uygulaması yapmak mümkündür. Örnek olarak;

- Belediye hizmetleri (Su, elektrik, telefon, kanalizasyon)
- Ulaşım
- Arazi Yönetimi

Arazi kullanım planlaması, Arazi toplulaştırılması, Tarımsal arazi bilgi sistemi, Sulama ağı planlama ve yönetimi, Arazi tesviyesi, Baraj planlama

- Kentsel planlama

İmar planları, Yer seçimi, Tasarım

- Mali ve hukuki uygulamalar

Tapu kadasro, ruhsat, emlak

- İletişim ağı planlama ve yönetimi

- Ormancılık

- Doğal kaynakların envanterleri

- Çevre etkinlikleri

Kirliliği izleme ve önleme, canlı türlerinin korunması

- Askeri uygulamalar

- Bilgisayar destekli harita üretimi

Topoğrafik harita, Konulu harita, Hidrografik harita, Büyük ölçekli harita yapımları şeklinde sıralanabilmektedir (Sönmez ve Sarı 2011).

CBS yazılımlar aracılığıyla kullanılmakta olup; dünyada bu güne kadar hazırlanmış Arc/Info (ESRI), ArcView GIS (ESRI), SDE (ESRI), MapObjects (ESRI), ArcIMS (ESRI), Microstation GeoGraphics, GeoEngineering, INTERGRAPH MGE, GeoMedia, AutoCAD MAP, MapInfo Ürünleri, 12. MapInfo Professional, MapInfo MapBasic, MapX, 15. SpatialWare, Maptitude, Landmarks Graphics, ARGUS, Geo-dataWorks, Caris, CARIS LIS/GIS, SMALLWORLD, IDRISI, GRASS, NETCAD, EGHAS olmak üzere 26 CBS yazılımı bulunmaktadır (Karadağ 2011). Bunlar;

1.Arc/Info (ESRI), Çok kapsamlı CBS fonksiyonları ve çok zengin coğrafi işlemler içeren profesyonel bir yazılımdır. Arc/Info harita otomasyonu, veri dönüşümü, veri tabanı yönetimi, harita çıkıştırma, konumsal analiz, etkileşimli görüntüleme ve sorgulama, grafik, tanısal veri girişi ve düzeltme, adres haritalama ve kodlama, ağ analizi, harita üzerine niteliklerin yazılması ve tomografik analiz işlemlerinde etkin çözümler sunmaktadır. Yazılım, AML (Arc Macro Language) adi verilen bir makro

programlama diline sahip olup, WindowsNT, UNIX, LINUX v.b. de çalışan, donanımdan bağımsız bir programdır (Karadağ 2011, <http://docplayer.biz.tr> 2018m).

2. ArcView GIS (ESRI), ArcView yazılımı, çok kapsamlı veri kullanımı, haritalama ve analizler üzerine odaklanmakla beraber vektör ve raster kökenli coğrafi veri tabanlarından geometrik ve geometrik olmayan verinin sorgulanmasına olanak veren, bir masaüstü haritalama ve coğrafi bilgi sistemleri yazılımıdır. İş istasyonları, PC ve Macintosh'larda çalışabilen ArcView yazılımı, coğrafi veri tabanlarına tüm kullanıcılar tarafından erişim imkanı sağlamakta, değişik formatlardaki (dxf, dgn, dbf, txt, tif, bmp,. vb.) verilerin kolayca seçilmesi ve görüntülenmesine olanak tanımaktadır. Bu yazılım ESRI'nin CBS ürünlerinin ürettiği konumsal veriyi direkt olarak kullanarak sorgulama ve görüntüleme işlerini yapabilmektedir (Karadağ 2011, <http://docplayer.biz.tr> 2018m).

3. SDE (ESRI), SDE (Spatial Database Engine), konumsal verinin (vektör, görüntü ve CAD) ticari bir veri tabanı yönetim sistemi içinde depolanması ve yönetimi için tasarlanmış bir yazılımdır. Ticari kullanıcı/sunucu mimarisini kullanan RDBMS'lerde (Oracle, MS SQL Server, Sybase, IBM DB2 ve Informix) kullanılabilir. Küçük gruplardan büyük ölçekli gruplara değişen ortamlarda, konumsal veriyi başka bir konumsal olmayan veriyle bütünleştirme olanağı sağlamaktadır. Sorgulama, konumsal ve topolojik tabanlı veri çıkarma olanağı sağlayan konumsal sorgu fonksiyonları kütüphanesi içerir. Çok kullanıcı bir ortamda çok miktardaki konumsal verinin depolanması ve yönetimi için dizayn edilecek sistemlerde, açık veri erişimi gereksinimi olan herhangi bir çalışma ve proje uygulamasında SDE'den yararlanılabilir. SDE, TCP/IP protokolü ve XDR kullanarak, Unix, Windows sistemlerini içeren ağlarda, hızlı bilgi girişine ve bilgilerin geri çağırılmasına olanak verir. Arc/Info geliştiricilere C, C++ ile ara yüz programcılığı için Visual Basic gibi süratli uygulama geliştirici (RAD) araçları arasında seçim yapma ya izin verecek şekilde kurulabilir. SDE, tüm haritalama uygulamalarında kullanılmakta olan diğer bilgi teknolojisi ürünleri ile bütünleşmeye uygun çözümler sunmaktadır (Karadağ 2011, <http://docplayer.biz.tr> 2018m Esri 2018a).

4. MapObjects (ESRI), MapObjects, masaüstü haritacılık ve CBS'de, çözüm üretmek için özelleşmiş araçları sağlar. Var olan uygulamaları geliştirmek için haritacılık araçları

eklemek, veri görüntülemesi için uygulamalar inşa etmek, özel işleri ve ihtiyaçların yerine getirilmesi için CBS programları üretmek, CBS çözümleri ile üretilmiş veriye kolaylıkla erişim sağlayan basit sorgu tabanlı uygulamalar geliştirmek MapObjects ile karşılanabilecek gereksinimlerdir (Karadağ 2011, <http://docplayer.biz.tr> 2018m, Esri 2018b).

5. ArcIMS (ESRI), ArcIMS, CBS ve harita ile ilgili servislere Internet yoluyla veri gönderim olanağı sağlar. ArcIMS, sistem kullanıcısı için, veri kaynaklarının görüntülenmesine, sorgulanmasına ve analiz edilmesine olanak verir. ArcIMS yazılımı ile kullanıcı Internet ortamında CBS verisine erişebilir ve etkileşimli olarak kullanabilir. Internet ortamı, harita geliştirme veya bu ortamda mevcut haritaları dinamik olarak doğrudan veri tabanına eriştirerek kullanabilme özelliğine sahiptir. Günümüzde hemen tüm büyük projelerde kullanılan ArcIMS, daha önce yine ESRI tarafından üretilmiş olan Internet Map Server (IMS) ürününün yeni bir versiyonudur (Karadağ 2011).

6. Microstation GeoGraphics, diğer yazılımlarda olduğu gibi temel konumsal analiz fonksiyonlarını yerine getirir. Microstation GeoGraphics, Bentley sistemlerinin ana CBS modülüdür. Microstation Java ve CAD birleştirerek geliştirmiştir. Bu kategorideki mühendislik ürünleri Enterprise Engineering Modeling (EEM) olarak adlandırılmaktadır (Karadağ 2011, <http://iha.com.tr> 2018n).

7. GeoEngineering, harita projelerinde grafik verileri üreten, yöneten, değişiklik yapan geniş tabanlı bir CAD yazılımıdır. Bunun yanında CBS, konumsal planlama, problem çözme ve karar verme gibi tasarım tabanlı analizleri ortaya çıkarmayı sağlar. Microstation GeoGraphics'te CAD/CBS eleman yapısı tanımlanmıştır (Karadağ 2011).

8. INTERGRAPH MGE: Modüler bir CBS ortamı olan MGE (Modular GIS Environment); Basic Nucleus (veri sorgulama ve inceleme), Base Mapper (veri koleksiyonu), Basic Administrator (veri tabanı kurma ve bakımı) olmak üzere çeşitli yazılım parçalarından oluşmaktadır. NT ve UNIX işletim sistemlerinde çalışabilmektedir. MGE, grafik verinin üretimi ve düzenlenmesi için MicrostationCAD ürününü kullanır. MGE, konumsal olmayan, öznitelik verilerinin kullanımı için

Intergraph'ın İlişkisel Veritabanı Sistemi (RIS-Relational Interface System) ile altı veritabanı yazılımına (Informix, Oracle, Ingres, DB, SYBASE, MS SQL Server) ve ODBC (Open Database Standart) uyumlu dillere doğrudan erişim olanağı sunar (Karadağ 2011, Bentley 2018).

9. GeoMedia, GeoMedia ürün grubu GeoMedia tabanlı uygulamaların geliştiricilerine ve GeoMedia ürün ve nesnelerini, gelişim, danışma, sistem bütünlemesi ya da veri temini için kullananlara yönelik geliştirilmiştir. Bazı GeoMedia ürünleri olarak GeoMedia Proffessional ve GeoMedia Web Map verilebilir (Karadağ 2011, Hexagongeospatial 2018).

10. AutoCAD MAP, AutoCAD Map, AutoCAD'in haritacılık ve CBS uygulamaları için geliştirilmiş bir ürünüdür. Belediye gibi hizmet üreten kuruluşlarda, doğal kaynaklar veya çevreyle ilgili kuruluşların harita grubunda, telekomünikasyon şirketleri, gaz dağıtım organizasyonları, bakanlıkta veya kamu kuruluşlarında, haritayla ilgili çalışan her türlü kurumda coğrafi bilgi amaçlı harita üretimi, istenen geometrik doğruluk ve kalitede çıktı alınmasında AutoCAD Map kullanılabilir (Karadağ 2011, Autodesk 2018).

11. MapInfo Ürünleri, yazılım geniş uygulama çeşitliliğine sahiptir ve DOS, Windows, Macintosh altında çeşitli Unix, Linux gibi platformlarda koşabilir. MapInfo, coğrafi, ekonomik, politik, kültürel ve endüstriyel uygulamalar içeren kaynaklara yardım hizmeti sunmaktadır. MapInfo, farklı uygulamalar için birçok CBS ürününe sahip olup, bunlardan bazıları aşağıdaki şekildedir (Başarsoft 2011, Karadağ 2011).

12. MapInfo Professional, mapInfo Professional; haritacılık ve mekansal analiz işlevleri için, etkili ticari uygulamalarda ve karar vermede daha iyi sunumlar, analiz ve strateji sağlar (Başarsoft 2011, Karadağ 2011).

13. MapInfo MapBasic, mapInfo ortamı için tasarlanmış olan uygulama geliştirme ortamıdır (Başarsoft 2011, Karadağ 2011).

14. MapX, VB, Delphi gibi RAD ortamlarında, temel CBS uygulamalarını gerçekleştirmeyi mümkün kılmıştır. MapX kullanılarak geliştirilmiş görsel uygulamalar, MapInfo ve MapBasic olmadan her makinede çalışabilmektedir. Bu sayede kullanıcı sayısı 20'yi aşacak uygulamalar için çok etkin ve hesaplı bir ortam hazırlamak mümkündür (Karadağ 2011).

15. SpatialWare, MapInfo® Corporation tarafından geliştirilmiş sunucu tabanlı bir veri yönetim yazılımıdır. Bir Server veritabanında, mekânsal verileri (konum tabanlı veri) saklamak, yönetmek ve değiştirmek için kullanıcılara olanak tanımaktadır (Anonim 2018o).

16. Maptitude, Maptitude Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımı ticari ve kurumsal olarak kullanılabilen işletme analizlerinde işletmeyi etkileyen unsurların nasıl etkilediğini anlamak için ihtiyaç olunan olan araçları, haritaları ve demografik verileri sunmaktadır. Maptitude haritalama yazılımı ile verileri yeni ve farklı şekillerde görselleştirebilir, verilerde gizli olan coğrafi kalıpları ortaya çıkarabilir ve bu bilgileri basit bir şekilde iletilmesini sağlamaktadır (Caliper 2018).

17. Landmarks Graphics, Landmarks Graphics, konumsal kesif ve üretim endüstrisine; yazılım uygulamaları, veri yönetimi teknolojileri, danışma servisleri, eğitim ve destek içeren konularda bilgi teknoloji çözümleri sağlar (Karadağ 2011).

18. ARGUS, bir organizasyondaki teknik disiplinler ve yönetim düzeyleri için veri girişi araçları sağlayan jenerik bir kullanıcı ara yüzüdür. Nesne tabanlı ve bağımsız mantıksal veri modelidir. Yönetici Bilgi Sistemi ve Coğrafi Bilgi Sisteminin özellikleri ARGUS'a gerçek-zaman modunda birleşik veriyi sorgulama ve sorgu sonuçlarını gösterme olanağı sağlamaktadır. WindowsGUI kullanıcıya masaüstü bilgisayarlardaki kelime işlemci, hesap tablosu gibi yayın uygulamaları ARGUS ile bütünleştirme olanağı sağlar. ARGUS Script Language, temel bir programlama dili sağlamak için harita ara yüzüyle bütünleştirilmiştir (Karadağ 2011).

19. Geo-dataWorks, Geo-dataWorks grafiksel proje yönetimi sağlamaktadır. Geo-dataWorks ile etkileşimli bir harita tabanından grafik sorgulama ve seçim yapılabilir. Kullanıcı dünya haritasını kullanarak seçilen bölgeye ilişkin profil bilgilerini rapora dönüştürebilir (Karadağ 2011, Geodata 2018).

20. Caris, ürünleri dört temel konuda uzmanlaştırmıştır. Bunlar; CARISMarine Information Systems, CARIS LIS/GIS, CARIS Spatial Components, CARIS Projects'tir (Karadağ 2011).

21. CARIS LIS/GIS, verinin üretimi, yönlendirilmesi, analizi ve sunulması için bütünlük bir CBS çözümü sunar. Windows ve Unix işletim sistemleri üzerinde çalışabilir Unix istasyonları ile erişebilir konumda olan masaüstü bilgisayarlarda CARIS kullanılabilir (Karadağ 2011).

22. SMALLWORLD, Smallworld ticari anlamda konumsal veri ihtiyacı olan ve bu verileri amaçları doğrultusunda analiz etmek isteyen firmalara genelde CBS tabanlı özel uygulamalar geliştirmektedir. WINDOWS NT, UNIX, LINUX v.b. sistemlerde çalışabilir. Uluslararası kabul edilen formatlardan giriş ve çıkış işlemlerini gerçekleştirebilir. Ayrıca ArcInfo gibi programlarla birlikte çözüm üretmeye yönelik çalışmaların yapılmasını sağlar (Karadağ 2011).

23. IDRISI, IDRISI GIS Analiz araçları, TerrSet tarafından kurulmuş temel CBS yazılımlarından biridir. IDRISI GIS seti, 300'den fazla analitik araç sunmaktadır. Öncelikle raster geospatial veri kümelerinin işlenmesine yönelik olmasına rağmen, GIS profesyonellerinin ihtiyaçlarını ve karmaşık modelleme ve analiz için gelişmiş prosedürleri karşılamak için geleneksel araçlar da bulunmaktadır (Clarklabs 2018).

24. GRASS, Şehir ve bölge planlama basta olmak üzere mühendislik, hidroloji, jeoloji, fizik, istatistik, uzaktan algılama alanlarında geliştirilen ve kullanılan GRASS, kullanıcıya hızla ve kolayca veriyi analiz etme, depolama güncelleme, modelleme ve görüntüleme olanaklarını sağlamaktadır. Dünyadaki tüm kullanıcı ve geliştiricilere

GNU lisansı ile açık kodlu sunulan GRASS her kullanıcının kendi özelleştirmelerine ve mevcut modüllere kolayca ekleme yapabilmesine olanak sağlayan gerekli tüm kütüphane ve kullanım kılavuzları ile birlikte kullanıma sunulmaktadır (Karadağ 2011).

25. NETCAD, modüler yapıya sahip NETCAD, Harita, Planlama, Peyzaj, İnşaat, Mimarlık Firmaları, Belediye ve Kamu Kurumları, Tasarım/Çizim gereksinimi olan tüm mühendisler tarafından kullanılabilecek özelliklere sahip CAD fonksiyonlarına dayalı, ana modül ve özel ihtiyaçlar için çeşitli diğer modüllere sahiptir. Tarımsal alandaki CBS çalışmaları Tarım Bilgi Sistemi adı altında yürütülmektedir. Bu sistem, tarım yönetiminde yer alan araştırma, planlama ve karar verme organları ile vatandaşın gerekli ihtiyaçlarını karşılayacak, ilgili birimlerin çağdaş bir yönetim şekliyle yönetilmesini sağlayacak bir sistemdir (Karadağ 2011, <http://www.netcad.com.tr> 2018).

26. EGHAS, Eghas , Graftek tarafından 1984 yılından beri geliştirilen, harita üretim yazılım paketidir. Klasik haritacılık ve hâlihazır üretimin dışında, yol-kanal projelendirmesi, kübaj hesabı ve açık ocak maden modülleri de bulunmaktadır (Graftek 2018).

1.3 Kentsel ve Tarımsal Atık Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanımı

Gelişmiş ülke uygulamalarına bakıldığında, atıkların % 35-45 civarındaki kısmı hariç, kalan kısmının tümüyle geri dönüştürülerek ekonomiye kazandırıldığı görülmektedir. Ülkemizde üretilen atıkların da yarısından fazlası geri kazanılabilir özelliklere sahip olup, çevresel ve ekonomik bir problem olmaktan çıkarılarak, bir değere dönüştürülebilecek niteliktedir. Buna karşın, sağlıklı veriler mevcut olmamakla birlikte, geri dönüşüm oranlarının çok düşük düzeylerde olduğu bilinmektedir. Ülkemizde sağlıklı bir atık yönetimi altyapısı oluşturulamadığı için, atıklarla birlikte her yıl milyonlarca ton doğal kaynak, binlerce kişilik istihdam olanağı, milyarlarca dolarlık bir servet de çöpe atılmakta, çevrenin kendini yenileyebilme kapasitesi de hızla tüketilmektedir (Köse vd. 2007).

Atık yönetiminde ve özellikle katı atık yönetiminde planlama son derece karmaşık bir konudur. Coğrafi Bilgi Sistemleri, çevre planlamacılarının yaşadığı önemli sorunlardan olan ve zaman, para, insan kaynakları açısından önemli kayıplara yol açan atık toplama yollarının belirlenmesi, işleme tesisleri için yer seçimi, depolama için yer seçimi konusunda önemli bir çözüm aracı sağlayabilecektir.(Wilcox 2012).



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tez çalışmasının aşamalarında yer alan biyogaz potansiyelinin hesaplanması ve tesis lokasyonlarının belirlenmesi konularında yapılan çalışmalar tarih sırasına göre aşağıda özetlenmiştir.

Toruk ve Eker (2003), Trakya Bölgesi'nde biyogaz enerjisinin kullanılabilirliği üzerine çalışmışlardır. Çalışmalarında Devlet İstatistik Enstitüsü, Tarım İl Müdürlükleri ve Meteoroloji Müdürlüklerinin verilerini kullanmışlardır. Bu veriler çerçevesinde Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerine ait işletme sayılarını ve büyüklerini, hayvan sayılarını, yıllık tahmini gübre üretim miktarını, yıllık tahmini biyogaz üretim miktarını ve enerji değerini belirlemişlerdir.

Batzias vd. (2005) tarafından Yunanistan'da yapılan bir çalışmada, hayvansal kaynaklı biyogaz poansiyeli belirlemek için Coğrafi bilgisi sistemi temel alınarak bir ilişkisel veri yönetim sistemi kullanılarak enerji potansiyeli tahmini yapılmıştır. Çalışmada büyükbaş, küçükbaş ve tavukçuluktaki biyogaz potansiyel değerlendirmeleri yapılmıştır. Hesaplamalarda Yunanistan'ın coğrafik temelli ve zamana bağlı verileri kullanılmıştır.

Susam ve Oğuz (2006), Tokat İlinde yapılan bu çalışmada , arazilerin eğim, bakı ve yükseklik gibi özellikleri onların en uygun şekilde kullanılabilmeleri için yapılabilecek planlama çalışmalarında önemli bir ağırlığa sahip topoğrafik özelliklerin olduğu vurgulanarak Tokat ili idari sınırları kapsamında coğrafi bilgi sistemi ortamında yapılan bu çalışma ile ilin eğim, bakı ve yükseklik durumu incelenmiştir. Tokat ili arazilerinin eğim, bakı ve yükseklik yüzdeleri yüzölçümü değerlerine göre hesaplanarak grafikler elde edilmiştir. Elde edilen eğim değeri miktarlarına göre Tokat ili arazilerinin büyük çoğunluğunun tarım için uygun olan (% 0-12) aralıkta olmadığı tespit edilmiştir. Bakı durumu tespiti sonunda ise arazilerin ana yönlere göre yaklaşık eşit oranda (kuzey % 26.5 , güney % 25.6, doğu % 20 ve batı % 22.2) dağıldıkları görülmüştür. Tespit edilen bu topoğrafik niteliklere göre Tokat ili arazilerinin çok az bir kısmının topoğrafik açıdan tarımsal kullanıma uygun olduğu ortaya konmuştur.

Baysal ve Tecim (2006), Katı atık depolama sahası uygunluk analizi çerçevesinde yapılan bir çalışmada, şehirlerin önemli sorunlarından biri çevre kirliliğidir. Genellikle görünen ve önlenmeye çalışılan, fabrikaların yarattığı çevre kirliliği olsa da, her geçen gün dağ gibi büyüyen başka bir kirlilik unsuru vardır: katı atıklar. Her yerde büyük bir sorun olan katı atıklara çözüm bulunamaması durumunda çevre kirliliği, canlıların yaşamını tehdit etmektedir. Geri dönüşümüne ve işlenerek yeni ürünlere dönüştürülmesine olanak sağlayacak tesisler kurulması dünyada giderek hız kazanan bir olgu iken, Türkiye’de çok az şehirde katı atık işleme tesisi bulunmaktadır. Katı atıklar işlenemediği durumlarda, kalıcı bir yöntem olmayan depolama ile bertaraf edilmeye çalışılmaktadır. Bu durumda her gün katı atık miktarı artarken çöp depolama alanlarının doluluk oranı da artmakta ve çöp depolama kapasitesi azalmaktadır. Katı atıklar; endüstriyel, evsel ve tıbbi olmak üzere üçe ayrılır. Farklı türdeki atıklar için farklı özellikte depolama alanı seçilmektedir. Uygulama alanı olan İzmir ilinde de katı atıklar depolama yöntemiyle bertaraf edilmeye çalışılmaktadır. İzmir ilinde katı atıkların depolanması için seçilen alan Harmandalı beldesindedir. Bu alan içinde evsel, endüstriyel ve tıbbi atıklar depolanmaktadır. Bu üç çeşit atık grubu içinde en tehlikeli olarak bilinen tıbbi atıkların depolanması için yer seçimi çok önemlidir. Tıbbi Atıklar, Tıbbi Atık Kontrol Yönetmeliğine göre uygun özellikteki yerde ve şekilde bertaraf edilmelidir. Bu çalışmada, Harmandalı katı atık depolama sahasının Tıbbi Atık Kontrol Yönetmeliğine göre belirtilen depolama sahası kriterlerine uygunluğu incelenmiştir. Bunun için öncelikle kriterler Çok Kriterli Karar Yöntemleri ile analiz edilmiştir. Harmandalı katı atık depolama sahasının zemin özellikleri için kriterler bazında Coğrafi Bilgi Sistemleri haritaları oluşturularak üst üste çakıştırma yöntemiyle uygun alanlar belirlenmiştir. Daha sonraki aşamada Çok Kriterli Karar Yöntemi sonuçları ile Coğrafi Bilgi Sistemleri çakıştırma analizinin sonuçları birleştirilerek katı atık depolama sahasının uygunluğu incelenmiştir. Bu incelemede hem katı atık depolama sahasının çevresindeki yerleşim yerlerine uzaklığı açısından, hem de katı atık depolama sahası içinde zemin özelliklerine göre en uygun atık depolama noktası araştırılmıştır.

Çay vd. (2007), Konya ili Çumra ilçesinde yapılan bir çalışmada, katı atık yönetiminde ana problemlerden birinin katı atıkların bertaraf edilmesi için en uygun yerin seçilmesi olduğundan yola çıkılmıştır. Coğrafi Bilgi sistemi (CBS) depolama alanlarının seçimini

kolaylaştırmada kullanılmakta olduğu vurgulanmıştır. Bunun yanında CBS gerekli ekonomik, çevresel ve politik kısıtlamaları işleme ve taklit etme yeteneğine sahip olduğu belirtilerek CBS'nin en uygun katı atık bölgesi hakkında bir karar destek aracı olarak önemli bir rol oynadığı ifade edilmiştir. Bu çalışmada, özellikle Çumra ilçesinde en uygun alanları belirlemek için, kent merkezine, kuyulara ve sulama kanallarına yakınlık, ulaşım yollarından ve demir yollarından uzaklık, koruma alanlarından uzaklık, nüfusun olduğu yerden uzaklık, arazi kullanımı, arazi değeri ve arazi eğimi gibi kısıtlamalar kullanılmış olup; çalışma bölgesi için nihai bir harita üretilerek deponi sahası seçimi için en uygun bölgeler belirlenmiş ve gösterilmiştir.

Özkan (2008), Kentsel katı atık yönetimi çerçevesinde yapılan bu çalışmada bir kentte katı atık yönetim sistemi kurulurken izlenmesi gereken tüm adımlar, farklı teknikler kullanılarak ele alınmıştır. Bu amaçla, Eskişehir kentindeki katı atıkların fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmış ve bu analiz sonuçlarına göre optimum atık yönetim sistemi ve geri kazanım sistemi belirlenmiş, belediyeler için büyük önem arz eden atık toplama ve taşıma rotaları oluşturulmuş ve son olarak düzenli depolama sahası yer seçimi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, bir yıl boyunca yapılan katı atık analizlerine göre Eskişehir'in kentsel katı atıklarının bileşimi % 67 yiyecek atığı, % 10 kağıt-karton, % 5,6 plastik, % 2,5 cam, % 1,3 metal, % 4 kül ve % 9,6 diğer atıklar olarak bulunmuştur. Elde edilen atık karakterizasyonu sonuçlarına göre, Eskişehir kentsel katı atıklarının yönetimi için oluşturulan beş farklı senaryo, Yaşam Döngüsü Analizi (LCA) ve ELECTRE III yöntemleri ile değerlendirilmiş ve Lingo 9.0 yazılımıyla bir karar destek sisteminin yapısı ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalara göre, S3 (% 15 geri kazanım + % 77 kompostlama + % 8 düzenli depolama) senaryosunun en uygun senaryo olduğu belirlenmiştir. Geri kazanım sistemi olarak da, Analitik Serim Süreci (ANP) ve ELECTRE III yöntemlerinden elde edilen sonuçlara göre, geri kazanılabilir atıkların başlangıçta evlerde karışık olarak toplanması gerektiği, bunun yanı sıra geri kazanım merkezlerinin oluşturulması ve takiben atıkların ayırma tesislerinde de ayrılması gerektiği görülmüştür. Kentsel katı atık toplama ve taşıma rotaları ise coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve matematiksel modelleme yardımıyla belirlenmiş, bu konuda da mevcut duruma göre önemli iyileştirmeler sağlanmıştır. Son

olarak, CBS, uzaktan algılama, Analitik Serim Süreci ve ELECTRE III yöntemleri kullanılarak, Eskişehir kenti için düzenli depolama sahası yer seçimi yapılmıştır.

Küçükönder ve Karabulut (2007), Kahramanmaraş İlinde yapılan bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknolojileri yer seçimi çalışmalarının planlanması sürecinde ve ileri safhalarda yapılan değerlendirmeler sırasında geleneksel metotlara oranla üstünlük gösteren araçlardır. Atık depolama alanı yer seçiminde göz önünde bulundurulacak parametreleri; çevresel, teknik ve sosyal faktörler olarak ana başlıklar altında sıralayabiliriz. Henüz düzenli bir depolama alanı bulunmayan fakat yakın süreç içerisinde faaliyete geçmesi için Kahramanmaraş Belediyesi ve diğer kurumlar tarafından çalışmaları yapılan Kahramanmaraş şehri ve yakın çevresi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Düzenli katı atık depolama alanı yer seçimi için toplanan veriler Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında çok kriterli analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Katı Atık Kontrol Yönetmeliği ve Belediye Yönetmeliğinin ilgili maddeleri, daha önce yapılan konuyla ilgili çalışmalarda kullanılan kriterler ve çalışma alanının mevcut durumu dikkate alınarak analizler yönlendirilmiştir. CBS ortamında çoklu kriter metodu kullanılarak hazırlanan 11 veri katmanını Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon yöntemiyle analiz edilmiştir. Analizlerin sonuçlarına dayalı olarak alternatif çöp depolama alanları yer seçimi yapılmıştır.

Aydoğdu vd. (2009) Harran ovasına yönelik yapılan bu çalışmada; toprak kaynaklarının korunması için tarım arazilerinde yanlış yapılaşmaya dikkatli yaklaşmak son derece önemli ve gerekli olduğu ifade edilerek, Şanlıurfa ili Harran Ovası tarım alanlarının amaç dışı kullanımları Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama ile ArcGIS ortamında, 2004 yılı Ikonos uydu görüntüleri kullanılarak yapılmıştır. Tarım alanlarında konut ve sanayi olmak üzere 2 alanda amaç dışı kullanım olduğu ortaya konulmuş olup toplamda 4224 adet yapılaşmanın 11 651 dekar tarım alanını işgal ettiği tespit edilmiştir. Tarım alanlarında amaç dışı kullanım bu hızla devam ederse, Harran Ovası yerini maalesef büyük bir Harran köyüne bırakacağı vurgulanmıştır.

Rahman ve Rahman (2009), Bangladeş’de yapılan bir çalışmada, kentsel katı atık yönetiminin Bangladeş gibi az gelişmiş olan bir Asya ülkesi için kentsel alandan entegre ve karmaşık bir konu olduğu vurgulanarak Mohammadpur Thana yerleşim biriminin (11,65 km²) yaklaşık % 64’ünün Dhaka Kent Birliği tarafından katı atıkların toplandığı ifade edilmektedir. Bu çalışmayla Mohammadpur Thana yerleşim birimi için Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak mevcut atık kutuları, konteynırlar ve yasadışı dökme alanları belirlenerek en uygun atık toplama güzergahı ve yer seçimi belirlenerek % 80 oranında bir alanı kaplayan en uygun güzergah ve yer seçimi yapılmıştır. Bu çalışmada optimum katı atık yönetimi sağlanması için Katılımcı Toplum Yönetim Bilgi Sistemi ve Kentsel Katı Atık Yönetim Sisteminin uygulanması gerektiği vurgulanmıştır.

Schaldach vd. (2009) tarafından yapılan bu çalışmada, Avrupa Birliği için, yenilenebilir enerji kaynaklarının artan kullanımı, sera gazı emisyonlarını azaltılması ve enerji ithalatını düşürülmesi için önemli bir araç olduğu vurgulanmıştır. Burada tarım, biyoenerji bitkileri üretimi potansiyeline sahip olması amacıyla büyük bir şansa sahip olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışmada biyogaz üretimi için mısır silajı tarımı yapılan arazilerde sulamanın rolü tüm Avrupa’da analiz edilmiştir. Bu metodolojide yapılmak istenen enerji üretimi için gerekli araziye ve sulama ile ortaya çıkacak verim artışını değerlendirerek silajlık mısır üretimi uygun yerleri belirlemektir. Bu amaçla bu çalışmada sulama suyu gereklilikleri ve silajlık mısır verimini süreç tabanlı bitkisel modelden (LPJmL) elde edilen simülasyon sonuçları coğrafi bilgi sistem tabanlı analiz teknikleri ile birleştirilmiştir.

Gomez vd. (2010), Bu çalışmada İspanya’da insan ve hayvansal atıklardan elde edilebilecek elektrik enerjisi miktarı tahmin edilebilmektedir. Çöp gazı, aneorobik çürütme ve yakma gibi birçok enerji üretme opsiyonu olan bu enerji üretmede evsel katı atık, arıtma çamuru ve hayvansal atıklar kullanılabilir. Bu çalışmada potansiyeli tahmin etmek için ilçe seviyesinde ayrıştırılan hayvan ve insan istatistik verileri kullanılarak coğrafi bilgi sistem tabanında referans verilerek düzenlenmiştir. Bu ayrıştırma, çeşitli teknolojiler kullanılarak atıktan elektrik dönüşümü sağlamak için bir model uygulanmıştır. Bu çalışmada maliyet hesaplamaları da dikkate alınmıştır.

Zaher vd. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, Amerika Birleşik Devletleri'nde fermentasyon ve çürütme süreçleri ile biyoyakıt üretimine olan ilginin gün geçtikçe artmakta olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada biyoyakıt üretiminin değerlendirilmesi ve dönüşüm teknolojisi uygulamalarında ilk karar vermeyi desteklemek amacıyla mekânsal biyokütle değerlendirmesi sunulmuştur. Bu metodoloji Amerika Birleşik Devletleri'nin California ve Washington eyaletlerinde biyokütleden etanol ve biyogaz üretim potansiyelini değerlendirmek için uygulanmıştır. Her iki eyalette fermente edilebilir ve çürütülebilir katı atık listesi oluşturabilmek için katı atık veri tabanı filtre edilmiştir. Maksimum metan ve etanol üretim oranları coğrafi veri tabanlı programla projelendirilerek her atık için biyokimyasal ve son değerlendirmeler yapılarak tahmin edilmiştir. Bu sonuçlara göre, metan ve etanol üretim tesisleri için uygun yerler yaklaşık olarak belirlenmiştir.

Demir vd. (2011), Erzurum ili İspir ilçesinde yapılan bir çalışmada, kırsal ve kentsel alanlarda amaca uygun olmayan ve yanlış kullanımlar nedeniyle ortaya çıkan sorunların giderilmesi için en uygun alan kullanım ölçütlerinin belirlenmesi gerekmekte olduğu vurgulanarak ülkemizdeki tarım arazilerinin amaç dışı kullanımı, plansız gelişmeler ve erozyon kaynaklı toprak kayıpları hızlı bir biçimde artmakta olduğuna ifade edilmiştir. Çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) araçları kullanılarak, İspir İlçesinin potansiyel tarım alanlarının belirlenmeye çalışılmış olup Yapılan çalışma sonuçlarına göre; alanın 1822.9 ha (% 0.9) çok uygun, 34162.0 ha (% 17.7) uygun, 145154.5 ha (% 75.3) uygun değil ve 11517.9 ha (% 6.0) hiç uygun değil şeklinde belirlenmiştir. Ayrıca, bu alanların planlanması ve yönetilmesi konusunda öneriler geliştirilmiştir.

Ünal vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, kooperatife üye 929 süt sığırlı işletmesinin bulunduğu 43 köyde çalışmalar yapılmıştır. Çalışmalarda, gübre yönetiminden kaynaklanan metan gazı salınımının tahmin edilmesi, elde edilen gübreyi biyogaza dönüştürecek merkezi biyogaz tesislerinin kapasite ve konumlarının optimum planlanması ve biyogaz üretiminin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Optimum biyogaz üretimi için, tesis yatırımını ve gübre taşıma masraflarını minimize edecek bir optimizasyon modeli geliştirilmiştir.

(Nithy vd. (2012) Hindistan’da yapılan bu çalışmada, daha iyi bir kentsel katı atık yönetimi planlamalarının gerekliliği ifade edilmiş olup; bunun yanında planlamayı geliştirmek için öncelikli olarak katı atık toplama ve taşıma fonksiyonlarının ele alınması gerektiği vurgulanmıştır. Çevre ve maliyet fonksiyonlarının etkinliği sağlanacak ve Coğrafi Bilgi Sistemleri gibi bilimsel teknolojilerle adapte edilerek analiz edildiği ifade edilmiştir. Bu çalışmayla coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak Hindistan’ın kentsel bölgelerinden olan Sidhapudur ve Coimbatore mevcut çöp toplama bidonlarının yeterliliği ve konumunun belirlenmesine çalışılmıştır. Çöp bidonları için önerilen bidon sayısı ve konumları yeni nesil katı atık yönetim sistemine göre değerlendirilmiş ve mevcut bidonların pozisyonları, yol ağları ve nüfus yoğunluğu dikkate alınarak en uygun pozisyonlar bulunmuştur. Ayrıca insanların yürüme mesafesi temel alınarak bir model geliştirilmiştir. Bu modelde 50 m, 75 m ve 100 m gibi 3 farklı mesafede var olan ve önerilen bidonlar için en uygun optimum mesafe bulunmuştur. Sonuç olarak tüm alanı % 99 oranında kaplama oranı ile en uygun bidon yerleştirmenin 75 m mesafe ile yerleştirmek olduğu belirlenmiştir.

Şimşek vd. (2012) İzmir ilinde yapılan bu çalışmada, düzensiz depolama alanları, yarattıkları olumsuz etkilerden dolayı çevresinde yaşayan insanların hem sağlığına bir tehdit oluşturmakta hem de sosyolojik açıdan sıkıntılara neden olmaktadır. Bu nedenle, bir atık depolama sahasının yer seçiminde çevresel, jeolojik, sosyolojik ve mühendislik faktörlerin bir arada değerlendirilmesi ve bunun sonucunda en uygun ve ekonomik sahanın tespit edilmesi önem taşımakta olduğu vurgulanmıştır. İzmir ili, Ege Bölgesi’nin en büyük yerleşim alanlarından biri ve 3.370.866 nüfusu ile atık bertarafı konusunda önemli problemler yaşayan bir anakent alanıdır. Halen kullanılmakta olan Harmandalı depolama sahası ömrünü tamamlamış olması nedeniyle yeni bir depolama sahasının belirlenmesi kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu noktadan hareketle, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tekniği yardımıyla jeolojik, hidrojeolojik ve çevresel açıdan önemli olan 14 parametre kullanılarak İzmir anakent alanı için yeni bir katı atık depolama sahası yer seçimi yapılmıştır. Yapılan analizde baraj havzaları, tarım alanları, yerleşim alanları, sit alanları, askeri alanlar, hava alanları ve 200 m üzerindeki yüksek kotlu alanlar değerlendirme dışı tutulmuştur. Ayrıca yer seçiminde 100 ha ve üzerindeki alanlar tercih edilmiştir. İzmir ili sınırları içerisinde coğrafi yapının engebeli olması, mevcut

düz alanların da tarım alanları ve Tahtalı, Balçova gibi baraj havzalarının koruma alanları olması ve bunlara ek olarak bölgede turistik alanların ve sit alanlarının da oldukça yaygın olması gibi nedenlerle atık depolama sahası için yer seçimini oldukça kısıtlamaktadır. Oldukça geniş bir yüzölçümüne sahip olmasına karşın, İzmir ili için depolama alanı olabilecek alternatif sahalar oldukça sınırlıdır. Bu çerçevede, yapılan depolama yer seçimi analizine göre İzmir için tek bir saha yerine kuzey, güney ve doğu kesimlerinde olmak üzere üç farklı sahanın daha küçük ölçekli depolama alanları olarak planlanmasının daha ekonomik ve kolay olacağı sonucuna varılmıştır. Ancak, İzmir gibi büyük kentler için depolama alanı yer seçiminde en önemli sorun, NIMBY olarak kısaltılan ve “Not In My BackYard (Benden uzak olsun da)” sendromu olarak da bilinen halk tepkisidir. Bilimsel olarak seçilen tüm alternatif sahalar, ele alınan tüm seçim ölçütlerini sağlasalar dahi bölgede yaşayan insanların tepkisi olduğu sürece hayata geçirilememektedir. Bu nedenle depolama yer seçiminde öncelikle halk tepkisinin azaltılmasına yönelik sosyolojik çalışmalar da yapılması gerektiği ifade edilmiştir.

Islam vd. (2012) Bangladeş’in Dhaka şehrinde yapılan bir çalışmada, Dhaka şehrindeki mevcut katı atık toplama sistemine bir gözlem yapmanın yanında gelecekteki ve şundaki katı atık toplama sisteminde ortaya çıkan sorunlara bir çözüm sağlanmıştır. Bu çalışmada, optimum su ve yol ağları Coğrafi Bilgi Sistemleri ile entegre edilerek mevcut depolama sahalarına katı atıkların transfer edilmesi için en uygun mesafeli yolların belirlenmesine çalışılmıştır. Bu çalışma, nehir kenarlarındaki toplama istasyonlarının ve nehri çevreleyen alanların Dhaka’daki atık toplama kurumu olan Dhaka Kent Birliği için katı atık toplama açısından etkin kullanılması için bir öneri sunmaktadır. Çalışmada Kent Birliği’nin atık toplama kamyonlarının farklı bölgelere de zamanında ulaşmasını temin edilmesi için en uygun hareket saatlerinin 0,1 saat, 0,7 saat, 0,8 saat ve 1 saat aralıklarla olması gerektiği ortaya konmuştur. Bu çalışmayla mevcut araçlarla bu çalışmanın yapılabilceği vurgulanmıştır.

Kolay (2012), Yaygın ve bilinen bir bertaraf yöntemi olmasına rağmen Türkiye’de çok az bölgede düzenli depolama alanı bulunmaktadır. Ancak her geçen gün daha yoğunlaşan nüfus ve gelişen, çeşitlenen unsurlar büyük bir kirlilik sorunu ortaya çıkarmaktadır. Bu sebepten şehirler için en büyük sorunlardan biri katı atık yönetimi

olmaktadır. Katı atık yönetimindeki başlıca problemlerden birisi de katı bertarafı için en uygun, Deponi alanı olabilecek yerin seçilmesidir. Bu yerin belirlenmesinde kullanılabilecek, geçen zamanla daha da gelişen bir metodoloji olan Coğrafi Bilgi Sistemi(CBS) teknolojileridir. CBS depolama tesisi yer seçimini hızlandırmada, daha güvenilir, daha kısa zaman, daha az zaman kriteriyle çalışmada bir karar destek sistemi olarak önemli rol oynamaktadır.

Bakış (2012), İstanbul ili Fatih ilçesine yönelik yapılan bir çalışmada, katı atık yönetiminde toplama/taşıma maliyetleri toplam maliyetin yüzde 85'lik kısmını oluşturduğu belirlenmiştir. Bu maliyetin azaltılması ve kaynak koruma amacıyla optimizasyon işlemlerinin araştırılması önem arz etmektedir. Toplama işlemlerinin optimize edilmemesi durumunda "boşa kat edilen yollar" yüzünden katı atık toplama maliyetleri artmaktadır. Optimizasyon işlemi İstanbul'un Fatih ilçesi için üretilen sayısal yol haritası kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın amacı, İstanbul'un Fatih ilçesinde katı atık toplama işlemi maliyetini ve güzergâhını CBS tabanlı olarak optimize etmektir. Yapılan analiz neticesinde her bir kamyonun her bir seferi için güzergâhı optimize edilerek ortaya çıkan sonuç grafik ve grafik olmayan veriler halinde ortaya konmaktadır. Bu çalışmada kamyonun güzergaha başladığı ve bitirdiği saat, uğradığı konteynır sayısı, yolda ve konteynırlarda geçirdiği süre ve toplam kat ettiği mesafe veritabanında saklanmaktadır.

Wenling vd. (2012), Çin'de yapılan bir çalışmada, son on yılda yüksek hızlı ekonomik büyümeye rağmen Çin'in kırsal kesiminde hala enerji kısıtlamaları çevresel bozukluk boyunca süregelen bir fakirlikle karşı karşıya kaldığını ifade etmişlerdir. İklim değişimi ve karbon emisyonları ile mücadele konularına çok az değinilmiştir. Bu çalışmada farklı illerdeki kırsal yerleşim bölgelerindeki CO₂ emisyonlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri haritaları temel alınarak farklı hesaplama yöntemleri ile analizi yapılmıştır. Bu çalışma önemli emisyon kaynaklarının belirlenmesi, sera gazı azaltma potansiyelini anlamayı ve politika düzenlemeleri konusunda öneri oluşturulmasında yardımcı olacağı ifade edilmiştir. Araştırma sonuçları en büyük sera gazı azaltım potansiyelinin geleneksel biokütle kullanımı olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmada 4 emisyon azaltma politika stratejisi belirlenmiştir. Bunlar; 1.Ticari enerji değişimi, 2. Merkezi olmayan

yenilenebilir enerji imkânlarını kullanmaya devam etmek, 3. Biyogaz ve biokütle briket üretimi gibi biokütle enerji üretimi yoluyla biokütle enerjisini ticarileştirme, 4. Isı verimliliğini artırmak için hanelerdeki uygulamalarda biokütle kullanımı olarak sıralanmıştır.

Zubaryeva vd. (2012), tarafından İtalya’da yapılan bir çalışmada, biyoenerji sistemi mevcut tarım arazilerindeki ana değişimleri ve biyoçeşitlilik kayıplarını düşünen bir sistem gibi etkileşimleri, içerikleri ve faktörleri değerlendirmek için bir sosyo-ekonomik sistem olması gerektiği vurgulanmıştır. Bu nedenle, bu çalışma, yerel ölçekte karar vericiler ve biyoenerji sektörü için bir destek sağlamak amacıyla yaklaşım geliştirilerek biyogaz potansiyelinin değerlendirilmesine odaklanmıştır. Yaklaşım, bölgesel birimler arasındaki mekânsal ilişkileri biyogaz planlamasını desteklemede bölgesel bir bilgi sistemi geliştirmek için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) temel alınarak CBS tabanlı bir analizle kombine edilmiştir.

Szkliniarz ve Vogt (2012), Polonya’da yapılan bir çalışmada, Polonya’da son zamanlarda biyogaz tesislerinin geliştirilmesine yönelik teşvikler yasal düzenlemeler altında yoğunlaşmaktadır. Biyogaz gelişiminin sosyo-ekonomik dengesinin sağlanabilmesi için teknik ve ekonomik faktörlere ilaveten çeşitli coğrafi ve çevresel sınırlamaların değerlendirilmesi ve potansiyel genişlemeyi yönlendirmek gerekmektedir. Bu çalışmada hem mekânsal hem de mekânsal olmayan veriler aneorobik çürütücülerini optimum yerlere yerleştirmek için coğrafi bilgi sistem modeline entegre edilmiştir. Hayvansal atıklara ve mısır silajı gibi bitkisel atıklara odaklanılmış ve bu metodoloji Polonya Kujawsko-Pomorskie Voivodeship bölgesinde uygulanmıştır.

