

**T.C.**

**AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORDU İLİ ÖRNEĞİNDE, FINDIK ATIKLARINDAN  
BİYOKÜTLE ÜRETİM POTANSİYELİNİN COĞRAFI  
BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) KULLANILARAK  
BELİRLENMESİ**

**Esra BALCI KURU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

**Kırşehir 2017**

**T.C.**

**AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORDU İLİ ÖRNEĞİNDE, FINDIK ATIKLARINDAN  
BİYOKÜTLE ÜRETİM POTANSİYELİNİN COĞRAFİ  
BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) KULLANILARAK  
BELİRLENMESİ**

**Esra BALCI KURU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN**

**Yrd. Doç. Dr. Ömer ERTUĞRUL**

**Kırşehir 2017**

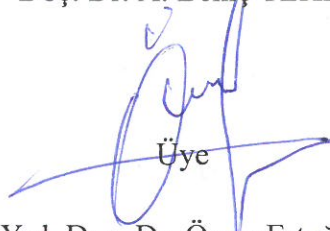
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalında YÜKSEK  
LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.



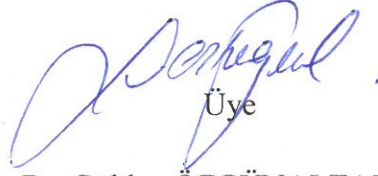
Başkan

Doç. Dr. A. Behiç TEKİN



Üye

Yrd. Doç. Dr. Ömer Ertuğrul



Üye

Yrd. Doç. Dr. Gülden ÖZGÜNALTAY ERTUĞRUL

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.../.../2017

Prof. Dr. Levent KULA

Enstitü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Esra BALCI KURU



**ORDU İLİ ÖRNEĞİNDE, FINDIK ARTIKLARINDAN BİYOKÜTLE  
ÜRETİM POTANSİYELİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS)  
KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Esra BALCI KURU**

**Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Temmuz, 2017**

**ÖZET**

Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimindeki payını artırmak için her coğrafyada var olan tüm olasılıkların araştırılması ve üretim potansiyellerinin ortaya konması gerekmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'nin en çok fındık üretilen ili Ordu'nun Fındık atıklarından biyokütle olarak yararlanılma olasılığı araştırılmıştır.

Budama işlemi sonucunda, meyve veren ağaç sayısı başına üretilebilecek biyokütle miktarı ve yine biyokütle olarak değerlendirilebilecek fındık kabuğu miktarları, mevcut çalışmalar incelenerek belirlenmiştir. Belirlenen biyokütle miktarları, toprak bünyesi dağılımı gibi diğer öznitelikler ile birlikte Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımına girilmiş, mekânsal olarak sorgulanabilir ve güncellenebilir bir veri tabanı oluşturulmuştur.

Ordu ilinin budamaya bağlı biyokütle üretim potansiyeli toplam 370.650 ton, fındık kabuğu artıklarından üretim potansiyeli ise 103.867 tondur. Merkez ilçe, Ünye ve Fatsa'nın biyokütle üretim potansiyeli en yüksek ilçeler olduğu anlaşılmaktadır. Ordu İlinin toplam budama sonucu elde edilen atıklar ve fındık üretimi neticesinde ortaya çıkabileceği hesaplanan fındık kabuğu değerlerinin enerji potansiyeli toplam 8.289.370.760 MJ (2.321.023.813 kWh) olarak hesaplanmıştır. Elektrik tüketim değerinin çok üzerinde enerji üretim potansiyeli olduğu gözlemlenen Ordu İli biyokütle kaynaklı enerji üretimi bakımından iyi bir ekonomik fırsat sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Ordu, Fındık, Biyokütle, CBS

**Sayfa Adedi:** 61

**Tez Yöneticisi:** Yrd. Doç. Dr. Ömer ERTUĞRUL



**DETERMINATION OF BIOGAS PRODUCTION POTENTIAL FROM  
HAZELNUT RESIDUES BY GEOGRAPHICAL INFORMATION  
SYSTEMS (GIS) IN CASE OF ORDU**

**(Master of Science Thesis)**

**Esra BALCI KURU**

**Ahi Evran University, Institute of Science**

**July, 2017**

**ABSTRACT**

Production potentials must have been investigated to increase the share of the renewable energy sources in energy production. In this study, determination of usage possibilities of hazelnut residues as a biomass source has been investigated for Ordu which has the highest amount of hazelnut production in Turkey.

Biomass amount per tree after pruning and hazelnut shell amounts have been determined by under the guidance of existing studies. Biomass values and other attributes like soil texture have been introduced to the Geographical Information Systems (GIS) software and a database which can be queried and updated is created.

Ordu has potentials as 370 650 tons per year by hazelnut pruning and 103 867 tons per year by hazelnut shells. Central town, Ünye and Fatsa have the highest production potential. Total amount of energy potential is 8.289.370.760 MJ (2.321.023.813 kWh). Ordu has good economic opportunities for energy production from biomass.

**Key Words:** Ordu, Hazelnuts, Biomass, GIS

**Number of Pages:** 61

**Advisor of Thesis:** Assistant Professor Ömer ERTUĞRUL

## TEŞEKKÜR

Bu çalıŐmayı yapabilmem için yüksek lisans eğitimim boyunca bilimsel olarak beni her zaman destekleyen, konu ile ilgili bilgi ve deneyimleri benimle paylaŐan, tez danıŐmanlıđımı özenle yürüten Yrd. Doç. Dr. Ömer ERTUĞRUL'a, tez konuyla ilgili çalıŐmama katkı sağlayan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Gülden ZGNALTAY ERTUĞRUL'a, tüm yüksek lisans eğitim boyunca ders aldđđm Ziraat Fakültesi hocalarıma ve hayatımın her anında yanımda olan anneme, babama ve eŐim İsmail KURU'ya sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Esra BALCI KURU



## İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİMİ .....	i
ÖZET .....	ii
ABSTRACT .....	iv
TEŞEKKÜR .....	v
TABLolar LİSTESİ .....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	ix
1.GİRİŞ .....	1
1.1.    Dünyada Yenilenebilir Enerji .....	2
1.2.    Türkiye de Yenilenebilir Enerji .....	3
1.3.    Biyokütle .....	6
1.4.    Biyokütle Üretiminde Fındığın Yeri .....	14
2.LİTERATÜR ÖZETİ .....	19
2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları .....	19
2.2. Biyokütle Enerjisi .....	21
2.3. Coğrafi Bilgi Sistemi .....	22
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	23
3.1. Materyal .....	23
3.2. Yöntem .....	24
3.2.1. Biyokütle ve enerji potansiyelinin belirlenmesi .....	26
3.2.2. Ordu İl'inin Biyokütle ve Enerji Potansiyeline Bağlı Mekansal Sorgulamaların Gerçekleştirilmesi .....	28
4. BULGULAR ve TARTIŞMA .....	29
5. SONUÇ ve ÖNERİLER .....	43
KAYNAKÇA .....	44
ÖZGEÇMİŞ .....	48