Dresen ve Jandewerth (2012), tarafından Almanya’da yapılan bir çalışmada, mekansal yaşam döngüsü analizlerinin hemen hemen hiç yapılmadığı vurgulanmıştır. Coğrafi bilgi sistemleri ve yaşam döngüsü verileri kombinasyonları, karmaşık yapıdaki hesaplamaları yapabilmek için en iyi bir yol olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada biyogaz aracılığıyla biyokütle enerjisi kullanımı için coğrafi bilgi sistem tabanlı bir örnek hesaplama aracı sunulmaktadır. Bu araçtaki coğrafi veriler, biyokütle potansiyeli, altyapı tesisleri, arazi kullanımı, maliyet ve teknoloji verileri gibi biyogaz tesislerinin en

uygun kurulum yerlerini belirlemek için gerekli olan verilerdir. Bu çalışmada sera gazı, asitleşme ve ötrofikasyon kategorilerindeki etkiler Almanya'nın Aşağı Rhine ve Altmark bölgelerinde test edilmiştir. Bu hesaplama aracı diğer bölgeler içinde kullanılabilir.

Szlliniarz ve Vogt (2012), tarafından Polonya'da biyogaz tesislerinin yaygınlaştırılması konusunda yapılacak yasal düzenlemelere değinmişlerdir. Potansiyel genişleme, çeşitli çevresel ve coğrafi kısıtlamaların yanı sıra sosyo-ekonomik ve ekolojik olarak sağlam biyogaz gelişimini sağlayan teknik ve ekonomik faktörlerin değerlendirilmesine duyulan ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır. Bu çalışmada, mekânsal ve mekânsal olmayan veriler, anaerobik çürütücülerin kurulması için en uygun alanları belirlemeye yardımcı olması için Coğrafi Bilgi Sistemleri modeline entegre edilmiştir. Çalışmada hayvan gübresine (sığır ve domuz popülasyonlarından) ve silaj gibi ortak substratlara odaklanılmıştır. Yine bu çalışmada biyogaz gelişimini artırmak için hangi teşvik tedbirlerinin yeterli olduğunu ve ne kadar biyogaz hammaddesinin yatırımları uygun hale getirebileceğini incelemek için maliyet ve faydaların yapısını gözden geçirmektedir. Bu çalışma Kujawsko-Pomorskie Voyvodalığında uygulanarak teknolojik değerlendirme, gaz şebekesine kombine ısı ve enerji üretimi ve biyo-metan enjeksiyonu için gerçekleştirilmiştir.

Kazoka (2013), tarafından Güney Afrika'daki enerji ihtiyacı ve kullanımı dikkate alınarak farklı çözümler aramaya yönelik bir çalışma yapmıştır. Ülkede enerji kısıtını gidermek açısından ulusal şebekenin genişletilmesi uzun vadede sürdürülebilir olmayacaktır, çünkü Güney Afrika'daki ulusal şebeke enerjisinin% 80'i çevre dostu veya yenilenebilir olmayan fosil yakıtların yanmasından kaynaklanmakta olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışmayla biyogazın kırsal enerji ihtiyacının çözümünde alternatif olarak kullanılabileceğinin ortaya konmaya çalışılmış ve biyogaz üretimini optimize edecek olan üç tür evcil hayvan atığının, inek gübresi, domuz gübresi ve tavuk pisliğinin karışım oranını belirlemeye çalışılmıştır. Dolayısıyla çalışma metan gazı optimizasyonu üzerine kurulmuş olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada ayrıca biyogaz üretiminde, ortam sıcaklığı, hammadde kullanılabilirliği ve toplulukların ekonomik durumu gibi kritik faktörleri belirlemek için saha araştırması yapılmıştır.

Prosodjo vd. (2013), Kuzey Carolina’da domuz atıklarının enerjiye (waste to energy-WTE) dağıtılmasını hızlandırmak için, Duke Üniversitesi araştırmacıları, domuz atıklarından elde edilen biyogazdan elektrik üretimi için en uygun yaklaşımı ve domuz operasyonlarının konfigürasyonunu belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada Kuzey Carolina Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Portföy Standardı’nı (Energy Efficiency Portfolio Standard-REPS) bir üretim hedefi olarak kullanarak, domuzların WTE üretiminin konfigürasyonunu, dengelenmiş elektrik maliyetine göre optimize etmek için yinelemeli bir jeo-uzamsal ve ekonomik analiz olan OptimaBIOGAS modelini uygulamışlardır. Çiftlik ve merkezileştirilmiş seçenekler dahil olmak üzere seviyelendirilmiş üretim senaryolarını (levelized cost of electricity-LCOE) çalışmışlardır. Araştırmada özellikle “yönlendirilmiş biyogaz” veya biyogazın doğal gaz boru hatlarına enjekte edilmesiyle ilgili seçeneklerle ilgilenilmiştir. Ayrıca domuz atıklarından biyogaz üretiminde, sistematik planlamanın önemi vurgulanmıştır.

Yabe (2013) tarafından Japonya’da yapılan bir çalışmada, biyogaz tesisleri, Hokkaido Japonya’da sera gazı emisyonlarını azaltmak amacıyla önerilmektedir. Bu çalışma Hokkaido’da bulunan 139 merkezileştirilmiş biyogaz tesislerinin sera gazı azaltım maliyeti ve yenilenebilir enerji fiyatı tahmin edilmiştir. Merkezi hale getirilmiş biyogaz tesisleri coğrafi bilgi sistemi ile analiz edilmiştir. Ayrıca, tesislerin ilk maliyeti, yıllık maliyeti, enerji miktarı ve sera gazı miktarı hesaplanmıştır.

Sorda vd. (2013), Almanya’da yapılan bir çalışmada Almanya’daki tarımsal biyogaz tesislerinden elektrik üretimini etkileyen destek sistemindeki değişiklikler incelenmişlerdir. Çalışmada faktör tabanlı simülasyon modeli coğrafi bilgi sistemi verileri ile birleştirilmiştir. Farklı ısı kombinasyonları, alternatif tesis büyüklükleri ve uygun biyokütle kaynakları sınırlamaları mekânsal-zamansal difüzyon modeli ile hesaplanmıştır.

Alexey vd. (2013), Hollanda’da yapılan bir çalışmada, kırsal kesimdeki farklı biyoküteller için biyoenerji üretim aktivitelerinin enerji yatırımlarında enerji geri dönüşümü ve net enerji kazancını tahmin etmek amacıyla CBS ve Yaşam Döngüsü

Envanteri araçlarını kullanmışlardır. Bu çalışmada, Hollanda’da doğal çayır atıkları, hayvansal gübre ve bitki artıklarından biyoenerji üretimi düşünülmüştür.

Höhn vd. (2014), Finlandiya’da yapılan bir çalışmada Finlandiya’nın kuzeyinde bulunan 3 atık yönetim firmalarının faaliyette olduğu üç bölgede biyogaz tesis sayısı, tesis büyüklüğü, tesis yerlerini ve biyogaz üremek amacıyla belirlemek için hayvansal kaynaklı atıkların biyogaz potansiyelini ve mekânsal dağılımını analiz etmişlerdir. Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemi tabanlı bir metodoloji kullanılarak çeşitli mekansal biokütle ve mevcut yol ağları kullanılarak biokütle taşıma optimizasyonu yapılmıştır. Çalışmada toplam 49 tesisin kurulması gerektiği ve maksimum 10 ile 40 km yarıçapında bir alanda taşıma yapılabilceği, maksimum 10 km taşıma mesafesi olması durumunda tesis büyüklüklerinin 2,1-8,4 MW, taşıma mesafesi 40 km ye çıkarsa, tesis büyüklüklerinin 2,3-16,8 MW arasında olması gerektiği belirlenmiştir. Bu çalışma mesafe, yer seçimi ve taşıma ağı oluşturma gibi biyogaz tesisleri için önemli olan parametrelerin belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin etkin şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

Bidart vd. (2014), Şili’de yapılan bir çalışmada, atık su arıtma tesislerinin oluşturduğu arıtma çamurundan fermente ile elde edilebilecek enerji potansiyelini bütünsel bir yaklaşımla hesaplamışlardır. Çalışmayla üretilen biyogaz ve yükseltilmiş biyogaz (Bio-SNG) doğrudan yakılması yolu ile elektrik enerjisi elde edilmesi karşılaştırılmıştır. Çalışmada teknik ve ekonomik veriler, coğrafi olarak atık çamuru kaynakları ve bu sistemin faydalanıcıları literatür ve Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak potansiyel enerji hesabı yapılmıştır. Bunun yanında modelleme ile bu kullanımlar karşılaştırılmıştır. Çalışmada arz ve maliyet eğrileri kullanılarak sunulmuş olup alınan sonuçlar Coğrafi Bilgi Sistemine entegre edilerek ulusal enerji potansiyeli belirlenmiştir

Silva vd. (2014), Portekiz’deki Entre-Douro-e-Minho Bölgesi’nde biyogaz tesislerinin besleme gübre olarak süt hayvancılığı atıkları kullanımı için en uygun alanları belirleme problemini ele almışlardır. Kısıtlamaları ve birçok çevresel, ekonomik, güvenlik ve sosyal faktörleri içeren bu karmaşık çok kriterli karar verme sorununu çözmek için bir Çok Ölçütlü Mekansal Karar Destek Sistemi geliştirilmiştir. İzlenen yaklaşım, mekansal

bilgileri, gerçek bilgiyi (örn. toprak) değerlendirmek için Multicriteria Decision Aid'in (MCDA) esnekliği ile yönetmek ve işlemek için Coğrafi Bilgi Sisteminin (CBS) kullanımını birleştirmektedir. Daha öznel bilgilerle (örneğin uzman görüşü, tip, eğitim, altyapı) kullanılan MCDA yöntemi, olası alternatiflerin sınıflandırılmasını sağlayan, dışadönük tipte bir yöntem olan ELECTRE TRI'dir. Yapılan analizlerin sonuçları, ELECTRE TRI'nin kullanımının, arazi uygunluğunun gerçek dünyadaki problemlerini ele almak için uygun olduğunu ve esnek ve entegre bir değerlendirmeye yol açtığını göstermektedir.

Avan (2014), Hayvansal üretimin yoğun olarak yapıldığı Tokat ilinin hayvansal atıklarından elde edilen biyogaz potansiyelinin belirlenmesi konulu çalışma, CBS teknolojileri kullanılarak enerji üretiminde değerlendirilme olanaklarının incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmada Yöredeki büyükbaş hayvan varlığının fazla olması ve büyükbaş hayvan atıklarının daha kolay sağlanabilmesi nedeniyle 250, 500 ve 1 000 büyükbaş hayvandan elde edilebilecek atıkların değerlendirileceği örnek merkezi biyogaz tesislerin planlanması yapılmış, AutoCAD programıyla taban planları, kesit ve cephe görünüşleri çizilmiş, tesislerin boyutlandırılması ve enerji analizleri hesapları yapılmıştır.

Kosse vd. (2015), çalışmalarında biyogenik atıkların ve kanalizasyon çamurlarının belediye atıksu arıtma tesislerinin çürütücülerindeki yaygın fermantasyonu, teknik olarak uygulanabilir ve ekonomik olarak uygulanabilir bir yaklaşım olduğunu vurgulamışlardır. Kırsal biyogaz üretim sahalarının sayısı giderek arttıkça, atıksu arıtma tesislerinde enerji üretimi için kullanılacak biyokütle besleme stoklarının yeterliliği sorgulanmaktadır. Kentsel alanlardan toplanan lignoselülozik biyokütlenin katkısı genellikle bu bağlamda ihmal edilmektedir. Bu konuda yapılan çalışmada, 24 kentsel substrat teorik metan potansiyeli açısından analiz edilmiş, 13 tanesi ise pratik olarak elde edilebilen metan veriminin belirlenmesi için karışım deneylerinde test edilmiştir. Metan potansiyelinin teorik değerlendirmesi, 0.393 ile 0.576 Nm³*kgVS⁻¹ arasında değişen değerler vermiştir. Karışım analizleri ile elde edilen metan verimleri, substratların lignin, hemiselüloz ve selüloz açısından tek tek bileşimine bağlı olarak önemli ölçüde daha düşük verimler göstermiştir. Kentsel atıksu arıtma tesislerinin

çürütücülerinde kentsel biyokütlenin eş-fermantasyon besleme stoğu olarak uygulanabilir kapasitesini değerlendirmek için Ren-Ruhr metropol alanı için bir Coğrafi Bilgi Sistemleri mekânsal (spatial) analizi yapılmıştır. Analiz, yeşil kentsel alanların, metropolde bulunan oniki tipik atıksu arıtma tesisinin yıllık enerji talebinin% 67'sini karşılayabilecek 377 tFMd⁻¹'lik önemli miktarda biyokütle sağladığını ortaya koymuştur.

Özsoy ve Alibaş (2015), Türkiye'nin kuzeybatısındaki önemli bir tarım, sanayi ve turizm merkezi olan Bursa'da hayvansal kaynaklı atıkların biyogaz potansiyeli üzerine çalışmışlardır. Potansiyel elektrik enerjisi miktarı, potansiyel biyogaz miktarı ve hayvan atıklarından elde edilecek kişi başına potansiyel biyo-elektrik enerjisi incelenmiştir. Çalışmada Biyogaz potansiyeli değerlendirilirse, biyogazın hayvan atıklarından elektriğe dönüştürülmesiyle Bursa'nın elektrik tüketiminin % 1,12'si karşılanabileceği ortaya konulmuştur. Bu çalışma aynı zamanda sokak aydınlatmasının % 95'inin, resmi dairelerde tüketilen elektriğin yaklaşık iki katı ve tüm tarımsal sulama işlemlerinin Bursa'daki hayvan atıklarından elde edilen biyogazdan elde edilen elektrik enerjisi ile sağlanabileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca, çalışmayla CBS'de tematik haritalar oluşturularak araştırma verimliliği artırılmış, bu da ilçeler arasında veri farklılıklarının daha net görülmesine olanak sağladığı belirtilmiştir.

Villamar vd. (2016), Anaerobik çürütücü tesis uygulamaları için sürdürülebilir uygun alanlar belirlemek amacıyla yapılan çalışmada; yöntem olarak sosyal, çevresel ve ekonomik kısıtlar ile ilgili engellemelerden türetilmiş harita, analitik hiyerarşi süreci ve coğrafi bilgi sistem kullanımı temel alınmıştır. Bu çalışma, Şili'nin Bío Bío bölgesine tarımsal atıkların (domuz / sığır gübresi ve tahıl mahsulü atıkları) enerji potansiyelini gösteren ve böylece toplam enerjiye olan katkısını değerlendiren bir coğrafi bilgi sistem modeli oluşturulmasını içeren bir vaka çalışması olarak uygulanmıştır. Bu çalışma yapılırken aneorobik çürütücü tesislerin yerleşimi için uygun yerleri tanımlarken sosyal ekonomik ve çevresel faktörlerin her birinin etkisini mekânsal olarak tanımlamak mümkün olmuştur. Sonuç olarak, GIS tabanlı modeller, biyogaz üretimi yoluyla enerji üretiminden tarımsal atıkların yeniden değerlendirilmesinde anaerobik çürütücü tesis yeri için uygun alanlar oluşturmakta kullanılabilir.

Valenti vd. (2016), Bu çalışmada, Meyve suyu ekstraksiyonu için narenciye işleminden elde edilen biyokütlelerin kullanımı, yüksek katma değerli yan ürünler ve hayvan yemi elde edilmesinin yanı sıra biyoetanol veya biyogaz ekstraksiyonu için biyoyakıt veya organik bir matriks olarak enerji amaçlı kullanımı ve narenciye posasının kullanımının önemi üzerine vurgu yapılmıştır. Bu çalışmayla turunçgil üretim alanlarının mekansal dağılımını ve biyogaz üretimi için mevcut olan narenciye posasını ölçmek amacıyla işlenen narenciye miktarı analiz edilmiştir. Çalışmanın biyogaz tesisleri için en uygun yerleri bulmak ve bir bölgede sayılarını artırmak için çok kriterli analiz için uygun bir bilgi tabanı oluşturulmasına katkıda bulunabileceği düşünülmüştür. Çalışma, Sicilya’da narenciye küspesi üretimi örnek olayına uygulanan GBS temelli metodoloji, özel istatistiklerden elde edilen bilgileri ve özel anketlerden elde edilen bilgileri ve turunçgil üretim alanlarına, turunçgil üretimine, işlenmiş üretime ve miktarına ilişkin göstergelerin hesaplanmasını içermektedir.

Artun vd. (2016), Güneydoğu Anadolu Bölgesinin sığır yetiştirme potansiyelinin hem ekilebilir arazi durumu hem de devlet desteği ile artmasının beklendiğinden yola çıkılarak Dicle havzasında (Diyarbakır, Mardin, Siirt, Batman, Şırnak) günümüz bilgi teknolojileri kullanılarak biyogaz üretim potansiyeli enerji durumu belirlenmeye çalışılmıştır. 2015 yılındaki Büyükbaş hayvan sayısı baz alınarak illerin coğrafi sınırlarında düzenlemeler yapılarak ArcMAP 10.0 yazılımı kullanılarak haritalar üretilmiştir. Her ilin başka illerden bağımsız olarak değerlendirilmesi için tüm sınırlar, iller, ilçeler ve köyler bazında ayrı katmanlar olarak bölünmüştür. Büyükbaş hayvan sayısı Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) veri tabanına girilmiş ve elde edilebilecek potansiyel biyogaz enerji üretim alanları, Büyükbaş hayvan kaynaklı çevrede bırakılacak atık miktarı dikkate alınarak belirlenmiştir. Çalışma alanında toplam 2809939 ton yıllık yaş gübre elde edilebileceği tespit edilmiştir. Bu yaş gübreden yılda toplam 1175913 MJ biyogaz enerji miktarının elde edilebileceği belirlenmiştir. Ayrıca, coğrafi düzeltme yapılan kartografik bir taban ile oluşturulan proje, bu çalışmanın amacına uygun olarak veri tabanında ve biyogaz enerji üretim alanları için uygun, uygun veya kısmen uygun alanlarda belirlenmeye çalışılmıştır.

Valenti vd. (2017), İtalyada yapılan bir çalışmada biyogaz üretimindeki veriye dayalı yetersizlikler düşünülerek narenciye üretim atıklarının biyogaz üretimindeki bağlantısının bilgisel eksikliklerin tamamlanması amaçlanmıştır. Çalışmayla hala gelişmekte olan biyogaz sektörel bölgelerdeki fermantasyon tankları için beslemede kullanılabilecek narenciye atıklarının uygun karışımın belirlenmesi araştırılmaktadır. Tarımsal atıkların yeniden kullanılmasına ilaveten özellikle lojistik biyokütle kaynaklarından türetilmiş sera gazlarının ve enerji ürünü için verilmiş toprak tüketimi azaltılması açısından çevre koruma ile ilgili sürdürülebilir bir yol ile yeni biyogaz tesisleri geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu temelde özel düzenleyici çerçevede incelemeye ilaveten tanımlayıcı istatistikler ve coğrafi bilgi sistemleri aygıtları kullanarak bir analiz yapılmıştır. İstatistiksel Analizler özel uzmanlaşmış bazı çiftlikler ve onların üretim kapasitelerinden dolayı narenciye üretiminde farklı değişkenlikler olduğunu göstermiştir. Coğrafi bilgi sistemleri analizleri narenciye üretim alanlarının özel bazı alanlarda yoğunlaştığını göstermiştir. Bu nedenle, biyogaz sektörünün gelecekte uygulanacak politikaların bölgedeki tarımsal biyokütlelerin mevcudiyetini ve dağıtımının hesaba katılması gerektiği belirtilmiştir. Son olarak, bu çalışmayla belirli bir sektördeki biyokütlenin kullanılmasını desteklemede veya engellemede önemli bir düzenleyici çerçevenin belirlenmiş olduğu ifade edilmiştir.

Hariz (2017), Bu çalışmada Kenya Kilifi ilçesindeki sağlık atıklarının zararlı atık yönetiminin durumu ele alınmıştır. Bu çalışmada merkezi bir modern atık yakma tesisinin kurulmasıyla atık yönetim sorununun üstesinden gelmeyi kolaylaştıracağını önermektedir. Diğer taraftan bu çalışma Cenevre Enformasyon Sistemleri (CBS) tekniklerini, Kenya Kıyısı ilinin Kilifi İlçesindeki potansiyel alanları analiz etmek ve değerlendirmek için Çok Kriterli Karar Analizi yöntemleriyle birleştirmektedir. Çalışma için, mekansal analizlerden sekiz potansiyel alan belirlenmiş ve bu alanlar AHP, VIKOR ve PROMETHEE kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar üç metotta da tutarlı sonuçlar vermiş ve en iyi alanın büyük Malindi kasabası civarında olduğu tespit edildiği belirtilmiştir.

Salih (2017), tarafından yaklaşık 8397,16 ha bir alana sahip Bingöl-Erdemli mikro havzasının, toprak erozyon durumunu ve bazı toprak özelliklerini belirlemek amacıyla Erdemli mikro havzasının 1/25000’lik topoğrafik haritası sayılaştırılmış ve bu alana ait yükseklik grubu, eğim, arazi kabiliyet ve toprak haritası yükseklik modeli kullanılarak coğrafi bilgi sistemli kullanılarak yeniden oluşturulmuştur. Haritaların sınıflandırılmasında ArcGIS 10.1 programı kullanılmıştır. Toprak örnekleri 0-30, 30-60 cm, 60-90 cm ve 90-120 cm derinliklerinden alınmıştır. Araştırma alanındaki 7 köye (Erdemli, Bahçeli, Dışbudak, Gökdere, Kıran, Suvaran ve Yumaklı) ait alanda 80 toprak profili açılarak bu noktalardan toplam 291 toprak örneği alınmıştır. Araştırma kapsamında topraklarda, tekstür, pH, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde, toplam azot (N), kireç (CaCO_3), yarıyışlı potasyum (K), yarıyışlı fosfor (P), ve sodyum analizleri yapılmıştır. Toprak analiz sonuçları ve arazi etüt çalışmalarına göre, araştırma alanında erozyon probleminin olduğu belirlenmiştir. Sonuçlara ek olarak jeolojik toprak erozyonu direnci, çok şiddetli, şiddetli, orta şiddetli ve az şiddetli olarak derecelendirilmiştir. Bununla birlikte araştırma alanı toprakları, az kireçli, düşük elektriksel iletkenlik, orta organik madde içeriği, nötr pH düzeyi, yeterli düzeyde azot, fosfor ve potasyum içermektedir. Araştırma alanı jeolojik olarak metamorfik ana kaya yapısında sahiptir. Bu ana kaya üzerinde, killi, killi tın, kumlu, kumlu tın, kumlu killi tın ve siltli tın bünyeli toprakların oluştuğu belirlenmiştir.

Meyer vd. (2017), tarafından yapılan biyokütle üretiminde 2030 yılında 28 AB ülkesi için biyogaz üretiminin artırılması için belgelenmiş olan potansiyel olarak sürdürülebilir tarımsal kalıntıların seçiminden biyokütle ve biyogaz enerjisi potansiyelinin projelendirilmesi ve haritalanması amaçlanmıştır. Çalışmada hayvan gübresi, tahıl üretiminden elde edilen saman yan ürünleri ve rotasyonel ve daimi otlaklar ve çayırlardan gelen çimler olmak üzere tortusal biyokütle türleri incelenmiştir. Biyokütle mevcudiyetine bağlı olarak, incelenen biyokütlenin biyokütle enerjisi potansiyelinin 2030 yılında $1,2 \times 10^3$ ile $2,3 \times 10^3 \text{ PJ.y}^{-1}$ arasında değişeceği tahmin edilmektedir. Düşük substrat mevcudiyetini temsil eden senaryoda öngörülen biyogaz enerjisi potansiyeli, 2015 yılında Avrupa biyogaz üretiminin ikiye katlanmasına tekabül etmektedir. Sonuçlar, AB’nin 28 üye ülkelerinde, Avrupa biyogaz sektörünün sürekli olarak

ilerlemesini sağlamak için yeterli olan bir ölçüde, silajlık mısır kullanımına yönelik sürdürülebilir alternatiflerin bulunduğunu göstermektedir.

Venier (2017) tarafından Arjantin’de yapılan bir çalışmada, elektrik üretimi için fosil yakıtların yanmasıyla bağlantılı sera gazı emisyonlarındaki artış, enerji güvenliği sorunları ve yenilenemeyen kaynakların gelecekteki muhtemel kıtlığı ile birlikte yenilenebilir ve temiz enerji alternatiflerinin potansiyeline dikkat çekilmiştir. Arjantin 2002 mali krizinden sonra hızlı bir ekonomik büyüme yaşamıştır. Ancak, bu ekonomik toparlanma, yerli üretim kapasitesini zaten aşan ve ülkeyi elektrik üretimi için doğal gaz ithal etmeye iten enerji talebinde büyük bir artışa neden olmuştur. Sonuç olarak, şu anda doğalgaz ve diğer fosil yakıtlardan üçte birinden fazla elektrik üretilmekte ve bu da sadece sera gazı emisyonlarında değil, diğer kirleticilerin de artışına neden olmaktadır. Büyükbaş hayvan sektörünün avantajlarından yararlanan bu araştırma, Arjantin’deki biyogaz üretim potansiyeli en büyük envantere sahip eyalet olan Buenos Aires eyaletini örnek vaka çalışması olarak incelenmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri uygunluk analizi kullanılarak, çalışma öncelikle coğrafi, çevresel ve sosyoekonomik kriterlere göre biyogaz tesislerinin yeri için potansiyel alanları tanımlanmaktadır. Çalışma, bu bulguları mekânsal istatistiksel analiz kullanarak ve büyük çiftlik büyüklüğünü ve ekonomik olarak uygun ulaşım mesafelerini dikkate alarak optimal alanların seçimi ve tanımlanması ile birleştirmektedir. Bu aşamada, çalışma, büyük ölçekli çiftlikler için tesislerden küçük ölçekli ve orta ölçekli çiftlikler için merkezi biyogaz tesislerine uzanan üç farklı senaryo önermektedir. Çalışmanın sonuçları, ilde üretilen hayvansal gübrenin sadece % 1.5’ini kullanarak elde edilen elektrik enerjisi ile büyükbaş hayvan çiftliklerinin elektrik talebini karşılamakla kalmayıp, aynı zamanda ilin elektrik enerjisi talebinin % 2,06’sına kadar karşılanabildiğini göstermektedir. Bu sonuçlar ülke için büyük bir fırsat yaratıyor çünkü enerji kaynaklarının sadece iç kaynaklarla değil aynı zamanda çevresel faydaların sürdürülebilir bir şekilde sağlanmasıyla mümkün olabiliyor.

Abdullah (2017) araştırmasında, Erbil'in araştırma bölgesi çerçevesinde Erbil'e ait tarım arazisinde kullanılan verilerin 2004 ile 2014 yılları arasında tarımsal arazilerin kullanımı ve tarım arazilerinin kullanım alanlarında yapılan değişiklikleri ele almıştır. Araştırma esnasında, özellikle tarım bitkilerinin üretimi sırasında tarım arazilerinin kullanımından kaynaklanan değişiklikleri ölçmek yanında tarım arazisinde kullanılan coğrafi bölünme vurgulanmıştır. Bu çalışma doğal ve insancıl tarımsal kapasiteleri, meydana gelen değişimlerin miktarıyla ve bu değişimlerin pozitif veya negatif olup olmadığını belirlemeye dayanmaktadır. Bu araştırmanın temel amacı, değişiklikler ve değişikliklerin yeri ve değişiklikleri arasındaki farkın ölçülmesinden sonra 2014 yılı için o bölgedeki tarımsal gerçekliğin 2004'e kıyasla gösterilmesi ve coğrafyanın etkili nedenlerinin altının çizilmesidir. Elde edilen sonuçların belirlenmesi için çalışmada hipotez teorisi, CBS gibi tanımlayıcı ve analitik kuramlar kullanılmıştır.

Receghe (2017), Eskişehir ili, Odunpazarı ilçesindeki karbondioksit emisyonlarını değerlendirmeyi ve analiz etmeyi amaçlayan çalışmada; şehir düzeyinde karbon emisyonları envanterleri çıkarılarak analiz edilmiş ve haritalanmıştır. Çalışmada Odunpazarı ilçe sınırları içinde bulunan mahallelerin 2016 yılında doğal gaz ve elektrik tüketimine göre CO₂ emisyonları hesaplanmış ve haritaları hazırlanmıştır. Sonuç çıktılarını gösteren haritalar elde etmek için bir açık kaynak kodlu CBS yazılımı kullanılmıştır. Analiz için, AB Belediye Başkanları'nın iklim ve enerji için emisyon faktörlerine ilişkin AB Sözleşmesi kapsamı göz önüne alınmıştır. Uygulanan hesaplama yöntemleri toplam 2016 yılı CO₂ emisyonu, kişi başı ortalama emisyon ile 2012 yılındaki emisyon durumu ile karşılaştırılmıştır.

Zarei (2018), tarafından İran'da yapılan bir çalışmada, İran'da kırsal alandaki hayvansal atıklar, tarımsal atıklar ve evsel atıklar ile ilgili bilgilerin biyogaz üretimi noktasında arazi kullanım haritaları hayvan sayıları ve coğrafi bilgi sistemleri ile değerlendirilmesinde bir model geliştirilmeye çalışılmıştır. Model biyogaz üretim tesis yapılarının uygun lokasyonlarının belirlenmesinde kullanılabilmektedir. İran'da yapılan daha önceki çalışmalar ile karşılaştırıldığından bu çalışmada kullanılan analiz süreci daha fazla mekânsal bilgi içermektedir. Bu çalışma İran'da yıllık 2740 milyon m³ hayvansal ve kırsal atıklardan elde edilebileceği göstermiştir.

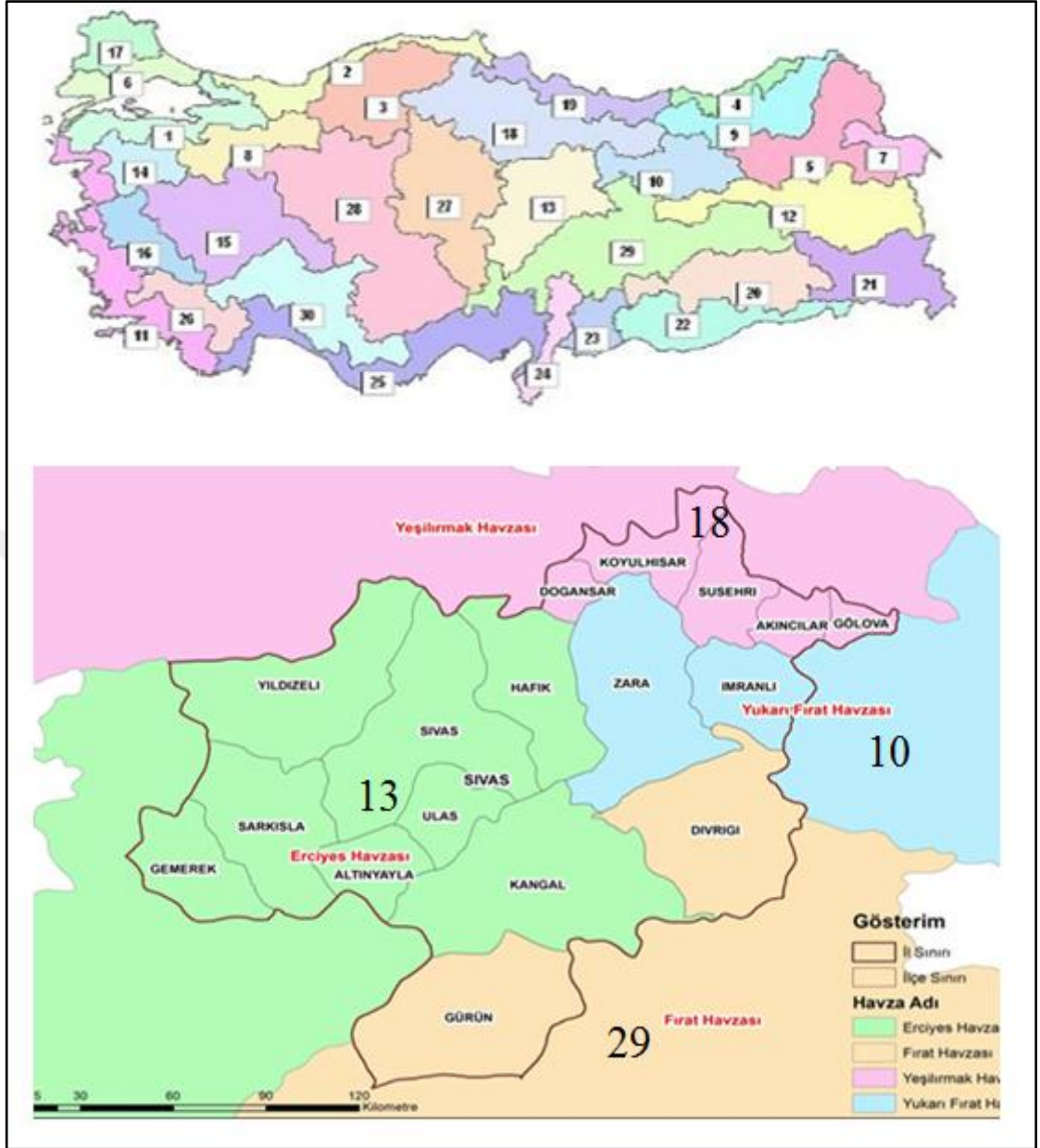
3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında, Sivas ilinde yetiştiriciliği yapılan büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvancılığı atık potansiyelinin hesaplanması, hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyelinin belirlenmesi, biyogaz tesislerinin yerleri ve optimum tesis sayısı ile birlikte tesis kapasitelerinin saptanması ve güncellenebilir web tabanlı bir CBS modelinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

3.1 Materyal

Araştırma kapsamında Sivas İlinde mevcut hayvancılık işletmelerinin özellikleri, hayvan sayıları ve kapasiteleri araştırılmıştır. Bu çerçevede Sivas Tarım ve Orman İl Müdürlüğü verileri araştırmanın temel materyalini oluşturmuştur.

Diğer taraftan 2010 yılından itibaren Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürürlüğe konulan "Havza Bazlı Üretim ve Destekleme Modeli" çerçevesinde oluşturulan havzalara göre çalışma yürütülmüştür. Bu havza bazlı üretim modelinde Türkiye iklim, topografya ve toprak verileri dikkate alınarak 30 havzaya bölünmüştür. Havzaların ekolojik olarak benzer olan, ülkenin idari yapılanmasına uygun yönetilebilir büyüklükte, tarım ürünlerinin ekolojik ve ekonomik olarak en uygun yetiştirilebildiği bölgeleri ifade ettiği; adlandırılmalarının coğrafya ve bölgenin özelliklerine göre yapıldığı belirtilmektedir (Anonim 2010). Sivas'ında yer aldığı Türkiye havzaları şekil 3.1'de görülmektedir.



Şekil 3.1 Sivas İli havzaları (Anonim 2010)

3.1.1 Sivas ili tarımsal nüfus dağılımı

2000 yılı sayımlarında 755.091 olan il nüfusu, 2015 yılı nüfus verilerine göre 618.824'e gerilemiştir. 2017 yılı nüfus verilerine göre ise 621.301 olan Sivas'ta 17 sene içerisinde il nüfusundaki azalış oranı kırsaldan göç nedeni ile % 17'yi bulmuştur.

Sivas ili 27.202 km² alanı ile Türkiye'nin 2. büyük ilidir. Çok geniş bir coğrafyası olan ilde 7 belde, 1.238 köy ve 766 mezra bulunmakta ve yerleşim yeri bakımından Türkiye'nin birinci büyük ilidir. Çok geniş coğrafik yapıya rağmen il nüfusu gittikçe azalmaktadır. Genel olarak km²'ye 23 kişi düşmektedir.

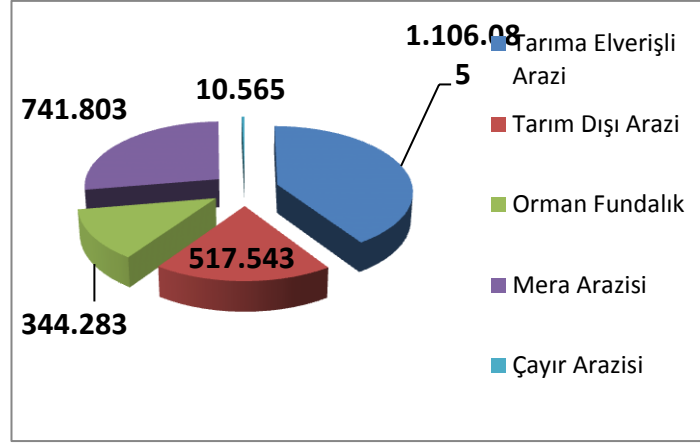
Sivas ilinde işgücünün sektörel dağılımına bakıldığında, tarım ve hayvancılığın ilde çok büyük ekonomik etkinliğe sahip olduğu görülmektedir. İldeki iktisaden faal nüfusun yüzde 66,5'ini oluşturan tarım sektöründe çalışanların yüzde 54,7'sini kadınlar, yüzde 45,3'ünü erkekler oluşturmaktadır. Tarım sektöründe yer alan faal nüfusun yüzde 91,6'sının kırsal kesimde yaşadığı dikkati çekmektedir (Anonim 2017a).

3.1.2 Sivas ili arazi dağılımı

2 720 279 hektar alana sahip Sivas il topraklarının % 40,6'sını tarım, % 27,0'ını çayır-mera, % 13'ünü orman ve fundalık, % 19'unu tarım dışı alanlar oluşturmaktadır (Çizelge 3.1), (Şekil 3.2).

Çizelge 3.1 Sivas İli arazi dağılımı (Anonim 2017b)

Arazinin Cinsi	Yüzölçümü (ha)	Toplam Araziye Oranı (%)
Tarıma Elverişli Arazi	1 106 085	40,6
Mera Arazisi	741 803	27,0
Orman Fundalık Alan	344 283	13,0
Tarım Dışı Arazi	517 543	19,0
Çayır Arazisi	10 565	0,4
Toplam	2 720 279	100,0



Şekil 3.2 Sivas İli arazi dağılımı (Anonim 2017a)

Türkiye geneli arazi dağılımı ile Sivas ili karşılaştırıldığında çayır mera alanlarının oranı yüksek (% 27,0), orman alanlarının oranının ise düşük (% 13,0) olduğu görülmektedir. Türkiye genelinde mera alanlarının genel arazi miktarına oranı % 26, orman alanlarının oranı ise % 26'dır (Anonim 2017a).

Sivas ilinde çayır mera alanlarının fazlalığı hayvancılık için bir potansiyel, orman alanlarının azlığı ise erozyonun nedeni ve yağış için kısıt teşkil etmektedir.

3.1.3 Sivas ili tarımsal işletme büyüklükleri ve dağılımı

TUIK tarafından yapılan "VII. Genel Tarım Sayımı Tarımsal İşletmeler Anketi" ne göre, Sivas'ta yer alan tarımsal işletme başına düşen ortalama toprak büyüklüğü 95 dekar olup, 60 dekar olan Türkiye ortalamasından 35 dekar daha fazladır. Ayrıca aynı ankette, Sivas'ta toplam 78.953 tarımsal işletme olduğu ve bunun yüzde 1,26'sının arazisinin olmadığı, geriye kalan yüzde 98,74'ünün ise 7.467.539 dekarlık araziye işlediği belirtilmektedir. Toplam işletme sayısının yüzde 32,25'i gibi büyük bir oranını oluşturan 20-49 dekar arazi büyüklüğüne sahip olan işletmeler, toplam işlenen arazinin ancak yüzde 11,02'sini işlemektedir. İşletme arazisi bakımından yüzde 35,41 ile en büyük paya sahip olan işletmeler 200-499 dekar arazi büyüklüğüne sahip olan işletmelerdir. İlde 5.000 dekardan büyük arazi işleyen sadece 2 işletme bulunmakta iken, toplam işlenen arazi içindeki payı yüzde 1,25'dir. İlde tarım işletmeleri

faaliyetlerine göre genellikle bitkisel ve hayvansal üretimi birlikte yapmaktadırlar, bunun oranı da % 87'yi bulmaktadır. Bunu sırasıyla % 10'la yalnızca bitkisel üretim yapan işletmeler ve % 3'de sadece hayvansal üretim yapan işletmeler izlemektedir (Anonim 2017a).

İlde tarım işletmeleri faaliyetlerine göre bitkisel ve hayvansal üretim ayrı ayrı yapılmakla birlikte genellikle bitkisel ve hayvansal üretimi birlikte yapmaktadırlar. Sivas İli'nin toplam tarımsal işletme sayısı ve özellikleri çizelge 4.2'de verilmiştir (Anonim 2011e) (Anonim 2017b).

Çizelge 3.2 Sivas ili tarımsal işletme sayıları (Anonim 2011e) (Anonim 2017b).

İşletme Özelliği	İşletme Sayısı (Adet)	Toplam İşletme Sayısına Oranı (%)
Hayvansal Üretim	2 369	3,0
Bitkisel Üretim	7 895	10,0
Hayvansal+Bitkisel Üretim	68 689	87,0
Toplam	78 953	100,0

Sivas'ta tarım işletmeleri faaliyetlerine göre genellikle bitkisel ve hayvansal üretimi birlikte yapmaktadırlar, bunun oranı da % 87'yi bulmaktadır. Bunu sırasıyla % 10'la yalnızca bitkisel üretim yapan işletmeler ve % 3'le hayvansal üretim yapan işletmeler izlemektedir.

3.1.4 Sivas ili tarımsal arazi dağılımı

11.060.850 da'lık il toplam tarımsal arazi varlığının % 25,46'sı tarımsal üretime elverişli ama mevcut durum itibari ile 2.816.758 da kullanılmayan arazi varlığını oluşturmaktadır. Tarım yapılan % 74,54'lik kısımda ise en büyük pay 3.884.998 da alan ile il toplam tarım alanı içerisinde % 35 lük pay alan hububat bitkileridir. Sivas ilinin tarımsal arazi dağılımı ilçeler itibariyle çizelge 3.3'de verilmiştir (Anonim 2017a)..

Çizelge 3.3 Sivas ili arazi dağılımı(Anonim 2017a

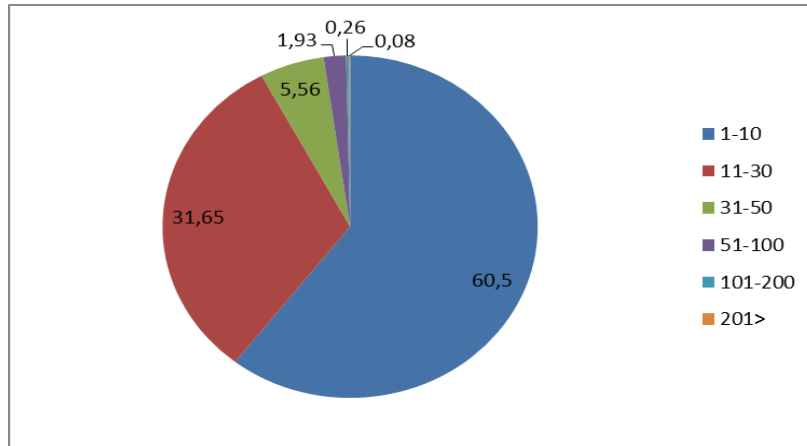
İLÇE ADI	TARLA BİTKİLERİ											MEYVELİK (Da)	SEBZELİK (Da)	ÖRTÜ ALTI (Da)	TARIM YAPILAN ARAZİ TOPLAMI (Da)	TARIMA ELVERİŞLİ KULLANILMAYAN ARAZİ (Da)	TOPLAM TARIM ALANI (da)
	HUBUBAT (Da)	BAKLAGİLLER (Da)	YAĞLI TOHUMLAR (Da)	ENDÜSTRİ BİTKİLERİ (Da)	YUMRU BİTKİLER (Da)	TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLER	YEM BİTKİLERİ (Da)	EKİLİ ALAN (Da)	NADAS (Da)	ÇAYIR ARAZİSİ (Da)	TARLA TOPLAM (Da)						
AKINCILAR	80.225	1.950	0	3.000	720	0	24.100	109.995	32.999	2.480	145.474	993	3.198	8	149.673	30.208	179.880
ALTINYAYLA	182.240	90	0	2.500	2.500	700	37.450	225.480	90.192	13.800	329.472	608	18	6	330.104	7.716	337.820
DİVRİĞİ	34.670	290	900	0	350	0	20.610	56.820	28.410	300	85.530	1.326	277	6	87.139	473.751	560.890
DOĞANŞAR	1.825	0	0	0	0	0	12.205	14.030	11.224	0	25.254	304	63	0	25.621	81.359	106.980
GEMEREK	190.210	4.300	3.304	40.612	15.050	40	35.061	288.577	86.573	840	375.990	1.641	4.453	0	382.084	24.456	406.540
GÖLOVA	9.800	844	0	0	0	0	12.415	23.059	13.835	860	37.754	55	48	0	37.857	129.513	167.370
GÜRÜN	183.450	30.008	0	0	70	10.000	84.945	308.473	215.931	3.220	527.624	11.290	25	10	538.949	216.691	755.640
HAFİK	141.285	0	0	0	100	1.340	27.195	169.920	135.936	16.760	322.616	353	46	14	323.029	478.941	801.970
İMRANLI	5.230	250	0	0	0	10	25.395	30.885	27.797	1.870	60.552	156	11	2	60.721	262.230	322.950
KANGAL	762.050	12.010	0	6.160	19.050	2.350	47.840	849.460	424.730	13.690	1.287.880	1.290	10	0	1.289.180	280.940	1.570.120
KOYULHİSAR	10.950	300	0	0	16.000	0	43.200	70.450	56.360	0	126.810	1.773	612	5	129.200	69.370	198.570
MERKEZ	498.350	970	100	3.419	5.390	2.740	79.400	590.369	560.851	10.060	1.161.280	7.901	382	22	1.169.585	619.375	1.788.960
SUŞEHRİ	83.492	5.200	0	4.242	400	0	37.000	130.334	91.234	2.070	223.638	3.753	1.059	12	228.462	73.588	302.050
ŞARKIŞLA	466.200	535	245	24.200	8.515	1.710	94.965	596.370	536.733	15.910	1.149.013	360	194	8	1.149.575	965	1.150.540
ULAŞ	297.300	105	0	18.500	3.000	460	29.000	348.365	87.091	9.060	444.516	709	95	23	445.343	118.867	564.210
YILDIZELİ	531.100	1.340	480	5.823	4.630	1.055	197.650	742.078	333.935	6.400	1.082.413	909	174	8	1.083.504	73.696	1.157.200
ZARA	154.120	400	0	0	400	650	60.600	216.170	172.936	8.330	397.436	678	15	9	398.138	291.022	689.160
TOPLAM	3.632.497	58.592	5.029	108.456	76.175	21.055	869.031	4.770.835	2.906.766	105.650	7.783.251	34.099	10.680	133	7.828.163	3.232.687	11.060.850

3.1.5 Sivas ili büyükbaş hayvancılık işletmeleri dağılımı

Hayvansal kaynaklı biyogaz üretim potansiyelinin, tesis güçlerinin ve tesis lokasyonlarının belirlenebilmesi için hayvansal atık kapasitesinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla bazı gösterge değerleri belirlenmelidir. Büyükbaş hayvan varlığına göre Sivas İli işletme büyüklükleri çizelge 3.4 ve şekil 3.3’de verilmiştir (Anonim 2017c).