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1. Yenilenebilir enerji kaynakları .....	1
Tablo 2. Ülkelerin 2015 Yılı Yenilenebilir Elektrik Güç Kapasitesi (GW).....	2
Tablo 3. Mevcut Enerji Üretim Sistemlerinin Çevresel Etkileri .....	6
Tablo 4. Türkiye’de Biyokütle Enerjisi Tüketiminin Yıllara Göre Değişimi .....	7
Tablo 5. Biyokütle Kaynaklarında Kullanılan Çevrim Teknikleri, Elde Edilen Yakıtlar ve Uygulama Alanları.....	10
Tablo 6. Biyogaz Bileşimi .....	10
Tablo 7. Dünya Fındık Üretimi.....	15
Tablo 8. Türkiye’nin Yıllara Göre fındık Alanları, Üretim ve Ortalama Verimi .....	15
Tablo 9. Türkiye’de İllere Göre Fındık Yetiştiriciliği .....	16
Tablo 10. Alan Bazlı Fındık Destek Miktarları .....	18
Tablo 11. Ordu İli Fındık Çeşitleri.....	25
Tablo 12. Fındıkta budama sonrası elde edilen kuru biyokütlenin kimyasal özellikleri.....	26
Tablo 13. Fındık kabuklarının karakteristik özellikleri.....	27
Tablo 14. Büyük toprak grubu (BTG) sembolleri ve anlamları.....	29
Tablo 15. Ordu İlçelerine ait Toprak Bünyesi Dağılımı .....	33
Tablo 16. Ordu İlçelerinde Fındık Üretim, Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Potansiyeli Verileri.....	34

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Türkiye’de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü .....	4
Şekil 2. Türkiye’de Elektrik Üretimi .....	5
Şekil 3. Biyokütle Enerjisi Çevrim Yöntemleri .....	8
Şekil 4. Türkiye Orman Kaynaklı Biyokütle Potansiyeli.....	12
Şekil 5. Türkiye Bitkisel Atık Değeri TEP/Yıl .....	12
Şekil 6. Türkiye’de Bitkisel Atık Kaynakları Grafik Analizi .....	12
Şekil 7. Türkiye hayvansal atık değeri TEP/Yıl .....	13
Şekil 8. Türkiye’de Hayvansal Atık Kaynakları Grafik Analizi.....	13
Şekil 9. Türkiye kentsel atık enerji değeri TEP/Yıl .....	13
Şekil 10. CBS yazılımı GeoMedia Professional 6.1 .....	23
Şekil 11. GeoMedia Profesional 6.1 ile hazırlanan Tematik Haritada Örnek Sorgulama.....	28
Şekil 12. Ordu iline ait toprak haritası .....	30
Şekil 13. Ordu ilinde tarım arazilerinin BTG’ na göre dağılımı .....	31
Şekil 14. Ordu ilçelerinin tematik haritası .....	31
Şekil 15. Ordu İlçelerine ait Toprak Bünyesi Dağılımı .....	32
Şekil 16. Fındık üretiminin 2015 yılında Ordu ilçelerdeki dağılımının Tematik Harita Sorgulaması.....	35
Şekil 17. Fındık üretiminin 2015 yılında Ordu ilçelerindeki dağılımı.....	35
Şekil 18. Fındık verim değerlerinin 2015 yılında Ordu ilçelerdeki dağılımının.....	36
Şekil 19. Fındık verim değerlerinin 2015 yılında Ordu ilçelerdeki dağılımı .....	36
Şekil 20. Meyve veren ağaç sayısının 2015 yılında Ordu ilçelerdeki dağılımının Tematik Harita Sorgulaması.....	37
Şekil 21. Meyve veren ağaç sayısının 2015 yılında Ordu ilçelerdeki dağılımı.....	38
Şekil 22. 2015 yılı Ordu ilçelerdeki Biyokütle üretim potansiyelinin Tematik Harita Sorgulaması.....	39
Şekil 23. 2015 yılı Ordu ilçelerindeki Biyokütle üretim potansiyeli .....	39
Şekil 24. 2015 Fındık Kabuğu Biyokütle Potansiyelinin Tematik Harita Sorgulaması.....	40
Şekil 25. 2015 Fındık Kabuğu Biyokütle Potansiyeli.....	41
Şekil 26. 2015 Toplam Enerji Potansiyelinin Tematik Harita Sorgulaması .....	42
Şekil 27. 2015 Toplam Enerji Potansiyeli .....	42

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

<b>%:</b>	Yüzde
<b>°C:</b>	Santigrat Derece
<b>AR-GE:</b>	Araştırma ve Geliştirme
<b>CBS:</b>	Coğrafi Bilgi Sistemleri
<b>CH<sub>2</sub>O:</b>	Formaldehit
<b>CH<sub>4</sub>:</b>	Metan
<b>CO:</b>	Karbonmonoksit
<b>CO<sub>2</sub>:</b>	Karbondioksit
<b>DMİ:</b>	Devlet Meteoroloji İşler Genel Müdürlüğü
<b>EİE:</b>	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
<b>ETKB:</b>	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
<b>FAO:</b>	Gıda Tarım Örgütü
<b>GJ:</b>	Gigajoule
<b>GSYİH:</b>	Gayrisafi Yurt İçi Hasıla
<b>GTHB:</b>	Gıda Tarım Hayvancılık Bakanlığı
<b>GW:</b>	Gigawat
<b>H<sub>2</sub>O:</b>	Su Buharı
<b>H<sub>2</sub>S:</b>	Hidrojen Sülfür
<b>Ha:</b>	Hektar
<b>IEA:</b>	Uluslararası Enerji Ajansı
<b>Kcal:</b>	Kilokalori

<b>kWh:</b>	Kilowat Saat
<b>m<sup>3</sup>:</b>	Metreküp
<b>MWh:</b>	Megawat Saat
<b>MJ:</b>	Megajoule
<b>MW:</b>	Megawat
<b>N<sub>2</sub>:</b>	Nitrojen
<b>O<sub>2</sub>:</b>	Oksijen
<b>PJ:</b>	Petajoule
<b>TEİAŞ:</b>	Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
<b>TÜİK:</b>	Türkiye İstatistik Kurumu
<b>TWh:</b>	Terawat Saat
<b>YEGM:</b>	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

## 1.GİRİŞ

Dünya genelinde artan nüfus, hızla ilerleyen sanayileşme süreci ve insanlığın alışlagelmiş yaşam şartlarından uzaklaşarak hayat standartlarını yükseltme eğilimi, enerji gereksinimini hızlı bir şekilde artırmaktadır (Türkmenler vd., 2014). Fosil yakıtların hızla tükeniyor olması birincil enerji kaynakları rezervlerinin kısıtlı olması insanların geleneksel enerji kaynaklarından uzaklaşarak yeni kaynaklar bulmaya yönlendirmiştir. Bunun yanı sıra çevreye olan olumsuz etkileri, iklim değişikliği sorunu gelecek nesilleri tehdit etmesi yenilenebilir enerji kaynaklarını gerekli kılmaktadır. (Tablo 1).

Tablo 1. Yenilenebilir enerji kaynakları (Anonim<sup>1</sup>,Yenilenebilir enerji kaynakları, 2017)

Yenilenebilir Enerji Kaynakları
Hidroelektrik Enerji
Güneş Enerjisi
Rüzgâr Enerjisi
Jeotermal Enerji
Dalga Enerjisi
Gel-Git Enerjisi
Okyanus Isısı Enerjisi
Hidrojen Enerjisi
Biyokütle Enerjisi

Fosil yakıtlar, mineral yakıtlar olarak bilinirler. Hidrokarbon ve yüksek oranlarda karbon içeren kömür, petrol ve doğal gaz gibi doğal enerji kaynaklarıdır. Ölen canlı organizmaların oksijensiz ortamda milyonlarca yıl boyunca çözülmesi ile oluşur. Fosil yakıtlar endüstriyel alanda çok geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Sürekli artış gösteren dünya enerji talebinin bir sonucu olarak fosil yakıt rezervleri hızla azalmakta olup özellikle petrol ve doğal gaz rezervleri kritik seviyelere yaklaşmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına talebin artmasında fosil kökenli yakıtların sera gazı oluşuma neden olarak küresel iklim değişikliklerine yol açması gibi birçok olumsuz etkisi vardır (Karayılmazlar vd., 2011). Ayrıca nükleer ve fosil

yakıtlarda olduğu gibi rezervlerin tükenmesi gibi sıkıntılar söz konusu değildir. Yenilenebilir enerjiye teşviklerin artmasıyla birlikte AR-GE çalışmaları hız kazanmış ülkeler kendi enerjilerini bağımsız olarak üretmeye başlamışlardır (Renewable, 2016).

### 1.1. Dünyada Yenilenebilir Enerji

Uluslararası Enerji Ajansının (IEA) Yenilenebilir Enerji Çalışma Grubu'nun tanımına göre, yenilenebilir enerji, sürekli olarak yenilenen ve doğal süreçlerden elde edilen enerjidir (Uğur, 2005). Akaydın (2005)'e göre ise, enerji kaynağından alınan enerjiye eşit oranda veya kaynağın tükenme hızından daha çabuk bir şekilde kendini yenileyebilen enerji kaynağı olarak tanımlanır.

Dünyada 2012 yılı sonunda yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik üretimi 4.888 TWh'e ulaşmıştır. Yenilenebilir enerji teknolojileri dünyada yalnızca elektrik tüketiminde değil aynı zamanda ısı talebinin karşılanmasında da önemli bir rol oynamaktadır. 2012 yılının sonunda geleneksel biyokütle hariç, yenilenebilir enerjinin ısı talebinin karşılanmasına katkısı % 8,8'e ulaşmıştır. Başta Almanya, İspanya ve İngiltere olmak üzere Avrupa Birliği'nde yenilenebilir enerji alanında önde olan ülkeler güçlü politikaları ve destekleyici eylem planları doğrultusunda yenilenebilir enerji hedeflerini hızlı bir şekilde hayata geçirmektedir (ETKB, 2015).

Yenilenebilir Enerji Kaynakları Küresel Durum Raporu'na göre seçilmiş ülkeler için 2016 yılı yenilenebilir elektrik güç kapasiteleri Tablo 2.'de verilmiştir. Buna göre yenilenebilir elektrik güç kapasitesi bakımından yenilenebilir enerjiden en fazla yararlanan ülkenin Çin olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Ülkelerin 2015 Yılı Yenilenebilir Elektrik Güç Kapasitesi (GW) (Renewables. 2016)

KAYNAKLAR	Çin	ABD	Hindistan	Almanya	Türkiye	Avrupa Birliği	Dünya
Rüzgar	145	74	83	45	4.7	142	433
Biyokütle	10.3	16.7	5.6	7.1	1	36	106
Güneş(Pv)	44	26	5.2	40	0	95	227
Jeotermal	~0	3.6	~0	~0	0.6	1	13.2

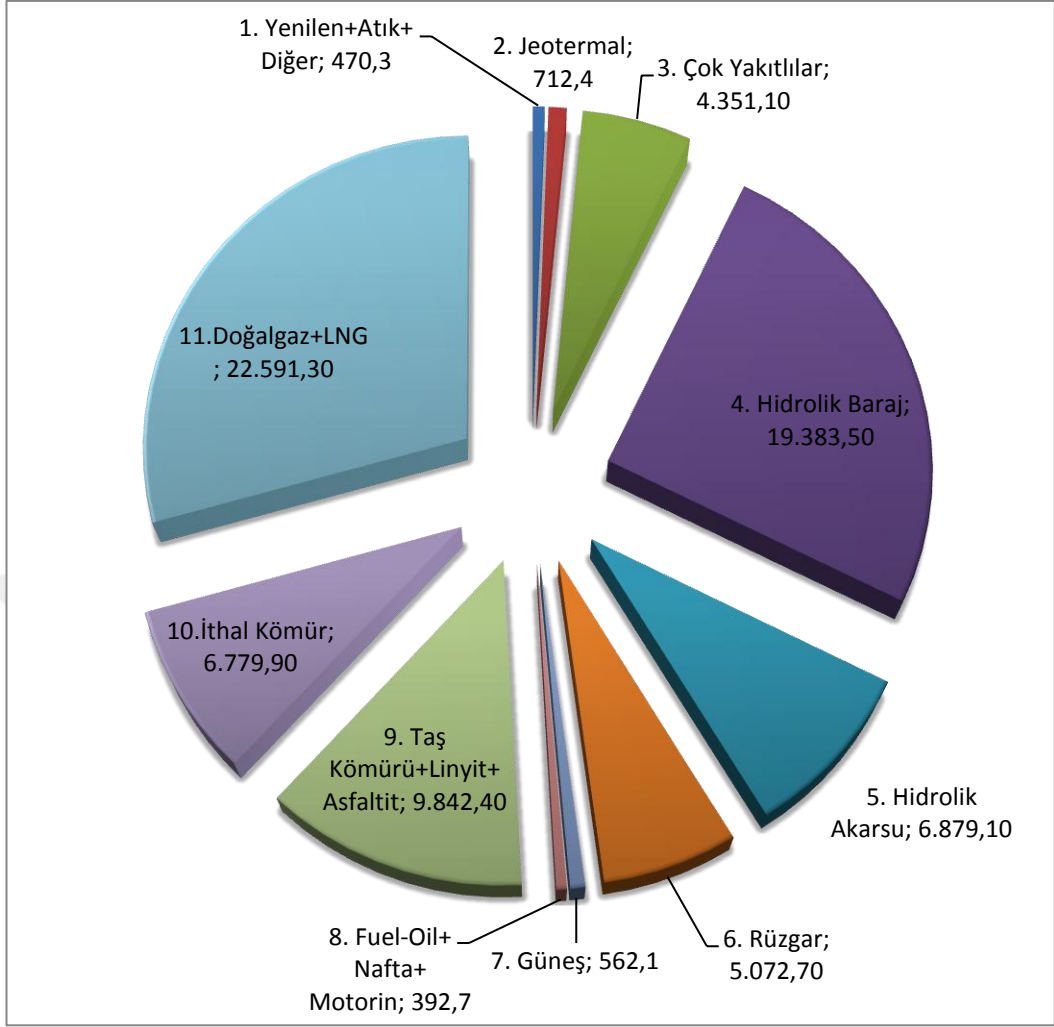
Güneş(Termal)	~0	1.7	0.2	~0	0	2.3	4.8
Okyanus	~0	~0	~0	~0	~0	0.3	0.5
Hidrolik	296	80	47	5.6	26	126	1,064
TOPLAM	495	202	141	98	32	403	786