Çizelge 3.4 Sivas ili büyükbaş hayvancılık işletmeleri (Anonim 2017c).

İşletme Büyüklükleri (Baş)	Büyükbaş İşletme Sayısı (Adet)	Toplam İşletme Sayısına Oranı (%)
1-10	15 841	60,50
11-30	8 286	31,65
31-50	1 457	5,56
51-100	506	1,93
101-200	69	0,26
201>	21	0,08
Toplam	26 180	100,0



Şekil 3.3 Sivas ili büyükbaş hayvancılık işletme büyüklükleri

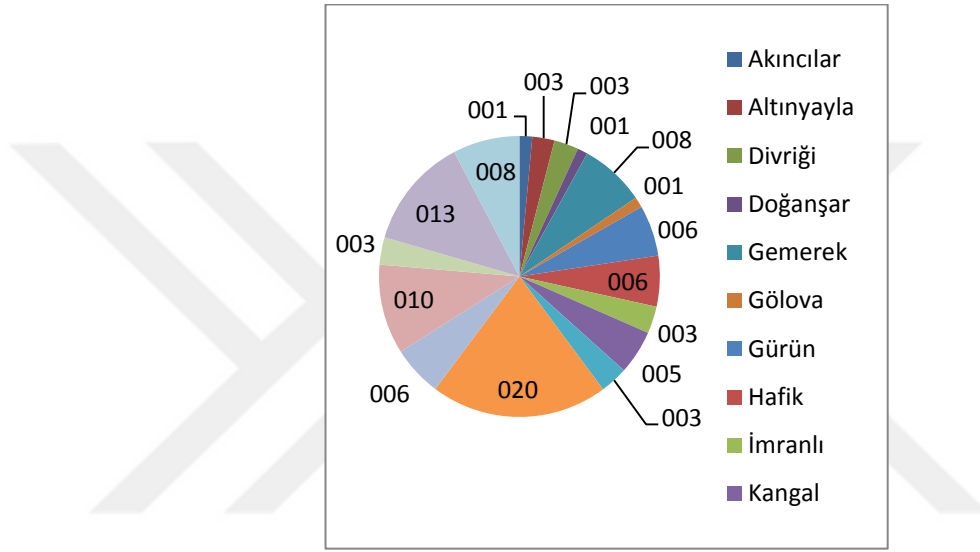
İl genelinde toplam büyükbaş işletme sayısı 26 180 adet olup işletmelerin % 60,50'si 1-10 başlıklı işletmelerden oluşmaktadır. Diğer taraftan işletme sayılarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum ise Sivas ilinin biyogaz hammadde potansiyeli bakımından yeterli olduğunu ortaya koymaktadır.

Diğer bir gösterge değeri olan büyükbaş hayvan sayıları çizelge 3.5'de verilmiştir (Anonim 2017d)

Çizelge 3.5 Sivas ili büyükbaş hayvan sayıları (Anonim 2017d).

İlçe	1 Yaşından Küçük Erkek (Buzağı-Dana) (Adet)	1 Yaşından Küçük Dişi (Buzağı-Dana) (Adet)	1-2 Yaş Arası Dişi (Düve) (Adet)	1-2 Yaş Arası Erkek (Tosun) (Adet)	2 Ve Daha Yukarı Yaşta (Boğa) (Adet)	2 Ve Daha Yukarı Yaşta (İnek) (Adet)	Toplam	Toplam Hayvan Sayısına Oranı (%)
Akıncılar	419	463	304	343	83	2.307	3.919	1,47
Altınyayla	528	675	1.077	430	228	3.876	6.814	2,56
Divriği	1.134	753	548	774	462	3.806	7.477	2,81
Doğanşar	391	407	448	339	51	1.503	3.139	1,18
Gemerek	2.338	2.514	2.659	1.235	494	10.818	20.058	7,53
Gölova	511	548	414	254	79	1.409	3.215	1,21
Gürün	2.779	2.852	1.338	514	172	7.972	15.627	5,87
Hafik	2.013	2.241	1.685	1.192	499	7.920	15.550	5,84
İmranlı	1.087	1.144	1.068	481	226	4.295	8.301	3,12
Kangal	1.038	1.720	1.825	552	283	8.078	13.496	5,07
Koyulhisar	851	1.082	1.342	567	288	4.395	8.525	3,20
Merkez	5.782	6.941	7.138	2.549	969	30.904	54.283	20,38
Suşehri	1.616	2.408	2.572	1.226	676	6.950	15.448	5,80
Şarkışla	3.641	3.502	3.484	3.519	949	12.416	27.511	10,33
Ulaş	1.078	1.032	1.367	179	110	4.625	8.391	3,15
Yıldızeli	2.150	2.970	3.623	2.040	830	22.519	34.132	12,81
Zara	518	913	2.816	4.013	1.288	10.915	20.463	7,68
Toplam	27.874	32.165	33.708	20.207	7.687	144.708	265.355	100

Sivas'ta işletmelerde toplam 265 355 büyükbaş hayvan bulunmaktadır. Büyükbaş hayvan varlığının büyük çoğunluğu olan yaklaşık % 20,38'i Sivas Merkez'deki işletmelerde bulunmaktadır. Yine % 12,81'i ise Yıldızeli ilçesindeki işletmelerde bulunmaktadır. Sivas'ta büyükbaş hayvan varlığı Sivas Merkez (% 20,38), Yıldızeli (% 12,81), Şarkışla (% 10,33), Zara (% 7,68), Gemerek (% 7,53), Hafik (% 5,84) ve Suşehri (% 5,80) ilçelerinde yoğunluk kazanmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Sivas ili büyükbaş hayvan sayıları dağılımı (Anonim 2017c).

3.1.6 Sivas ili küçükbaş hayvancılık işletmeleri dağılımı

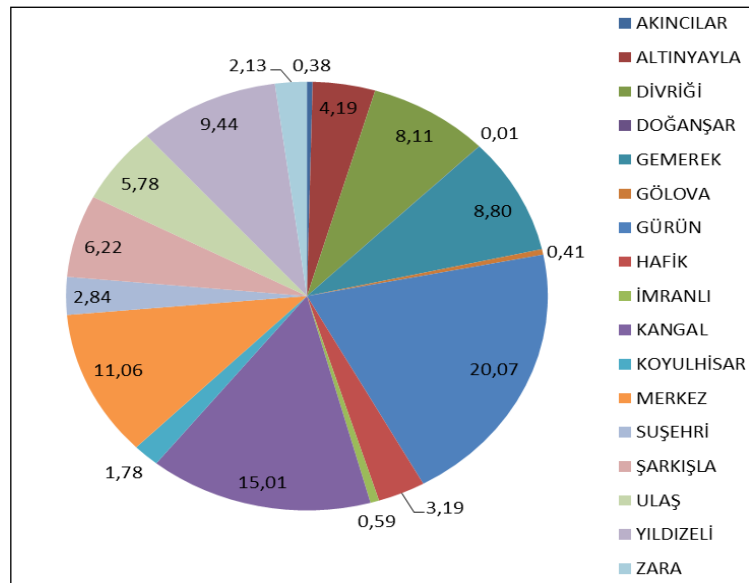
Sivas iline ait küçükbaş hayvan sayıları çizelge 3.6 ve dağılımı şekil 3.5'de, işletme büyüklükleri ise çizelge 3.7 ve dağılımları şekil 3.6'da verilmiştir.

Sivas'ta işletmelerde toplam 468 960 küçükbaş hayvan bulunmaktadır. Küçükbaş hayvan varlığının büyük çoğunluğu olan yaklaşık % 20,07'si Gürün'deki işletmelerde bulunmaktadır. Küçükbaş hayvan varlığının % 15,01'i Kangal'daki işletmelerde, % 11,06'sı Sivas Merkez'deki işletmelerde, ve % 9,44'ü ise Yıldızeli'ndeki işletmelerde bulunmaktadır. Küçükbaş işletme sayılarına bakıldığında ise en çok işletme Gürün (%)

20,07), Kangal (% 15,01), Sivas Merkez (% 11,06), Yıldızeli (% 9,44)'nde bulunmaktadır.

Çizelge 3.6 Sivas ili küçükbaş hayvan sayıları (Anonim 2017c)

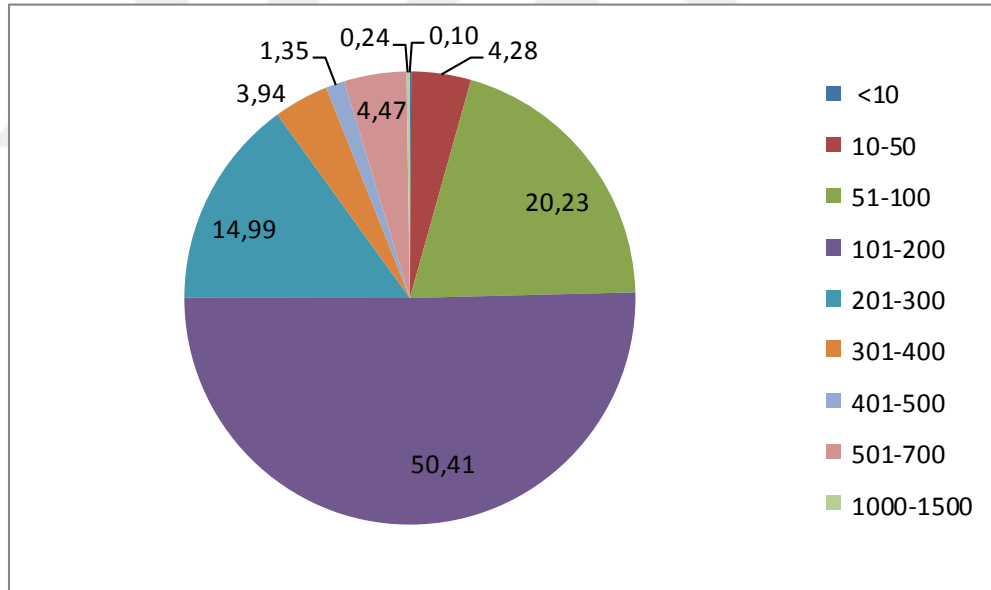
İlçe adı	İşletme Sayısı (Adet)	Koyun-Keçi Sayısı (Baş)	Toplam İşletme Sayısına Oranı (%)	Toplam Hayvan Sayısına Oranı (%)
Akıncılar	245	1.791	12	0,38
Altınyayla	13	19.630	1	4,19
Divriği	67	37.956	3	8,11
Doğanşar	123	40	6	0,01
Gemerek	0	41.198	0	8,80
Gölova	178	1.926	9	0,41
Gürün	8	93.993	0	20,07
Hafik	360	14.915	17	3,19
İmranlı	52	2.743	3	0,59
Kangal	17	70.261	1	15,01
Koyulhisar	256	8.340	12	1,78
Merkez	59	51.780	3	11,06
Suşehri	95	13.308	5	2,84
Şarkışla	153	29.100	7	6,22
Ulaş	117	27.080	6	5,78
Yıldızeli	266	44.200	13	9,44
Zara	71	9.959	3	2,13
Toplam	2.080	468.220	100	100



Şekil 3.5 Sivas ili küçükbaş hayvan sayıları dağılımı (Anonim 2017c)

Çizelge 3.7 Sivas ili küçükbaş işletme büyüklükleri (Anonim 2017c)

İşletme Büyüklükleri	Küçükbaş İşletme sayısı (Adet)	Toplam İşletme Sayısına Oranı (%)
<10	2	0,10
10-50	89	4,28
51-100	421	20,23
101-200	1049	50,41
201-300	312	14,99
301-400	82	3,94
401-500	28	1,35
501-700	93	4,47
1000-1500	5	0,24
Toplam	2081	100



Şekil 3.6 Sivas ili küçükbaş işletme sayıları dağılımı (Anonim 2017c)

İl genelinde toplam koyunculuk işletme sayısı 2 081 adet olup işletmelerin önemli bir kısmı (% 50,41) 101-200 başlı işletmelerden oluşmaktadır. Toplam koyun-keçi varlığı ise 468 960 adet'tir.

3.1.7 Sivas ili kanatlı işletmeleri dağılımı

Sivas İli kanatlı sayıları ve kanatlı işletme dağılımı çizelge 3.8 - 3.9'da verilmiştir.

Çizelge 3.8 Sivas ili kanatlı hayvan sayıları (Anonim 2016)

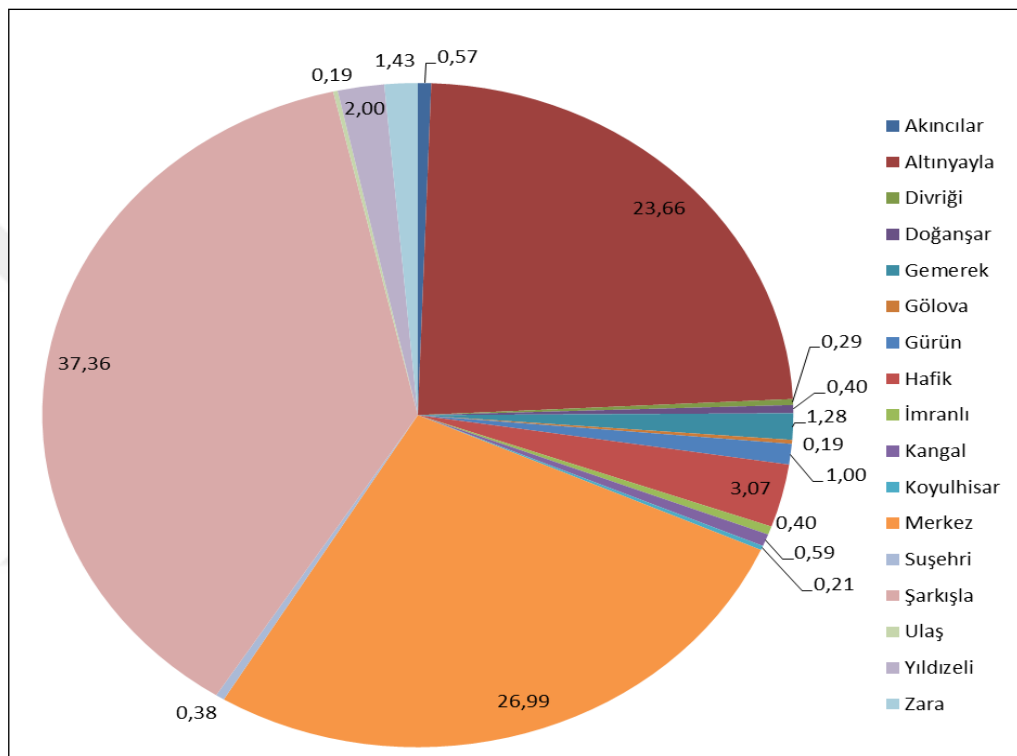
İlçe	Kanatlı Sayısı	Toplam Kanatlı Sayısına Oranı (%)
Akıncılar	3.841	0,57
Altınyayla	159.039	23,66
Divriği	1.920	0,29
Doğanşar	2.657	0,40
Gemerek	8.597	1,28
Gölova	1.306	0,19
Gürün	6.716	1,00
Hafik	20.617	3,07
İmranlı	2.706	0,40
Kangal	3.986	0,59
Koyulhisar	1.412	0,21
Merkez	181.403	26,99
Suşehri	2.553	0,38
Şarkışla	251.111	37,36
Ulaş	1.298	0,19
Yıldızeli	13.467	2,00
Zara	9.582	1,43
Toplam	672.211	100

Çizelge 3.9 İşletme büyüklüklerine göre kümes hayvanı ve işletme sayısı (Anonim 2016)

İlçe	İşletme Sayısı (İşletme Büyükliği <30 000 adet)	İşletme Sayısı (İşletme Büyükliği 30 000-60 000 adet)	İşletme Sayısı (İşletme Büyükliği >60 000 adet)	Hayvan Sayısı (Adet)	Toplam Hayvan Sayısına Oranı (%)
Şarkışla	2	4	1	237 700	45,56
Merkez	1	1	1	132 500	25,39
Altınyala	3	0	1	151 500	29,05
Toplam	6	5	3	521 700	100,0

Sivas İlinde modern kanatlı işletme sayısı ise 14 adet olup bu işletmelerde toplam 521.700 kanatlı hayvan bulunmaktadır.

İl genelinde toplam kanatlı sayısı 672 211 adet olup büyük Sivas-Merkez ve Sivas-Şarkışla ve Sivas Altınyayla ilçelerinde yoğunluk kazanmaktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Sivas ili kümes hayvan sayıları dağılımı (Anonim 2016)

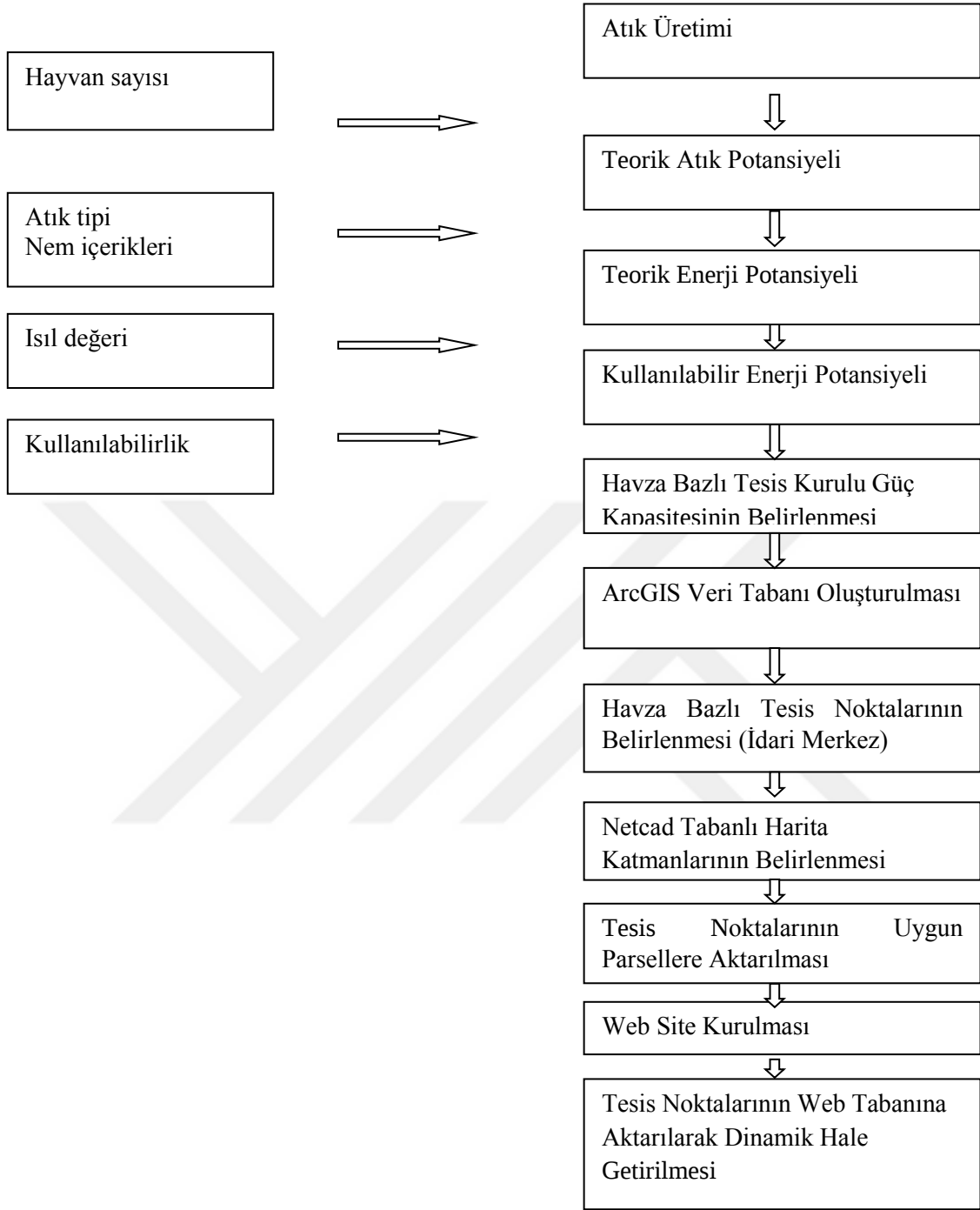
Sivas ilindeki hayvan sayılarına bakıldığında; tavuk işletmelerinin Sivas Merkez’de, Altınyayla’da ve Şarkışla’da yoğunluk kazandığı, küçükbaş işletmelerin, Sivas-Merkez, Gürün, Kangal, Yıldızeli, büyükbaş işletmelerin ise Sivas-Merkez, Yıldızeli, Şarkışla, Gemerek ve Zara’da yoğun olduğu görülmektedir.

3.2 Yöntem

Hayvansal atık kaynaklı biyogaz enerji potansiyeli, sürdürülebilir biyogaz üretimi için tesis noktalarının belirlenmesi, haritalanması ve web tabanlı kullanıma sunulması ile ilgili çalışma 10 aşamada gerçekleştirilmiştir:

1. Teorik Atık Potansiyelinin Belirlenmesi,
2. Teorik Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi,
3. Kullanılabilir Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi,
4. Havza Bazlı Tesis Kurulu Güç Kapasitesinin Belirlenmesi,
5. Veritabanı Oluşturulması,
6. Havza Bazlı Tesis Noktalarının Belirlenmesi (İdari Merkez),
7. Netcad Tabanlı Harita Katmanların Belirlenmesi,
8. Tesis Noktalarının Uygun Parsellere Aktarılması,
9. Web Sitesi Kurulması ve
10. Tesis Noktalarının Web Tabanına Aktarılarak Dinamik Hale Getirilmesi

Çalışmaya ait akış diyagramı şekil 3.8’de verilmiştir.



Şekil 3.8 Hayvansal atık kaynaklı sürdürülebilir biyogaz üretimi için potansiyel tesis noktalarının saptanması için akış diyagramı

Teorik atık potansiyeli, teorik enerji potansiyeli ve kullanılabilir enerji potansiyelinin belirlenmesi hesaplamalarında söz konusu hayvanlar ve atıklarına ait canlı ağırlık, atık miktarı, atık nem oranı, atık biyogaz verimi gibi özelliklerin bilinmesi gerekmektedir.

Bu amaçla çizelge 3.10’da verilen çeşitli literatür değerlerinden derlenerek hazırlanmış verilerden yararlanılmıştır.

Çizelge 3.10 Hayvan cinslerine göre atık özellikleri ve biyogaz verimleri (Omer ve Fadalla 2003, Köttner 2003, Koçer vd. 2006), Başçetinçelik vd. 2007, Eryaşar 2007, Önder 2009, Onurbas ve Türker 2012)

Hayvan Cinsi	Canlı Ağırlık (kg)	Taze atık Miktarı		Katı Madde TK (%)	Uçucu Katı Madde UK (%)	Kullanılabilirlik Ahırda kalma süresi (%)	Biyogaz Verimi l/kgUK
		Ağırlığın Yüzdesi	kg/gün				
Büyükbaş	135-800	5-6	10-20	5-25	75-85	Süt 65 Et 25	200-350
Küçükbaş	30-75	4-5	2	30	20	13	100-310
Kümes Yumurta Et	1,5-2,0	3-4	0,08-1,00	10-35 50-90	70-75 60-80	99	310-620 550-650

Sivas’taki işletmelerin atık değerlerinin literatür değerleri ile kıyaslanması çerçevesinde Sivas İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Sağlık İl Müdürlüğü, Çevre ve Orman İl Müdürlüğü ve Cumhuriyet Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü yetkilileri ile yapılan görüşmelerde ilin hayvancılık işletmelerine yönelik katı madde oranı ve günlük atık miktarı ile ilgili geçmişte yapılmış bir araştırma olmadığı belirlenmiştir.

İşletmelerden alınan örneklerden laboratuvar analizleri yapılarak her bir havzadaki hayvanların atık kuru madde değerleri dikkate alınmıştır (Çizelge 3.11). İldeki kesimhane kontrollerini yapan veteriner hekimlerden sorumlu Şube Müdürü ile görüşülmüş ilde kesilen hayvanların ağırlık ortalamasının 203 kg olduğu belirlenmiştir (İnce Sever 2017). Ancak kesimhanede kesilen hayvanlar genelde zayıf ve güçsüz hayvanlar olduğundan bu verinin doğru sonuç vermeyeceği görülmüştür. Bunun üzerine Sivas’ta ildeki hayvancılık işletmelerine hayvan üreten Ulaş ilçesindeki TİGEM İşletmesinin hayvancılık birimi ile görüşülerek büyükbaş hayvanlarda canlı ağırlığın

550-700 kg, küçükbaşlarda ise 65-120 kg arasında olduğu öğrenilmiştir (Değirmenci 2017). İlde bulunan tavukçuluk işletmeleri ile ilgili ise işletmelerle yapılan görüşmelerde canlı ağırlığın 2,0-2,2 kg arasında olduğu belirtilmiştir (Nazlım 2017).

Çizelge 3.11 Katı madde oranı ile ilgili ilde bulunan işletmelerden örneklem usulü alınan atık numuneleri ve analiz durumu

S.NO	ADI SOYADI	ADRES	İŞLETME TÜRÜ/KAPASİTESİ	KM(%)
1	MUSA DENİZ	Ulaş	SÜT SIĞIRCILIĞI /30 BAŞ	16,20
2	CENGİLER MAKİNA	Ulaş	SÜT SIĞIRCILIĞI/100 BAŞ	16,10
3	REŞAT KARYAGDI	Yıldızeli	SÜT SIĞIRCILIĞI/20 BAŞ	15,95
4	HİMMET ÖZDEMİR	Yıldızeli	SÜT SIĞIRCILIĞI/20 BAŞ	15,56
5	MUÇUOĞLU LTD.ŞTİ	Yıldızeli	SÜT SIĞIRCILIĞI/100 BAŞ	15,35
8	ŞAHİN GIDA LTD.ŞTİ	Kangal	SÜT KEÇİSİ/300 BAŞ	16,20
9	OKH BİÇER	Şarkışla	SÜT SIĞIRCILIĞI/100 BAŞ	15,72
10	ÖZYURTSEVEN LTD.ŞTİ	Şarkışla.	SÜT SIĞIRCILIĞI/120BAŞ	15,35
11	ZARA HAYVN. LTD.ŞTİ	Zara	SÜT SIĞIRCILIĞI/50BAŞ	16,21
12	Bİ-MET TARIM	Hafik	SÜT SIĞIRCILIĞI/100 BAŞ	15,84
13	BAHATTİN ÖZBEK	Şarkışla	ET SIĞIRCILIĞI/160 BAŞ	16
14	DEHA HAYVANCILIK	Suşehri	SÜT SIĞIRCILIĞI/100 BAŞ	15,50
15	ENES REŞAT TARM.HYV.LTD.ŞTİ	Yıldızeli	SÜT SIĞIRCILIĞI/100 BAŞ	16,20
16	AZİZ KARATAŞ	Gürün	SÜT SIĞIRCILIĞI /30 BAŞ	15,80
17	ABDULAZİZ ATEŞ	Yıldızeli	40 BAŞ SÜT SIĞIRCILIĞI	16
18	METEHAN YAMAN	Suşehri	120 BAŞ BESİ SIĞIRI	16,2
19	EMİNE ARSLAN	Zara	SÜT SIĞIRCILIĞI /50 BAŞ	15,45
20	ENVER YÜKSEL	Suşehri	SÜT SIĞIRCILIĞI /20 BAŞ	16

Çizelge 3.11 Katı madde oranı ile ilgili ilde bulunan işletmelerden örneklem usulü alınan atık numuneleri ve analiz durumu (devam)

S.NO	ADI SOYADI	ADRES	İŞLETME TÜRÜ/KAPASİTESİ	KM(%)
21	ALİ AVNİ KILIÇ	Şarkışla	250 BAŞ BEŞİ SIĞIRCILIĞI	17
22	ÖZGÜR ÖZEL	Şarkışla	140 BAŞ BEŞİ SIĞIRCILIĞI	16,75
23	ASYA POLAT LTD.ŞTİ	Şarkışla	160 BAŞ BEŞİ SIĞIRCILIĞI	16,70
24	HALİMOĞULLARI A.Ş.	Şarkışla	120 SÜT SIĞIRCILIĞI	15,35
25	KULOĞLU A.Ş.	Şarkışla	120 BAŞ SÜT SIĞIRCILIĞI	15,42
26	İSMAİL BIÇER	Şarkışla	100 BAŞ BEŞİ SIĞIRCILIĞI	15,70
27	MESUT KARABACAK	Şarkışla	40 BAŞ SÜT SIĞIRCILIĞI	16,1
28	ADEM DERİN	Şarkışla	250 BAŞ BEŞİ SIĞIRCILIĞI	16,50
29	NECMİ YÜKSEL	Suşehri	30 BAŞ BEŞİ SIĞIRCILIĞI	16,42
31	SÜLEYMAN NAZLIM	Merkez	30.000 ADETLİK YUMURTA TAVUĞU	98,8
32	CİHAN ŞANLI-ALTINYAYLA	Altınyayla	25.000 ADETLİK YUMURTA TAVUĞU	98,7
33	SABRİ YOLCU	Merkez	200 BAŞ KOYUN-KEÇİ	29,8
34	ETHEM DOĞAN	Ulaş	500 BAŞ KORUN KEÇİ	30,1

3.2.1 Teorik atık potansiyelinin belirlenmesi

Toplam Yaş Atık Potansiyeli (TYAP) atık olarak elde edilen biyokütlenin toplam yıllık üretimini gösterir. TYAP'nın değeri hayvan türüne, hayvan sayısına, hayvan başına günlük atık miktarına bağlı olarak değişmektedir.

Hayvansal atıkların yaş atık potansiyeli Çizelge 3.11'deki veriler kullanılarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir (Avcıoğlu ve Türker 2012, Yokuş ve Avcıoğlu 2012, Avcıoğlu vd. 2013):

$$TYAP(bb) = BHS \times GBAM \times 365 / 1000 \quad (3.1)$$

$$TYAP(kb) = KBHS \times GKBAM \times 365 / 1000 \quad (3.2)$$

$$TYAP(k) = KHS \times GKAM \times 365 / 1000 \quad (3.3)$$

$$TYAP(t) = TYAP(bb) + TYAP(kb) + TYAP(k) \quad (3.4)$$

Burada,

TYAP : Hayvan cinsine bağılı olarak (bb-büyükbaş, kb-küçükbaş, k-kanatlı ve t-toplam) toplam yaş atık potansiyeli (t/yıl),

BHS : Büyükbaş hayvan sayısı (adet),

GBAM: Günlük büyükbaş atık miktarı (kg),

KBHS : Küçükbaş hayvan sayısı (adet),

GKBAM: Günlük küçükbaş atık miktarı (kg),

KHS : Kanatlı hayvan sayısı (adet),

GKAM: Günlük kanatlı atık miktarı (kg) olmaktadır.

Teorik Atık Potansiyeli (TAP) atık olarak elde edilen biyokütlenin kuru madde cinsinden toplam yıllık üretimini gösterir. TAP'nın değeri; yaş atık miktarı, atık kuru madde oranı ve hayvan türüne bağılı olarak değişmektedir. Hayvansal atıkların yaş atık potansiyeli çizelge 3.11'de verilen analiz sonuçları kullanılarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir:

$$TAP(bb) = TYAP(bb) \times TKMO(bb) \quad (3.5)$$

$$TAP(kb) = TYAP(kb) \times TKMO(kb) \quad (3.6)$$

$$TAP(k) = TYAP(k) \times TKMO(k) \quad (3.7)$$

$$TAP(t) = TAP(bb) + TAP(kb) + TAP(k) \quad (3.8)$$

Burada,

TAP : Hayvan cinsine bağı olarak (bb-büyükbaş, kb-küçükbaş, k-kanatlı ve t-toplam) kuru madde cinsinden teorik atık potansiyeli (t/yıl),

TYAP : Hayvan cinsine bağı olarak (bb-büyükbaş, kb-küçükbaş, k-kanatlı ve t-toplam) toplam yaş atık potansiyeli (t/yıl),

TKMO: Hayvan cinsine bağı olarak (bb-büyükbaş, kb-küçükbaş, k-kanatlı ve t-toplam) atığın kuru madde oranıdır.

3.2.2 Teorik enerji potansiyelinin belirlenmesi

Teorik Enerji Potansiyeli (TEP) Atık olarak elde edilen biyokütlenin kuru madde cinsinden toplam yıllık üretiminden elde edilen biyogaz enerji eşdeğeridir.

Teorik olarak hesaplanan katı atık olarak biyokütlenin enerji potansiyelini hesaplamak için biyogaz verimi 1 ton hayvansal atıktan elde edilen biyogaz miktarı olan 200m³, biyogaz ısı değeri ise 22,7MJ/m³ kabul edilerek aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir (Acaroğlu 2007, Baştañçelik vd. 2007, Onurbaş Avcıoğlu 2010, Yokuş ve Avcıoğlu 2012).

$$TEP(bb) = TAP(bb) \times BV(bb) \times BEE \quad (3.9)$$

$$TEP(kb) = TAP(kb) \times BV(kb) \times BEE \quad (3.10)$$

$$TEP(k) = TAP(k) \times BV(k) \times BEE \quad (3.11)$$

$$TEP(t) = TEP(bb) + TEP(kb) + TEP(k) \quad (3.12)$$

Burada,

TEP : Atık olarak elde edilen biyokütlenin kuru madde cinsinden toplam yıllık üretiminden elde edilen biyogaz enerji eşdeğeridir(MJ/yıl),

TAP : Hayvan cinsine bağlı olarak (bb-büyükbaş, kb-küçükbaş, k-kanatlı ve t-toplam) kuru madde cinsinden teorik atık potansiyeli (ton/yıl),

BV : Bir ton katı hayvansal atıktan elde edilen biyogaz miktarı(m³/ton),

BEE : Bir metreküp biyogazın ısı değeri(MJ/m³)'dir.

3.2.3 Kullanılabilir enerji potansiyelinin belirlenmesi

Kullanılabilir Enerji Potansiyeli (KEP) Atık olarak elde edilen biyokütlenin kuru madde cinsinden toplam yıllık üretiminden elde edilen biyogaz enerji eşdeğerinin hayvan cinsine bağlı olarak kullanılabilir olan kısmıdır.

Teorik olarak hesaplanan katı atık olarak biyokütlenin kullanılabilir enerji potansiyelini hesaplamak için büyükbaş hayvanlarda barınakta kalma süresi 0,5, küçükbaş hayvanlarda 0,13, kanatlı hayvanlarda ise 0,99 kabul edilerek aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir (Omer ve Fadall 2003, Köttner 2003, Koçer vd. 2006), Başçetinçelik vd. 2007, Eryaşar 2007, Önder 2009, Onurbas ve Türker 2012).

$$KEP(bb) = TEP(bb) \times BKS(bb) \quad (3.13)$$

$$TEP(kb) = TAP(kb) \times BKS(kb) \quad (3.14)$$

$$TEP(k) = TAP(k) \times BKS(k) \quad (3.15)$$

$$KEP(t) = KEP(bb) + KEP(kb) + KEP(k) \quad (3.16)$$

Burada,

KEP : Atık olarak elde edilen biyokütlenin kuru madde cinsinden toplam yıllık üretiminden elde edilen biyogaz enerji eşdeğerinin hayvan cinsine bağlı olarak kullanılabilir olan kısmıdır (MJ/yıl),

TEP : Atık olarak elde edilen biyokütlenin kuru madde cinsinden toplam yıllık üretiminden elde edilen biyogaz enerji eşdeğeridir(MJ/yıl).

BKS : Hayvan cinsine bağlı olarak barınakta kalma süresidir.

3.2.4 Havza bazlı kurulu güç kapasitesi

Sivas ilinin hayvansal atık kaynaklı sürdürülebilir biyogaz üretimi için gerekli potansiyel hesaplamaları ve tesis noktalarının belirlenmesinde ilçelerin birbirleri ile olan mesafeleri ve coğrafi özelliklerine göre; Tarım ve Orman Bakanlığı'nın belirlemiş olduğu havzalar esas alınmıştır. Bu çerçevede Sivas iline ait aşağıda verilen çizelge 3.12'de verilen 4 havza çalışma alanı olarak belirlenmiştir (Anonim 2018b).

Çizelge 3.12 Havzalara göre hayvan sayıları

Havza Numarası	Havza adı	İlçeler	Büyükbaş sayısı	Küçükbaş sayısı	Kanatlı sayısı
10	Yukarı Fırat Havzası	İmranlı Zara	28.764	12.702	12.288
13	Erciyes Havzası	Altınyayla Gemerek Hafik Kangal Merkez Şarkışla Ulaş Yıldızeli	180.235	298.164	646.522
18	Yeşilırmak Havzası	Akıncılar Doğanşar Gölova Koyulhisar Suşehri	34.246	25.405	11.769
29	Fırat Havzası	Gürün Divriği	23.104	131.949	8.636

Havza Bazlı Kurulu Güç Kapasitesi (KGK); hayvansal atık olarak kullanılabilir toplam kuru madde cinsinden biyokütleden üretilecek biyogaz enerjisinden elde edilecek elektrik kapasitesini göstermektedir. Saatlik olarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir (Heck 2011, Szymanska ve Lewandowska 2015, Toth 2017, Anonim 2018c).

$$KGK = KEP/3600/D/H*EDK \quad (3.17)$$

Burada,

KGK : Hayvansal atık olarak kullanılabilir toplam kuru madde cinsinden biyokütleden üretilecek biyogaz enerjisinden elde edilecek elektrik kapasitesini (MW),

KEP : Atık olarak elde edilen biyokütlenin kuru madde cinsinden toplam yıllık üretiminden elde edilen biyogaz enerji eşdeğerinin hayvan cinsine bağlı olarak kullanılabilir olan kısmı (MJ/yıl).

D : Bir yıldaki gün sayısı (365)

H : Bir gündeki saat sayısı (24)'dır.

EDK : Biyogazdan elde edilebilecek elektrik dönüşüm katsayısı (0,45)dır.

3.2.5 Veritabanı oluşturulması

Veri tabanının oluşturulmasında CBS programlarından biri olan çoklu analiz ve haritalama imkanı veren ArcGIS programından yararlanılmıştır. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Geomatik Mühendisliği Bölümüne ait orijinal yazılım kullanılmıştır.

ARCGIS teknolojisi, ESRI tarafından geliştirilmiş, ölçeklendirilebilir entegre bir Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımıdır. Yazılım bileşenlerinin ortak kütüphanesi ArcObjects üzerine kurulmuş bir sistemdir CBS yazılım bileşenlerinin ortak kütüphanesi ArcObjects üzerine kurulmuş bir sistemdir.

- Desktop GIS: İleri düzeyde CBS uygulamalarının bütünüdür.
- Mobile GIS: Ofis dışında arazide CBS uygulamalarını gerçekleştirmeyi sağlar.

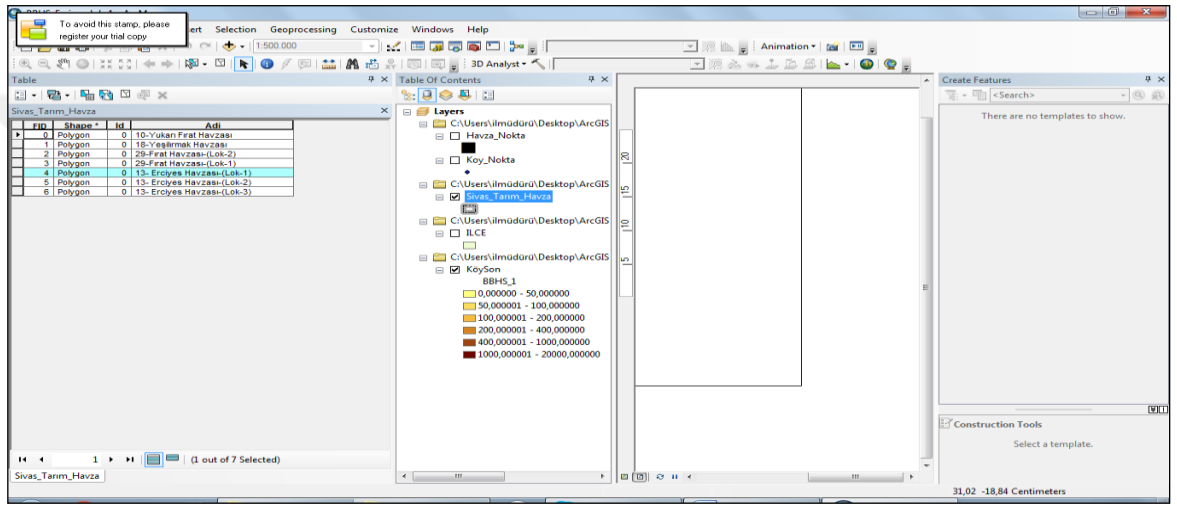
- Server GIS: Ortak CBS yazılım objeleri kütüphanesidir. Sunucu tarafında bütün CBS uygulamalarını, SOAP tabanlı web servislerini ve web uygulamalarını gerçekleştirmek için kullanılır.
- Online GIS: İsteğe bağlı olarak güncel CBS verilerine ve yeteneklerine düşük maliyetlerle erişim sağlayan servislerdir. Bütün bu sistemler aynı zamanda, coğrafi bilgilerin birçok ilişkisel veritabanı yönetim sistemi (İVTYS) içerisinde yönetilebilmesini de ArcSDE teknolojisi ile sağlar. ArcGIS, desktop ve server tarafından, tek veya çok kullanıcıli ortamlarda Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamaları için ölçeklendirilebilir bir altyapı sağlamaktadır.

ARCGIS Desktop, (ArcInfo, ArcView ve ArcEditor) içerisinde bütünleşik olarak gelen ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcGlobe ve Model Builder arayüzleri ile haritalama, coğrafi analizler, veri güncelleme, veri yönetimi ve görüntüleme işlemlerini gerçekleştirebileceğiniz entegre bir coğrafi bilgi sistemi yazılımıdır. ArcGIS Desktop çok çeşitli kullanıcı tiplerinin gereksinimlerini yerine getirebilmek amacıyla ölçeklenebilir: ArcView çok kapsamlı veri kullanımı, haritalama ve analizler üzerine odaklanır. ArcEditor, ArcView yazılım özelliklerine ek olarak, gelişmiş coğrafi güncelleme ve veri üretimi sağlar. ArcInfo, çok kapsamlı CBS fonksiyonları ve çok zengin coğrafi işlemler içeren profesyonel bir yazılımdır. ArcGIS Desktop Extensions (Modüller) kullanılarak bütün yazılımlara yeni yetenekler eklenebilir. Kullanıcılar ArcObjects (ArcGIS yazılım bileşenleri kütüphanesi) kullanarak özel modüller geliştirilebilmektedir. Ayrıca, Visual Basic, NET, Java, Visual C++ gibi standart Windows programlama arayüzleri kullanılarak yeni modüller ve özel araçlar da geliştirilebilme imkanı sağlamaktadır (Anonim 2018d).

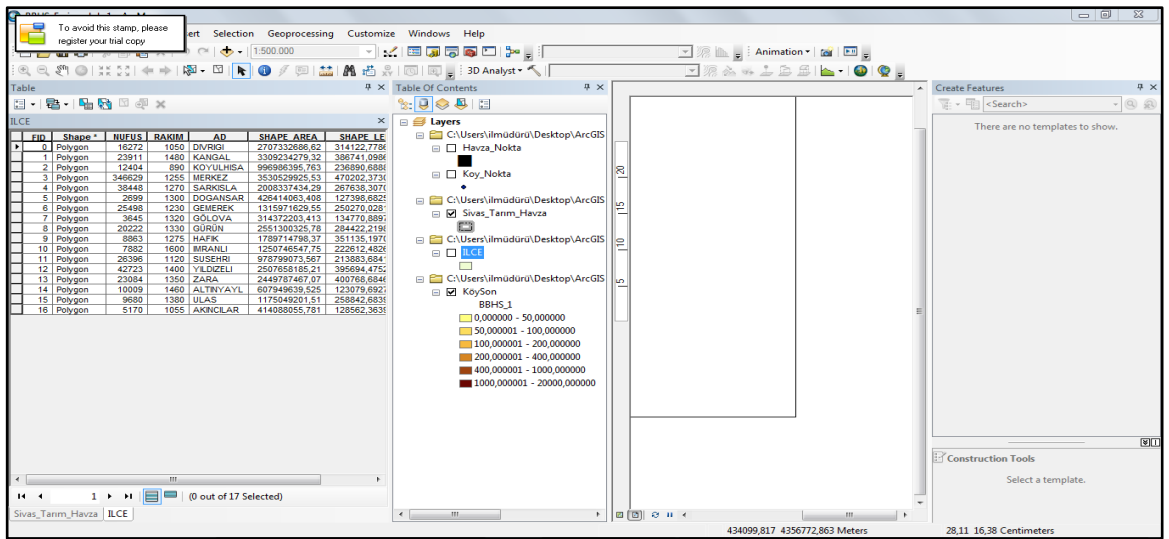
Geniş bir analiz yapma imkanı sağlamasından dolayı ArcGIS yazılımı tercih edilmiştir.