## 1.2. Türkiye de Yenilenebilir Enerji

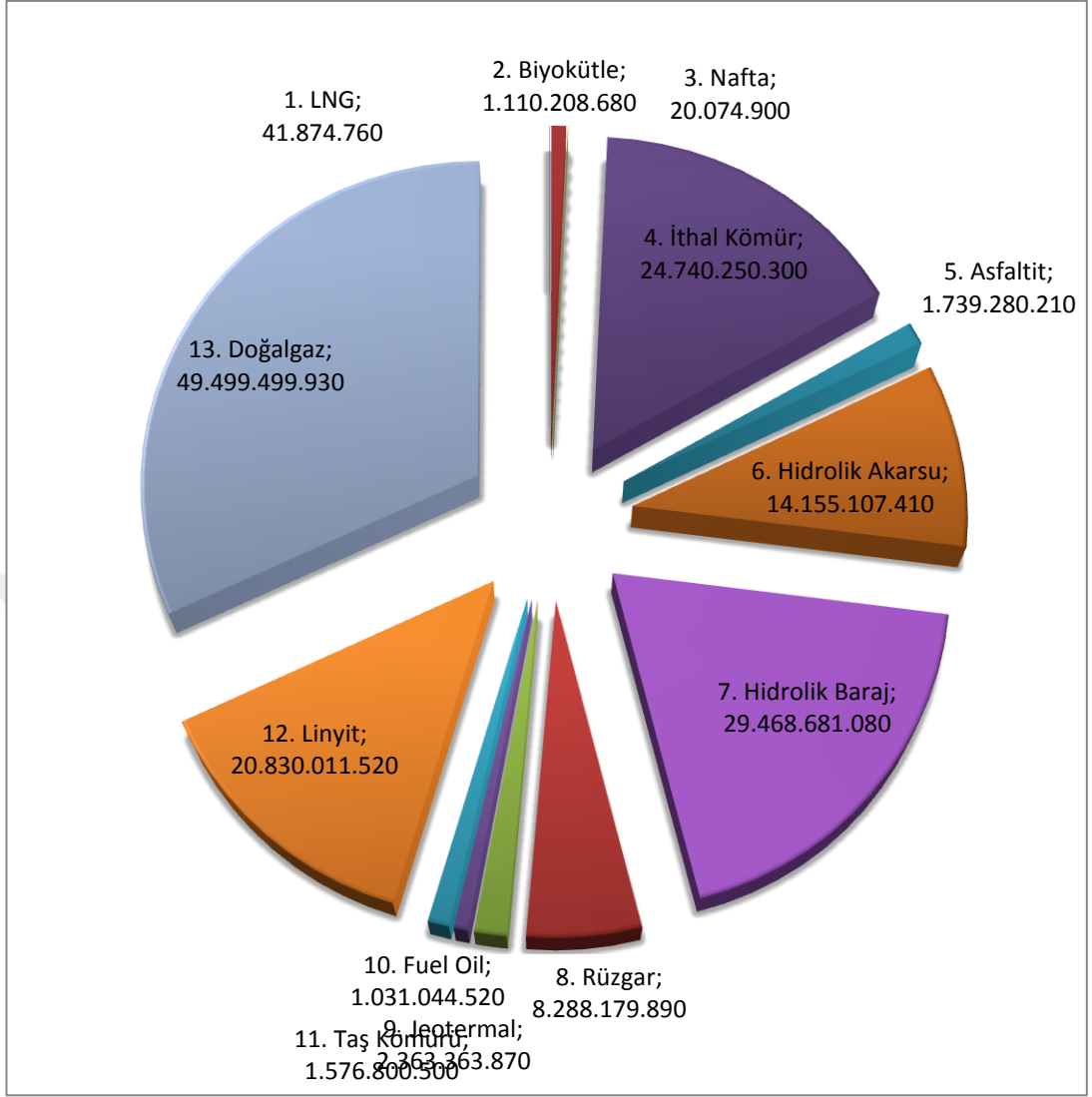
Türkiye enerji gereksiniminin yaklaşık % 75'ini petrol, doğal gaz ve kömür ithalatı ile karşılayan bir ülkedir (İstanbul Teknik Üniversitesi, 2007). Hava kirlenmesi ülkede önemli bir çevre sorunu oluşturmaktadır. Bu nedenlerle, yenilenebilir enerji kaynakları Türkiye'deki sürdürülebilir enerji gelişiminin sağlanması ve çevresel hava kirliliğinin azaltılmasında etkin olmaktadır. Türkiye'nin coğrafi konumu, yenilenebilir enerji kaynaklarının çoğunu (güneş, rüzgâr, biyokütle, jeotermal) yoğun olarak kullanabilme olanakları sağlamaktadır (Karayılmaz vd., 2011). Ancak ilgili altyapı, piyasa oluşumu ve bölgesel etkinlik gereksinimlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizin sahip olduğu hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, dalga ve akıntı gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilerek ekonomiye kazandırılması kaynak çeşitliliğinin sağlanabilmesi açısından stratejik öneme sahiptir. Bu nedenle Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2015-2019 Stratejik Planı kapsamında yenilenebilir enerjinin elektrik enerjisi üretimindeki payının artırılması ve ısı enerjisi kaynağı olarak da kullanımının sağlanabilmesi hedeflenmektedir (ETKB, 2015).

2016 yılı Türkiye elektrik enerjisi kurulu gücü 77.037,5 MW olarak gerçekleşmiştir (Şekil 1). Aynı yıl enerji üretim oranları Şekil 2'de özetlenmiştir. Türkiye'nin 2016 yılı toplam enerji üretimi 154.864.377.570 kWh olup ülkemizin 2016 yılı toplam enerji tüketimi 157.662.418.980 kWh'tır. Enerji tüketimimizin büyük bir kısmı dışa bağımlı olduğumuz doğalgaz oluşturmaktadır.





Şekil 1. Türkiye’de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü (MW) (Anonim<sup>2</sup>, TEİAŞ, 2016)

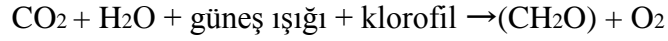


Şekil 2. Türkiye’de Elektrik Üretimi (kWh) (Anonim<sup>3</sup>, TEİAŞ, 2016)

Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklarına ait potansiyeli oldukça yüksektir. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında biyokütlenin geniş potansiyeli ve çok sayıda değerlendirme seçeneği bulunmaktadır. Büyük potansiyelin yanı sıra biyokütlenin ekonomik ve çevresel açıdan olumlu özellikleri de göz önüne alındığında, biyoenerji konusuna ilgi giderek artmaktadır. Biyokütle, dünyada dördüncü en büyük enerji kaynağını oluşturması yönüyle önemli bir enerji kaynağı konumundadır. Birçok gelişmiş ülke biyoenerjiyi geleceğin temel enerji kaynağı olarak görmektedir (Karayılmazlar vd., 2011).

### 1.3. Biyokütle

Biyokütle, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yoluyla kimyasal enerjiye dönüştürerek depolanmasıyla oluşan ve canlı organizmaların kökeni olarak meydana gelen organik madde enerji kaynaklarıdır (Kaplukan, 2014).



Ülkemizin biyokütle potansiyelinin belirlenebilmesi için atık potansiyelinin belirlenmesinin önemli olabileceği düşünülmektedir. Yurdumuzda kirletici etkisi olmayan, çevreci ve temiz enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır. Farklı yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkilerinin diğer enerji kaynaklarına göre farklı olduğu Tablo 3'te görülebilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının bir türü olan biyokütle bu hususta oldukça yüksek potansiyele sahiptir. Biyokütleden ısı, yakıt ve elektrik üretilmektedir. Bitkiler yalnızca besin kaynağı değil aynı zamanda çevre dostu tükenmez enerji kaynaklarıdır.

Tablo 3. Mevcut Enerji Üretim Sistemlerinin Çevresel Etkileri (Anonim<sup>4</sup>,EİE, 2016)

	İklim Değişikliği	Asit Yağmurları	Su Kirliliği	Toprak Kirliliği	Gürültü	Radyasyon
Petrol	×	×	×	×	×	-
Kömür	×	×	×	×	×	×
Doğalgaz	×	×	×	-	×	-
Nükleer	-	-	×	×	-	×
Hidrolik	×	-	×	×	-	-
Rüzgâr	-	-	-	-	-	-
Güneş	-	-	-	-	-	-
Jeotermal	-	-	×	×	-	-

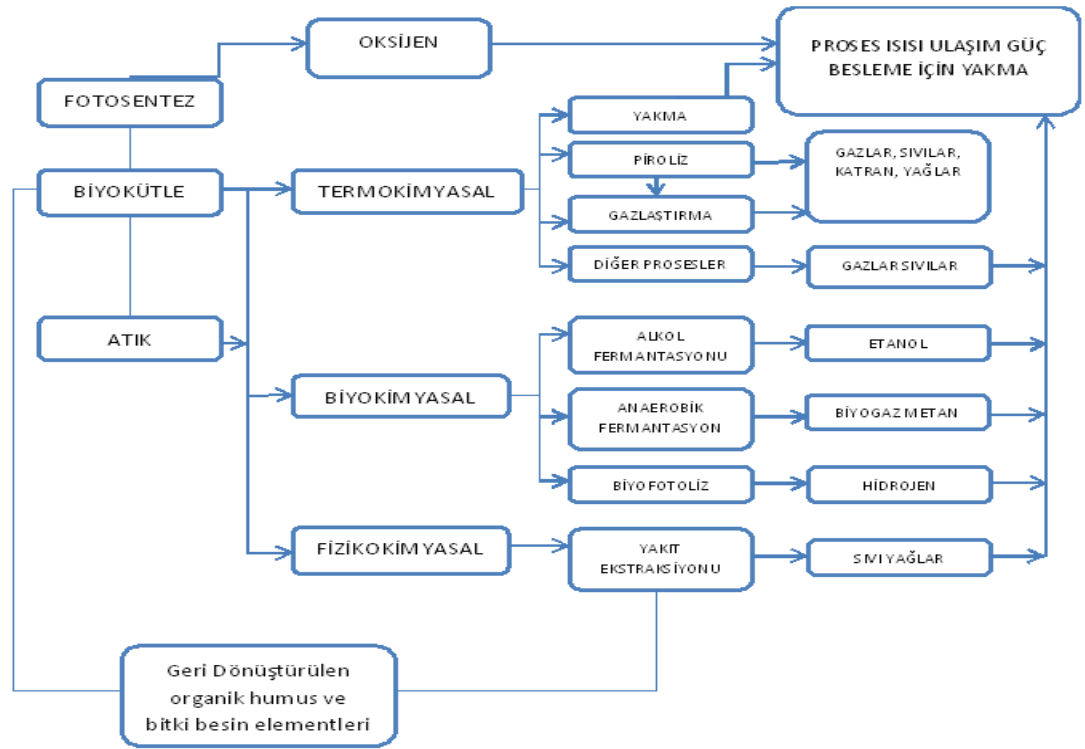
Biyokütle enerjisi kullanımı, geleneksel ve modern olmak üzere iki başlıkta ele alınmaktadır. Geleneksel biyokütle enerjisi, odun ve tezeğin yanmasıyla, modern biyokütle enerjisi ise, biyokütle kaynağının özel proseslerde incelenmesi sonucu elde edilir. 19. yüzyıl sonuna kadar, odunun yerini kömürün almasıyla klasik biyokütle kullanımında düşüş gözlenmiş ve 1950'lerin sonunda petrol ve doğal gazın

kullanımındaki artışa bağılı olarak bu düşüş hızlanmıştır. Ülkemizde de, odun, hayvan ve bitki atıkları uzun yıllardır ısınma ve pişirme amaçlı kullanılmış, biyokütle teknolojilerinin gelişmesiyle modern kullanım düşük verimli klasik kullanımın yerini almaya başlamıştır. Günümüzde üretilen biyokütle enerjisi ve Türkiye için 2030 yılına kadar ön görülen üretim miktarı Tablo 4'te verilmektedir.