Program kullanılırken; il, ilçe ve köy katmanlarında en küçük idari birim köy alınarak mezralar bağlı bulunduğu köye dahil edilmiştir. Veri tabanına sırasıyla;

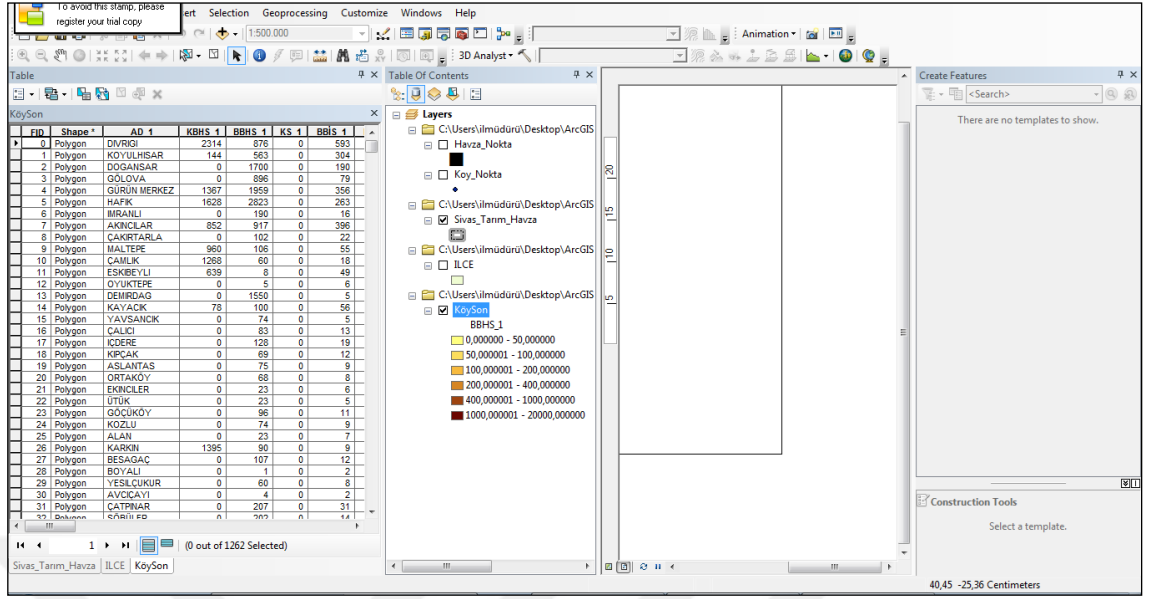
- İstatistiklerden alınan büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan sayıları, işletme sayıları,
- Hesaplamalarla belirlenen teorik atık potansiyeli, teorik enerji potansiyeli, kullanılabilir enerji potansiyeli ve havza bazlı tesis kurulu güç kapasite değerleri girilmiştir. Veri giriş ekranları şekil 3.9- 3.11’de görülmektedir. Köy isimlerinin oluşturulmuş olan haritalar ve ilgili müdürlüklerdeki farklı tanımlanmalarından dolayı çoklu aktarım yerine tekli aktarım tercih edilmiştir.



Şekil 3.9 Sivas İli havzaları veri giriş ekranı



Şekil 3.10 Sivas İli ilçeleri veri giriş ekranı



Şekil 3.11 Sivas İli köyleri veri girişi ekranı

3.2.6 Havza bazlı tesis noktalarının idari merkez olarak belirlenmesi

Biyogaz ve benzeri güç üretim tesislerinde en önemli işletme maliyetlerinden biri atığın işletmeye taşınma maliyeti olmaktadır.

Biokütle potansiyel analizlerinde ve uzamsal dağılım oluşturarak biyometan üretimi için en uygun hammadde alanı, tesis yeri ve sayısı belirlemek CBS sistemleri kullanılarak biokütle kaynaklarını ulaştırmada 10 ver 40 km aralıklarında mesafe kullanılması uygun görünmektedir(Höhn vd. 2014).

Yukarıda belirtilen nedenlerle çalışmada; ana yola olan mesafesi 5-10-20-40 km çaplı alanlarda enerji potansiyeli yüksek olan köyler tesis noktaları olarak belirlenmiştir. Tesis kurulu güç değerleri olarak da 150-250-500-1000 kW değerleri için çalışma yapılmıştır. Merkezi noktalar arası mesafenin 40 km'yi aştığı alanlar 40 km'nin altında olacak şekilde lokasyonlara ayrılmıştır. Bu çerçevede Fırat havzası iki lokasyona, Erciyes havzası 3 lokasyona ayrılmış ve buna göre tesis noktaları hesaplanmıştır.

Havza bazlı tesis noktalarının belirlenmesinde; Çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanılmıştır.

Analitik Hiyerarşi Süreci, Russell ve Taylor tarafından yazılan Operations Management kitabındaki tanıma göre, karar alternatiflerinin çoklu kriterlere göre sıralanmasına ve seçim yapılmasına yarayan nicel bir yöntemdir. Diğer bir deyimle Analitik Hiyerarşi Süreci; her bir karar alternatifini, karar vericinin kriterlerini yakalama derecesine göre sıralamak için rakamsal değerler geliştirme sürecidir. Analitik Hiyerarşi Süreci; karar vericinin tüm kriterlerini yakalayan en iyi alternatifi seçmekle, “Hangisini seçeceğiz?” veya “En iyisi hangisidir?” sorularına cevap bulur (Baltalar 2018).

Metot, belirlilik veya belirsizlik altında çok sayıda alternatif arasından seçim yaparken, çok sayıda karar vericinin bulunduğu, çok kriterli karar verme durumunda kullanılır. AHP, karar vericilerin karmaşık problemleri; problemin ana hedefi, kriterleri, alt kriterler ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir hiyerarşik yapıda modellemelerine olanak verir. AHP Karar seçeneklerini sıralayıp aralarından birini belirtilen çoklu ölçüte göre seçmeyi sağlayan sayısal bir yöntem her bir karar seçeneğine karar vericinin ölçütlerini ne kadar sağladığını gösteren sayısal puanlar verilir. Thomas Saaty tarafından geliştirilen yöntem çok sayıda kriter içeren kompleks problemleri çözmek için tasarlanmıştır (Anonim 2018e).

Bir karar vericiye birden çok alternatif ve bu alternatiflerin değerlendirileceği birden çok kriter verilip en uygun alternatifin hangisi olduğu sorulursa kolaylıkla bir cevap veremez. Aynı karar vericiye 2 alternatiften hangisini tercih ettiği veya 2 kriterden hangisinin daha önemli olduğu sorulursa kolaylıkla bir cevap verebilir. Analitik hiyerarşi yöntemi de kompleks bir karar problemini (çoklu alternatif ve çoklu kriter) ikili karşılaştırmalara indirgeyen ve buradan sonuca ulaşmaya çalışan bir yöntemdir (Anonim 2018e).

Çalışmada birden fazla kriter belirleyip o kriterlere ağırlıklı puanlar vererek en uygun karar olan tesis yeri belirlemede çoklu tercih imkanı sunması nedeniyle bu yöntem tercih edilmiştir.

Analitik hiyerarşi yönteminde şu basamaklar izlenir:

*Karar vericiden ikili karşılaştırmalar yaparak, her bir alternatif için birer matris ve de kriterler için bir matris oluşturulur.

*Bu matrisler normalize edilir ve tutarlılıkları (karar vericinin ikişerli karşılaştırmalarının tutarlı olup olmadığı) kontrol edilir.

*Ardından matris cebri yardımıyla her bir alternatif için ortalama birer puan elde edilir. En yüksek puanı alan alternatif, karar vericinin karşılaştırmalarına göre en uygun olan çözüm olarak tanımlanmıştır (Anonim 2018e).

Analitik Hiyerarşi Yöntemi çerçevesinde;

- Havzaların belirlenmesi,
- Yöntem için genel kriterlerin belirlenmesi,
- Veritabanlarının tasarımı,
- Genel kriterlerin ağırlık hesaplaması,
- Özel Kriterlerin belirlenmesi,
- Katmanların özel kriterlerin değerlerine göre yeniden sınıflandırılması,
- Uzaklık içeren katmanların Öklid uzaklığıyla yeniden sınıflandırılması,
- Katmanların ağırlıklandırılarak ArcGIS 10.1 ile analiz edilerek en uygun alanların belirlenmesi sağlanmıştır.

Yöntemin uygulanmasında belirleyici kriter olarak ;

- Tarım havzaları,
- İdari merkezler,
- Katı atık miktarları,
- Potansiyel tesis kurulu güç miktarları,
- Yol ağı ve
- Arazi eğim kriterleri kullanılmıştır.

Belirlenen kriterler için ayrı ayrı Buffer Analizi ile harita katmanları oluşturulmuştur. Tampon bölge mesafesi olarak ilin yol durumu dikkate alınarak 5-10-20-40 km² lik mesafeler belirlenmiştir. Belirlenen mesafelere göre Bindirme (overlay) Analizi yapılarak 150-250-500-1000 kW potansiyel kurulu güce sahip olabilecek alternatif tesis noktaları tespit edilmiştir. Bu amaçla Çok Kriterli Değerlendirme Analizi ArcGIS 10.01 yazılımında uygulanmıştır (Esri 2013, Esri 2014, Anonim 2015a, Anonim 2015b, Anonim 2018f, Anonim 2018g).

3.2.7 NetCAD tabanlı harita katmanlarının belirlenmesi

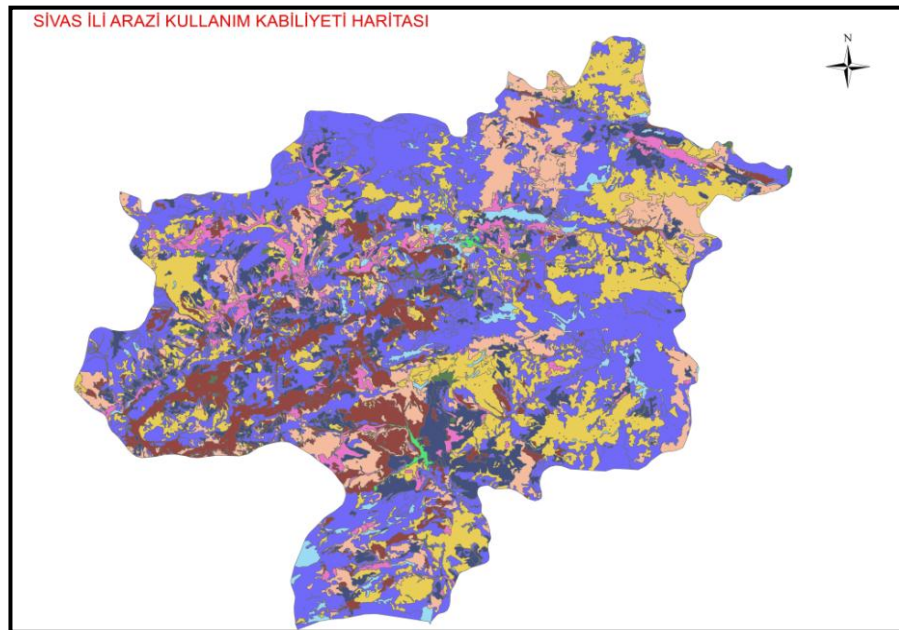
Netcad haritacıların kullandığı bir program ve birçok alt modülden oluşmaktadır. Yol, Baraj, Gölet, İmar işleri, hâlihazır, Parselasyon gibi haritacıların yaptığı tüm işlerde kullanılır. Program Türkçe olup birçok alt modülü bulunmaktadır. Kullanıldığı işe göre değişir. İnşaat sektöründe NetPro çok kullanılır kazı dolgu kesit kübaj profil hazırlamak için yol, baraj gibi işlerde çok kullanılır. Netcad bir harita çizim programıdır. Hâlihazır harita üretimi, imar planı çizimi, parselasyon haritaları yapımı ve imar uygulamalarının her türlü çizimi ile raporlarının hazırlanması, arazi toplulaştırma, kamulaştırma haritalarının üretimi, yağmurlama projeleri ve coğrafi bilgi sistemleri çalışmalarını yapabilen bir CAD programıdır (Anonim 2015a, Anonim 2018k).

Köy olarak belirlenen tesis noktalarında tesislerin kurulacağı parsellerin belirlenebilmesi için bir başka CBS programı olan parsel bazlı değerlendirme imkanı sunan NetCAD programında daha önce kamu kurumlarında hazırlanmış olan Arazi kullanım kabiliyeti, köy sınırları, statip, topoğrafik köy sınırı, 1/25000 ölçekli topoğrafik, ikonos uydu görüntüleri gibi harita katmanları kullanılarak uygun parseller belirlenmiştir. Harita katmanları şekil 3.12- 3.20'de görülmektedir.

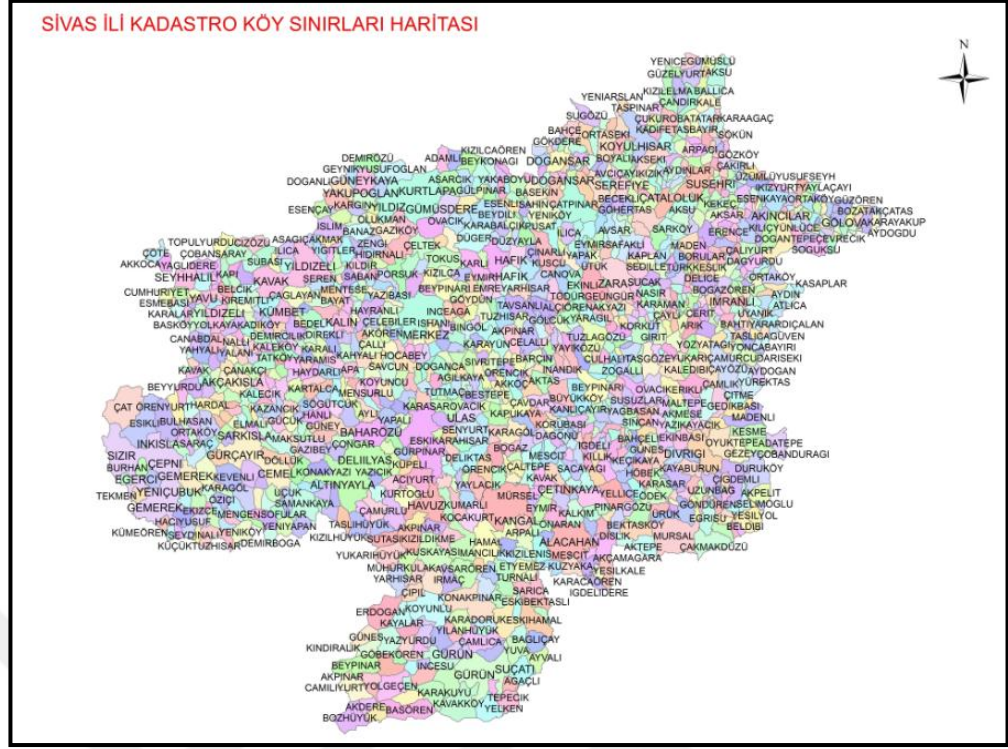
Tapu kadastro ve diğer devlet kurumlarından gelen harita dosyaları NetCAD yazılımı ile hazırlanmış olması bu programın seçiminde önemli bir etkidir (Anonim 2018k).

NetCAD, mühendislik ve coğrafi bilgi sistemleri kullanıcıları için tasarlanmış, uluslararası standartları destekleyen CAD ve GIS teknolojisidir. NETCAD GIS, kullanıcılarının ihtiyaç duyduğu güç ve esnekliği sağlar. Özgün mimarisi ile çok güçlü CAD, GIS ve Raster entegrasyonu sunar. Tüm netcad masaüstü çözümleri NETCAD GIS anamodülü üzerinde çalışır. Netcad GIS’de işlem gruplarının bir arada toplandığı kullanımı kolay dinamik şerit menüler yer alır, bu sayede proje sürecindeki tüm gereksinimlere kolaylıkla ulaşılır. Akıllı komut arama yapısı sayesinde, aranılan komutun birkaç harfini arama satırına yazarak aranan komutun şerit menü içerisindeki yeni konumuna anında ulaşılır.

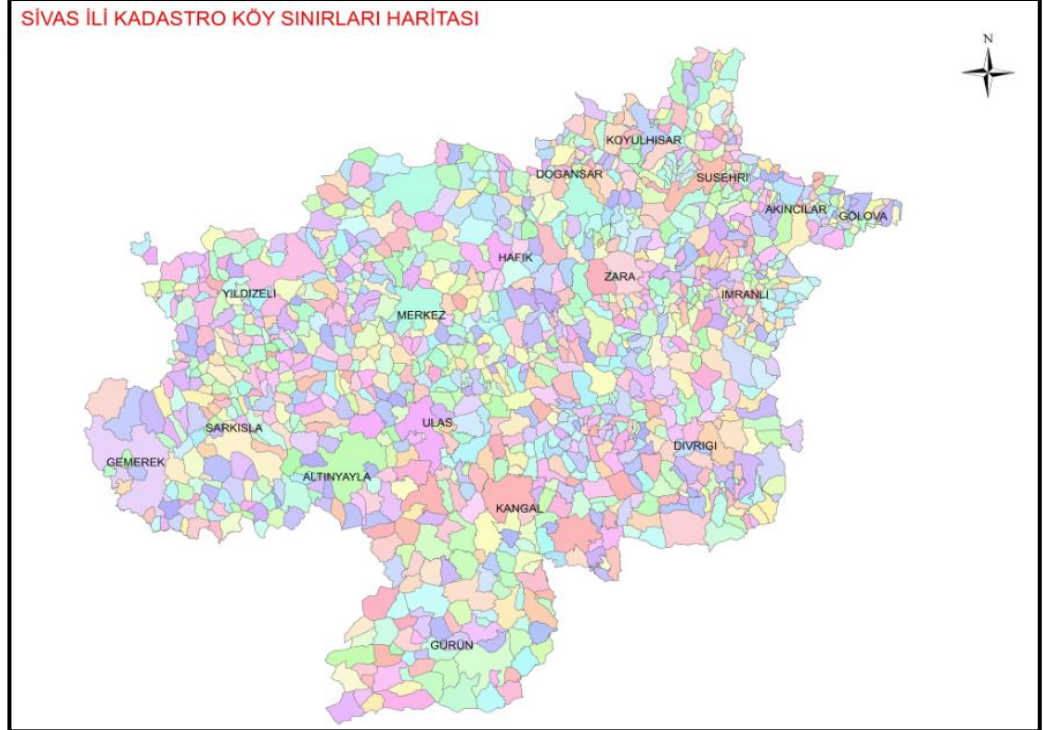
Şerit menülerin akıllı yapısı sayesinde bir sonraki işlemde ne yapılacağına göre yakalama modları dinamik olarak devreye girmekte; bu sayede proje veri üretim işlemleri kolaylaşmış ve hızlanmış olmaktadır. Şerit menüler ile senkronize çalışan her an aktif ve ilişkili kısa yolları kullanarak veri üretim hızı arttırabilmektedir. Sık kullanılan işlemler için düzenlenebilir kolay erişim menüsü yer alır. Proje üretimini kolaylaştıran mevzuatlarla uyumlu hazır sayısallaştırma menüleri kullanabilir. Grafik ve sözel ilişkileri anlık olarak yönetebilen gelişmiş sorgulama fonksiyonları da proje veri üretim ve yönetim süreçlerinde kullanılabilir (Anonim 2018l).



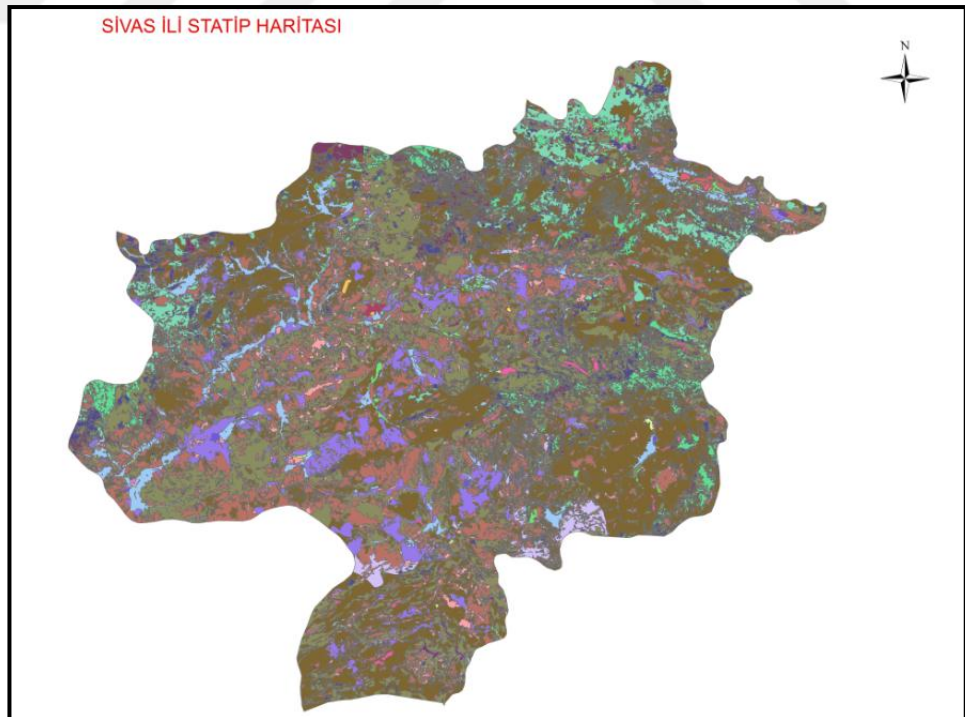
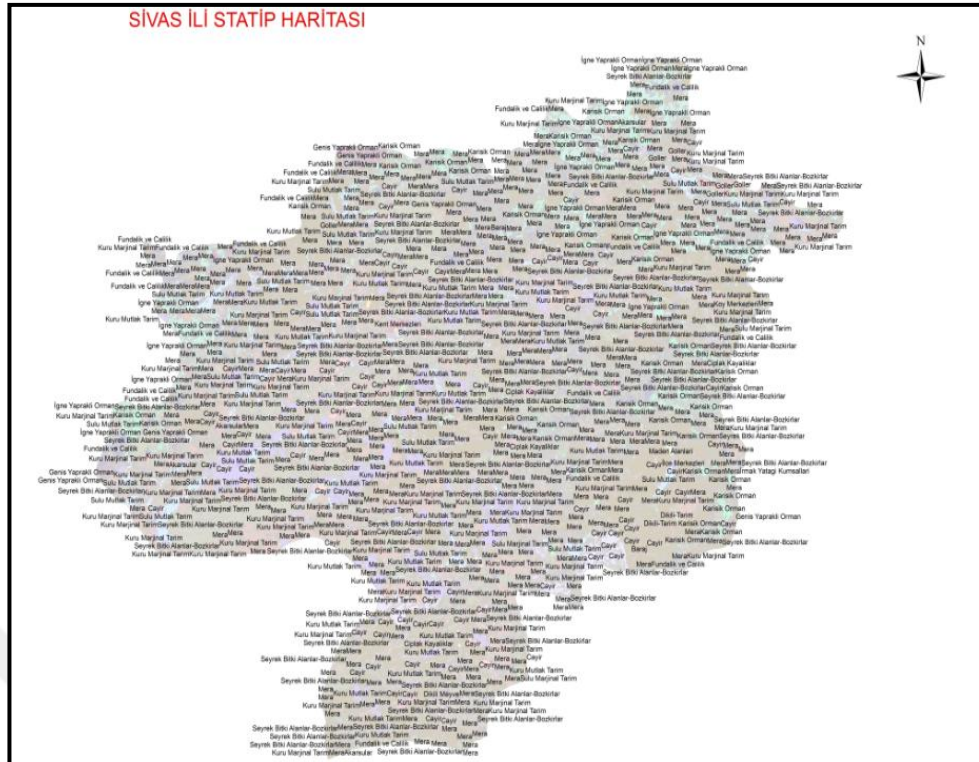
Şekil 3.12 Sivas İli arazi kullanım kabiliyeti harita katmanı

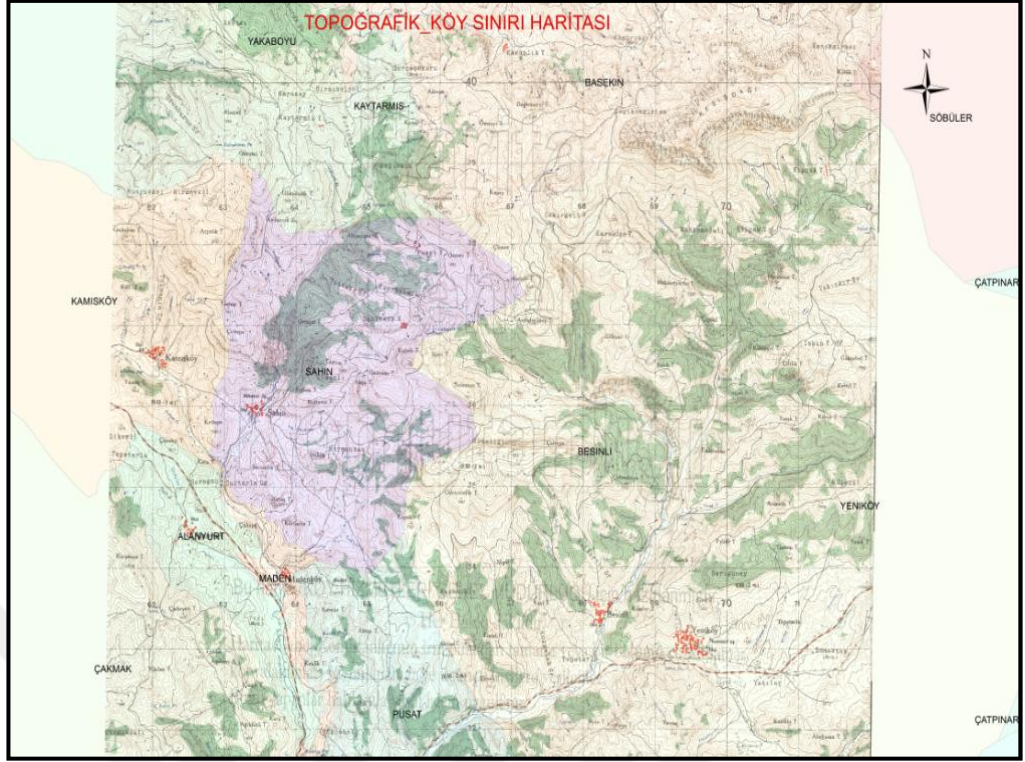


Şekil 3.13 Sivas İli kadastro köy sınırları harita katmanı

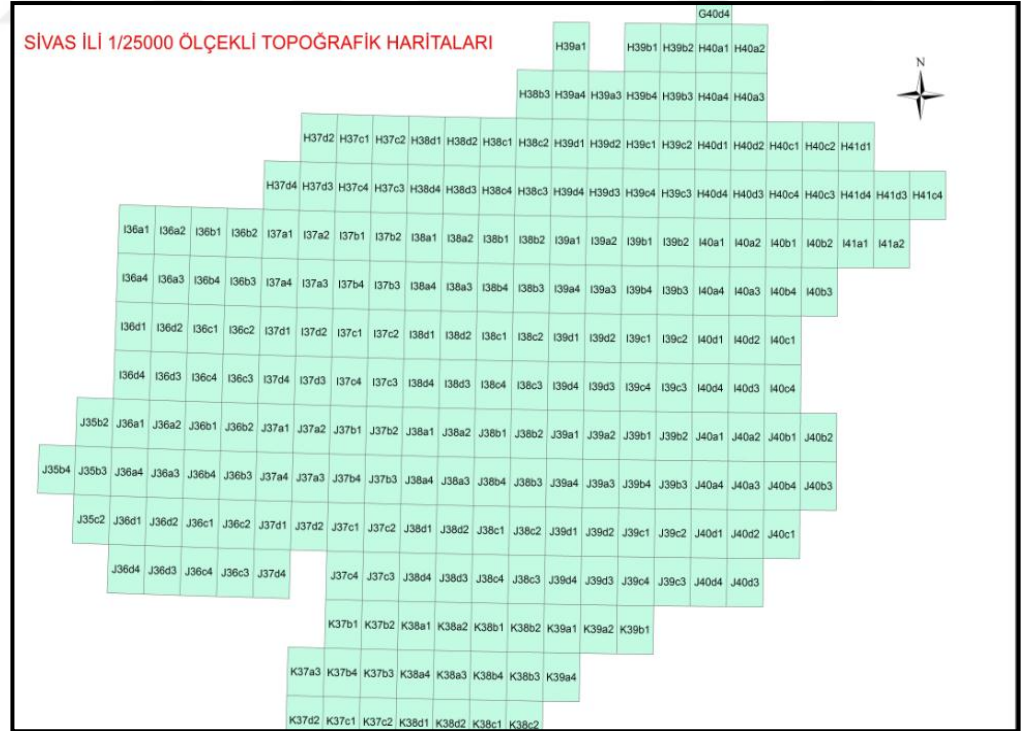


Şekil 3.14 Sivas İli kadastro köy sınırları harita katmanı

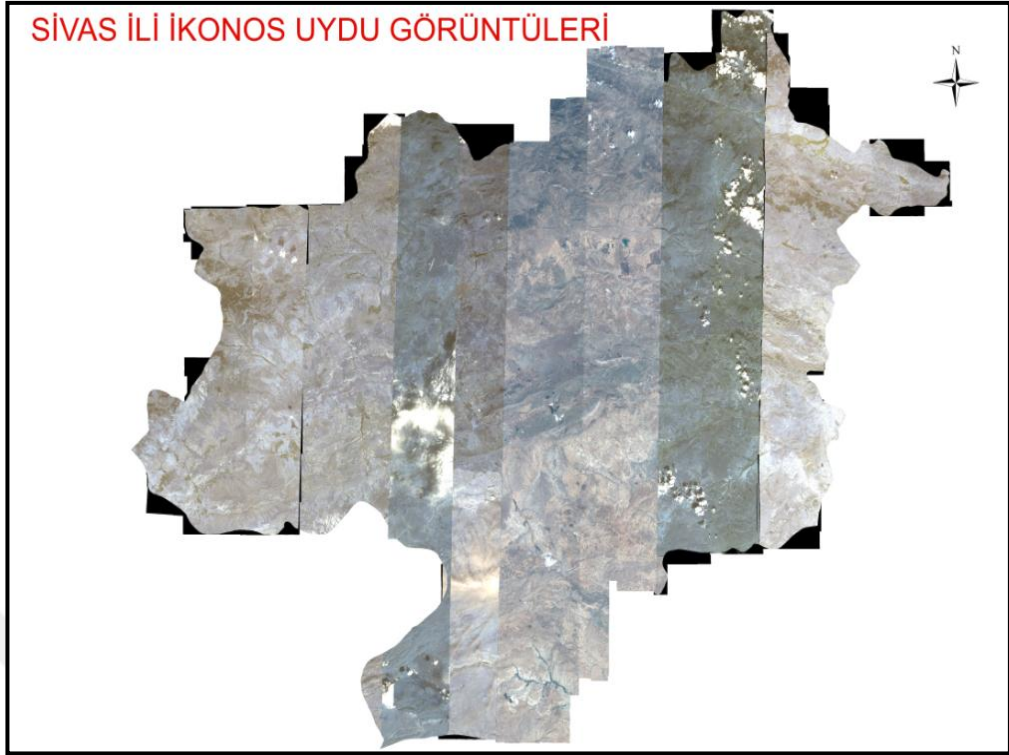




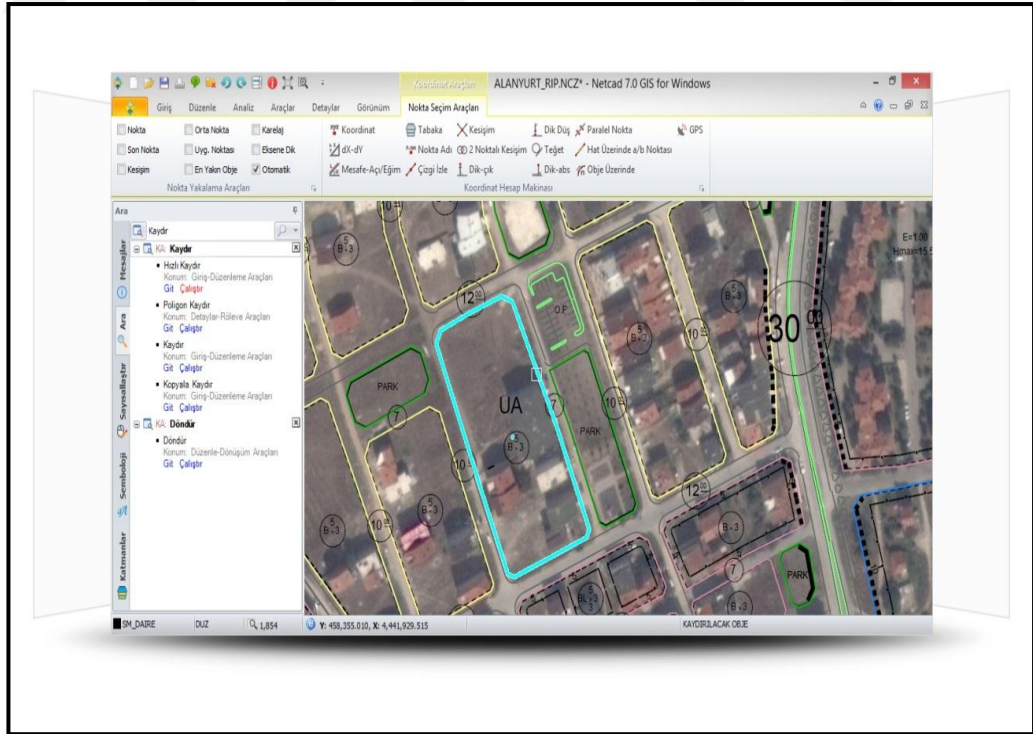
Şekil 3.17 Sivas İli topografik köy sınırı harita katmanı



Şekil 3.18 Sivas İli 1/25000 ölçekli topografik NetCAD harita katmanı



Şekil 3.19 Sivas İli ikonos uydu görüntüleri harita katmanı



Şekil 3.20 NetCAD harita yazılımı ekran görüntüsü

3.2.8 Tesis Noktalarının uygun parsellere aktarılması

Köy olarak belirlenen tesis noktalarında tesislerin kurulacağı parsellerin belirlenebilmesi için bir başka CBS programı olan parsel bazlı değerlendirme imkanı sunan NetCAD programında daha önce kamu kurumlarında hazırlanmış olan harita katmanları kullanılarak uygun haritalar belirlenmiştir. Parsel belirlemede mera ve çayır alanları, sulak alanlar, orman alanları, yerleşim alanları, tarım alanları katmanlar kullanılarak belirlenen tesis noktaları kamu yararı gözetilerek yatırım aşamasında kolaylıkla tahsis değişikliği yapılabilecek atık taşımaya ve imalata uygun olması için yola sınırı olan en uygun parsellere aktarılmıştır.

3.2.9 Web Sitesi kurulması

Web sitesi kurulması çalışmalarının başlangıcında; “sivasbiogas” olarak isim tescil işlemlerinin ardından hosting hizmeti alınmıştır.

Hazırlanan web sayfalarını yüklemek için bir alanın oluşturulması gerekmektedir. Sivasbiogas’ın çalışması için konfigüre edilmiş olan sunucularda site için ayrılan alan hosting olarak tanımlanmaktadır. Hosting hizmeti bilgisayarlardan daha güçlü olan sunucu dediğimiz makinalar üzerinden sağlanmaktadır. Sunucular sürekli açık ve günün her saati erişilebilir olmak zorundadır. Günümüzde bir çok yerli ve yabancı firma hosting işlemi yapmakta ve alınan domain adının aktif hale getirilmesi için yer tahsis etmektedir. Bu yer tahsis işlemi (hosting) aylık yada yıllık olarak kira usulü ile yapılmaktadır (Uzun 2018).

Diğer taraftan web kodlama işlemiyle site içi tasarım yapılmıştır. Hosting yükleme yapılarak web site kullanıma açılmıştır. Böylelikle yer seçimi yapılan havzalarda Web yazılımları bünyesinde bir modüler yapı ile dinamik bir model oluşturulmuştur.

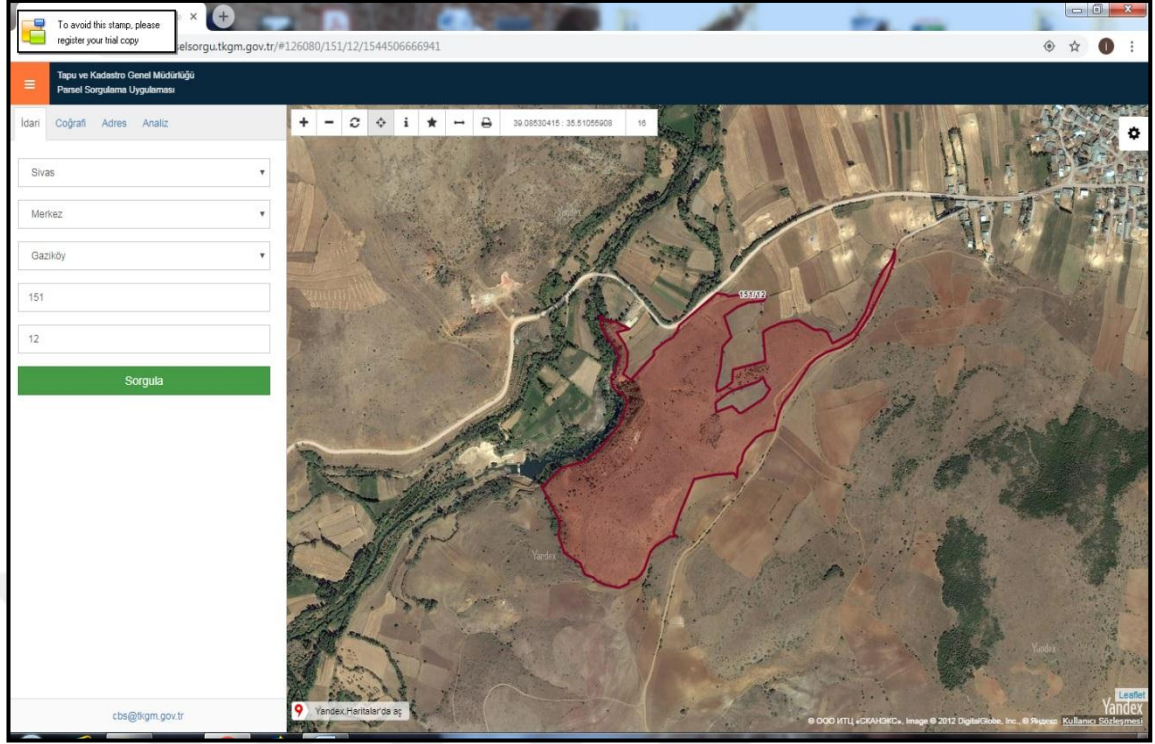
Web sitesi hazırlanırken kullanılan global kodlama dillerinden (html, php, asp, aspx, xhtml) html kodlama dili kullanılmıştır. Diğer kodlama yöntemlerinde web sitesinin

alışabilirliği web sunucular veya bilgisayarda ISS ayarı yardımcı local sunucu oluşturan çeşitli programlarla sağlanmaktadır. Html kodlamada cd ortamında, flash bellek veya bilgisayar diski üzerinde sorunsuz çalışabilme olanağı bulunmaktadır (Anonim 2018g, Anonim 2018i, Anonim 2018j).

Web sitesi kodlarının derlenmesinde Macromedia Dreamweaver 8, notepad++v7.5.1, fotoğrafların kesim ve düzeltme çalışmalarında Photoshop CS4 kullanılmıştır (Adobe 2018).

3.2.10 Tesis Noktalarının web tabanına aktarılarak dinamik hale getirilmesi

Haritalamalar yapıldıktan sonra belirlenmiş olan tesis noktaları Google Earth haritasında yer belirleme yapılarak oluşturulan web tabanlı haritalara aktarılarak dinamik bir yapı kazandırılmıştır. Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü Parsel Sorgulama Uygulaması ile belirlenmiş olan parsel bilgileri girilerek parselin görüntülenmesi sağlanmaktadır (şekil 3.21). Parselin, Google ve Keyhole tarafından geliştirilen ve adı “Keyhole Markup Language” olan bir uzantının, sözcüklerinin baş harflerinden oluşan bir coğrafi bilgi sistemi formatı olan ve resimler, okgenler, 3D modeller, metinsel açıklamalar, diğer grafik erikler ve birçok özelliği erebilen bir yapısal özellik yani coğrafi özellikleri modellemek ve saklamak Çin kullanılan bir XML grameri ve dosya biçimi şekli olan KML (Kara 2018) dosyası indirilerek ve Google Earth’de açılmaktadır. Google Earth’de açılan dosyada işaretleme yapılarak ekran görüntüsü (şekil 3.22) web tarayıcısına aktarılmaktadır.



Şekil 3.21 Örnek Tesis noktası parseli parsel sorgulama uygulaması ekran görüntüsü



Şekil 3.22 Örnek tesis noktası parseli google earth işaretlenmiş parsel ekran görüntüsü

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Sivas ilinde yetiştiriciliği yapılan büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvancılığı atık potansiyelinin hesaplanması ve buna bağlı olarak hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli, biyogaz tesislerinin yerleri ve optimum tesis sayısı ve kapasitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada; güncellenebilir web tabanlı bir CBS modeli tanımlanmıştır.

4.1 Sivas İli Hayvan Varlığının Havzalara Göre Yoğunluğu

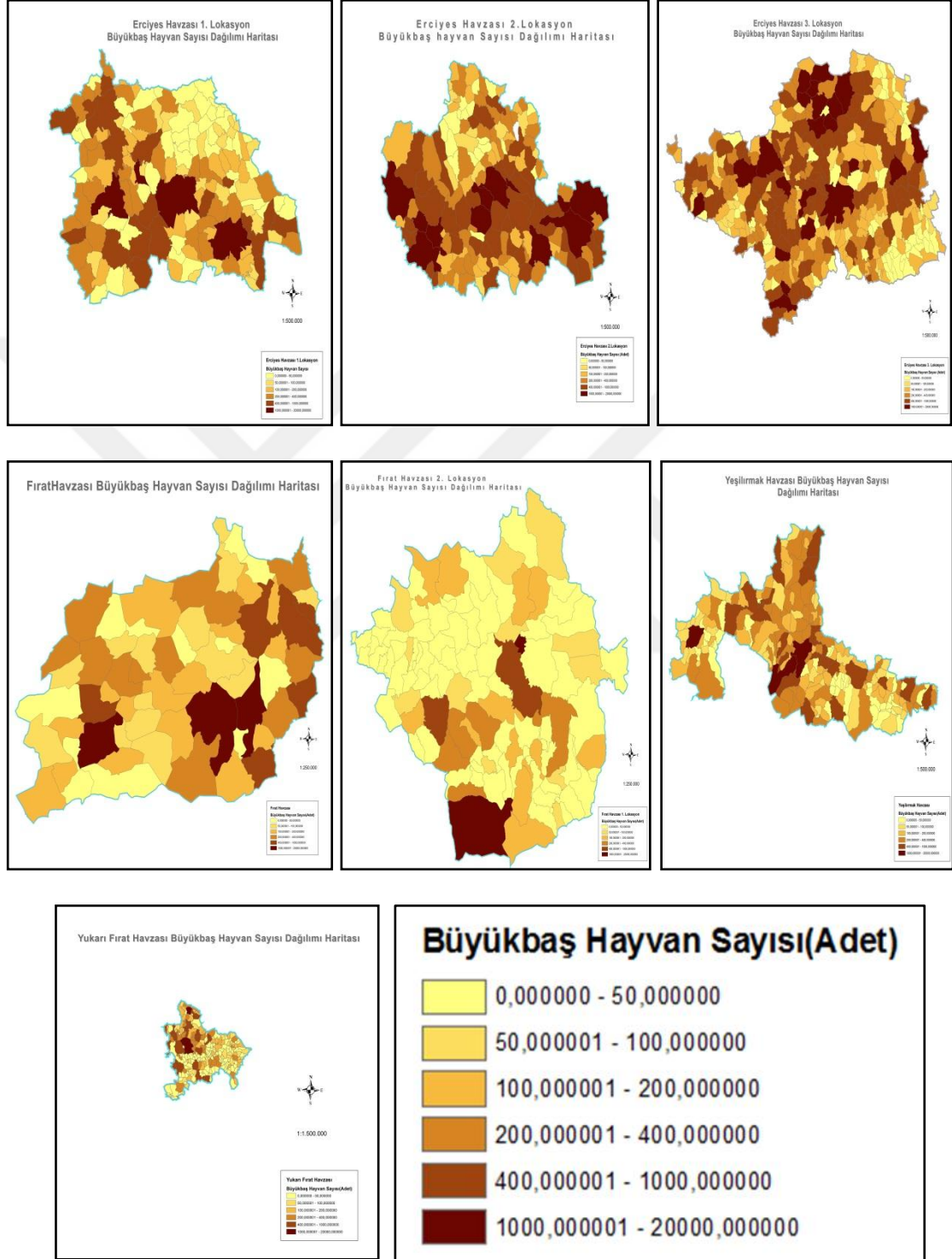
Sivas Tarım ve Orman İl Müdürlüğü hayvancılık verileri ve Tarım ve Orman Bakanlığı'nın belirlemiş olduğu ülke kapsamındaki havzalar çerçevesinde Sivas iline ait 4 havza çalışma alanı dikkate alınarak ArcGIS yazılımı tabanında yerleşim yerlerine göre havza bazlı küçükbaş, büyükbaş ve kanatlı hayvan dağılım haritası oluşturulmuştur. Materyal Bölümünde sayısal değerleri verilen büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan sayılarının dağılım haritaları şekil 4.1- 4.3'de görülmektedir.

Sivas İline ait toplam 17 ilçe 4 havzada toplanmış olup bazı havzalarda ilçeler arası mesafenin fazla olması nedeniyle Tarım ve Orman Bakanlığının belirlemiş olduğu havzalarda, km uzaklığı dikkate alınarak bazı havzalar lokasyonlara ayrılmıştır. Bu havzalarda belirli oranlarda da olsa büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvancılığı birlikte yapılmaktadır. Sivas ili lokasyonlara ayrılmış havza haritası şekil 4.4'te görülmektedir.

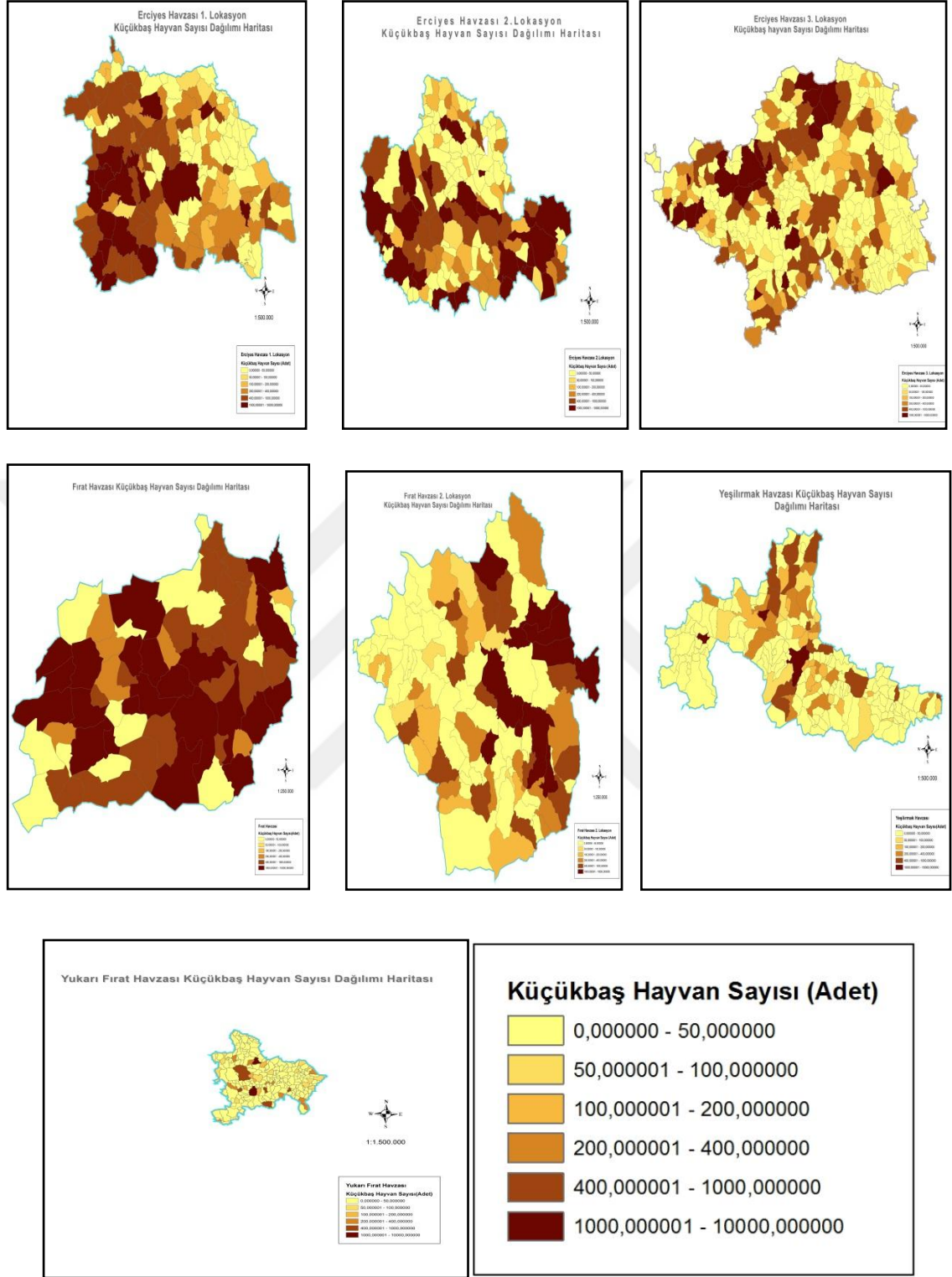
Şekil 4.1'de görüldüğü üzere; büyükbaş hayvancılık en yoğun olarak yapıldığı havzalar;

- 13 Erciyes Havzası (Altınyayla, Gemerek, Hafik Kangal, Merkez, Şarkışla, Ulaş, Yıldızeli) olup büyükbaş hayvan sayıları 180 235 adet,
- 10 Yukarı Fırat Havzasında (İmranlı, Zara) büyükbaş hayvan sayıları 28 764 adet,
- 18 Yeşilırmak Havzasında (Akıncılar, Doğanşar, Gölova, Koyulhisar, Suşehri) büyükbaş hayvan sayıları 34 246 adet ve

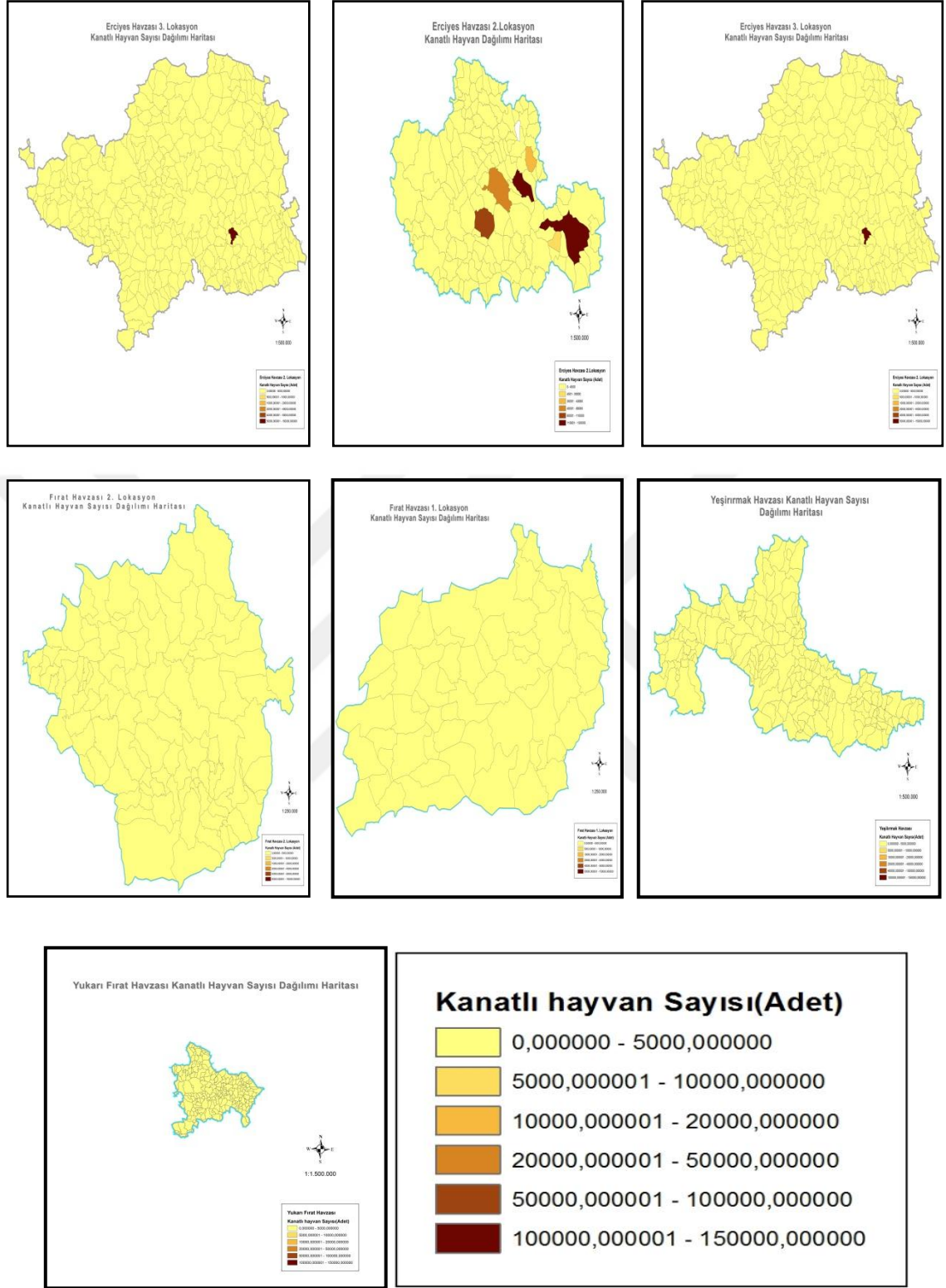
- 29 Fırat Havzasında (Divriği, Gürün) ise üretim çok düşük olup hayvan sayıları 23 104 adettir.



Şekil 4.1 Sivas ili havza bazlı büyükbaş hayvan dağılım haritaları



Şekil 4.2 Sivas ili havza bazlı küçükbaş hayvan dağılım haritaları



Şekil 4.3 Sivas ili havza bazlı kanatlı hayvan dağılım haritaları

Şekil 4.2’den görüleceği üzere; küçükbaş hayvancılığın en yoğun olarak yapıldığı havzalar;

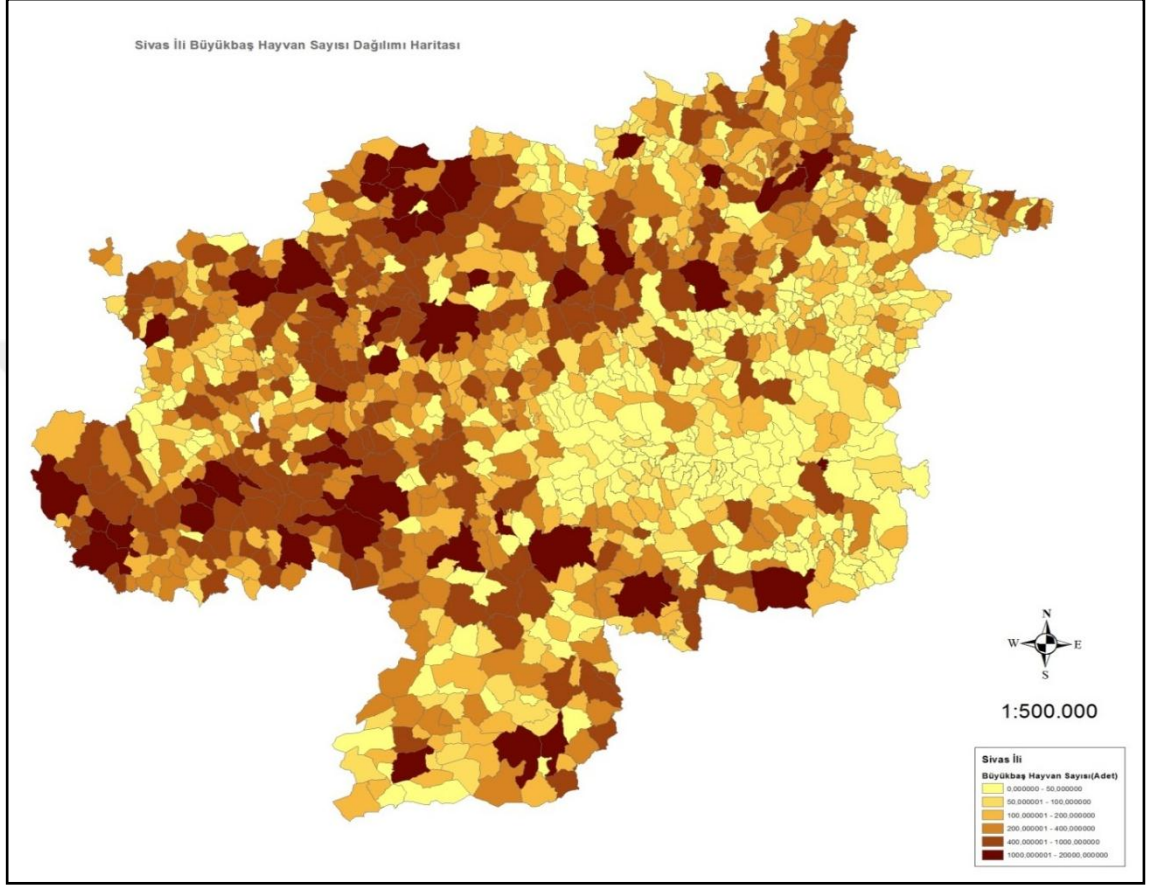
- 13 Erciyes Havzası (Altınyayla, Gemerek, Hafik Kangal, Merkez, Şarkışla, Ulaş, Yıldızeli) olup hayvan sayıları 298.164 adet,
- 10 Yukarı Fırat Havzasında (İmranlı, Zara) 12.702 adet,
- 18 Yeşilırmak Havzasında(Akıncılar, Doğanşar, Gölova, Koyulhisar, Suşehri) 25.405 adet ve
- 29 Fırat Havzasında (Divriği, Gürün) ise 131.949 adettir.

Kümes hayvancılığı profesyonel işletmecilik olarak sadece 13 Erciyes Havzasında yapılmaktadır (Şekil 4.3). Bu havzada 6 adet 30 000 kapasitenin altında olan işletme, 5 adet 30 000-60 000 adet kapasitede işletme, 3 adet ise 60 000 adet kapasitenin üzerinde üretim yapan işletmeler bulunmaktadır. Bu havzadan Şarkışla ilçesi 237 700 adet kanatlı ile en büyük üretim yapılan ilçe konumundadır. Kangal ilçesinin hayvan varlığı her ne kadar 45 000'in üzerinde olsa da ekonomik işletme düzeyinde yapılmamaktadır. Diğer havzalarda atık toplanabilecek veya değerlendirilebilecek bir ekonomik büyüklükte profesyonel bir üretim olmadığından değerlendirmeye alınmamıştır.

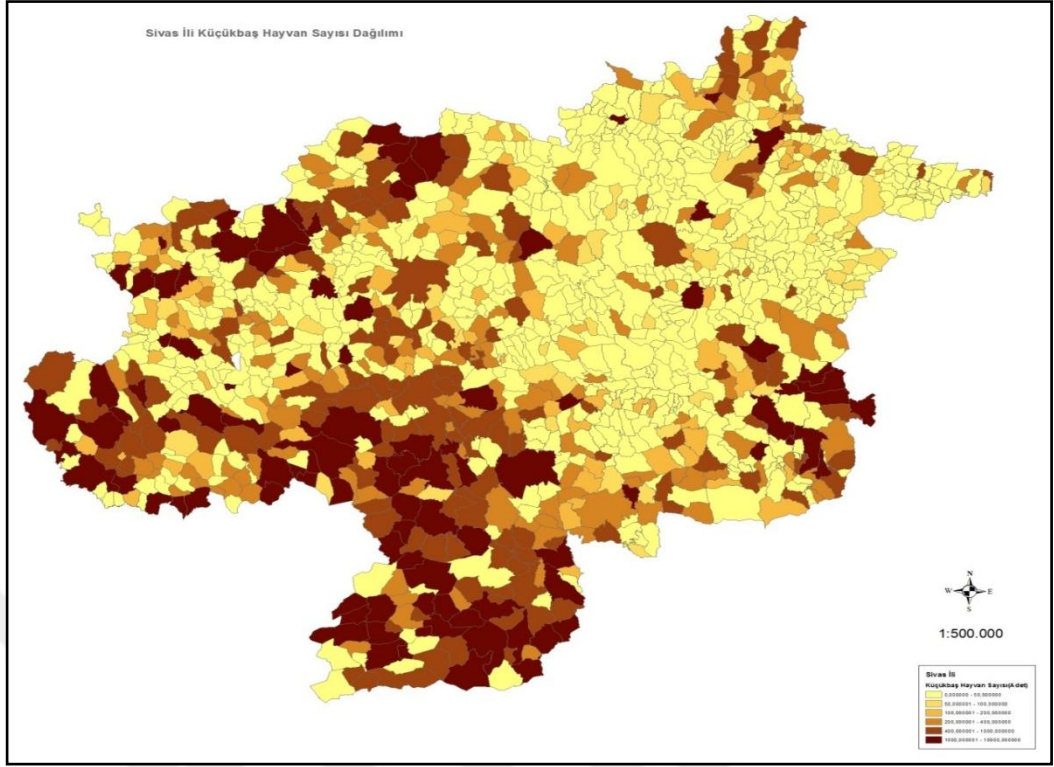


Şekil 4.4 Sivas ili havza lokasyonları

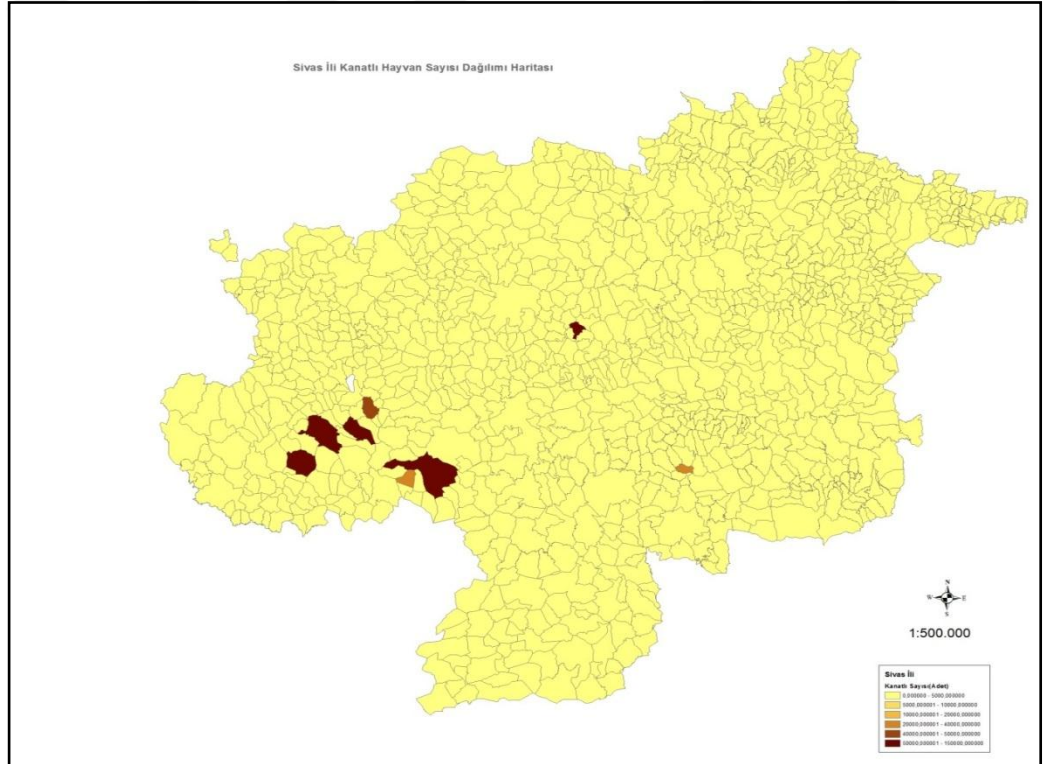
Tüm havzalar dahil olmak üzere Sivas iline ait hayvan varlığını gösteren haritalar büyükbaş için şekil 4.5, küçükbaş için şekil 4.6 ve kanatlı için şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.5 Sivas ili büyükbaş hayvan varlığı yoğunluğu



Şekil 4.6 Sivas ili küçükbaş hayvan varlığı yoğunluğu



Şekil 4.7 Sivas ili kanatlı hayvan varlığı yoğunluğu

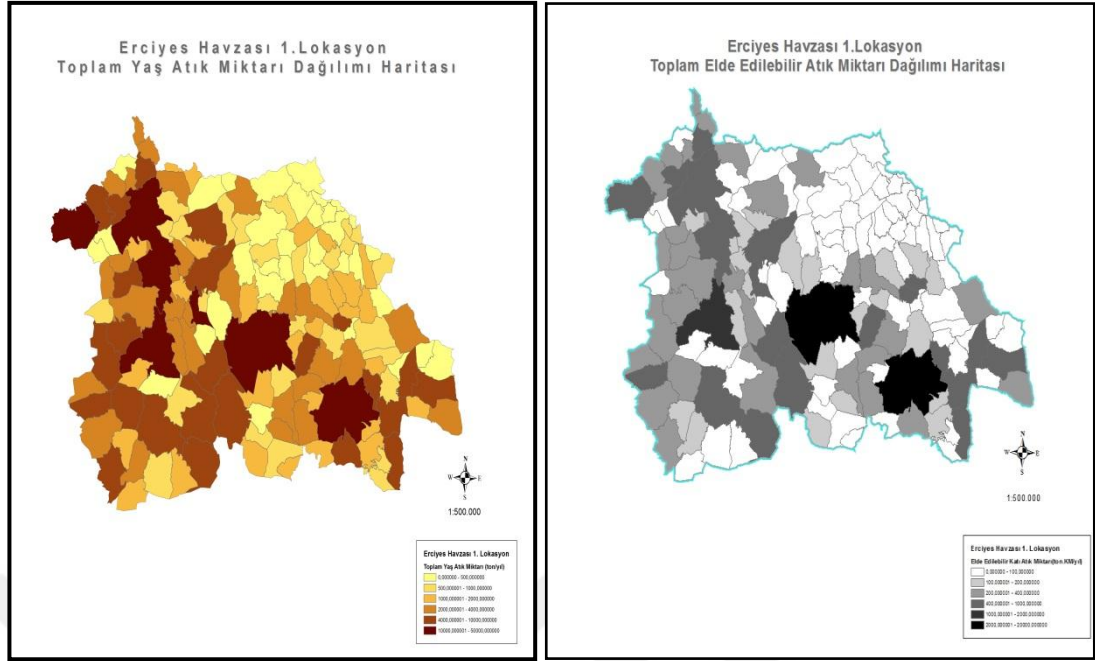
4.2 Sivas Havza Bazlı Hayvansal Atık Miktarları

Tarım Orman İl Müdürlüğü verilerinden yararlanılarak Sivas ili için havzalara göre büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan sayıları ve dağılımları belirlenerek haritalandırıldıktan sonra Yöntem Bölümünde verilen bağıntılardan yararlanılarak ile ait yaş atık, katı atık miktarları, bunlardan elde edilen teorik ve kullanılabilir biyogaz miktarı ve enerji değeri potansiyelleri hesaplanmıştır.

Yapılan potansiyel hesaplamalarından elde edilen sonuçlarla 1289 yerleşim yerine ait yaş atık ve elde edilebilir katı atık değerleri hesaplanmış olup hesaplanan değerler ile tüm havzalara ait yaş atık ve elde edilebilir katı atık haritaları oluşturulmuştur. Hesaplama sonuçları çizelge 4,1’de verilmiştir. Tüm havzalar ve Sivas ili yaş ve kullanılabilir katı atık haritaları da şekil 4.8 – 4.16’da görülmektedir.

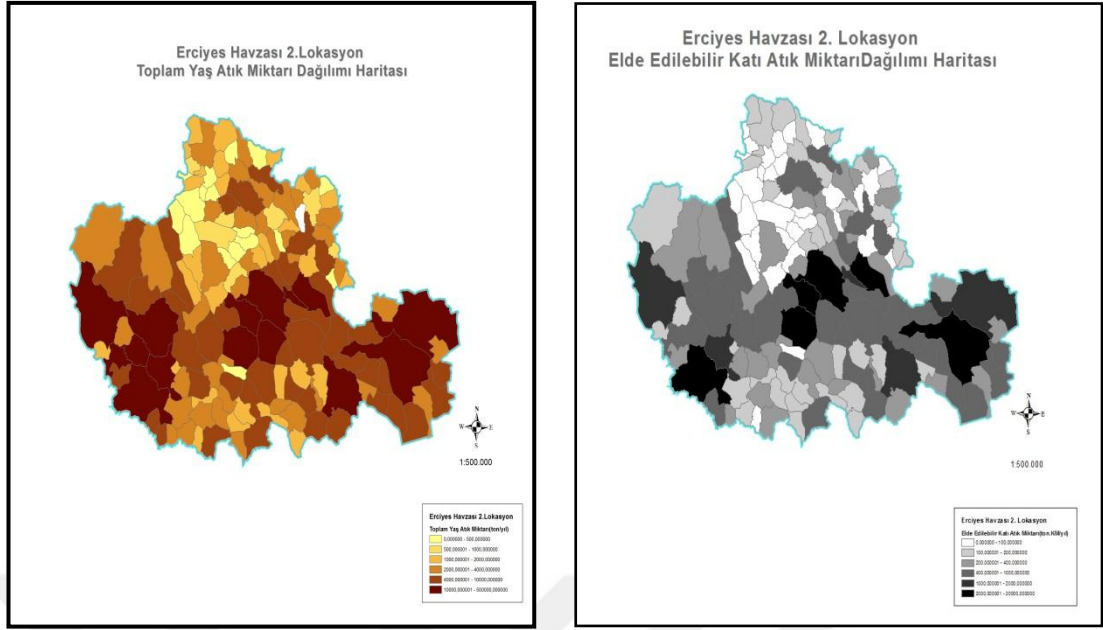
Çizelge 4.1 2017 yılı verilerine göre Sivas ili toplam hayvansal atık değerleri

Bölgeler	Yaş atık potansiyeli				Katı atık potansiyeli				Kullanılabilir katı atık potansiyeli			
	BB	KB	K	Toplam	BB	KB	K	Toplam	BB	KB	K	Toplam
	ton/yıl	ton/yıl	ton/yıl	ton/yıl	ton/yıl	ton/yıl	ton/yıl	ton/yıl	ton/yıl	ton/yıl	ton/yıl	ton/yıl
13 Erciyes Havzası 1. Lokasyon	215696	88823	193	304712	33864	26646	67	60577	16932	3464	66	20462
13 Erciyes Havzası 2. Lokasyon	535944	82059	15284	633287	84142	24615	5348	114105	42071	3200	5295	50566
13 Erciyes Havzası 3. Lokasyon	1024575	101191	7865	1133631	160858	30354	3763	194975	80429	3946	3725	88100
29 Fırat Havzası 1. Lokasyon	154004	85768	245	240017	2452	28192	2351	32995	1226	3665	2327	7218
29 Fırat Havzası 2. Lokasyon	74685	34634	70	109389	1172	11385	672	13229	586	1480	665	2731
18 Yeşilirmak Havzası	337494	23182	429	361105	52986	6954	149	60089	26493	904	148	27545
10 Yukarı Fırat Havzası	283469	11590	448	295507	44504	3477	157	48138	22252	452	155	22859
Sivas	2625867	427247	24534	3077648	379978	131623	12507	524108	189989	17111	12381	219481



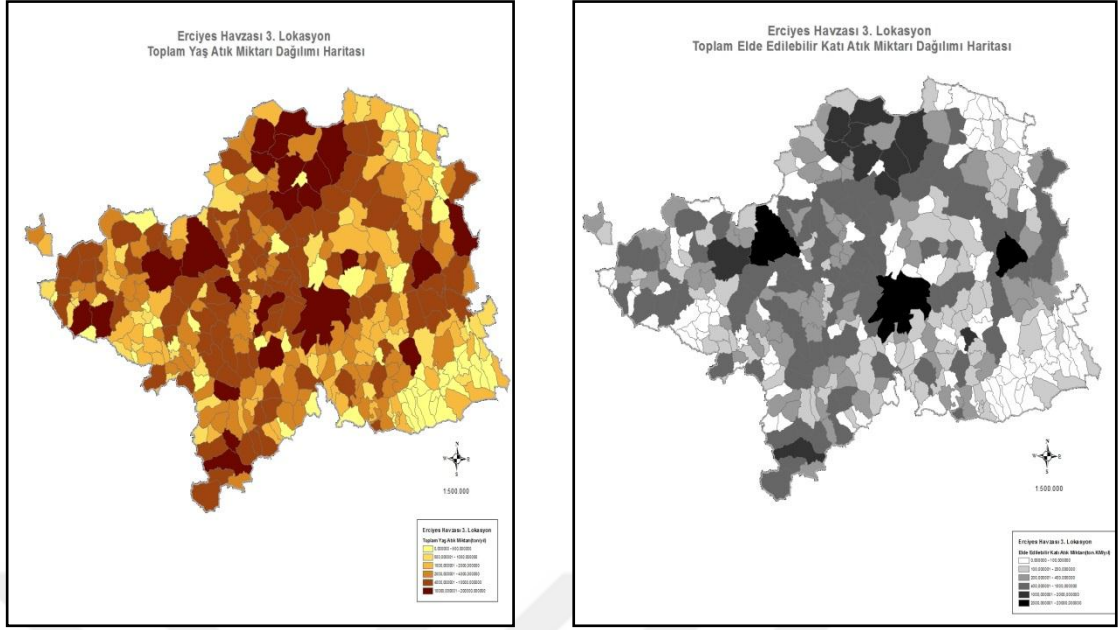
Şekil 4.8 13 Erciyes Havzası 1. Lokasyon yaş ve kullanılabilir katı atık dağılımı

Şekil 4.8'deki haritalarda ve çizelgede görüleceği üzere Erciyes Havzası 1. Lokasyonda küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir yaş atık miktarı 88.823 ton/yıldır. Büyükbaş hayvanlardan ise 215.696 ton/yıldır. Kanatlı hayvanlardan ise 193 ton/yıldır. Havzanın toplam yaş atık miktarı 304.712 ton/yıldır. En fazla yaş atık Kangal-Alacahan'da elde edilebilmekte olup toplam 94.157 ton/yıldır. Yaş atık miktarının yoğunlaştığı diğer idari merkezler ise Çatköy, Ulaş Merkez, Havuz ve Baharözü idari merkezleridir. Küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir katı atık miktarı 3.464 ton.KM/yıl'dır. Büyükbaş hayvanlardan ise 16.932 ton.KM/yıl'dır. Kanatlı hayvanlardan ise 66 ton.KM/yıl'dır. Bu havzada toplam katı atık miktarı ise 60.577 ton.KM/yıl'dır. Havzanın kullanılabilir toplam katı atık miktarı ise 20.462 ton.KM/yıl'dır. En fazla elde edilebilir katı atık Kangal ilçesinde elde edilebilmekte olup toplam 7970 ton.KM/yıl'dır. Katı atık miktarının yoğunlaştığı diğer yerler ise Alacahan ve Havuz beldeleridir.



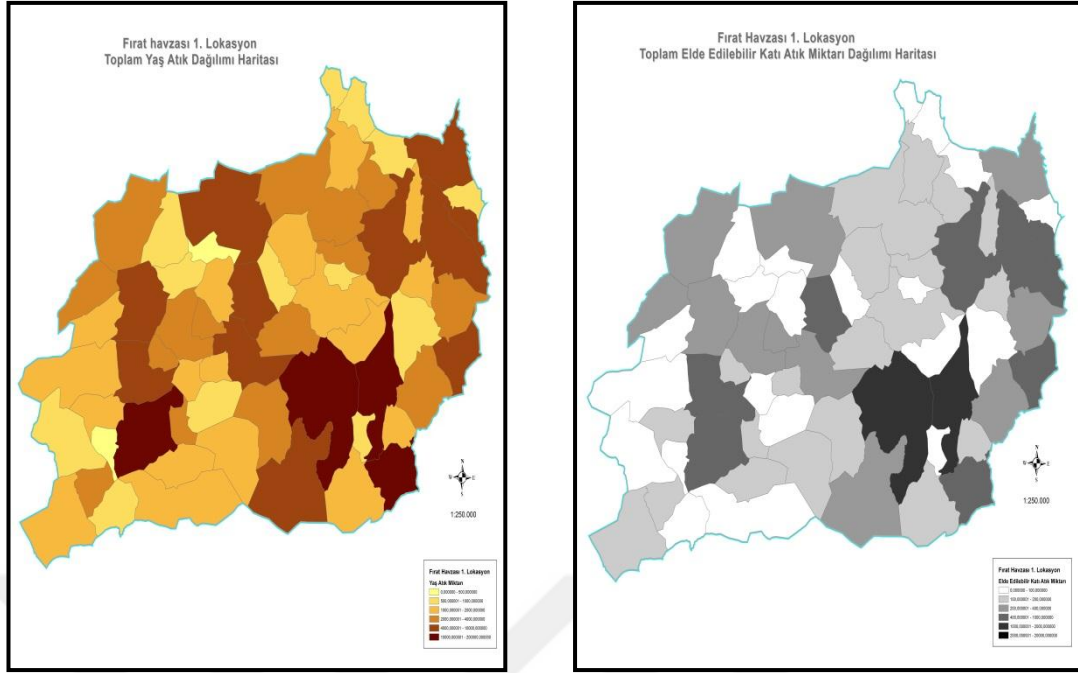
Şekil 4.9 13 Erciyes Havzası 2. Lokasyon yaş ve kullanılabilir katı atık dağılımı

Şekil 4.9'daki haritalarda da ve çizelge 4.1'de görüleceği üzere Erciyes Havzası 2. Lokasyon'da büyükbaş hayvancılığın nisbeten daha fazla yapıldığı bu havzada küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir yaş atık miktarı 82 059 ton/yıldır. Büyükbaş hayvanlardan ise 535 944 ton/yıldır. Kanatlı hayvancılığının profesyonel ve etkili olarak üretiminin yapıldığı bu havzada kanatlı hayvanlardan elde edilebilir yaş atık miktarı ise 15 284 ton/yıldır. En fazla yaş atık Şarkışla İlçe Merkezi'nde elde edilebilmekte olup toplam 191 549 ton/yıldır. Havzada Küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir katı atık miktarı 3 200 ton.KM/yıl'dır. Büyükbaş hayvanlardan ise 42 071 ton.KM/yıl'dır. Kanatlı hayvanlardan ise 5 295 ton.KM/yıl'dır. En fazla elde edilebilir katı atık Şarkışla İlçe Merkezinde elde edilebilmekte olup toplam 16 944 ton.KM/yıl'dır. Yaş atık yoğunluğu havzaya bağlı 3 ilçe merkezine yakın olan idari merkezler olan Deliilyas, Altınyayla Merkez, Sızır, Çepni, Eğerci, Gürçayır, Kızılcakışla, Maksutlu, Hüyük'de artarken bu havzanın diğer bölgelerinde yoğunluk giderek azalmaktadır.



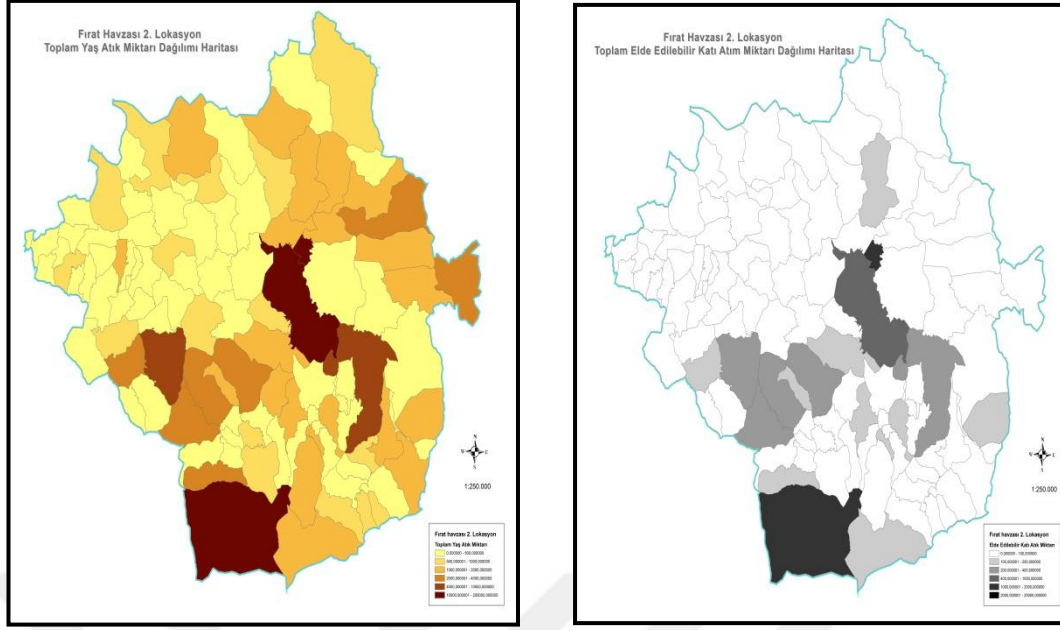
Şekil 4.10 13 Erciyes Havzası 3. Lokasyon yaş ve kullanılabilir katı atık dağılımı

Şekil 4.10'daki haritalarda ve çizelge 4.1'de görüleceği üzere Sivas Merkez, Hafik ve Yıldızeli'nden oluşan Erciyes Havzası 3. Lokasyon'da küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir yaş atık miktarı 101 191 ton/yıldır. Büyükbaş hayvanlardan ise 1 024 575ton/yıldır. Kanatlı hayvanlardan ise 15 284 ton/yıldır. En fazla yaş atık Yıldızeli İlçe Merkezi'nde elde edilebilmekte olup toplam 62 129 ton/yıl elde edilebilirken Sivas Merkeze bağlı Yıldız, Gaziköy, Olukman, Çallı, Hayranlı gibi köylerde de önemli seviyede bir yaş atık potansiyelinden bahsetmek mümkündür. Küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir katı atık miktarı 3 946 ton.KM/yıl'dır. Büyükbaş hayvanlardan ise 80 429 ton.KM/yıl'dır. Kanatlı hayvanlardan ise 2 725 ton.KM/yıl'dır. En fazla elde edilebilir katı atık Yıldızeli İlçe Merkezinde elde edilebilmekte olup toplam 5 028 ton.KM/yıl'dır. Sivas İlçe Merkezi ve Hafik İlçe Merkezi yine katı atık yoğunluğunun yüksek olduğu yerlerdir. Diğer taraftan Merkez ilçeye bağlı Kurtlapa, Gümüşdere, Olukman, Yıldız ve Yıldızeli İlçesine bağlı Kargın, Yusufoglan, Sarıyar ve Güneykaya idari merkezleri de kayda değer katı atık elde edilebilen yerlerdendir.



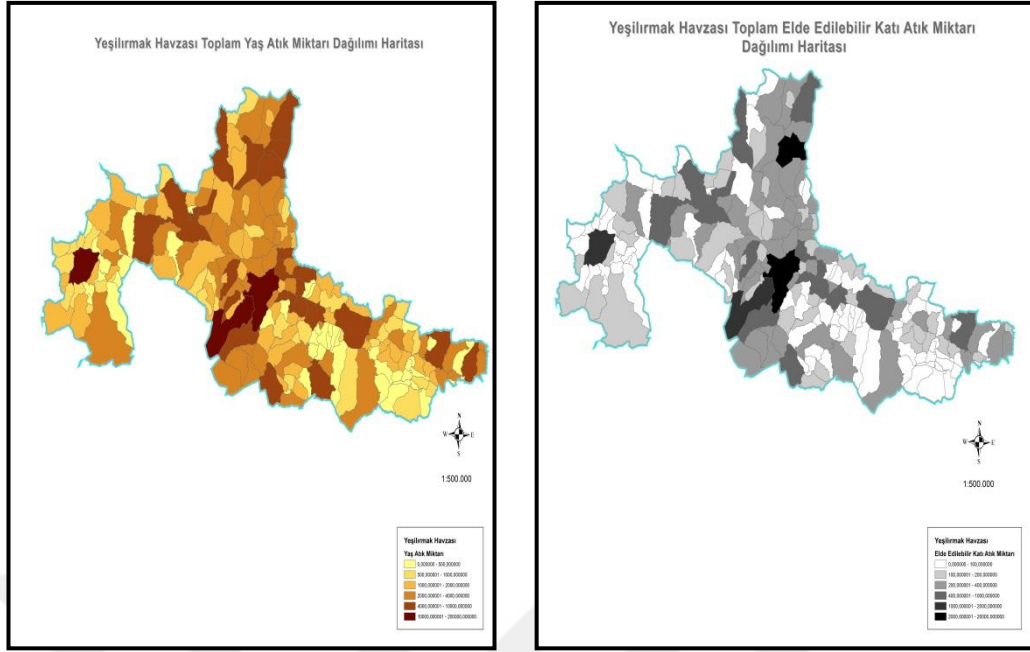
Şekil 4.11 29 Fırat Havzası 1. Lokasyon yaş ve kullanılabilir katı atık dağılımı

Şekil 4.11'deki haritalarda ve çizelge 4.1'de görüleceği üzere Gürün İlçesinden müteşekkil Fırat Havzası 1. Lokasyon'da küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir yaş atık miktarı 85 768 ton/yıldır. Büyükbaş hayvanlardan ise 154 004 ton/yıldır. Kanatlı hayvan üretiminin dağınık ve yetersiz sayıda üretilmesinden kaynaklı olarak sürdürülebilir biyogaz üretimi açısından bir öneminin olmadığı lokasyonda kanatlı hayvanlardan ise 245 ton/yıl yaş atık elde edilebilmesi mümkün olmaktadır. Önemli ölçüde küçükbaş hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı büyükbaş hayvancılığın ise diğer havzalarla kıyaslandığında lokasyon açısından çok yeterli olmasa da biyogaz üretimi açısından değerlendirilebilir bir üretimin yapıldığı bu lokasyonda en fazla yaş atık Gürün ilçesi Suçatı beldesinde elde edilebilmekte olup ; toplam 20 553 ton/yıldır. Küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir katı atık miktarı 3 665 ton.KM/yıl'dır. Büyükbaş hayvanlardan ise 1226 ton.KM/yıl'dır. Kanatlı hayvanlardan ise 2 327 ton.KM/yıl'dır. En fazla elde edilebilir katı atık Gürün İlçe Merkezi'nde elde edilebilmekte olup; toplam 1 689 ton.KM/yıl'dır. Katı atık miktarının bu lokasyonda yoğunluk kazandığı diğer yerler ise Yolgeçen, Göbekören, Davulhüyük, Karadoruk ve Eskihamal köyleridir.



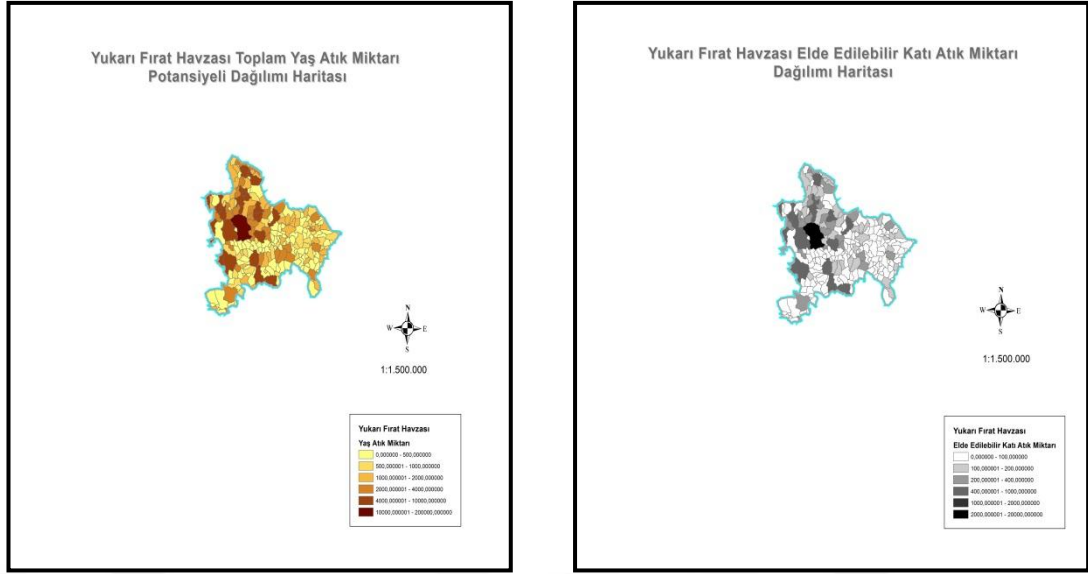
Şekil 4.12 29 Fırat Havzası 2. Lokasyon yaş ve kullanılabilir katı atık dağılımı

Şekil 4.12'deki haritalarda ve çizelge 4.1'de görüleceği üzere Divriği İlçesinden ibaret Fırat Havzası 2. Lokasyon'da küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir yaş atık miktarı 34 634 ton/yıldır. Buna mukabil büyükbaş hayvanlardan elde edilebilir yaş atık miktarı ise 74 685 ton/yıldır. Bu lokasyonda sürdürülebilir bir biyogaz üretimi için yeterli bir durumda kanatlı yetiştiriciliği yapılmasa da kanatlı hayvanlardan elde edilebilir yaş atık miktarı 70 ton/yıldır. En fazla yaş atık Divriği İlçesi Mursal Beldesi'nde elde edilebilmekte olup toplam 14 723 ton/yıldır. Demirdağ, Divriği Merkez ve Höbek ise yaş atık miktarının diğer yoğunluk kazandığı idari merkezlerdir. Bu lokasyon toplam 20 idari merkezde önemli miktarda katı atık yoğunluğu olurken; Demirdağ, Divriği Merkez, Çiğdemli, Höbek idari merkezlerinde yoğunluk artarken Akpalelit, Yalnızsöğüt ve Ağaçlıgölde yoğunluk azalmaktadır. Küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir katı atık miktarı 1 480 ton.KM/yıl'dır. Büyükbaş hayvanlardan ise 586 ton.KM/yıl'dır. Kanatlı hayvanlardan ise 665 ton.KM/yıl'dır. En fazla elde edilebilir katı atık Divriği İlçesi Mursal Beldesi'nde elde edilebilmekte olup toplam 1 251 ton.KM/yıl'dır. Diğer yoğunluğun fazla olduğu yerler ise Demirdağ ve Mursal idari merkezleridir.



Şekil 4.13 18 Yeşilirmak Havzası yaş ve kullanılabilir katı atık dağılımı

Şekil 4.13'deki haritalarda ve çizelge 4.1'de görüleceği üzere diğer havzalarla kıyaslandığında en az hayvancılık yapılan havza olma özelliği gösteren 18 Yeşilirmak Havzası'nda küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir yaş atık miktarı 23 182 ton/yıldır. Büyükbaş hayvanlardan ise 337 494 ton/yıldır. Kanatlı hayvanlardan ise 429 ton/yıldır. Doğanşar, Akıncılar, Koyulhisar, Gölova ve Suşehri ilçelerinden müteşekkil olan bu havzada en fazla yaş atık Suşehri İlçe Merkezi'nde (28 755 ton/yıl) ve Doğanşar İlçe Merkezi'nde elde edilebilmekte olup toplam 28 755 ton/yıldır. Suşehri Çataloluk, Gölova Karayakup, Koyulhisar Aksu diğer yaş atık yoğunluğunun önemli olduğu idari merkezlerdir. Suşehri Merkez, Koyulhisar Kale, Suşehri Çatalolukta katı atık miktarında bir yoğunluk görülürken bu havzada küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir katı atık miktarı 904 ton.KM/yıl'dır. Büyükbaş hayvanlardan ise 26 493 ton.KM/yıl'dır. Kanatlı üretiminin oldukça düşük olduğu havzada kanatlı hayvanlardan ise 148 ton.KM/yıl katı atık elde edilebilmektedir. En fazla elde edilebilir katı atık Suşehri İlçe Merkezinde elde edilebilmekte olup toplam 2 398 ton.KM/yıl'dır.