Tablo 4. Türkiye'de Biyokütle Enerjisi Tüketiminin Yıllara Göre Değişimi (Karaca vd, 2014)

Yıl	Klasik Biyokütle	Modern Biyokütle	Toplam
2003	6613	658	7271
2005	6495	766	7261
2010	5754	1660	7414
2015	4790	2430	7320
2020	4000	3520	7520
2025	3345	4465	7810
2030	3310	4895	8204

Biyokütle dönüşüm teknolojileri; fiziksel, termokimyasal ve biyokimyasal dönüşüm prosesleri olmak üzere üç temel grupta sınıflandırılabilir. Fiziksel prosesler öğütme, kurutma, filtrasyon, ekstraksiyon ve briketlemedir. Termokimyasal prosesler (doğrudan yakma, gazlaştırma, piroliz ve karbonizasyon ve sıvılaştırma) uygulandığında sıvı ürünler (katran, pirolitik yağ), gaz ürünler (pirolitik gaz) ve katı ürünler (char, odun kömürü) elde edilmektedir. Biyokimyasal dönüşüm proseslerinin ana ürünleri ise biyogaz, hidrojen ve etanoldür (Şekil 3).



Şekil 3. Biyokütle Enerjisi Çevrim Yöntemleri (Koçer vd., 2007)

*Doğrudan Yakma:* Biyokütlenin oksijen varlığında doğrudan yakılarak enerji üretilmesidir. Son yıllarda verimi yükseltmek için yeni yakma yöntemleri geliştirilmektedir. Kullanılan maddeler çoğunlukla ahşap talaşı, talaş, kabuk, saman, belediye katı atık ve gıda endüstrisindeki atıklardır. Doğrudan yakma ısıveren bir tepkimedir ve bunun sonucunda ortaya çıkan atık maddeler karbondioksit, su buharı ve bazı metal oksitlerdir.

*Havasız Çürütme:* Oksijensiz ortamda mikroorganizmaların organik maddeyi parçalamak için kullanılmasıdır. Havasız çürütme yöntemi biyokütle kaynağına, pH değerine, sıcaklık ve sistem büyüklüğüne bağlı olarak değişiklik gösterir.

*Fermantasyon:* Mikroorganizmaların yardımıyla üretilen enzimler organik maddelerin temel üç ögesi olan karbonhidrat, protein ve yağları parçalayarak CO<sub>2</sub>, asetik asit ve çözülebilir uçucu organik maddelere dönüştürmesi işlemidir. Kimyasal hidroliz şartları bazen glikozu bozabildiği için, bu işlem son derece dikkatle yapılması gerekmektedir. Glikozun fermantasyonu ile etanol, aseton, bütanol ve ham petrol ürünlerinden elde edilen ürünlere eş değer birçok kimyasal ürün elde edilebilir.

*Piroliz:* Oksijensiz ortamda organik moleküllerin parçalanmasıyla oluşan gaz elde etme işlemidir. Piroliz, biyokütleden gaz elde etmek için kullanılan en eski ve basit bir yöntemdir. Oksijensiz ortamda odunun 900 °C'ye kadar ısıtılması ile oluşan kimyasal ve fiziksel olaylar dizisi olarak tanımlanır. Piroliz sonucu katı, sıvı ve gaz karışımlar elde edilmektedir.

*Gazlaştırma:* Karbon içeren biyokütle gibi katıların yüksek sıcaklıkta bozulması ile yanabilen gaz elde etme işlemidir. Bu işlemler yapılırken Gazlaştırmada kullanılan biyokütle kaynakları üç grupta incelenir. Bunlar bitki samanları ile tarım artıkları, gıda işleme sonucu oluşan artıklar ile orman artıklarıdır. Biyokütle içindeki kükürt miktarı göz ardı edilebilecek kadar azdır bunun sonucu olarak gazlaştırmanın çevreye ciddi bir zararı bulunmamaktadır.

Biyokütle parçalarının bir kısmının yakılması ile kumun homojen bir şekilde 650 °C ile 850 °C arasında ısınması sağlanır. Bu kimyasal tepkime sonucu oluşan gaz yukarı doğru çıkarken, siklon ayırıştırıcı içinden geçilerek istenmeyen parçacıklar, katran ve diğer zararlı maddeler elenir. Elde edilen on ürüne odun gaz, gen gaz veya jeneratör gazı adı verilir. Bu gazın birim hacmindeki ısı değeri 4 ile 11 MJ/m<sup>3</sup> arasında değişmekte olup, doğal gaza göre daha az enerji verirler. Gazlaştırma işleminde sabit veya oynar yatak yöntemleri ile son yıllarda daha çok kullanılan akışkan yataklı sistemler kullanılmaktadır. Akışkan yataklı sistemlerin sürekli besleme olanağı diğerlerine göre büyük üstünlük taşımaktadır. Oldukça basit sistemlerde bile çevrim verimi %85-90 dolayındadır.

*Biyofotoliz:* Biyofotoliz fotosentetik reaksiyon zincirlerinden oluşur. Bunlar bazı mikroskobik alglerden güneş enerjisi yardımıyla hidrojen ve oksijen elde edilerek üretilir. Deniz suyu içindeki bu algler bir tür güneş pili gibi çalışarak deniz suyunu foto sentetik olarak ayırıştırılmaktadır. Elde edilen yakıt biyohidrojen olarak adlandırılır.