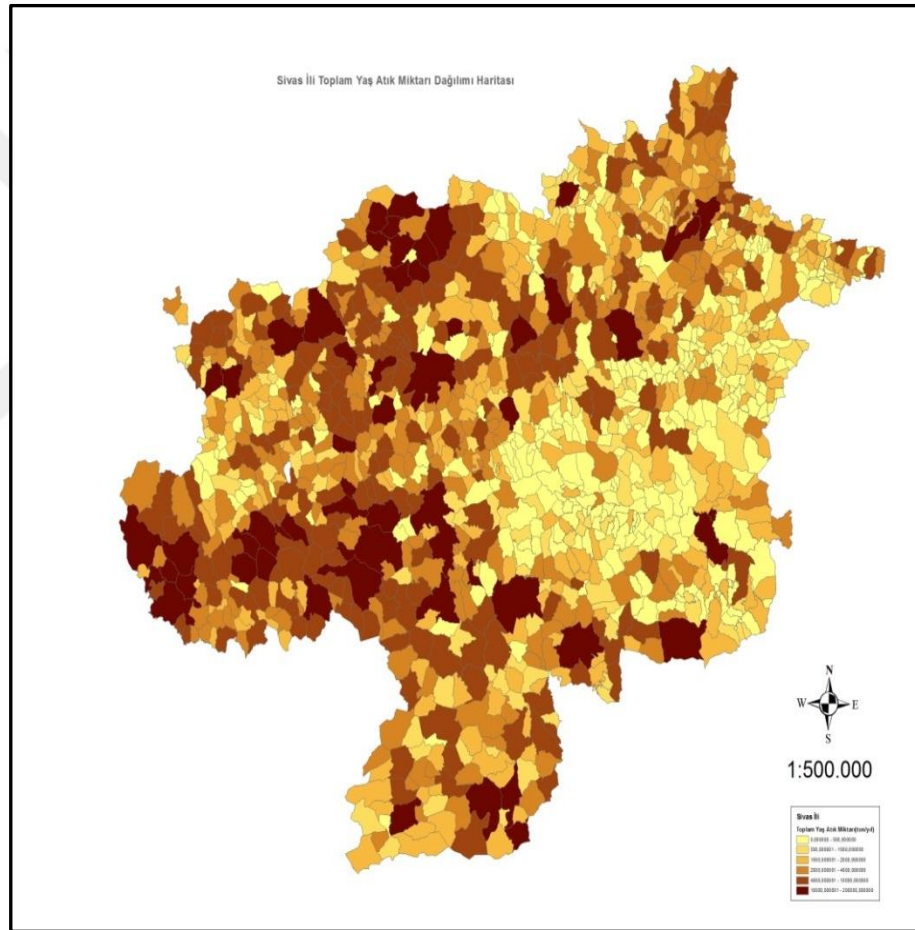


Şekil 4.14 10 Yukarı Fırat Havzası yaş ve kullanılabilir katı atık dağılımı

Şekil 4.14'deki haritalarda ve çizelge 4.1'de görüleceği üzere Yukarı Fırat Havzasında küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir yaş atık miktarı 11 590 ton/yıldır. Önemli derecede büyükbaş hayvancılığın yapıldığı bu havzada büyükbaş hayvanlardan elde edilebilen katı atık miktarı 283 469 ton/yıldır. Sürdürülebilir biyogaz üretimi için yeterli düzeyde kanatlı üretimi yapılmayan bu havzada kanatlı hayvanlardan elde edilebilecek katı atık miktarı 448 ton/yıldır. Bu havzada en fazla yaş atık Zara İlçe Merkezi'nde elde edilebilmekte olup ;toplam 70 466 ton/yıldır. Zara Korkut, Zara Tuzlagözü, İmranlı Uyanık köylerinde de katı atık miktarı üretilebilme yoğunluğu dikkate değer önem arz etmektedir. Diğer taraftan Küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir katı atık miktarı 452 ton.KM/yıl'dır. Büyükbaş hayvanlardan ise 22 252 ton.KM/yıl'dır. Kanatlı hayvanlardan ise 155 ton.KM/yıl'dır. Zara Şerefiye, Zara Yapak, Zara Beypınarı köylerinde önemli bir miktarda katı atık üretim potansiyeli vardır. En fazla katı atık Zara İlçe Merkezinde toplam 5 933 ton.KM/yıl olarak alınabilmektedir.

Şekil 4.15 - 4.16'daki haritalarda ve çizelge 4.1'de görüleceği üzere Sivas İl genelinde en fazla yaş atık miktarı büyükbaş hayvanlardan elde edilmekte olup; büyükbaş hayvanlardan elde edilebilecek toplam yaş atık miktarı 2.625.867 ton/yıl ve küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek yaş atık miktarı ise 427.247 ton/yıl ile dikkat çekmektedir. Kanatlı üretiminin belli bölgelerde yoğunlaştığı Sivas'ta elde edilebilir yaş

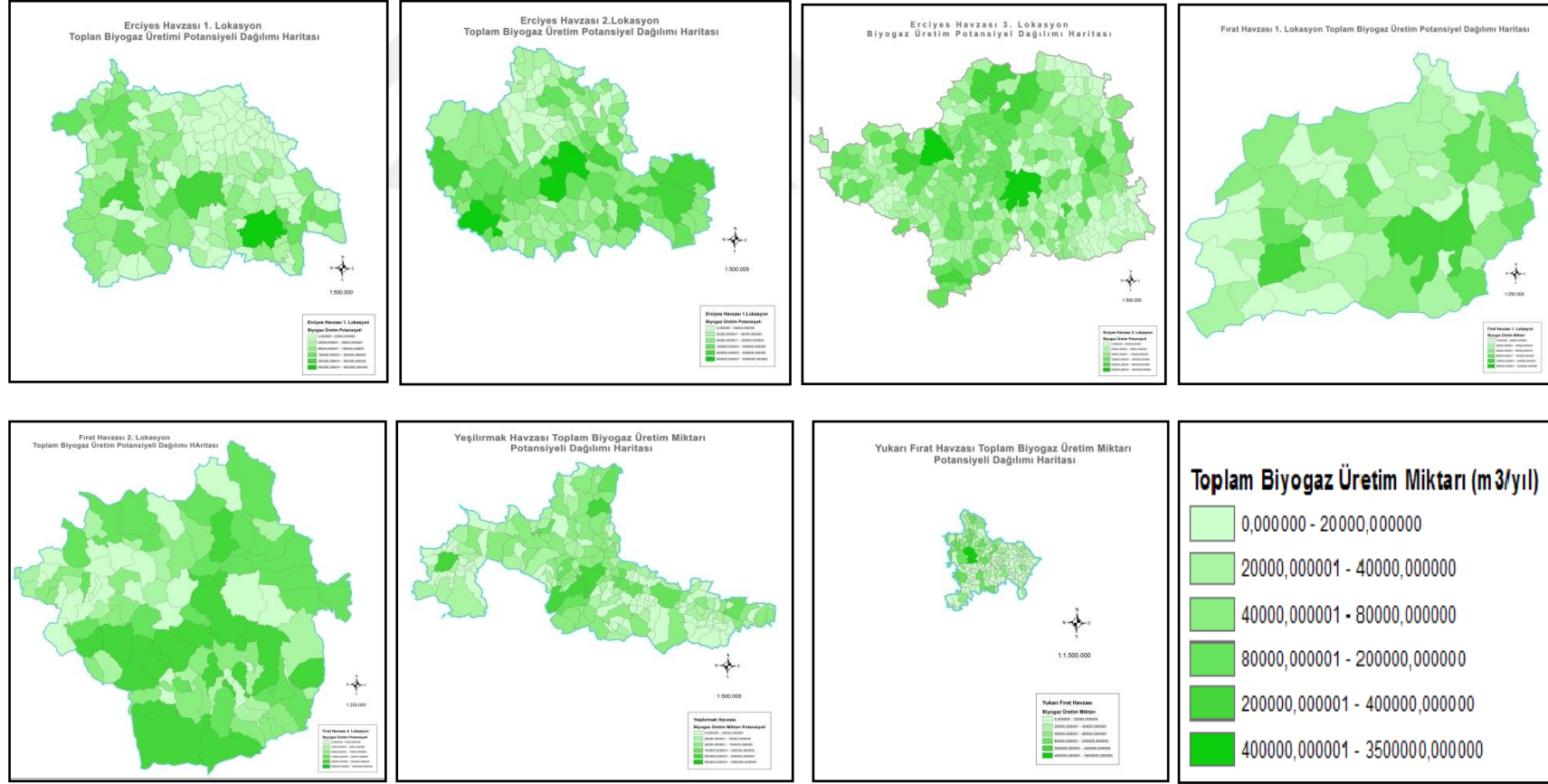
atık miktarı kanatlı hayvanlarda 24.534 ton/yıl kadardır. Sivas ilinde toplam yaş atık miktarı ise 3.077.648 ton/yıldır. Diğer taraftan toplam katı atık miktarı 524.108 ton/yıl olurken büyükbaş hayvanlardan elde edilebilir katı atık miktarı kullanılabilir olarak 189.989 ton/yıl, küçükbaş hayvanlardan 17.111 ton/yıl kanatlı hayvanlarda ise 12.381 ton/yıl olmaktadır. Önemli bir katı atık üretme potansiyeline sahip olan Sivas'ta toplam elde edilebilir katı atık miktarı kullanılabilir olarak 219.481 ton/yıl olmaktadır. Bu atığın en önemli üretilebildiği havza Erciyes Havzası olurken en az katı atık üretilebilme potansiyeli olan havza ise 18- Yeşilırmak Havzası'dır.



Şekil 4.15 10 Sivas ili yaş atık dağılımı

Çizelge 4.2 2017 yılı verilerine göre Sivas havzalarındaki kullanılabilir hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli, enerji potansiyeli ve tesis kurulu güç değerleri

Bölgeler	Biyogaz potansiyeli							Enerji potansiyeli (MJ/yıl)	Tesis kurulu güç (kW)
	Büyükbaş		Küçükbaş		Kümes		Toplam (1000m ³ /yıl)		
	1000m ³ /yıl	%	1000m ³ /yıl	%	1000m ³ /yıl	%			
13 Erciyes Havzası 1. Lokasyon	3386,40	82,75	692,80	16,93	13,20	0,32	4092,40	92897480,00	12062,28
13 Erciyes Havzası 2. Lokasyon	8414,20	83,20	640,00	6,33	1059,00	10,47	10113,20	229569640,00	28696,20
13 Erciyes Havzası 3. Lokasyon	16085,80	92,34	789,20	4,53	545,00	3,13	17420,00	395434000,00	48501,38
29 Fırat Havzası 1. Lokasyon	245,20	16,99	733,00	50,78	465,40	32,24	1443,60	39579720,00	4954,21
29 Fırat Havzası 2. Lokasyon	117,20	21,46	296,00	54,19	133,00	24,35	546,20	12398740,00	1549,83
18 Yeşilırmak Havzası	5298,60	96,18	180,80	3,28	29,60	0,54	5509,00	125054300,00	15631,78
10 Yukarı Fırat Havzası	4450,40	97,34	90,40	1,98	31,00	0,68	4571,80	103779860,00	12972,47
Sivas	37997,80	86,96	3422,20	7,83	2276,20	5,21	43696,20	998713740,00	124368,18



Şekil 4.17 Sivas ili havzalarındaki kullanılabilir hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli dağılımı

Şekil 4.17'deki haritalarda ve çizelge 4.2'de görüleceği üzere 13 Erciyes Havzası 1. Lokasyon havzalarla kıyaslandığında bu lokasyon küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek biyogaz potansiyeli en yüksek 3. Havza olma özelliği göstermektedir. Bu lokasyonda küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir biyogaz miktarı 692 800 m³/yıldır. Büyükbaş hayvanlardan ise 3 386 400 m³/yıldır. Havza ve lokasyonlarla kıyaslandığında bu lokasyon büyükbaş hayvan kaynaklı biyogaz üretim potansiyelinde 5. sırada yer almaktadır. Bu lokasyonda kanatlı üretimi profesyonel işletmelerde yapılmamakla birlikte kanatlı hayvan yetiştiriciliğine bağlı olarak kanatlı hayvanlardan 1 059 000 m³/yıl biyogaz elde edilebilmektedir. En fazla biyogaz üretimi Kangal İlçesi Alacahan köyünde elde edilebilmekte olup ;toplam 797 155 m³/yıldır.

Şekil 4.17'deki haritalarda ve çizelge 4.2'de görüleceği üzere 13 Erciyes Havzası 2. Lokasyon'da küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir biyogaz miktarı 640 000 m³/yıldır. Büyükbaş hayvanlardan ise 8 414 200 m³/yıldır. Kanatlı hayvanlardan ise 1 059 000 m³/yıldır. Bu lokasyon profesyonel ve sürdürülebilir bir biyogaz üretimi açısından yeterli niteliklere sahip kanatlı yetiştiriciliği yapılmakta ve diğer havza ve lokasyonlardan daha iyi durumdadır. En fazla biyogaz üretimi Şarkışla İlçe Merkezi (3 388 820 m³/yıl), Şarkışla Kızılcakışla (737 508 m³/yıl) Şarkışla- Gürçayır beldesinde elde edilebilmekte olup 618 938 m³/yıldır.

Şekil 4.17'deki haritalarda ve çizelge 4.2'de görüleceği üzere 13 Erciyes Havzası 3. Lokasyon'da küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir biyogaz miktarı 789 200 m³/yıldır. Diğer havza ve lokasyonlar dikkate alındığında küçükbaş hayvanlarda elde edilebilecek biyogaz üretim potansiyeli açısından 1. sırada yer almaktadır. Aynı zamanda bu lokasyon büyükbaş hayvanlardan kaynaklı biyogaz üretim potansiyeli açısından yine diğer havza ve lokasyonların önünde yer almakta olup; büyükbaş hayvanlardan 16 085 800 m³/yıl biyogaz üretimi elde edilebilmektedir. Kanatlı hayvanlardan ise 545 000 m³/yıldır. En fazla biyogaz üretimi Yıldızeli İlçe Merkezi (1 005 760 m³/yıl) ve Sivas Merkez'de elde edilebilmekte olup; 884 430 m³/yıl'dır.

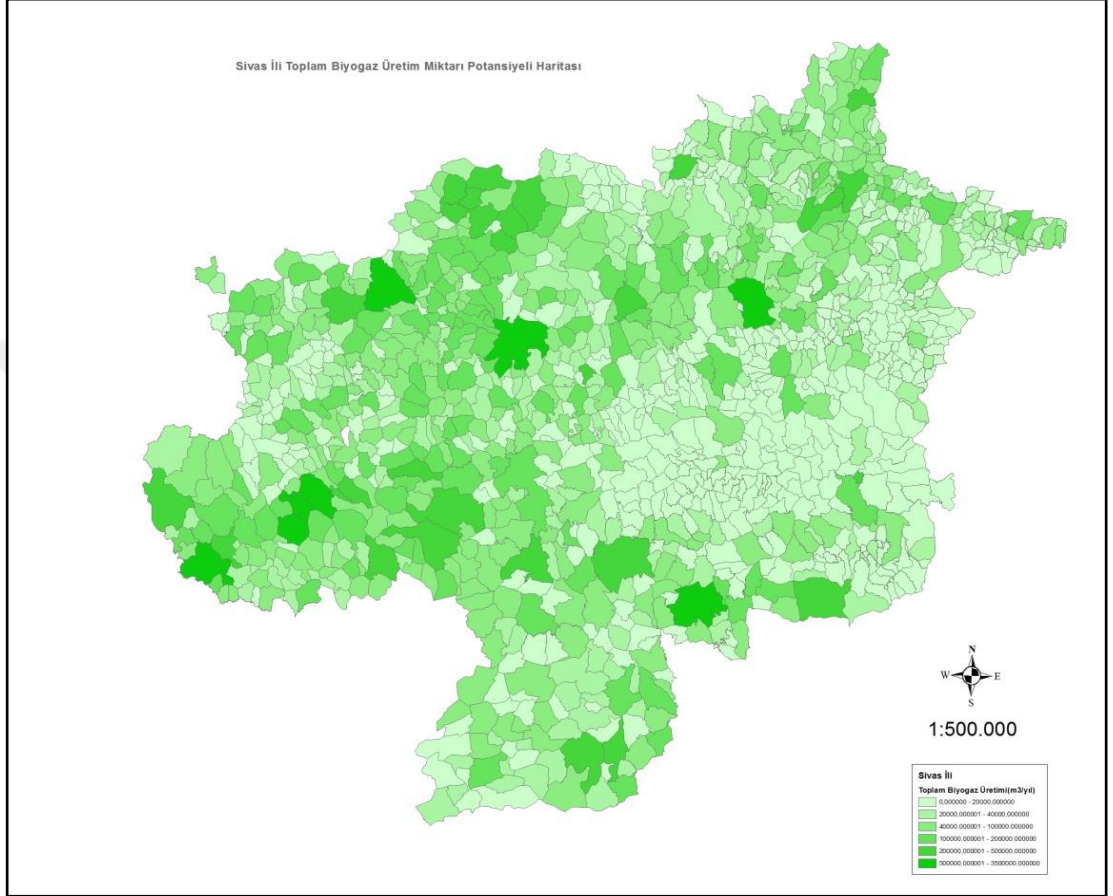
Şekil 4.17'deki haritalarda ve çizelge 4.2'de görüleceği üzere 29 Fırat Havzası 1. Lokasyon'da küçükbaş hayvanlardan kaynaklı biyogaz üretimi diğer havza ve lokasyonlarla kıyaslandığında 2. sırada yer almakla birlikte küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir biyogaz miktarı 733 000 m³/yıldır. Büyükbaş ve kanatlı üretimi küçükbaş ile kıyaslandığından sürdürülebilir biyogaz üretimi açısından istenilen boyutlarda olmasa da büyükbaş hayvanlardan ise 245 200 m³/yıl; kanatlı hayvanlardan ise 465 400 m³/yıl biyogaz üretilebilmesi mümkündür. En fazla biyogaz üretimi Gürün İlçesi Suçatı Beldesi (337 930 m³/yıl) ve Gürün Yolgeçen köyünde elde edilebilmekte olup;193 181 m³/yıldır.

Şekil 4.17'deki haritalarda ve çizelge 4.2'de görüleceği üzere 29 Fırat Havzası 2. Lokasyon hayvan yetiştiriciliğın en düşük olduğu lokasyonlardan biridir. Bu lokasyonda küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir biyogaz miktarı 296 000 m³/yıl, büyükbaş hayvanlardan 117 200 m³/yıl, kanatlı hayvanlardan ise 133 000 m³/yıl biyogaz üretimi yapılabilmektedir. Her ne kadar havza genelinde sürdürülebilir bir biyogaz üretimi yüksek verimde yapılamasa da lokal düzeyde bazı idari merkezlerde biyogaz üretimi yapılabilmektedir. En fazla biyogaz üretimi Divriğı Çiğdemli (57 537 m³/yıl) ve Divriğı Demirdağ'da elde edilebilmekte olup 259 679 m³/yıldır.

Şekil 4.17'deki haritalarda ve çizelge 4.2'de görüleceği üzere 18 Yeşilırmak Havzası'nda küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir biyogaz miktarı 180 800 m³/yıldır. Büyükbaş hayvanlardan ise 5 298 600 m³/yıldır. Kanatlı hayvanlardan ise 29 600 m³/yıldır. Küçükbaş ve kanatlı hayvan atıklarına bağılı biyogaz üretim potansiyelinin düşük olduğu bu havzada en fazla biyogaz üretimi Suşehri İlçe Merkezi (479 697 m³/yıl) ve Doğanşar İlçe Merkezi'nde elde edilebilmekte olup 284 809 m³/yıldır.

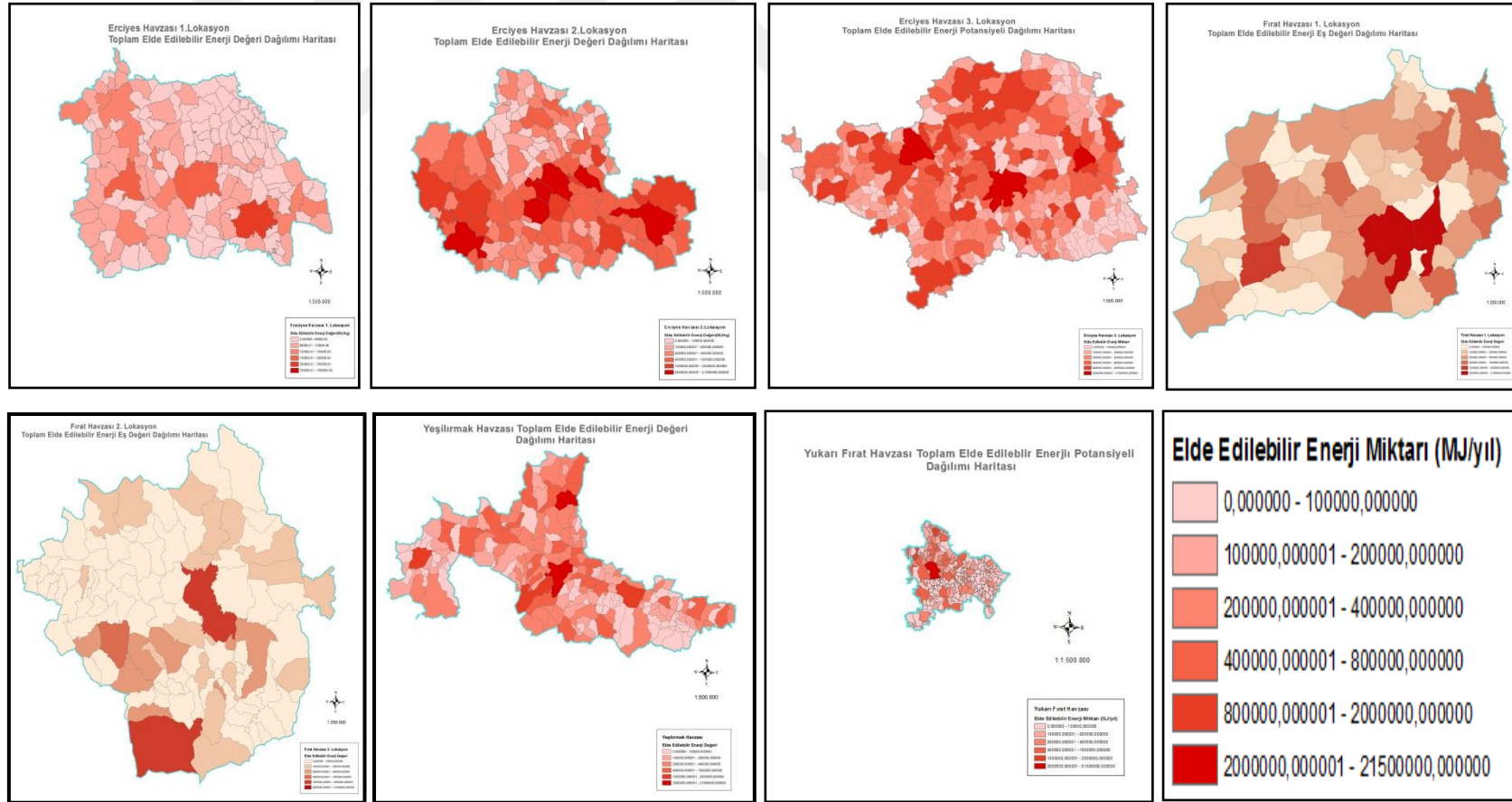
Şekil 4.17'deki haritalarda ve çizelge 4.2'de görüleceği üzere 10 Yukarı Fırat Havzası'nda küçükbaş hayvanlardan toplam elde edilebilir biyogaz miktarı 90 400 m³/yıldır. Büyükbaş hayvanlardan ise 4 450 400 m³/yıldır. Kanatlı hayvanlardan ise 31 000 m³/yıldır. En fazla biyogaz üretimi Zara İlçe Merkezi'nde elde edilebilmekte olup 1 191 824 m³/yıl m³/yıldır

Çizelge 4.2’de verilen hesaplama değerlerinden yararlanılarak hazırlanan Sivas ili biyogaz potansiyelini gösteren harita şekil 4.18’de verilmiştir.



Şekil 4.18 Sivas ili kullanılabilir hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli dağılımı

Çizelge 4.2’deki hesaplama değerlerinden yararlanılarak oluşturulan Sivas ili havzalarındaki kullanılabilir hayvansal atık kaynaklı enerji potansiyel dağılımını gösteren haritalar da şekil 4.18’de görülmektedir.



Şekil 4.19 Sivas ili havzalarındaki kullanılabilir hayvansal atık kaynaklı biyogaz enerji potansiyeli dağılımı

Şekil 4.19'daki haritalarda ve çizelge 4.2'de görüleceği üzere 13 Erciyes Havzası 1. Lokasyon'da toplam elde edilebilir enerji eş değeri 92 897 480 MJ/yıldır. Toplan enerji üretim potansiyelinin % 82'si büyükbaş hayvan atıklarından elde edilebilmekte olup 76 871 280 MJ/yıldır. Havzanın enerji üretimini % 0,32 sini oluşturan kanatlı hayvanlardan ise 299 640 MJ/yıldır. Havza hayvansal atık kaynaklı enerji üretiminin yaklaşık % 17 sinin karşılama potansiyeline sahip Küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek enerji eş değeri 15 726 560 MJ/yıldır. En fazla Biyogaz Enerji Potansiyeli Kangal-Alacahan'da mevcut olup toplam 5 026 509 MJ/yıldır.

Şekil 4.19'daki haritalarda ve çizelge 4.2'de görüleceği üzere 13 Erciyes Havzası 2. Lokasyon'da toplam elde edilebilir enerji eş değeri 229 569 640 MJ/yıldır. Büyükbaş hayvanlardan ise 191 0023 340 MJ/yıldır. Kanatlı hayvanlardan ise 24 039 300 MJ/yıldır. Küçükbaş hayvanlardan 14 528 000 MJ/yıldır. En fazla Biyogaz Enerji Potansiyeli Şarkışla-Merkez (21 368 394 MJ/yıl) Gemerek-Merkez (3 228 641 MJ/yıl), Altınyayla-Merkez (2 685 258 MJ/yıl) dır.

Şekil 4.19'daki haritalarda ve çizelge 4.2'de görüleceği üzere 13 Erciyes Havzası 3. Lokasyon'da toplam elde edilebilir enerji eş değeri 395 434 MJ/yıldır. Bu lokasyonda diğer 13 Erciyes Havzası lokasyonları ile kıyaslandığından hayvansal atık kaynaklı enerji üretim potansiyelinin % 92'si büyükbaş hayvan atıklarından karşılanmakta olup 365 147 660 MJ/yıldır. Kanatlı hayvanlardan ise 12 371 500 MJ/yıldır. Küçükbaş hayvanlardan 17 914 840 MJ/yıldır. En fazla Biyogaz Enerji Potansiyeli Hafik-Merkez (3 055 285 MJ/kg) ve Sivas-Merkez (5 576 828 MJ/yıl) dır.

Şekil 4.19'daki haritalarda ve çizelge 4.2'de görüleceği üzere 29 Fırat Havzası 1. Lokasyon'da diğer havzalardan farklı olarak küçükbaş hayvan atık kaynaklı enerji üretim potansiyelinin ağırlığından bahsetmek mümkündür. Elde edilebilir toplam enerji eş değerinin yaklaşık % 51 i küçükbaş hayvan atık kaynaklı olan bu lokasyonda toplam elde edilebilir enerji eş değeri 35 579 720 MJ/yıldır. Elde edilebilir enerjinin % 17'sini karşılama potansiyeline sahip büyükbaş hayvan atıklarından elde edilebilir enerji miktarı 5 566 040 MJ/yıldır. Kanatlı hayvanlardan ise 17 374 580 MJ/yıldır. Küçükbaş

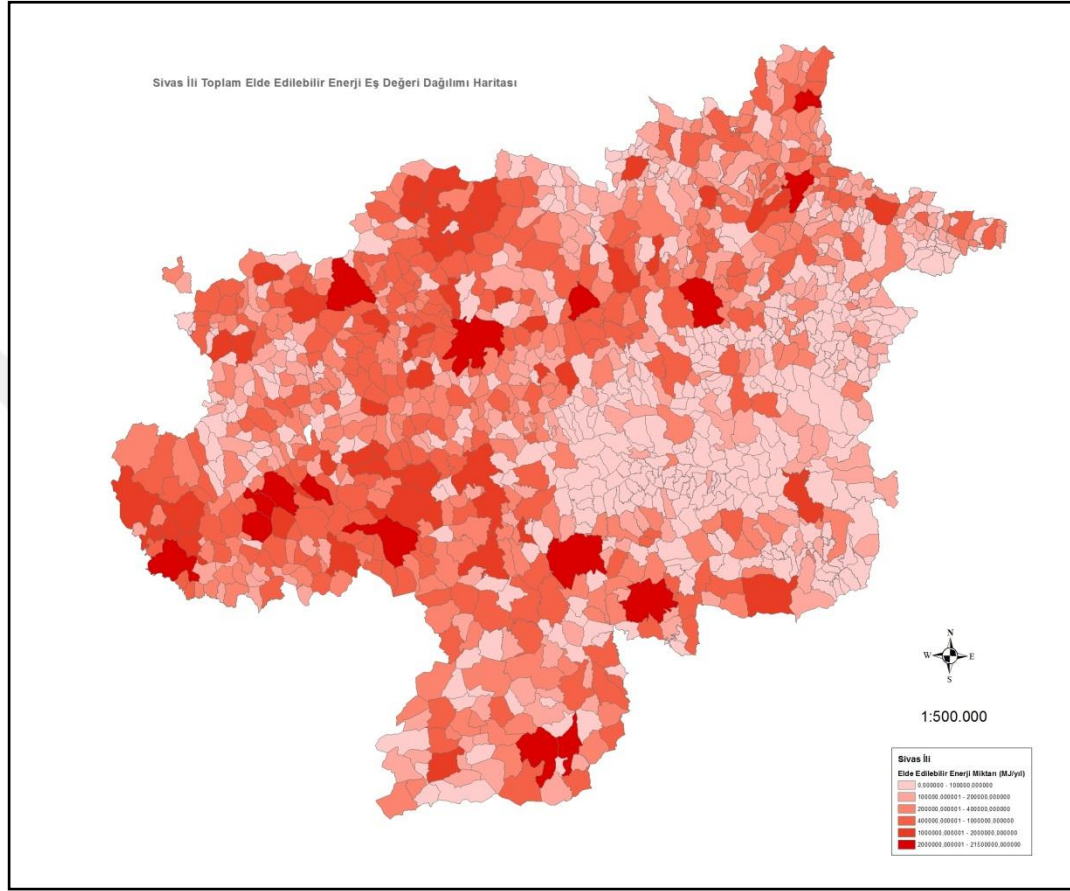
hayvanlardan 16 639 100 MJ/yıldır. En fazla Biyogaz Enerji Potansiyeli Gürün-Suçatı (2 130 840 MJ/yıl)dır.

Şekil 4.19'daki haritalarda ve çizelge 4.2'de görüleceği üzere 29 Fırat Havzası 2. Lokasyon'da toplam elde edilebilir enerji eş değeri 12 398 740 MJ/yıldır. Bu lokasyon 29 Fırat Havzasının diğer lokasyonunu içine alacak şekilde bir değerlendirme yaptığımızda küçükbaş kaynaklı atıklardan elde edilebilir enerji miktarının büyükbaş kaynaklı atıklardan elde edilebilir enerjiden fazla olmaktadır. Her ne kadar kanatlı hayvan atıklarından elde edilebilecek enerji miktarı önemli bir değer olarak ifade etse de sürdürülebilir biyogaz üretimi açısından atık toplamadaki kayıplar dikkate alındığından rantabl kullanıma uygun görünmektedir. Bu lokasyonda büyükbaş hayvanlardan ise 2 660 440 MJ/yıldır. Kanatlı hayvanlardan ise 3 019 100 MJ/yıldır. Küçükbaş hayvanlardan 6 719 200 MJ/yıldır. En fazla Biyogaz Enerji Potansiyeli Divriği-Mursal (1 578 263MJ/yıl) dır.

Şekil 4.19'daki haritalarda ve çizelge 4.2'de görüleceği üzere kanatlı hayvan ve küçükbaş hayvan atıklarından elde edilebilecek enerji üretim potansiyeli yok denecek kadar az olan (% 4,82) 18 Yeşilırmak Havzası'nda toplam elde edilebilir enerji eş değeri 125 054 300 MJ/yıldır. Toplam elde edilebilir enerji üretimin % 96'sı büyükbaş atık kaynaklı olup büyükbaş hayvan atıklarından elde edilebilir enerji miktarı 120 278 220 MJ/yıldır. Kanatlı hayvanlardan ise 671 920 MJ/yıldır. Küçükbaş hayvanlardan 4 104 160 MJ/yıldır. En fazla Biyogaz Enerji Potansiyeli Suşehri-Merkez (3 024 756 MJ/yıl) dır.

Şekil 4.19'daki haritalarda ve çizelge 4.2'de görüleceği üzere 10 Yukarı Fırat Havzası'nda toplam elde edilebilir enerji eş değeri 103 779 860 MJ/yıldır. Büyükbaş hayvanlardan ise 101 024 080 MJ/yıldır. Kanatlı hayvanlardan ise 703 700 MJ/yıldır. Küçükbaş hayvanlardan 2 052 080 MJ/yıldır. En fazla Biyogaz Enerji Potansiyeli Zarah-Merkez (7 515 117 MJ/yıl)'dir. Toplam elde edilebilir enerjinin % 97'si büyükbaş atık kaynaklı olurken yaklaşık % 2'si küçükbaş atık kaynaklı % 0,6 sı ise kanatlı hayvan atık kaynaklı olmaktadır.

Sivas ili kullanılabilir hayvansal atık kaynaklı enerji potansiyel dağılımını gösteren harita şekil 4.20’de verilmiştir.



Şekil 4.20 Sivas ili kullanılabilir hayvansal atık kaynaklı biyogaz enerji potansiyeli dağılımı

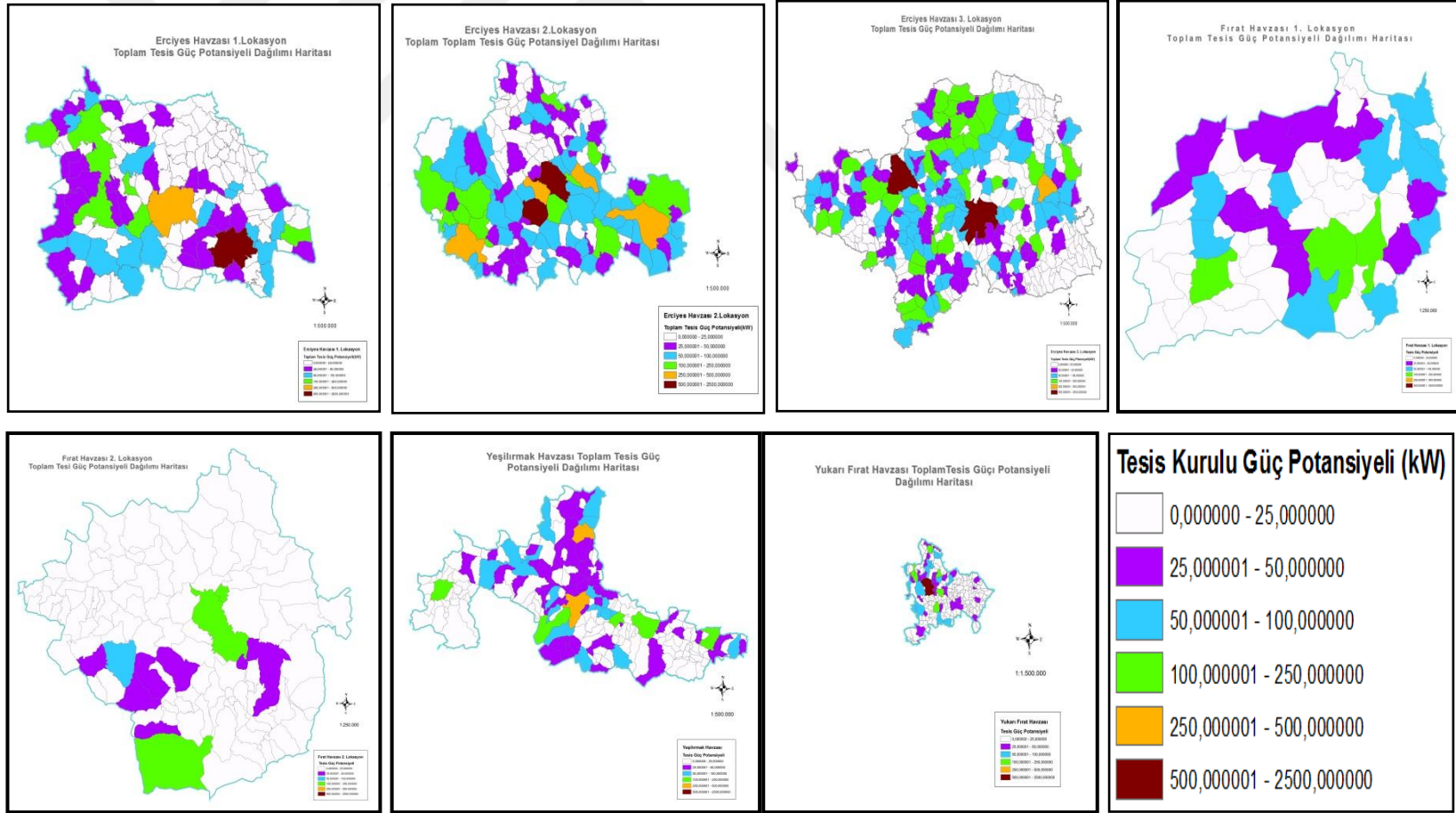
Şekil 4.20’deki haritada ve çizelge 4.2’de görüleceği üzere ilin toplam elde edilebilir enerji miktarı 998 713 740 MJ/yıldır. Elde edilebilir toplam enerji miktarının 86,96 sı büyükbaş atık kaynaklı olurken % 7,83’ü küçükbaş atık kaynaklı, % 5,21’i ise kümes hayvan atık kaynaklı olmaktadır. Diğer taraftan elde edilebilir enerji miktarının % 72,3’ü 13 Erciyes Havzası’ndan elde edilebilirirken % 12,6 18 Yeşilirmak Havzası’ndan, % 10,4’ü Yukarı 29 Fırat Havzası’ndan, % 4,5’i 29 Fırat Havzası’ndan elde edilebilmektedir. 13 Erciyes Havzası’ndan elde edilebilir enerji miktarı 717 901 120 MJ/yıl olurken 29 Fırat Havzası’nda 51 978 460 MJ/yıl, Yeşilirmak Havzası’nda 125

054 300 MJ/yıl, 10 Yukarı Fırat Havzası'nda 103 779 860 MJ/yıl atık kaynaklı enerji elde edilebilmesi mümkündür.

4.4 Havza Bazlı Tesis Noktalarının Belirlenmesi

Çizelge 4.2'deki hesaplama değerlerinden yararlanılarak oluşturulan Sivas ili havzalarındaki kullanılabilir hayvansal atık kaynaklı güç potansiyel dağılımını gösteren haritalar da şekil 4.21'de, Sivas iline ait kullanılabilir hayvansal atık kaynaklı güç potansiyel dağılımını gösteren harita da şekil 4.21'de görülmektedir.

Çizelge 4.2 ve şekil 4.21'deki haritalarda görüldüğü üzere 13 Erciyes Havzası 1.Lokasyon'un Kurulu tesis güç potansiyeli 12 062,28 kW, 2.Lokasyon 28 696, 20 kW, 3.Lokasyon 48 501,38 kW olurken bu havzanın toplam kurulu güç kapasitesi 89 259, 87 kW olmaktadır. 29 Fırat Havzası'ndan enerji eldesi için tesis toplam kurulu güç potansiyeli 6 504,05 kW, 18 Yeşilırmak Havzası'nda 15 631, 78 kW, 10 Yukarı Fırat Havzası'nda 12 972, 47 kW olmaktadır. En yüksek kurulu güç potansiyeli 13 Erciyes Havzası'nda olurken en düşük kurulu güç potansiyeli 29 Fırat Havzası'nda bulunmaktadır.



4.21 Sivas ili havzalarındaki kullanılabilir hayvansal atık kaynaklı güç potansiyel dağılımı

Tarım havzaları, idari merkezler, katı atık miktarları ve potansiyel tesis güç miktarları, enerji eş değer hesapları yol ağı, arazi eğimleri gibi kriterler dikkate alınarak havza belirleme, genel kriter oluşturma, veri tabanı tasarımı, ağırlık hesaplama, özel kriter oluşturma, katmanların sınıflandırılması, uzaklık içeren katmanların Öklid uzaklığıyla yeniden sınıflandırılması katmanların ağırlıklı karşılıkları hesaplanarak en uygun alanların belirlenmesi aşamaları ile kullanılan Analitik Hiyerarşi Yöntemi dikkate alınarak yapılan değerlendirmede toplam **124,3** MW kurulu gücünde biyogaz tesislerinin kurulabileceği belirlenmiştir. Yani Havzalar arası hayvansal atık miktarına bağlı olarak tesis güç değerleri değişiklik gösterse de İlin toplam kurulu güç kapasitesi **124,3 MW'tır**. Ancak İlde köyler arası yol durumu kış aylarında kesikli uzun sürelerde kapalı olması (Anonim 2018p) sebebiyle bu potansiyelin tamamının kullanılması mümkün değildir. Çalışmamızda bu durum dikkate alınarak 12 ay 365 gün tamamen açık olan yol ağı hesaplamada kullanılmıştır. Bu hesaplamalar ışığında 4 ayrı havza için (Çizelge 4.3);

Çizelge 4.3. Havza bazlı kurulu güç miktarlarına bağlı olarak tesis sayıları

	İlçeler	Kurulu güç aralıkları (kW)					
Havza adı		25-50	50-100	100-250	250-500	500-2500	Toplam
Biyogaz tesis sayıları							
Yukarı Fırat Havzası (10)	İmranlı Zara	31	13	6	-	1	51
Erciyes Havzası (13)	Altınyayla Gemerek Hafik Kangal Merkez Şarkışla Ulaş Yıldızeli	133	119	54	6	5	317
Yeşilırmak Havzası (18)	Akıncılar Doğanşar Gölova Koyulhisar Suşehri	53	18	5	2	-	78
Fırat Havzası (29)	Gürün Divriği	18	11	5	-	-	34
Sivas		235	161	70	8	6	480

10 Yukarı Fırat Havzası (İmranlı, Zara) toplam kurulabilecek biyogaz tesis sayısı;

- 25-50 kW kurulu güç aralığında olursa 31 adet,
- 50-100 kW kurulu güç aralığında olursa 13 adet,
- 100-250 kW kurulu güç aralığında olursa 6 adet,
- 500-2500 kW kurulu güç aralığında olursa 1 adet olarak belirlenmiş olup

250-500 kW kurulu güç aralığında tesis kurulması mümkün olmadığı belirlenmiştir.

13 Erciyes Havzası (Altınyayla, Gemerek, Hafik Kangal, Merkez, Şarkışla, Ulaş,Yıldızeli) toplam kurulabilecek biyogaz tesisi sayısı;

- 25-50 kW kurulu güç aralığında olursa 133 adet,
- 50-100 kW kurulu güç aralığında olursa 119 adet,
- 100-250 kW kurulu güç aralığında olursa 54 adet,
- 250-500 kW kurulu güç aralığında olursa 6 adet yada
- 500-2500 kW kurulu güç aralığında olursa 5 adet

olarak belirlenmiştir.

18 Yeşilırmak Havzası (Akıncılar, Doğanşar, Gölova, Koyulhisar, Suşehri) toplam kurulabilecek biyogaz tesis sayısı;

- 25-50 kW kurulu güç aralığında olursa 53 adet,
- 50-100 kW kurulu güç aralığında olursa 18 adet,
- 100-250 kW kurulu güç aralığında olursa 5 adet,
- 250-500 kW kurulu güç aralığında olursa 2 adet kurulabileceği belirlenmiş olup

500-2500 kW kurulu güç aralığında kurulamayacağı belirlenmiştir.

29 Fırat Havzası (Divriği, Gürün) ise toplam kurulabilecek biyogaz tesis sayısı;

- 25-50 kW kurulu güç aralığında olursa 18 adet,
- 50-100 kW kurulu güç aralığında olursa 11 adet,
- 100-250 kW kurulu güç aralığında olursa 5 adet,

250-500 kW ve 500-2500 kW kurulu güç aralığında kurulamayacağı belirlenmiştir.

Sivas ili olarak

- 25-50 kW kurulu güç aralığında olursa 235 adet,
- 50-100 kW kurulu güç aralığında olursa 161 adet,
- 100-250 kW kurulu güç aralığında olursa 70 adet,
- 250-500 kW kurulu güç aralığında olursa 8 adet yada
- 500-2500 kW kurulu güç aralığında olursa 6 adet

olarak belirlenmiştir.

Şekil 4.20’de yer alan Sivas ili havza bazlı 7 ayrı lokasyon için toplam hayvan sayıları, yaş atık, kullanılabilir katı atık miktarları, biyogaz üretimi, enerji eşdeğeri esas alınarak (Çizelge 4.4);

Çizelge 4.4 Havza lokasyonları kurulu güç miktarlarına bağlı olarak tesis sayıları

	İlçeler	Kurulu güç aralıkları (kW)					
Havza adı		25-50	50-100	100-250	250-500	500-2500	Toplam
Biyogaz tesis sayıları							
Yukarı Fırat Havzası (10)	İmranlı Zara	31	13	6	-	1	51
Erciyes Havzası (13) 1. Lokasyon	Kangal Ulaş	27	16	6	1	1	50
Erciyes Havzası (13) 2. Lokasyon	Şarkışla Altınyayla Gemerek	36	35	10	1	2	84
Erciyes Havzası (13) 3. Lokasyon	Sivas-Merkez Hafik Yıldızeli	70	68	38	1	2	179
Yeşilırmak Havzası (18)	Akıncılar Doğanşar Gölova Koyulhisar Suşehri	53	18	5	2	-	78
Fırat Havzası (29) 1. Lokasyon	Gürün	12	10	3	-	-	25
Fırat Havzası (29) 2. Lokasyon	Divriği	6	1	2	-	-	9

13 Erciyes Havzası 1. Lokasyonda;

- Tesis kurulu güç kapasitesi 12 MW olup
- 25-50 kW gücünde 27 tesis,
- 50-100 kW gücünde 16 tesis,
- 100-250 kW gücünde 6 tesis,
- 500-600 kW gücünde 1 tesis,
- 1 MW-2,5 MW gücünde 1 tesis olmak üzere

toplam 51 tesis kurulabilmektedir.

13 Erciyes Havzası 2. Lokasyonda;

- Tesis kurulu güç kapasitesi 28,6 MW olup
- 25-50 kW gücünde 36 tesis,
- 50-100 kW gücünde 35 tesis,
- 100-250 kW gücünde 10 tesis,
- 500-600 kW gücünde 1 tesis,
- 1 MW-2,5 MW gücünde 2 tesis olmak üzere

toplam 84 tesis kurulabilmektedir.

13 Erciyes Havzası 3. Lokasyonda;

- Tesis kurulu güç kapasitesi 48,5 MW olup
- 25-50 kW gücünde 70 tesis,
- 50-100 kW gücünde 68 tesis,
- 100-250 kW gücünde 38 tesis,
- 500-600 kW gücünde 1 tesis,
- 1 MW-2,5 MW gücünde 2 tesis olmak üzere

toplam 179 tesis kurulabilmektedir.

10 Yukarı Fırat Havzasında;

- Tesis kurulu güç kapasitesi 12,9 MW olup
- 25-50 kW gücünde 31 tesis,
- 50-100 kW gücünde 13 tesis,
- 100-250 kW gücünde 6 tesis,
- 1 MW-2,5 MW gücünde 1 tesis olmak üzere

toplam 51 tesis kurulabilmektedir.

18 Yeşilırmak Havzasında;

- Tesis kurulu güç kapasitesi 15,6 MW olup
- 25-50 kW gücünde 53 tesis,
- 50-100 kW gücünde 18 tesis,
- 100-250 kW gücünde 5 tesis,
- 500-600 kW gücünde 2 tesis,

toplam 78 tesis kurulabilmektedir.

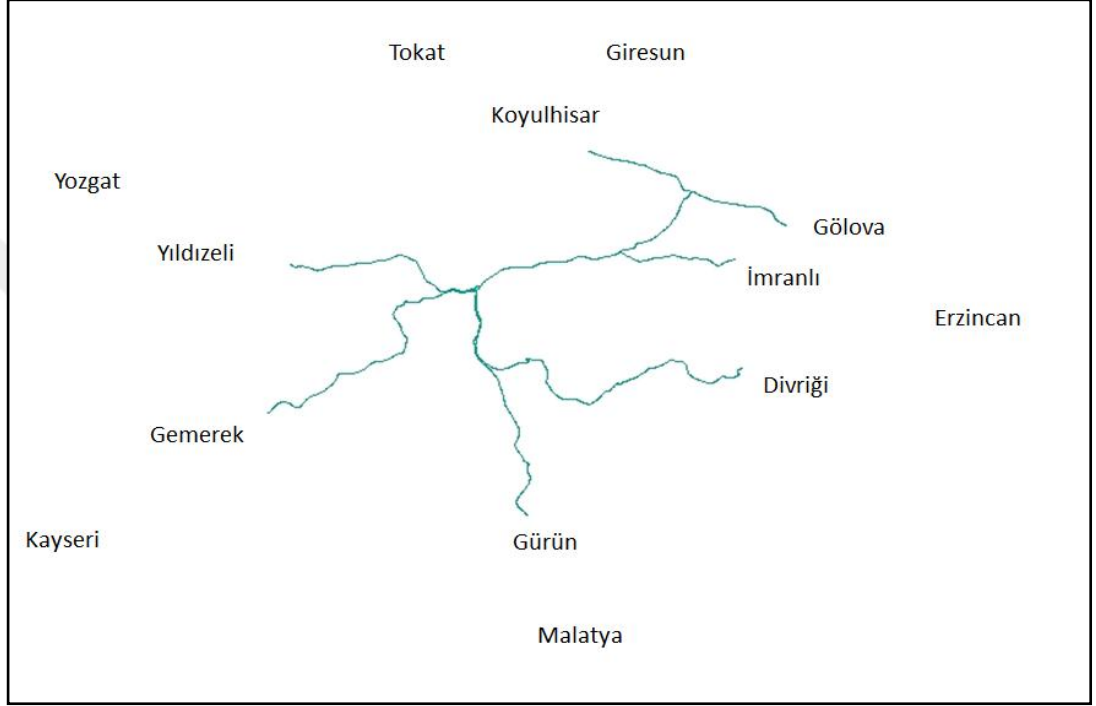
29 Fırat Havzası 1. Lokasyonda;

- Tesis kurulu güç kapasitesi 4,9 MW olup
- 25-50 kW gücünde 12 tesis,
- 50-100 kW gücünde 10 tesis,
- 100-250 kW gücünde 3 tesis olmak üzere toplam 25 tesis kurulabilmektedir.

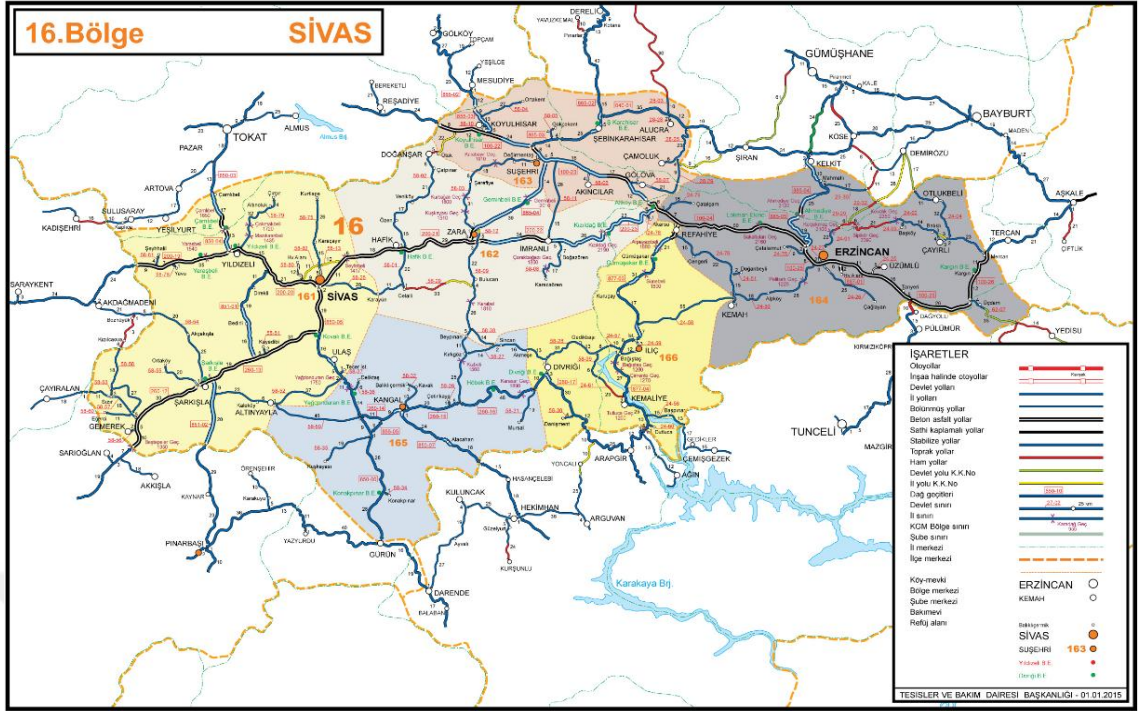
29 Fırat Havzası 2. Lokasyonda;

- Tesis kurulu güç kapasitesi 48,5 MW olup
- 25-50 kW gücünde 6 tesis,
- 50-100 kW gücünde 1 tesis,
- 100-250 kW gücünde 2 tesis olmak üzere toplam 9 tesis kurulabilmektedir.

Tesis kurulu güç kapasitesi, atık taşıma için kullanılacak anayol ağı, potansiyel tesis kurulu güç miktarları AHY ile yapılan CBS temelli analizde kurulabilecek tesislerinin lokasyonları belirlenirken sürekli yıl boyu açık olan ve hava şartları nedeniyle kapalı olmayan tüm ilçeler ile bağlantılı şehirlerarası ana yol ağı kullanılmıştır (Şekil 4.23-4.24).

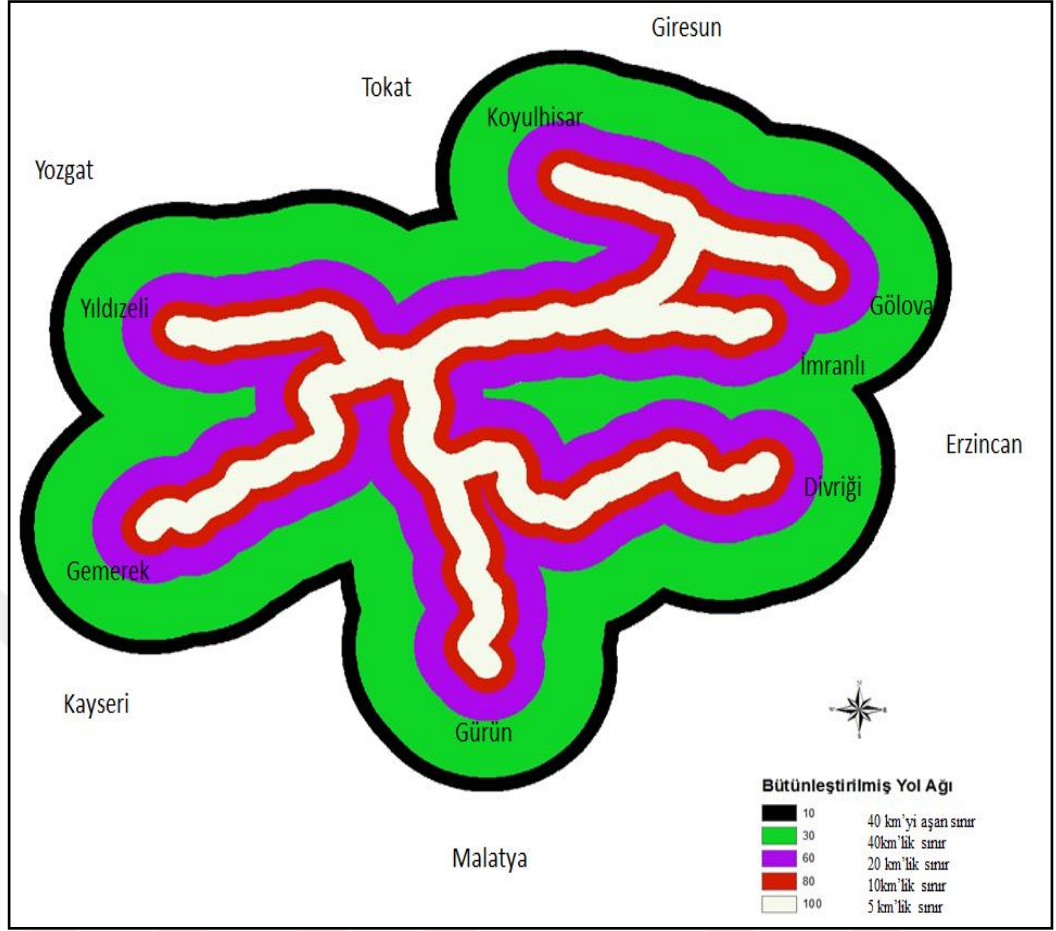


Şekil 4.23 Tüm ilçe bağlantılı şehirlerarası yol ağı



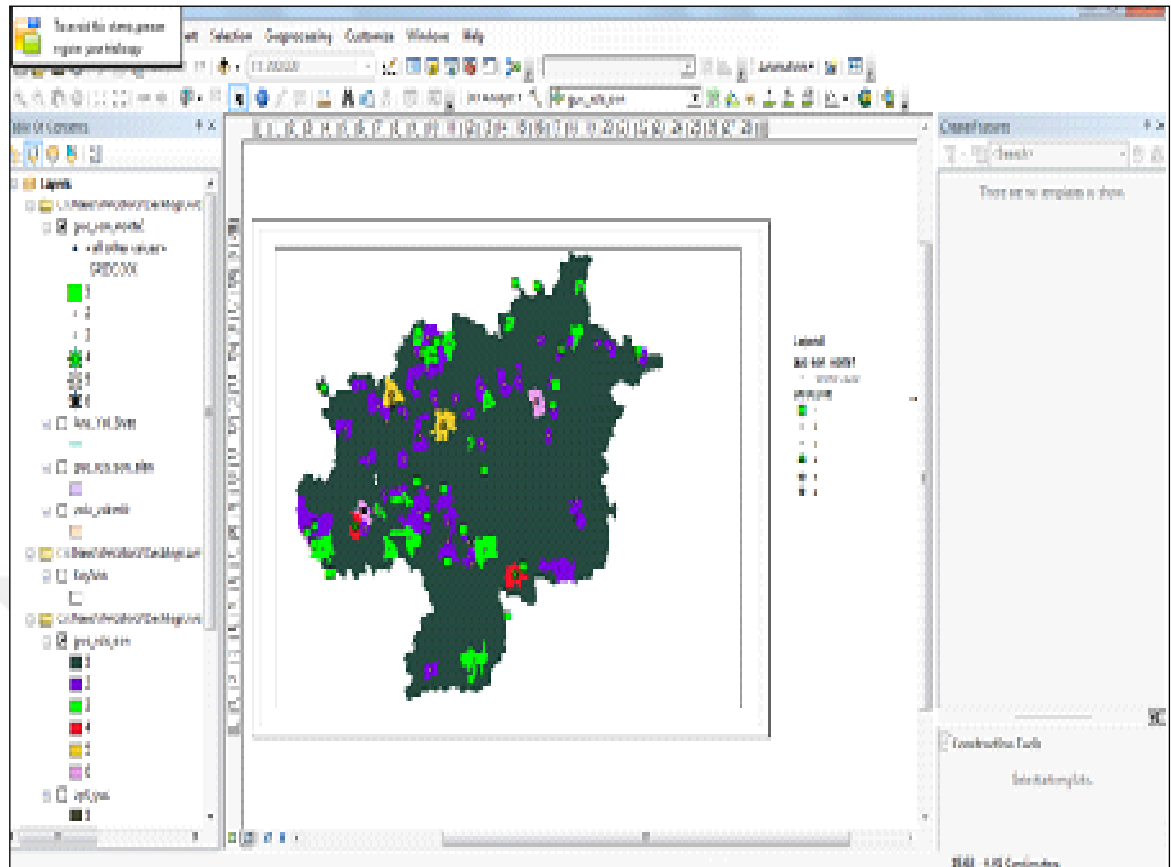
Şekil 4.24 Sivas Karayolları 16. Bölge yol durumu (Anonim 2018r)

Hesaplama yapılırken tüm yıl boyunca açık olan tüm ilçeler ile bağlantılı şehirlerarası yol ağı ile tüm işletmelerin bulunduğu idari merkezleri kapsayacak şekilde 5, 10, 20 ve 40 km'lik alanlar oluşturulmuştur. Bu alanlar Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile CBS tabanlı olarak analiz edilebilmesi için puanlandırılarak ağırlıklı sınıflandırma yapılmış yol ile alan bütünleştirilmiştir. İşletmelerin bulunduğu alanlar ve yol ağının birleştirildiği bütünleştirilmiş yol ağı haritası şekil 4.25'de görülmektedir.

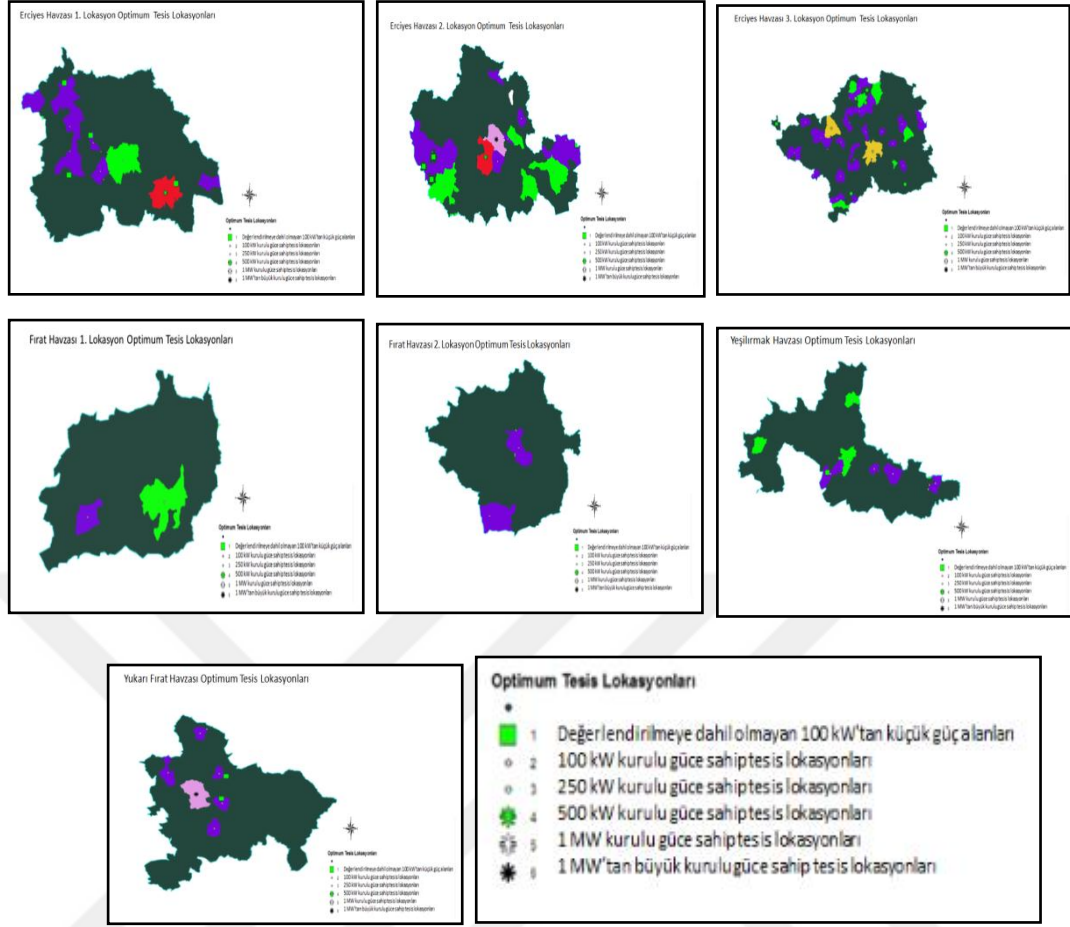


Şekil 4.25 Sivas ili şehirlerarası yol ağı ile bütünleştirilmiş 5, 10, 20, 40 km’lik alanlar

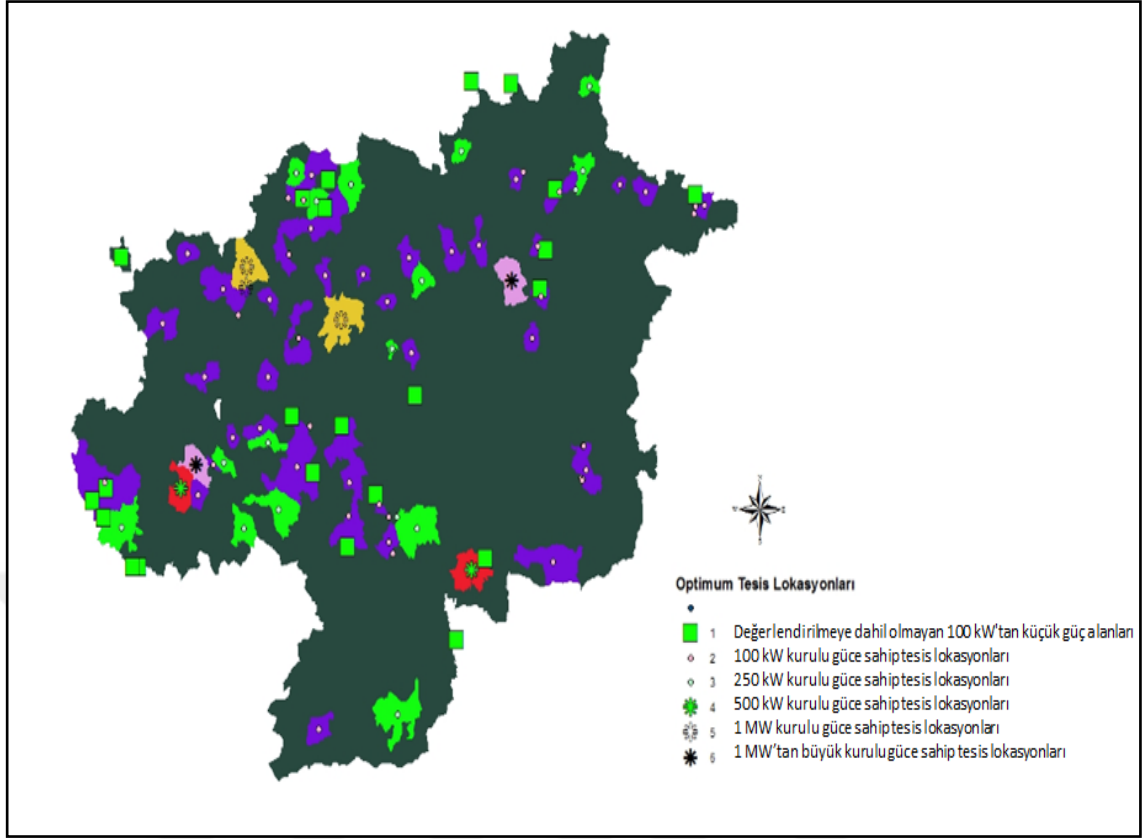
Yapılan CBS temelli analizde atık taşıma, yola yakınlık, atık miktarları esas alınarak yapılan analize göre 4 adet 1 MW ve üzeri, 3 adet 500 kW, 18 adet 250-300 kW, 49 adet 100-150 kW kurulu gücünde tesis yapılabileceği ve bu tesislerin optimum tesis lokasyonları belirlenmiştir. Veri giriş ekranı şekil 4.26’da görülmektedir.



CBS temelli analizde belirlenmiş lokasyonlar ise çizelge 4.5, şekil 4.27-4.28’de görülmektedir.



Şekil 4.27 Havza bazlı hayvansal atık kaynaklı optimum biyogaz tesis lokasyonları



Şekil 4.28 Sivas ili hayvansal atık kaynaklı optimum biyogaz tesis lokasyonları

13 Erciyes Havzası 1. Lokasyonda;

- 100 kW gücünde 6 tesis,
- 250 kW gücünde 1 tesis,
- 500 kW gücünde 1 tesis, olmak üzere toplam 8 tesis kurulabilmektedir.

13 Erciyes Havzası 2. Lokasyonda;

- 100 kW gücünde 4 tesis,
- 250 kW gücünde 4 tesis,
- 500 kW gücünde 1 tesis
- 1 MW'dan büyük 1 tesis, olmak üzere toplam 10 tesis kurulabilmektedir.

13 Erciyes Havzası 3. Lokasyonda;

- 100 kW gücünde 18 tesis,

- 250 kW gücünde 6 tesis,
- 1 MW gücünde 3 tesis olmak üzere toplam 27 tesis kurulabilmektedir.

Yukarı 29 Fırat Havzasında;

- 100 kW gücünde 6 tesis,
- 1 MW'dan büyük 1 tesis, olmak üzere toplam 7 tesis kurulabilmektedir.

18 Yeşilirmak Havzasında;

- 100 kW gücünde 6 tesis,
- 250 kW gücünde 4 tesis, olmak üzere toplam 10 tesis kurulabilmektedir.

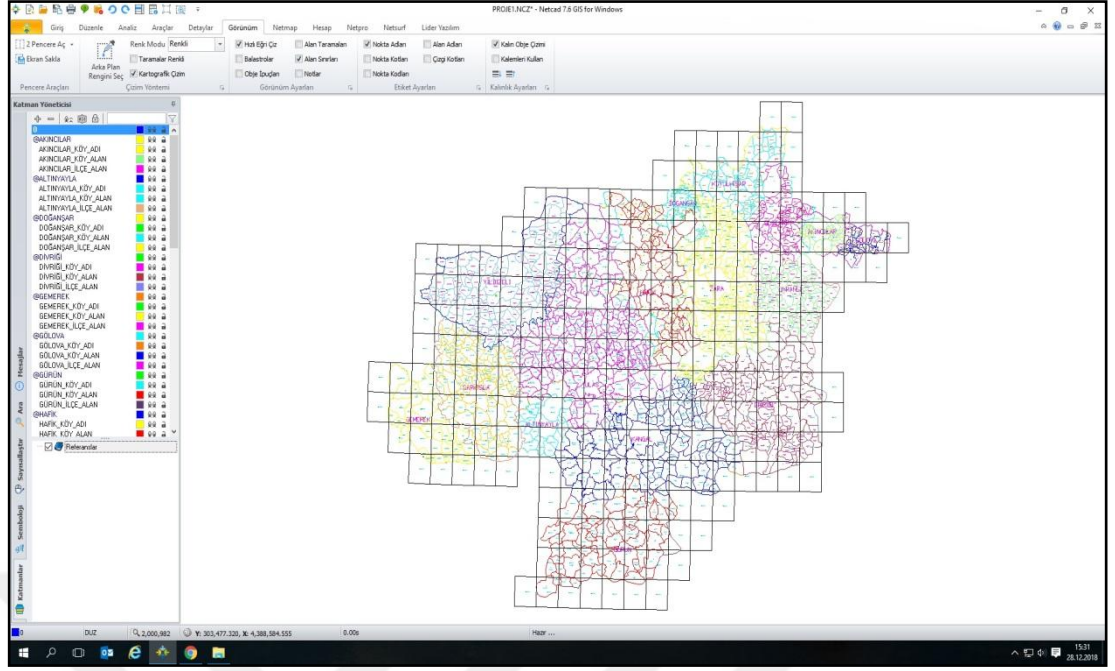
29 Fırat Havzası 1. Lokasyonda;

- 100 kW gücünde 1 tesis,
- 250 kW gücünde 1 tesis olmak üzere toplam 2 tesis kurulabilmektedir.

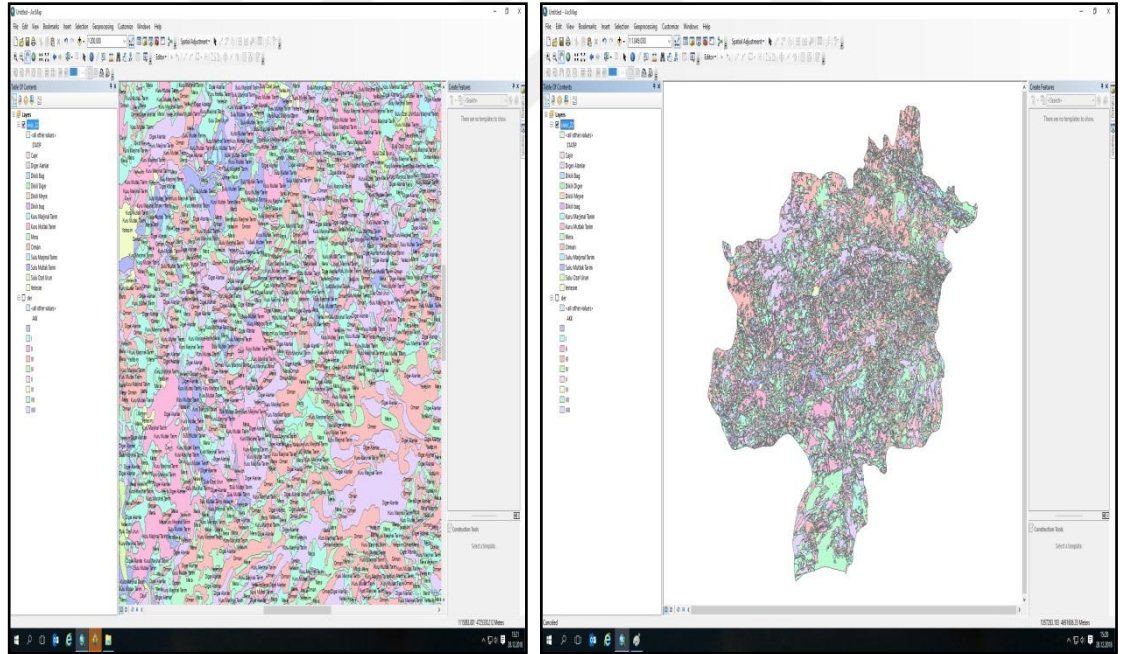
29 Fırat Havzası 2. Lokasyonda;

100 kW gücünde 4 tesis kurulabilmektedir.

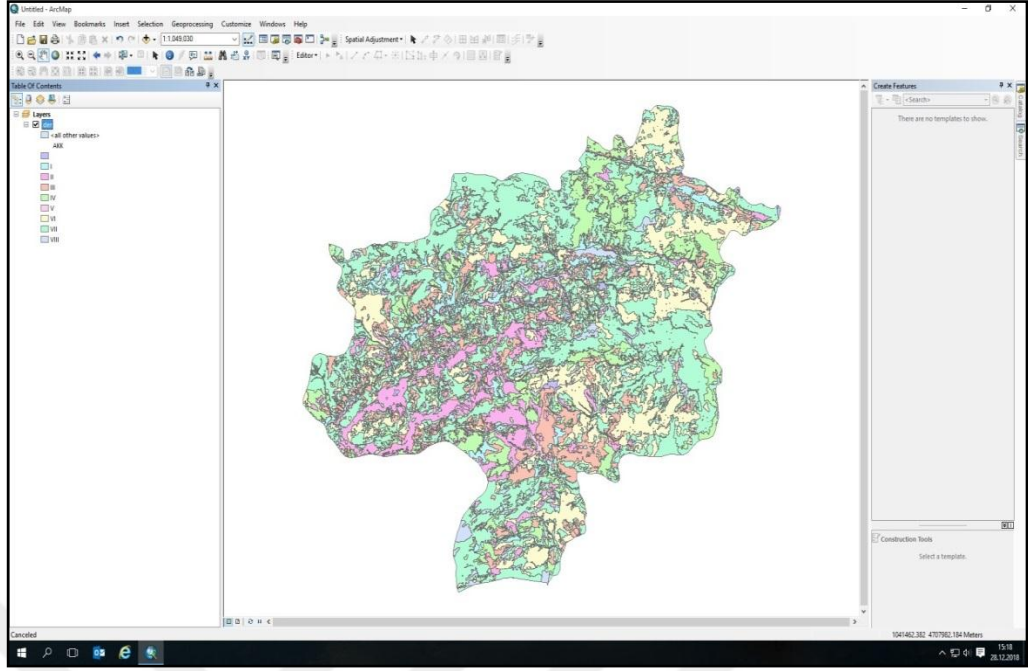
Netcad Tabanlı Harita Katmanların Belirlenmesi çerçevesinde; idari merkez olarak belirlenen tesis lokasyonlarının parsel bazlı yerlerinin belirlenebilmesi için NetCAD tabanlı haritalardan faydalanılmıştır. Tesis yerlerinin kuru mutlak tarım arazisi, sulu mutlak tarım arazisi, marjinal tarım arazisi, yerleşim yeri, dere, göl gibi su kaynakları üzerine gelmemesi için parsel bazlı çalışma fırsatı sunması nedeniyle de NetCAD ve ArcGIS tabanlı haritalardan yararlanılmıştır. Bu çerçevede topoğrafik pafta haritaları (Şekil 4.29), Statip haritaları (Şekil 4.30), Arazi kullanım kabiliyet haritaları (Şekil 4.31)'nden faydalanılarak manuel parsel belirlenmesi yapılmıştır.



Şekil 4.29 Sivas ili parsel bazlı topoğrafik pafta haritası



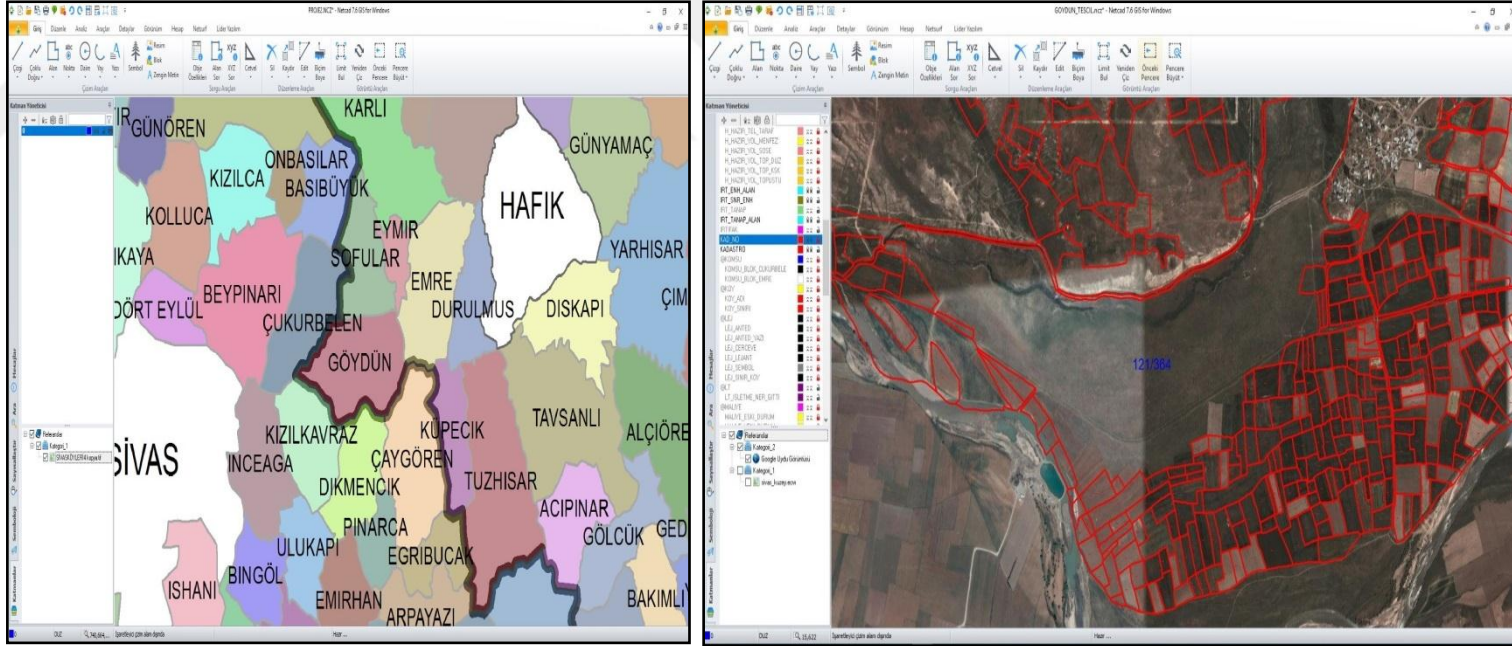
Şekil 4.30 Sivas ili statip haritaları



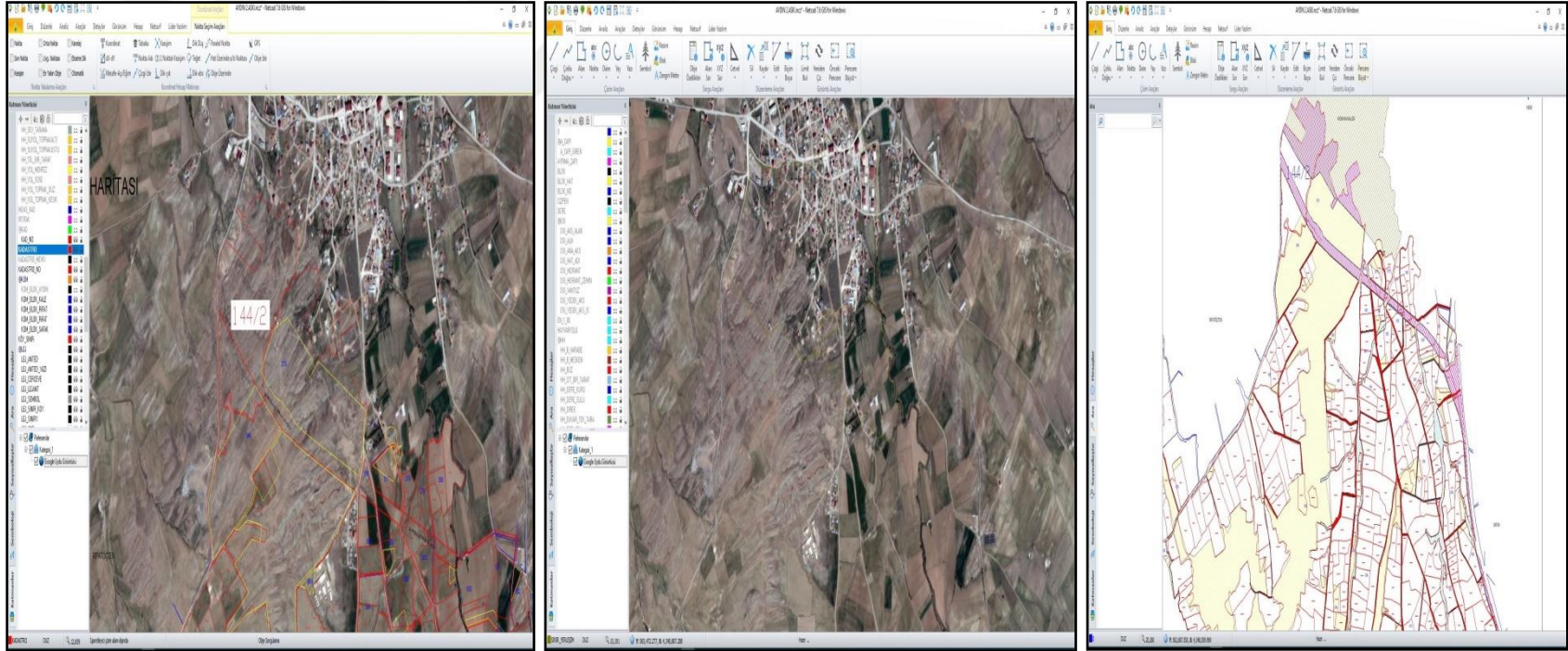
Şekil 4.31 Sivas ili arazi kabiliyet haritası

Tesis noktalarının uygun parsellere aktarılması çerçevesinde; tesis lokasyonları için idari merkezlerde tesisin yapılacağı parsel belirlenirken Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü Parsel Sorgulama Uygulaması, Mera ve Orman haritaları, statip haritaları, topoğrafik ölçekli pafta haritaları esas alınmış olup devletin hüküm ve tasarrufu altına olan kamu yararı gözetilerek vasıf değişikliği kolaylıkla yapılabilecek parseller NetCAD yardımıyla belirlenmiştir. NetCAD ortamında belirlenmiş olan ve örnek olarak gösterilen Hafık Gökcin 121/364 numaralı parsel ve Altınyayla Aydın Mahallesi 144/2 numaralı parsel olarak belirlenen tesis noktaları şekil 4.32-4.33’de görülmektedir.

Sürdürülebilir biyogaz üretimi için Sivas ili hayvansal atık kaynaklı optimum tesis lokasyonları ayrıntılarıyla çizelge 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.32 Hafik ilçesi Gökden Köyü 121/364 parsel numaralı 100-150 kW tesis lokasyonu



Şekil 4.33 Altınyayla ilçesi Aydın Mahallesi 144/2 parsel numaralı 250-300 kW tesis lokasyonu

Çizelge 4.5 Sürdürülebilir biyogaz üretimi için Sivas ili hayvansal atık kaynaklı optimum tesis lokasyonları

No	Tesis Gücü (kW)	Havza Adı	İlçe Adı	Alt Yerleşim Yeri Adı	Ada/Parsel
1	100-150	Yeşilırmak	Akıncılar	Merkez	Cumhuriyet-195/19
2	100-150	Fırat	Divriği	Merkez	Turabali-205/181
3	100-150	Erciyes	Ulaş	Merkez	Hürriyet-204/101
4	100-150	Yeşilırmak	Suşehri	Esenyaka	117/303
5	100-150	Yeşilırmak	Suşehri	Çataoluk	102/191
6	100-150	Yukarı Fırat	Zara	Nasır	0/1459
7	100-150	Yukarı Fırat	Zara	Korkut	170/10
8	100-150	Fırat	Divriği	Demirdağ	350/1
9	100-150	Fırat	Divriği	Mursal	166/960
10	100-150	Erciyes	Kangal	Bektaşköy	110/31
11	100-150	Yukarı Fırat	Zara	Şerefiye	Atatürk-161/8
12	100-150	Yukarı Fırat	Zara	Yapak	132/82
13	100-150	Yukarı Fırat	Zara	Gümüşçevre	163/1
14	100-150	Erciyes	Hafik	Çınarlı	189/127
15	100-150	Erciyes	Hafik	Düzyayla	156/9
16	100-150	Erciyes	Merkez	Karayün	0/3319
17	100-150	Erciyes	Merkez	Kızılca	105/62
18	100-150	Erciyes	Merkez	Gökcin	121/364
19	100-150	Erciyes	Merkez	Porsuk	0/1194
20	100-150	Erciyes	Merkez	Gümüşdere	Gümüşova-193/4
21	100-150	Erciyes	Merkez	Gaziköy	151/12
22	100-150	Erciyes	Yıldızeli	Yusufoğlu	105/281
23	100-150	Erciyes	Yıldızeli	Sarıyar	165/28
24	100-150	Erciyes	Gemerek	Çatköy	101/1
25	100-150	Erciyes	Kangal	Kocakurt	101/16
26	100-150	Erciyes	Merkez	Ayli	130/4
27	100-150	Erciyes	Ulaş	Baharözü	Yeni-158/360
28	100-150	Erciyes	Altınayla	Deliilyas	Merkez-314/4
29	100-150	Erciyes	Merkez	Kayadibi	150/2

Çizelge 4.5 Sürdürülebilir biyogaz üretimi için Sivas ili hayvansal atık kaynaklı optimum tesis lokasyonları (devam)

No	Tesis Gücü (kW)	Havza Adı	İlçe Adı	Alt Yerleşim Yeri Adı	Ada/Parsel
30	100-150	Erciyes	Merkez	Hanlı	243/509
31	100-150	Erciyes	Merkez	Durdulu	101/12
32	100-150	Erciyes	Merkez	Haydarlı	122/77
33	100-150	Erciyes	Yıldızeli	Menteşe	106/630
34	100-150	Erciyes	Yıldızeli	Kerimmümin	114/110
35	100-150	Erciyes	Yıldızeli	Yiğitler	109/108
36	100-150	Erciyes	Yıldızeli	Banaz	138/51
37	100-150	Erciyes	Merkez	Olukman	116/17
38	100-150	Erciyes	Yıldızeli	Çobansayar	115/1
39	100-150	Erciyes	Yıldızeli	Yolkaya	133/214
40	100-150	Erciyes	Yıldızeli	Karalar	110/19
41	100-150	Erciyes	Yıldızeli	Büyükakören	102/1
42	100-150	Erciyes	Şarkışla	Çanakçı	106/1
43	100-150	Erciyes	Şarkışla	Gücük	0/2297
44	100-150	Erciyes	Şarkışla	Gümüštepe	0/4923
45	100-150	Erciyes	Gemerek	Çepni	Uğurmumcu-224/32
46	100-150	Erciyes	Gemerek	Burhan	129/72
47	100-150	Erciyes	Gemerek	Eğerci	154/87
48	100-150	Erciyes	Gemerek	Sızır	Subaşı-289/204
49	100-150	Erciyes	Kangal	Havuz	Zafer183/142
50	250-300	Erciyes	Altınyayla	Merkez	Aydın-144/2
51	250-300	Yeşilırmak	Suşehri	Merkez	Karşıyaka-415-23
52	250-300	Erciyes	Kangal	Merkez	Karşıyaka-347/55
53	250-300	Fırat	Gürün	Merkez	Yeni Mahalle-138/6
54	250-300	Yeşilırmak	Doğanşar	Merkez	Cinci-245/323
55	250-300	Erciyes	Hafik	Merkez	Yeni-108/43
56	250-300	Erciyes	Gemerek	Merkez	Yukarı-280/174
57	250-300	Yeşilırmak	Suşehri	Kale	Kale-140/26
58	250-300	Erciyes	Merkez	Kurtlapa	Karşıyaka-108/312

Çizelge 4.5 Sürdürülebilir biyogaz üretimi için Sivas ili hayvansal atık kaynaklı optimum tesis lokasyonları (devam)

No	Tesis Gücü (kW)	Havza Adı	İlçe Adı	Alt Yerleşim Yeri Adı	Ada/Parsel
59	250-300	Erciyes	Merkez	Kızılcakışla	821
60	250-300	Erciyes	Merkez	Yıldız	226/23
61	250-300	Erciyes	Yıldızeli	Güneykaya	Yeşilyurt-108/79
62	250-300	Fırat	Gürün	Bahçeici	101/68
63	250-300	Erciyes	Altınyayla	Bayındır	Güzeloğlan-141/121
64	250-300	Erciyes	Merkez	Güney	244/1
65	250-300	Erciyes	Şarkışla	Maksutlu	Tescil edilmemiş alan
66	250-300	Erciyes	Şarkışla	Samankaya	172/1
67	250-300	Erciyes	Gemerek	Yeniçubuk	Karacalar-228/68
68	500-600	Erciyes	Kangal	Alacahan	Alacahan yeni-108/3
69	500-600	Erciyes	Şarkışla	Kızılcakışla	Fatih-265/161
70	500-600	Erciyes	Gürçayır	Gürçayır	Çiçekli-129/60
71	1 000 ve üzeri	Erciyes	Şarkışla	Merkez	Sağır-1242/70
72	1 000 ve üzeri	Yukarı Fırat	Zara	Merkez	Yeni cami-157/1
73	1 000 ve üzeri	Erciyes	Merkez	Merkez	Çelebiler-136/502
74	1 000 ve üzeri	Erciyes	Yıldızeli	Merkez	Cami-247/65

4.5 Biyogaz Tesisi Noktalarının Web Tabanına Aktarılarak Dinamik Hale Getirilmesi

Tesis noktalarına ve bağlı bulunulan idari merkezlere ilişkin bilgi, tespit edilmiş tesis noktaları hakkında bilgi ve iletişim bilgilerini barındıran web sitesinin yapımı hakkında kodlar ve görsel arayüzleri aşağıda açıklanmıştır.

```

<div id="header">
  <div id="logo">
    <h1><a href="index.html">BİYOGAZ</a></h1>
    <h2>By <a href="index.html">İrfan</a> <a href="#">YOKUŞ</a></h2>
  </div>
  <div id="menu">
    <ul>
      <li class="active"><a href="index.html" title="ana sayfa">Ana
Sayfa</a></li>
      <li><a href="sivas.html" title="sivas hakkında bilgiler">Sivas</a></li>
      <li><a href="biyogaz.html" title="biyogaz hakkında
bilgiler">Biyogaz</a></li>
      <li><a href="ozgecmis.html" title="özgeçmiş">Özgeçmiş</a></li>
      <li><a href="iletisim.html" title="iletişim
bilgilerimiz">İletişim</a></li>
    </ul>
  </div>
</div>

```

Yukarıda örneklenen kodlar sonucunda Web Browser’da şekil 4.34’deki görüntü elde edilmektedir.