Biyokütle materyalleri biyokütle çevrim yöntemleri ile işlenerek katı, sıvı ve gaz yakıtlara çevrilir. Bu çevrim sonucunda biyogaz, biyodizel, bioetanol, pirolitik gaz gibi yakıtların yanı sıra, gübre, hidrojen gibi yan ürünler de elde edilmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. Biyokütle Kaynaklarında Kullanılan Çevrim Teknikleri, Elde Edilen Yakıtlar ve Uygulama Alanları (Anonim<sup>5</sup>, ETKB, 2016)

Biyokütle	Çevrim yöntemleri	Yakıtlar	Uygulama alanları
Orman artıkları	Havasız çürütme	Biyogaz	Elektrik üretimi
Tarım atıkları	Piroliz	Etanol	Isınma
Enerji bitkileri	Doğrudan yakma	Hidrojen	Isınma
Hayvansal atıklar	Fermantasyon	Metan	Otomobiller
Çöpler (organik)	Gazlaştırma	Metanol	Uçaklar
Algler	Hidroliz	Sentetik yağ	Roketler
Enerji ormanları	Biyofotoliz	Dizel	Ürün kurutma

Biyogaz, anaerobik bozulma, organik maddelerin oksijensiz ortamda, farklı mikroorganizma gruplarının varlığında, biyometanlaştırma süreçleri (havasız bozulma, biyolojik bozulma, mikrobiyal bozulma, anaerobik fermentasyonun kontrollü süreci) ile elde edilen bir gaz karışımıdır. İçeriğinde CH<sub>4</sub> (Metan), CO<sub>2</sub> (Karbondioksit), N<sub>2</sub> (Azot), H<sub>2</sub>S (Hidrojen Sülfür), CO (Karbon monoksit) ve çok az miktarda oksijen bulunur. Buna göre tipik bir biyogazın bileşimi Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Biyogaz Bileşimi (Gülen, 2005)

Gazın cinsi	Yüzde Bileşimi (%)
Metan (CH <sub>4</sub> )	% 50-70
Karbondioksit (CO <sub>2</sub> )	% 30-40
Hidrojen (H <sub>2</sub> )	% 5-10
Azot (N <sub>2</sub> )	% 0-1
Su Buharı (H <sub>2</sub> O)	% 0.1
Hidrojen Sülfür (H <sub>2</sub> S)	% 0-3

Biyogazın enerji değerleri incelendiğinde 1 m<sup>3</sup> biyogazın sağladığı ısı miktarı 4700-5700 kcal/m<sup>3</sup> olup 0,62 litre gazyağı, 1,46 kg odun kömürü, 3,47 kg odun, 0,43 kg bütan gazı, 12,3 kg tezek ve 4,70 kWh elektrik enerjisi eşdeğerindedir. Ayrıca, 1

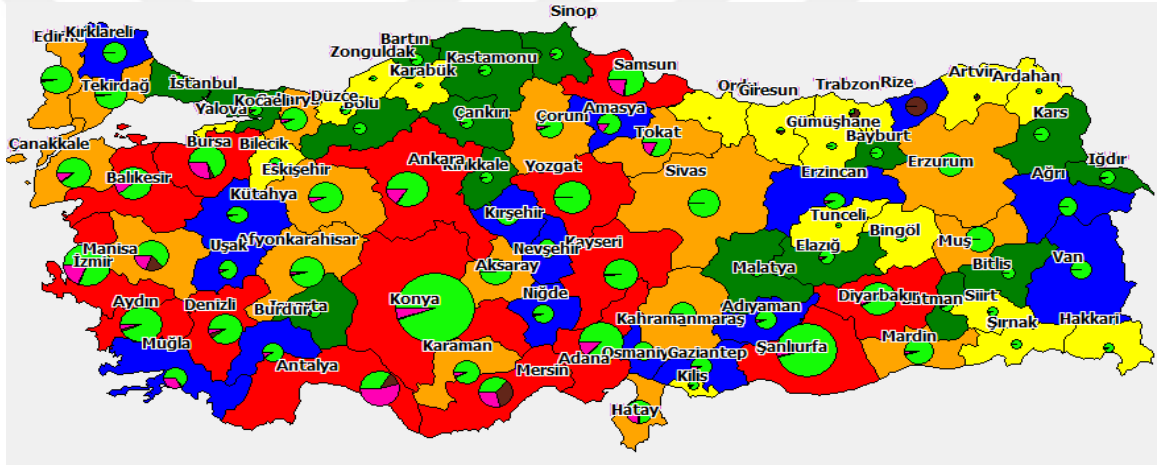
m<sup>3</sup> biyogaza 0,66 litre motorin, 0,75 litre benzin ve 0,25 m<sup>3</sup> propan eşdeğer yakıt miktarlarıdır (Yeşil, 2015).

Türkiye'nin atık potansiyelinin belirlenmesi için TÜİK tarafından yapılan bazı istatistiksel çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalara göre; ülkemizde belediyelerden kaynaklanan organik atık miktarlarının belirlenmesinde 2014 yılı Belediye Katı Atık İstatistikleri Anketi uygulanmış ve 1396 belediyenin 1391'inde katı atık hizmeti verildiği tespit edilmiştir. Katı atık hizmeti verilen belediyelerde toplam 28 milyon ton katı atık toplandığı belirlenmiştir (TÜİK, 2016). Bunun yanı sıra Türkiye'nin biyogaz potansiyelinin ve yatırım yapılabilecek kaynak alanlarının belirlenmesi için Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından ülke genelinde daha kapsamlı olarak bölgesel atık miktarları saptanmış ve potansiyel biyokütle dağılım haritaları oluşturulmuştur. Böylece biyogaz enerjisine temel oluşturacak Türkiye'ye ait atık envanter çalışması hazırlanmıştır. Bu çalışmada orman, tarım ve hayvancılık kaynaklı bölgesel atık miktarları belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmaya göre; 2016 yılı itibariyle Türkiye'nin orman kaynaklı toplam atık miktarı 4.800.000 ton olup, bu atıklardan elde edilebilecek biyogaz tesisi kapasitesi yaklaşık 600 MW'tır (Şekil 4). Çalışmada Türkiye'nin tarımsal kaynaklı atıkları, tarla ürünleri ve bahçe ürünleri olarak 2 ayrı gruba ayrılmıştır. Tarımsal kaynaklı atıklardan tarla ürünleri için 11.766.995 ton ve bahçe ürünleri için 3.569.040 ton olmak üzere toplam 15.336.035 tondur (Şekil 5-6). Bu atıklardan elde edilecek toplam ısı değeri 303.2 PJ'dir.

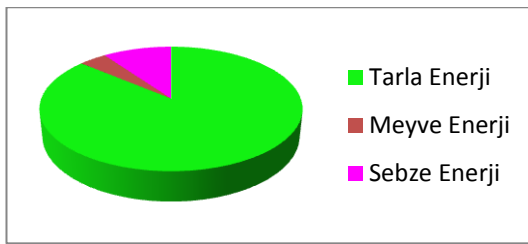




Şekil 4. Türkiye Orman Kaynaklı Biyokütle Potansiyeli (Anonim<sup>6</sup>, YEGM, 2016)



Şekil 5. Türkiye Bitkisel Atık Değeri TEP/Yıl (Anonim<sup>6</sup>, YEGM, 2016)



Şekil 6. Türkiye’de Bitkisel Atık Kaynakları Grafik Analizi (Anonim<sup>6</sup>, YEGM, 2016)