Şekil 4.34 Web ana ekran ara yüzü görüntüsü

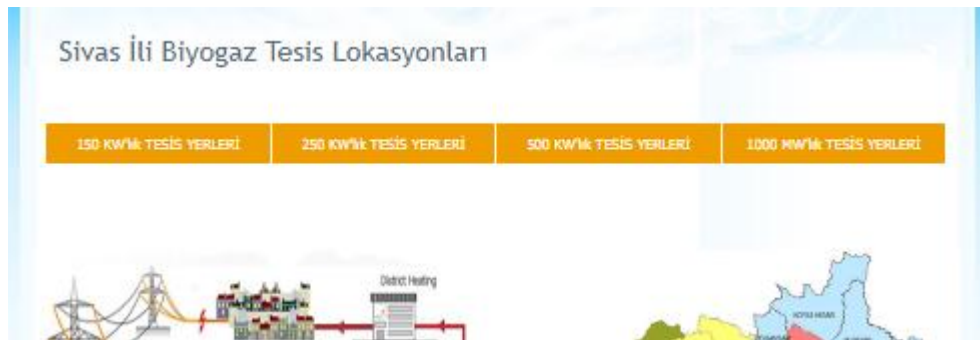
```

<div style="clear: both;">
  <table width="930" height="680" border="0" align="center">
    <tr>
      <td height="144" align="center"><div id="menu2">
        <ul>
          <li><a href="150kW.html">150 KW’lık TESİS YERLERİ</a></li>
          <li><a href="250kW.html">250 KW’lık TESİS YERLERİ</a></li>
          <li><a href="500kW.html">500 KW’lık TESİS YERLERİ</a></li>
          <li><a href="1000kW.html">1000 MW’lık TESİS YERLERİ</a></li>
        </ul>
      </div>
      <style type="text/css">
        #menu2 {
          background-color: #ef9c00;
          height: 40px;
          width: 900px;
        }
      </style>
    </td>
  </tr>
</table>

```

```
#menu2 ul {  
    margin: 0px;  
    padding: 0px;  
}  
  
#menu2 ul li {  
    float: left;  
    width: 225px;  
    list-style-type: none;  
}  
  
#menu2 ul li a {  
    line-height: 40px;  
    font-family: Tahoma;  
    color: #FFF;  
    text-decoration: none;  
    text-align: center;  
    display: block;  
    border-right-width: 1px;  
    border-right-style: solid;  
    border-right-color: #fff;  
    font-size: 14px;  
}  
  
#menu2 ul li a:hover {  
    background-color: #4183f0;  
}  
</style>
```

Sivas ili biyogaz tesis noktalarının görüntüleneceği sayfa için yukarıda örneklenen kodlar sonucunda şekil 4.35’deki görüntü elde edilmektedir.



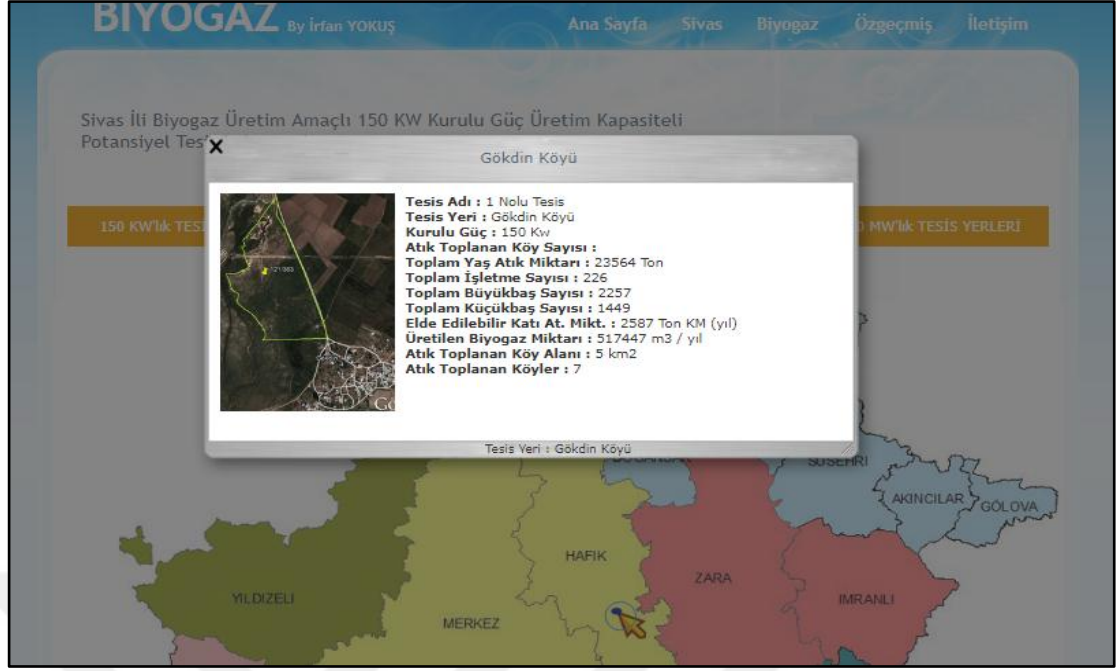
Şekil 4.35 Web ara yüzü tesis başlıkları ekran görüntüsü

```

<div id="popup1">
  <div id="abPopup">
    <div id="ab-ust">
      <a href="#" id="ab-kapat">Kapat</a>
      <h2 id="ab-baslik">Gökdin Köyü</h2>
    </div><!-- ab-ust DIV kapanis -->
    <div id="ab-orta">
      <p>
        
        <strong>Tesis Adı : </strong>1 Nolu Tesis </br>
        <strong>Tesis Yeri : </strong>Gökdin Köyü </br>
        <strong>Kurulu Güç : </strong>150 KW </br>
        <strong>Atık Toplanan Köy Sayısı : </strong></br>
        <strong>Toplam Yaş Atık Miktarı : </strong>23564 Ton </br>
        <strong>Toplam İşletme Sayısı : </strong>226 </br>
        <strong>Toplam Büyükbaş Sayısı : </strong>2257 </br>
        <strong>Toplam Küçükbaş Sayısı : </strong>1449 </br>
        <strong>Elde Edilebilir Katı At. Mikt. : </strong>2587 Ton KM (yıl) </br>
        <strong>Üretilen Biyogaz Miktarı : </strong>517447 m3 / yıl </br>
        <strong>Atık Toplanan Köy Alanı : </strong>5 km2 </br>
        <strong>Atık Toplanan Köyler : </strong>7 </br>
      </p>
    </div><!-- ab-orta DIV kapanis -->
    <div id="ab-alt">
      <p>
        Tesis Yeri : Gökdin Köyü
      </p>
    </div><!-- ab-alt DIV kapanis -->
  </div><!-- abPopup DIV kapanis -->
</div>

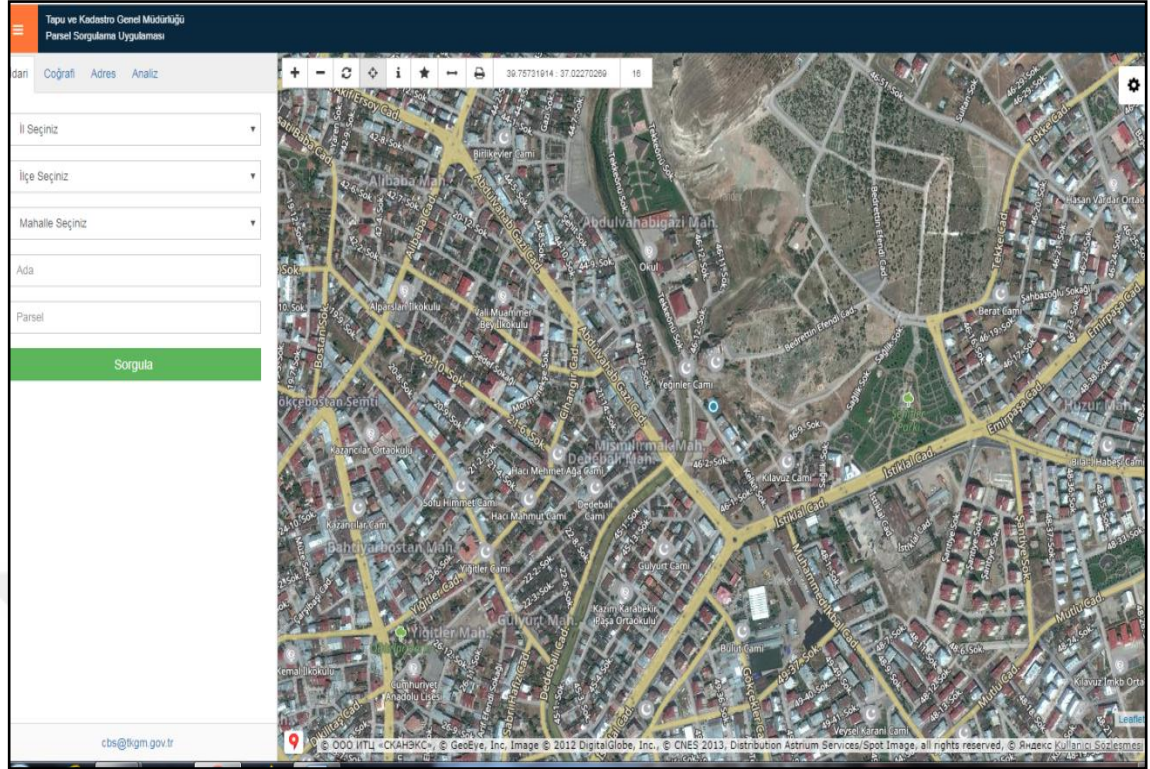
```

Yukarıda örneklenen kodlar sayesinde ise şekil 4.36'deki pop up pencere elde edilerek tesis bilgileri Web ortamında paylaşılr hale getirilmektedir.

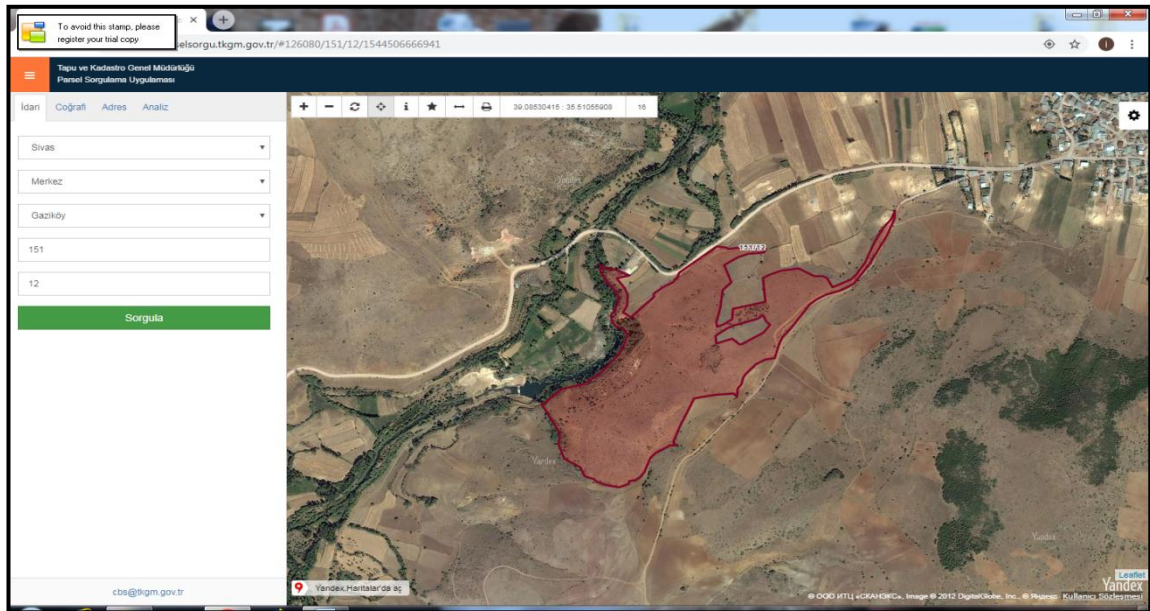


Şekil 4.36 Örnek tesis noktası açılır pencere ekran görüntüsü

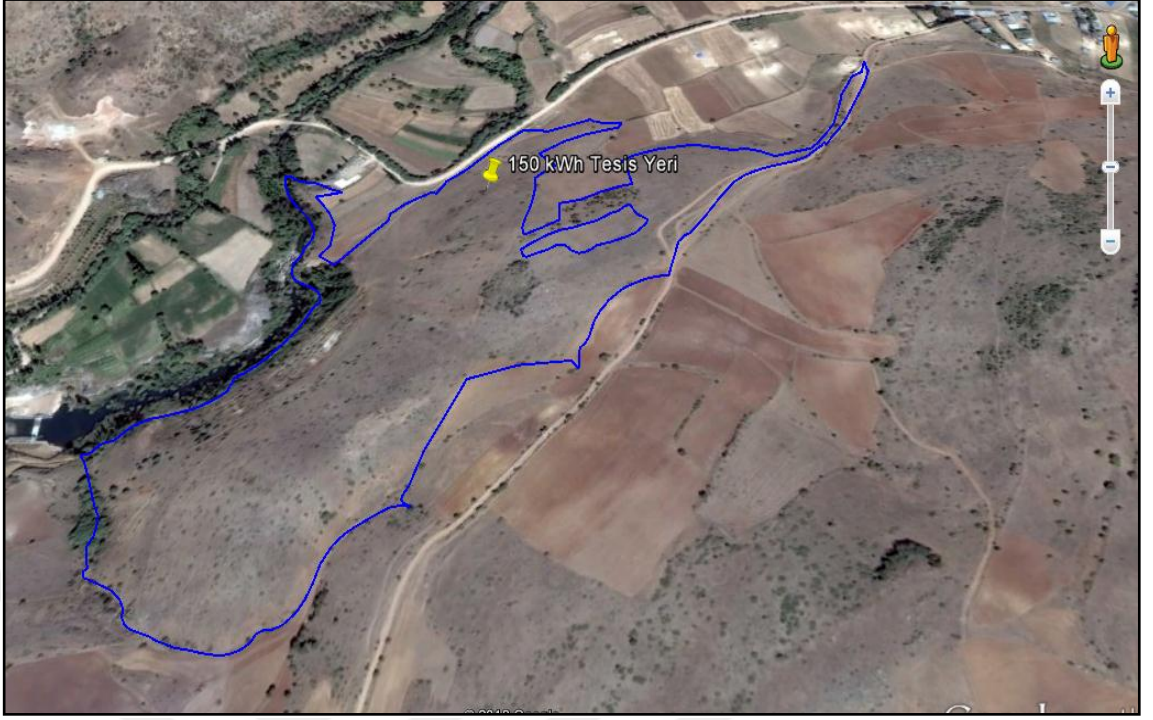
NetCAD ortamında belirlenen parseller ulusal harita yazılımları ile uyumlu bir altyapıda kullanılabilmesi için şekil 4.37’de görülen Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Parsel Sorgulama Uygulamasında tek tek girilerek şekil 4.38’de görülen parsel görüntüleri elde edilir. Elde edilen görüntü Google Earth yönlendirilerek web tarayıcıda kullanılabilecek Google Earth bağlantılı tesis noktalarının bulunduğu parsel görüntüleri elde edilir. Elde edilen parsel görüntüsü şekil 4.39’da verilmiştir. Google Earth’te açılan dosyada işaretleme yapılarak ekran görüntüsü web tarayıcısına aktarılır.



Şekil 4.37 Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü parsel sorgulama uygulaması arayüzü



Şekil 4.38 Örnek tesis noktası parseli parsel sorgulama uygulaması ekran görüntüsü



Şekil 4.39 Örnek tesis noktası parseli Google Earth işaretlenmiş parsel ekran görüntüsü

5. SONUÇ

Son yıllarda hayvansal atıklardan biyogaz üretimi konusunda kurulan tesis sayısında artış gözlenmektedir. Sürdürülebilir biyogaz üretimi için işletmelerdeki atıkların etkin şekilde kullanılması belirli kısıtlardan dolayı yeterli düzeyde olmamaktadır. Hayvansal üretimin tüm süreçlerinde elde edilen atıkların bölgesel ölçekte yönetimi ve değerlendirilmesi stratejik öneme sahiptir. Hayvansal atıkların yönetiminde CBS kullanımının başlaması atıkların etkin ve verimli kullanımını sağlamaktadır. CBS teknolojisi sayesinde veriler dijital olarak saklanabilmekte, güncellemeler yapılabilmekte. bölgesel ve ülkesel ölçeklerde harita modelleri oluşturularak web tabanlı karar-destek araçları geliştirilebilmektedir.

Çalışmada Sivas Tarım ve Orman İl Müdürlüğü'nün verileri kullanılarak Sivas ilinin yetiştiriciliği yapılan büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvancılığı durumu incelenmiş ve Sivas ili hayvancılığı mevcut istatistikî değerleri kullanılarak ve belirli bilimsel ölçütler çerçevesinde elde edilebilecek biyogaz üretim potansiyeli belirlenmiştir. Sivas ili Tarım ve Orman Bakanlığı havza sistemine göre, NetCAD tabanlı parsel tanımlama yapılmış; hayvansal atık potansiyeli ve tesis lokasyon verileri il, ilçe ve köy katmanlarında işlenerek ArcGIS tabanlı haritalar oluşturulmuş ve “sivasbiogas” adında Web sitesi kurulmuştur.

Sivas ilinin yıllık Toplam Yaş Atık Potansiyeli (TYAP)'nin hayvan türüne, hayvan sayısına, hayvan başına günlük atık miktarına bağlı olarak 3.077.648 ton olduğu tespit edilmiştir. Sivas ilinin kuru madde oranına göre yıllık Teorik Atık Potansiyeli (TAP) 524.108 ton ve kullanılabilir atık potansiyeli (KAP) 219 481ton olarak belirlenmiştir.

Sivas ilinin havzaya dayalı yıllık toplam 43 696,20 m³ biyogaz üretim potansiyeli bulunmaktadır. Bu kapasitenin 31 625,6 m³'nün Erciyes Havzasında (13), 5509 m³'nün Yeşilirmak Havzasında (18), 4571 m³'nün Yukarı Fırat Havzasında (10) 1989,8 m³'nün Fırat Havzasında (29) olduğu tespit edilmiştir.

Havza Bazlı Tesis Noktalarının Belirlenmesinde, ana yola olan mesafesi 5-10-20-40 km çaplı alanlarda enerji potansiyeli yüksek olan köyler tesis noktaları olarak belirlenmiştir. Tesis kurulu güç değerleri olarak da 150-250-500-1000 kW değerleri için çalışma yapılmıştır. Merkezi noktalar arası mesafenin 40 km'yi aştığı alanlar 40 km'nin altında olacak şekilde lokasyonlara ayrılmıştır. Bu çerçevede Erciyes Havzası (13) 3 lokasyona Fırat Havzası (29) iki lokasyona ayrılmış ve göre tesis noktaları hesaplanmıştır.

Sivas ilinin yıllık toplam kullanılabilir biyogaz enerji potansiyeli 998 713 740 MJ/yıl olarak belirlenmiştir. Sivas ilinin havzaya dayalı kurulu güç potansiyeli 124,4 MW olarak tespit edilmiştir. Bu gücün havzalara göre dağılımı Erciyes Havzası(13), Yukarı Fırat Havzası (10), Yeşilırmak Havzası (18) ve Fırat Havzası (29) için sırasıyla 89,46 MW, 12,9 MW, 15,6 MW ve 6,49 MW olarak hesaplanmıştır.

Toplam hayvan sayıları, yaş atık, kullanılabilir katı atık miktarları, biyogaz üretimi, enerji eşdeğeri, atık taşıma, yola yakınlık esas alınarak ArcGIS tabanlı yapılan analize göre hesaplandığında; Sivas ilinde toplam 25 kW-2,5 MW arasında 468 tesis kurulabilmektedir. Bu tesislerin 314'ü Erciyes Havzasında (13), 78'i Yeşilırmak Havzasında (18), 51'i Yukarı Fırat Havzasında (10) 25'si Fırat Havzasında (29) kurulabilmektedir.

Toplam hayvan sayıları, yaş atık, kullanılabilir katı atık miktarları, biyogaz üretimi, enerji eşdeğeri, atık taşıma, yola yakınlık esas alınarak ArcGIS tabanlı yapılan analize göre hesaplandığında; Sivas ilinde sürdürülebilir biyogaz üretimi için 100 kW-2,5 MW arasında 74 tesisin kurulabildiği tespit edilmiştir. Bu tesislerin 45'si Erciyes Havzasında (13), 10'u Yeşilırmak Havzasında (18), 7'si Yukarı Fırat Havzasında (10) 2'si Fırat Havzasında (29) kurulabilmektedir.

Çevre ve enerji alanında biyogaz teknolojisinin meydana getirdiği katma değer büyük bir öneme sahiptir. Bu sektörün ana hammaddesini oluşturan hayvansal atıklar sürdürülebilir biyogaz üretimi için çok değerli hammadde özelliği taşımaktadır. Diğer taraftan günümüzde Çevre kirliliği açısından giderek önemi artan atıkların çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesi doğal kaynakların korunması açısından gereklidir.

Sonuç olarak, son yıllarda ülkemizde hayvansal atık kaynaklı biyogaz sektörü hızlı bir büyüme göstermektedir. Bu çalışma ile sektöre yatırım yapan ve yapacak olan müteşebbislere tesis yeri seçiminde çok kriterli karar verme tekniklerinden CBS entegre edilmiş AHP uygulandığı örnek bir model geliştirilmiştir. Benzer sorunların çözümünde geliştirilen yöntem ve modellerin kullanılması, karar vericilerin daha doğru karar almasında yardımcı olacaktır. Tesis yeri seçim aşamasında; hem enerji üretiminde biyogaz sektörünün gelişmesine hem de hayvansal atıkların daha verimli kullanımına katkı sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- Alexey, V., Alexey, V. and Duren, I.V. 2013. Assessing bioenergy potential in rural areas-A NEG-EROEI approach. Biomass and bioenrgy 58, p350-364,USA.
- Alkuş, Z. 1996. Coğrafi Bilgi Sistemi Bileşenleri. http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/KOTM_588e674d3f0faf9_ek.pdf Erişim Tarihi:19.04.2014
- Anonim. 2007. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 30 Ekim –02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon. https://web.itu.edu.tr/tahsin/cbs2007/bildiri/S_70.pdf Erişim Tarihi: 04.01.2019.
- Anonim. 2010. Sivas Tarım İl Müdürlüğü Brifingi, Sivas.
- Anonim. 2012, İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü NetCAD Eğitim Projesi, s 1-21, Sivas.
- Anonim. 2013. ESRI ArcGIS 10.1 ders notları, Sivas.
- Anonim. 2013a. Kocaeli İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Web sitesi. <http://www.kocaeli-tarim.gov.tr/art% C4% B1k-tar% C4% B1mda-cbs-sistemi-devreye-giriyor/2040> Erişim Tarihi 10.04.2013
- Anonim. 2013b. Statip verileri, İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Tarımsal Arazileri Değerlendirme Şube Müdürlüğü, Sivas.
- Anonim. 2013c. Birifing, İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Sivas.
- Anonim. 2014a. Coğrafi Bilgi Sistemleri nedir? <http://www.noda.com.tr/1082> Erişim Tarihi 14.04.2014
- Anonim. 2014b. Coğrafi Bilgi Sistemleri. Nedir? Emniyet genel Müdürlüğü İnşaat Dairesi Başkanlığı. http://www.insaatemlak.pol.tr/Sayfalar/harita_cbs.aspx Erişim Tarihi 14.04.2014
- Anonim. 2014c, Türkevı verileri, İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Sivas.
- Anonim. 2015a. NetCAD Akademi Ders Notları, Mülga İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Sivas.
- Anonim. 2017. Biyokömür Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi. 48 (3): 19(4), 379-387, Kahramanmaraş.
- Anonim. 2017a. Faaliyet Raporu, Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Koordinasyon ve Tarımsal Veriler Şube Müdürlüğü, Sivas.
- Anonim. 2017b. Bitkisel Üretim İstatistikleri, Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Sivas. <https://sivas.tarimorman.gov.tr/Menu/32/Bitkisel-Uretim-Istatistikleri> ErişimTarihi: 04.01.2019.

- Anonim. 2017c. Hayvansal Üretim İstatistikleri, Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Sivas. <https://sivas.tarimorman.gov.tr/Menu/33/Hayvansal-Uretim-Istatistikleri> Erişim Tarihi: 04.01.2019.
- Anonim. 2017d. Brifing Raporu, Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Hayvan Sağlığı ve Yetiştiriciliği Şube Müdürlüğü, Sivas.
- Anonim. 2018a. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Tarımda Kullanılması. <https://docplayer.biz.tr/11253013-Cografi-bilgi-sistemlerinin-tarimda-kullanilmasi.html> Erişim Tarihi: 08.12.2018.
- Anonim. 2018b. Türkiye Tarım Havzaları Üretim ve Destekleme Modeli, T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Açık Öğretim Ders Notları. Ankara Üniversitesi, Ankara. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/3544/mod_resource/content/0/3ncuHaftaTürkiyeTarımHavzaları.pdf Erişim Tarihi:08.12.2018.
- Anonim. 2018c. kWh ve MW'nin Anlamı Nedir? Uz Energy. <http://www.uzenergy.com.tr/kurumsal.php?sayfaUrl=kwh-ve-mw-nin-anlami-nedir> Erişim Tarihi:08.12.2018
- Anonim. 2018d. ARCGIS teknolojisi, Duplupınar Üniversitesi, Kütahya. <https://birimler.dpu.edu.tr/app/views/panel/ckfinder/userfiles/2/files/program/arcgis.pdf> Erişim Tarihi:08.12.2018.
- Anonim. 2018e. Analitik Hiyerarşi Prosesi, Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi, Sakarya. http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/49858/33743/9.hafta_ahp.pdf Erişim Tarihi: 10.12.2018.
- Anonim. 2018f. BelsisGIS Tampon(Buffer) Analizi, Belsis, Bursa. [http://www.belsiscad.com/Urun/Tampon\(Buffer\)/14](http://www.belsiscad.com/Urun/Tampon(Buffer)/14) Erişim Tarihi:10.12.2018.
- Anonim. 2018g. Ovarlay Analizi, NetCAD Forum. <http://portal.netcad.com.tr/display/HELP/Overlay+Analizi> Erişim Tarihi:10.12.2018.
- Anonim. 2018h. Html Dersleri, <http://www.htmldersleri.org/> Erişim Tarihi:10.12.2018.
- Anonim. 2018i. Html Dersleri, Web Tasarım Dersleri. <https://www.kodlamamerkezi.com/web-tasarim/html/html-dersleri-1-html-giris-html-nedir/> Erişim Tarihi: 10.12.2018.
- Anonim. 2018j. HTML5 Nedir, Nasıl Kullanılır ve Faydaları Nelerdir, Webstudio Dijital Ajans, İstanbul. <https://www.ws.com.tr/web-studio/iletisim> Erişim Tarihi:10.12.2018.
- Anonim. 2018k. Netcad nedir? Web'den alıntılar, NetCAD Portal, Ankara. <http://portal.netcad.com.tr/pages/viewpage.action?pageId=130351426> Erişim Tarihi:10.12.2018.

- Anonim. 2018l. NetCAD GIS. NetCAD Portal, Ankara.
<http://portal.netcad.com.tr/display/HELP/NETCAD+GIS> Erişim Tarihi:10.12.2018.
- Anonim. 2018m. Arc/Info Kavramları, Ders Notları. CBS Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon. <https://docplayer.biz.tr/27656618-Cbs-arc-info-kavramlari.html> Erişim Tarihi: 04.01.2019.
- Anonim. 2018n. İl Özel İdare Genel Sekreterliği, Yol ve Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü, Sivas. <http://www.ih.com.tr/amp/haber-sivasta-420-koy-yolu-ulasima-kapali-706150/> Erişim Tarihi: 27.12.2018
- Anonim. 2018a.Sektör ve Çözümler. <http://www.netcad.com/tr/sector-ve-cozumler/tarim> Erişim Tarihi:11.12.2018
- Anonim. 2019a.Bölgelere Göre Haritalar, Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara. <http://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionImages/KGMImages/Haritalar/b16.jpg> Erişim Tarihi:04.01.2019
- Anonim. 2019b. MicroStation Geographic'ler 10 yıl sonra coğrafi platformu göç, Oracle Spatial. <https://tr.geofumadas.com/g%C3%B6%C3%A7-de-MicroStation-Geographics-to-oracle-mekansal/> Erişim Tarihi: 04.01.2019
- Anonim. 2019d. Hosting Nedir?. <https://www.armadigital.net/sunucu-sistem/hosting-nedir> Erişim Tarihi: 04.01.2019.
- Anonim. 2019c. MapInfo Spatial.https://docs.safe.com/fme/html/FME_Desktop_Documentation/FME_ReadersWriters/spatialware/spatialware.htmErişim Tarihi: 04.01.2019
- Anonymous. 2018a. MicroStation GeoGraphics. https://docs.safe.com/fme/html/FME_Desktop_Documentation/FME_ReadersWriters/mge/mge.htm Erişim Tarihi:11.12.2018.
- Anonymous. 2018b. Maptitude Geographic Information System. <https://www.caliper.com/maptovu.htm> Erişim Tarihi:11.12.2018.
- Anonymous. 2018c. IDRISI GIS Analysis in TerrSet. <https://clarklabs.org/terrset/idrisi-gis/> Erişim Tarihi:11.12.2018.
- Anonymous. 2018d.Geodata Works. <https://geodata.works/about/> Erişim Tarihi: 11.12.2018.
- Anonymous. 2018e.Trimble Nasdaq. <http://www.graftek.com.tr/markalar/> Erişim Tarihi:11.12.2018.
- Anonymous. 2018f. Hexagongeospatial. <https://www.hexagongeospatial.com/products/power-portfolio/geomedia> Erişim Tarihi:11.12.2018
- Anonymous. 2018. Adobe Tanıtım Uygulaması. <https://www.adobe.com/tr/products/>

photoshop.html?gclid=EAIaIQobChMIs6vFtaOV3wIVgeJ3Ch3tUw4kEAAAYASAAEgLB2vD_BwE&sdid=8DN85NTT&mv=search&skwid=AL!3085!3!301583678121!b!!g!!% 2Bcs4% 20% 2Bphotoshop&ef_id= EAIaIQobChMIs6vFtaOV3W1VgeJ3Ch3tUw4kEAAAYASAAEgLB2vD_BwE:G:s&s_kwid=AL!3085!3!301583678121!b!!g!!% 2Bcs4% 20% 2Bphotoshop Erişim Tarihi: 10.12.2018.

Anonymous. 2018. Autodesk Support & Learning. <https://knowledge.autodesk.com/support/autocad/learn.../Sys...> Erişim Tarihi: 10.12.2018.

Anonymous. 2018a. Spatial Database Engine (SDE). http://downloads.esri.com/support/whitepapers/sde_/sdebroch.pdf Erişim Tarihi:11.12.2018.

Anonymous. 2018b. MapObjects 2.1 file requirements for deploying applications. http://downloads.esri.com/support/whitepapers/mo_/mo21deployments.pdf Erişim Tarihi:11.12.2018.

Anonymous. 2018. <https://www.autodesk.com/products/autocad/included-toolsets/autocad-map-3d> Erişim Tarihi:11.12.2018.

Aydoğdu, M., Tarini, M., Akçar, H.T. ve Aydemir, A. 2009. Harran Ovasında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama İle Tarım Arazilerinde Amaç Dışı Kullanımın Tespiti. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi. İzmir.

Bakış, Y. 2012. CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) Tabanlı Katı Atık Toplama Güzergah Optimizasyonu İçin Örnek Bir Çalışma. T.C. Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Baltalar, H. 2018. Analitik Hiyerarşı Süreci (AHP).<http://www.hasanbaltalar.com/index.php?id=43> Erişim Tarihi:10.12.2018.

Başarsoft 2018. Mapinfo Profossional temel ve İleri Seviye Kurs İçeriği, Ankara. http://www.jeofizik.org.tr/resimler/ekler/71c13518018a59b_ek.pdf Erişim Tarihi: 11.12.2018.

Başçetinçelik, A. Öztürk, H. ve Karaca, C., 2007. Türkiye’de Tarımsal Biyokütleden Enerji Üretim Olanakları. https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/32590c74a229a9f_ek.pdf Erişim Tarihi:04.01.2019.

Batzias, F.A., Sidiras, D.K. and Spyrou, E.K. 2005. Evaluating livestock manures for biogas production: a GIS based method, Renewable Energy 30 p 1161–1176. Greece.

Baysal, G. ve Tecim,V. 2006. Katı Atık Depolama Sahası Uygunluk Analizinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Çok Kriterli Karar Yöntemleri İle Uygulaması. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri. İstanbul. <http://cbs2006.fatih.edu.tr/?content,399,1586&printable> Erişim Tarihi: 17.04.2014.

- Bidart, C., Fröhling, M. and Schultmann, F. 2014. Electricity and substitute natural gas generation from the conversion of wastewater treatment plant sludge. *Applied Energy* 113 (2014) 404–413.USA
- Coşar, G.Ö. ve Engindeniz, S. 2011. Tarım Arazilerinin Değerlemede Coğrafi Bilgi Sisteminden Yararlanma Olanakları.Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 48 (3): 283-290, ISSN 1018 – 8851,İzmir.
- Çay, T., Nas, B., Berktaş, A. ve İşcan, F. 2007. Katı Atık Deponi Alanlarının Yer Seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS) Uygulaması. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 30 Ekim –02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon. www.cbs2007.ktu.edu.tr/bildiri/S_70.pdf Erişim Tarihi: 21.04.2014
- Çay, T., Nas, B., Berktaş, A. ve İşcan, F. 2007. Katı Atık Deponi Alanlarının Yer Seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS) Uygulaması. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası
- Çiçek, H. ve Şenkul, Ç. 2006. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Hayvancılıkta Kullanım Olanakları. *Veteriner Hakimler Derneği Dergisi*, C:77 S:4 s 32-38, Ankara
- Çoruhlu, Y.E. ve Demir, O. 2009. Türkiye’de Sürdürülebilir Arazi Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sisteminin (CBS) Önemi: Vakıflar Genel Müdürlüğü (VGM) CBS Örneği. 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 11-15 Mayıs 2009, Ankara.
- Demir, M., Yıldız, N.D.,Bulut, Y., Yılmaz, S. ve Özer, S. 2011. Alan Kullanım Planlamasında Potansiyel Tarım Alanlarının Ölçütlerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (Cbs) Yöntemi İle Belirlenmesi (İspir Örneği) Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt: 1, Sayı: 3, s 77-86, Iğdır.
- Dresen, B. and Jandewerth, M. 2012. Integration of spatial analyses into LCA—calculating GHG emissions with geoinformation systems, *Journal of Life Cycle Assess* 17, p1094-1103, Germany.
- Eryaşar, A. 2007. Kırsal Kesime Yönelik Bir Biyogaz Sisteminin Tasarımı, Kurulumu, Testi ve Performansına Etki Eden Parametrelerin Araştırılması. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Güneş Enerjisi Anabilim Dalı, İzmir.
- Gomez, A., Zubizarreta, J., Rodrigues, M., Dopazo, C. and Fueyo, N. 2010. Potential and cost of electricity generation from human and animal waste in Spain. *Renewable Energy* 35, p 498–505, Spain.
- Heck, P. 2011. Sustainable Waste Management.IMAT Lecture Notes.183,Germany.
- Höhn, J., Lehtonen, E., Rasi, S. and Rintala, J. 2014. Geographical Information System (GIS) based methodology for determination of potential biomasses and sites for biogas plants. *Applied Energy* 113 (2014) 1–10.
- Höhn, J., Lehtonen, E., Rasi, S. and Rintala, J. 2014. A Geographical Information System (GIS) based methodology for determination of potential biomasses and

sites for biogas plants in southern Finland. Applied Energy 113 (2014) 1–10.USA.

Islam,. M.S., Pervin, L. and Muyeed, A.A. 2012. Feasibility study for using the water ways to transport of solid waste of Dhaka city and waste transport route preparation using GIS for DCC solid waste management. Canadian Journal on Environmental, Construction and Civil Engineering Vol. 3, No. 1. Canada.

Kara, B.C. 2018. KMZ Nedir Kml Nedir. <https://bcankara.com/kml-ve-kmz-arasindaki-fark/> Erişim Tarihi:11.12.2018.

Karadağ, S. 2011. CBS Yazılımları. <https://cografyabilim.wordpress.com/tag/cbs-ne-ise-yarar/> Erişim Tarihi:14.04.2014

Koçer, N.N., Öner, C. ve Sugözü, İ. 2006. Türkiye’de Hayvancılık Potansiyeli ve Biyogaz Üretimi. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları.

Kolay,. U.E. 2012. Alternatif Katı Atık Deponi Alanlarının yer Seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Örnek Bir Uygulama. T.C. Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Köse, Ö.H., Ayaz, S. ve Köroğlu, B. 2007. Türkiye’de Atık Yönetimi ulusal Düzenlemeler ve Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi. Performans Denetimi Raporu. T.C Sayıştay Başkanlığı. Ankara

Köttner, M. 2003. Dry Fermentation - A New Method for Biological Treatment in Ecological Sanitation Systems (Ecosan) for Biogas and Fertilizer Production from Stackable Biomass Suitable For Semiarid Climates. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.569.3940&rep=rep1&type=pdf> Erişim Tarihi:04.01.2018.

Küçükönder, M. ve Karabulut, M. 2007. Çok Kriterli Analiz Yöntemi Kullanılarak Kahramanmaraş’ta Çöp Depolama Alanı Tespiti. Coğrafi Bilimler Dergisi, Cilt 5 (2), 55-76. Kahramanmaraş.

Nithy, A.R.,Velumania, S.R.R. and Kumar.,S. 2012. Optimal Location and Proximity Distance of Municipal Solid Waste Collection Bin Using GIS: a Case Study of Coimbatore City. WSEAS TRANSACTIONS on ENVIRONMENT and DEVELOPMENT. E-ISSN: 2224-3496. Issue 4, Volume 8, INDIA.

Ocak, M., Sert, S. and Ünsal, Ö. 2013. ArcGIS for Desktop 10.1. ISBN: 978-605-61632-5-8, s 13-403, Ankara.

Omer, A.M. and Fadalla Y. 2003. Biogas Energy Technology in Sudan, Renewable Energy, 28, pp. 499–507.

Onurbaş-Avcıoğlu, A. Çolak, A ve Türker, U. 2013.Türkiye’nin Tavuk Atıklarından Biyogaz Potansiyeli. NKÜ Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt: 10, Sayı:1 (2013) s. 21-28.

- Onurbaşı-Avcıoğlu, A. ve Dayıoğlu, M.A. 2016. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Teknolojileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1637, Ders Kitabı: 588, Ankara.
- Onurbaşı-Avcıoğlu, A. ve Türker, U. 2012. Status and potential of biogas energy from animal wastes in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16 (2012) 1557-1561.
- Onurbaşı-Avcıoğlu, A., Türker, U., Atasoy, Z. ve Koçtürk, D. 2011. Tarımsal Kökenli Yenilenebilir Enerjiler-Biyoyakıtlar. Nobel Yayınevi ISBN: 978-605-5426-71-2, 519 s, Ankara.
- Özkan, A. 2008. Kentsel katı Atık Yönetim Sistemlerinin Oluşturulmasında Farklı Karar Verme Tekniklerinin Kullanımı. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Eskişehir.
- Rahman, S.A. and Rahman, S. 2009. Urban Solid Waste Management Using GIS Technique: A Case Study on Mohammadpur Thana at Dhaka of Bangladesh. *Proceedings of the International Conference on Solid Waste Management*. ISBN: 978-984-33-0761-3, Vol. 1, pp.239-248. Bangladesh.
- Schaldach, R., Florke, R.M. and Lapola, D. 2009. A model-based assessment of the potential role of irrigated cropland for biogas production in Europe, *Advances in Geosciences* 21, p85–90, Germany.
- Sliz-Szkliniarz, B. and Vogt, J. 2012. 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, p752– 763, Germany.
- Sorda, G., Sunak, Y. and Madlener, R. 2013. Analysis An agent-based spatial simulation to evaluate the promotion of electricity from agricultural biogas plants in Germany, *Ecological Economics* 89 (2013) 43–60, Germany.
- Sönmez, N.K. ve Sarı, M. 2005. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Esasları ve Uygulama Alanları. <http://batem.gov.tr/yayinlar/derim/2004/54-68.pdf> Erişim Tarihi: 14.04.2014
- Susam, T. ve Oğuz, İ. 2006. CBS İle Tokat İli Arazi Varlığının Eğim ve Bakı Özelliklerinin Tespiti ve Tarımsal Açından İrdelenmesi. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, Cilt, 23 (1), s 67-74, Tokat.
- Sümer, S.K., Kavdır, Y. ve Çiçek, G. 2016. Türkiye’de Tarımsal ve Hayvansal Atıklardan
- Szymańska, D. and Lewandowska, A. 2015. Biogas Power Plants in Poland—Structure, Capacity, and Spatial Distribution. <https://www.mdpi.com/2071-1050/7/12/15846/pdf+&cd=1&hl=tr&ct=clnk&gl=tr> Erişim Tarihi:08.12.2018.

- Şimşek,C., Elçi,A., Gündüz, O., Taşkın, N., Akdağ, T.C. ve Elçi, H. 2012. İzmir Metropol Alanı İçin Çoklu Parametre Tekniği Kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistem Destekli Katı Atık Depolama Alanı Yer Seçimi. Türkiye Jeoloji Kurultayı. İzmir. http://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/78e65c516be51b0_ek.pdf Erişim Tarihi:17.04.2014.
- Tecim, V. 2008. Coğrafi Bilgi Sistemleri Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi. ISBN 978-605-60047-0-4, s 1-378, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, İzmir.
- Tolay, M. 2011. Katı Atıklardan ve Biyokütleden Enerji Üretimi Teknolojileri ve Entegre Katı Atık Yönetiminde Yatırım Fizibilite Çalışmaları. <https://docplayer.biz.tr/654277-Kati-atiklardan-ve-biyokutleden-enerji-uretimi-teknolojileri-ve-entegre-kati-atik-yonetiminde-yatirim-fizibilite-calismalari-taslak-dr.html> Erişim Tarihi:08.12.2018.
- Toth, V.T. 2017. Defination of MW. <https://www.quora.com/How-many-kilowatts-per-hour-of-power-can-a-1-MW-power-plant-generate> Erişim Tarihi: 08.12.2018.
- Wenling L., Wang., C. and Mol., A.P.J. 2012. Rural residential CO2 emissions inChina: Whereisthemajormitigation potential?. Energy Policy 51 (2012) 223–232. USA.
- Wilcox, M. 2012. Maps and Legends. <http://waste360.com/geographic-information-systems-gis/maps-and-legends> Erişim Tarihi: 21.04.2014
- Yabe, N. 2013. Environmental and economic evaluations of centralized biogas plants running on cow manure in Hokkaido, Japan. biomass and bioenergy 49, pp.143-151, Japan.
- Yokuş, İ. ve Onurbaş-Avcıoğlu, A. 2012. Sivas İlindeki Hayvansal Atıklardan Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, 5-7 Eylül, s. 488-499, Samsun.
- Zaher, U., Khachatryan, H., Ewing, T., Johnson, R., Chen, S. and Stockle, C.O. 2010. Biomass Assesment For Potential Bio-fuels Production: Simple Methodology and Case Study, The Journal of Solid Waste Technology and Management, ISSN, 1088-1697, Volume 36, Number 3, pp.182-192, USA.
- Zubaryeva, A., Zaccarelli, N., Giudice, D.C. and Zurlini, G. 2012. Spatially explicit assessment of local biomass availability for distributed biogas production via anaerobic co-digestion e Mediterranean case study, Renewable Energy 39, pp.261-270. Italy.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İrfan YOKUŞ
Doğum Yeri : Sivas/Merkez
Doğum Tarihi : 15.08.1977
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Bursa Ziraat Meslek Lisesi 1991-1995
Lisans : A.nkara Üniversitesi .Ziraat Fakültesi Tarım Teknolojisi Bölümü 2004
Yüksek.Lisans : A.nkara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Teknolojisi Anabilim Dalı
2011

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

İlçe Tarım Müdürlüğü Taşlıçay/AĞRI 18.06.1996-28.12.1999
İlçe Tarım Müdürlüğü Zara/SİVAS 28.12.1999-18.12.2000
Mülga Arıcılık Üretim ve Ürün Değerlendirme İstasyon Müdürlüğü
SİVAS 18.12.2000-24.12.2003
Tarım İl Müdürlüğü SİVAS 24.12.2003-21.10.2004
İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü-SİVAS
(Sivas- Erzincan Kalkınma Projesi) 21.10.2004-23.10.2011
İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü-AR-GE SİVAS 23.10.2011-07.01.2015
İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü-Şube Müdürü 07.01.2015-31.07.2017
İl Tarım ve Orman Müdürlüğü 31.07.2017-Halen

SCI Yayın

Yokuş İ., Onurbaş-Avcıoğlu A., 2012. Sivas İlindeki Hayvansal Atıklardan Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, 5-7 Eylül, s. 488-499, Samsun.