Bir tarım ülkesi olduğu kabul edilen Türkiye'nin oldukça büyük miktarlarda tarımsal atık ürettiği düşünülmektedir. Biyogaz üretiminde hammadde olarak genellikle organik atıklar kullanılmaktadır. Bu atıklar içerisinde hayvansal atıklar, bitkisel atıklar, organik içerikli şehir ve endüstriyel atıklar temel başlıklar halinde sıralanabilir (YEGM, 2016). Ahmet Arısoy ve arkadaşları tarafından hazırlanan raporda Türkiye'nin biyogaz üretim potansiyeli yaklaşık 25 Milyon kWh olarak belirtilmiştir. Çalışmada, bu potansiyelin değerlendirilmesinin, yeşil elektrik eldesi, organik gübre üretimi, atık kaynaklı çevre kirliliğini azaltma ve AB uyum süreci açısından yararları olduğunu vurgulamışlardır. Biyogaz üretiminden sonra kalan ürünler gübre olarak adlandırılır. Organik katı atıkların katı atıklar anaerobik bozundurma sonrasında ortaya çıkan besin elementleri nedeniyle fenni gübreden daha kullanışlı ve toprağın verimini artırıcı etkisi mevcuttur. Bitkinin ihtiyaç duyduğu besin elementleri (azot, fosfor, potasyum) gübre içerisinde korunarak tarımsal gübre olarak kullanılabilir (Yılmaz, 2009).

#### **1.4. Biyokütle Üretiminde Fındığın Yeri**

Yapılan çalışmalar ülkemizde, yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde önemli bir yere sahip olan biyokütleden gerek elektrik enerjisi üretiminde gerekse ısı üretimi açısından önemli düzeyde fayda sağlanabilecek bir potansiyel olduğuna işaret etmektedir. Ancak bu potansiyelin tam anlamıyla hayata geçirilebilmesi için finansman olanaklarının geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyaç açıkça görülmekte ve üretime olan ilgi giderek artmaktadır. Başlıca gelir kaynağının genellikle tarım endüstrisinden sağlandığı düşünüldüğünde, tarımsal kökenli atıklardan ve gübreden biyogaz üretimi Türkiye için avantajlı bir durum olduğu görülmektedir.

Önceden değerlendirilemeyen bitkisel ve hayvansal atıkların çeşitli yollarla bertaraf edilmesi ve bu esnada temiz, sürdürülebilir ve çevreci bir enerji kaynağı olarak değerlendirilebilmesi, biyogaz üretimi gibi biyokütleden faydalanmaya yönelik yöntemler ile mümkün olabilir.

Dünyada en çok yetiştirilen yüksek oranda atık oluşturma potansiyeline sahip olduğu düşünülen sert kabuklu meyve türleri ceviz, badem, fındık olup kestane ve antepfıstığıdır. Dünyada fındık üretimi 1960'lı yıllarda yaklaşık 250 bin ton

dolayında iken son 6 yıllık üretim ortalaması 769.433 tondur. Bu süreçte üretim 632 bin ton ile 885 bin ton arasında değişiklik göstermiştir. Dünya fındık üretiminin yaklaşık % 70'ini Türkiye'yi sırasıyla İtalya, Azerbaycan ve Gürcistan izlemektedir (Tablo 7).

Tablo 7. Dünya Fındık Üretimi (Anonim<sup>7</sup>, FAO, 2016)

Ülkeler	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Oran
Türkiye	500.000	600.000	430.000	660.000	549.000	450.000	68
İtalya	85.000	87.200	140.000	84.000	100.000	80.000	13
Azerbaycan	30.000	25.000	55.000	40.000	35.000	25.000	5
Gürcistan	27.000	40.000	30.000	28.000	40.000	35.000	4
ABD	42.600	24.500	35.000	32.000	40.200	36.300	4.5
İspanya	18.000	20.000	22.000	16.000	18.000	19.500	2.5
Diğerleri	20.000	27.000	27.000	25.000	25.000	25.000	3
Toplam	722.600	823.700	739.000	885.000	807.200	632.800	100

Ülkemiz ekonomisinde önemli bir yeri olan fındık, Karadeniz Bölgesi başta olmak üzere ülkemizin 16 ilinde üretilmektedir. Fındık başta Ordu, Giresun, Samsun ve Sakarya olmak üzere Karadeniz'e kıyısı olan hemen her ilde yetiştirilmektedir. Ülkemiz son on beş yıllık ortalama fındık üretimi 561 bin ton olmakla birlikte, 2008 yılında 801 bin ton, 2012'de 660 bin ton, 2014'te 450 bin ton, 2015 yılında 646 bin ton üretim gerçekleşmiştir. 2016 yılı fındık üretimi rekoltesinin de iklim şartları ve doğal afetler sebebiyle 468 bin ton olacağı Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından açıklanmıştır (Tablo 8).

Tablo 8. Türkiye'nin Yıllara Göre Fındık Alanları, Üretim ve Ortalama Verimi (Anonim<sup>8</sup>, TÜİK, 2016)

Yıllar	Alan (Ha)	Üretim (Ton)	Ortalama Verim (Kg/da)
2001	555.000	625.000	113
2002	560.000	600.000	107
2003	600.000	480.000	80

2004	650.000	350.000	54
2005	655.000	530.000	81
2006	666.226	661.000	99
2007	663.817	530.000	80
2008	663.192	800.791	121
2009	642.866	500.000	78
2010	667.865	600.000	90
2011	696.964	430.000	62
2012	701.407	660.000	94
2013	702.144	549.000	78
2014	701.141	450.000	64
2015	702.628	646.000	92

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, Ülkemizde 16 ilimizde fındık üretimi gerçekleştirilmektedir. 2015 yılında fındık dikim alanlarının yaklaşık % 32'si Ordu, % 17'si Giresun, % 14'ü Samsun, % 13'u Sakarya, % 6'sı Trabzon, % 11 Düzce illerimizdedir (Tablo 9).

Tablo 9. Türkiye’de İllere Göre Fındık Yetiştiriciliği (Anonim<sup>9</sup>, TÜİK, 2016)

İller	Üretici Sayısı	Alan (ha)	Üretim (Ton)	Oran %
Artvin	6.189	8.665	6.314	1.0
Bartın	4.286	6.000	6.765	1.1
Bolu	778	1.089	366	0.05
Düzce	44.775	62.685	69.344	10.7
Giresun	83.651	117.111	105.023	16.25
Gümüşhane	573	802	723	0.1
Kastamonu	5.336	7.471	5.213	0.9

Kocaeli	5.758	8.062	7.530	1.2
Ordu	162.274	227.183	200.938	31.10
Rize	2.576	3.607	1.303	0.2
Sakarya	51.856	72.598	82.708	12.8
Samsun	64.731	90.623	90.857	14.0
Sinop	1.215	1.701	1.175	0.2
Tokat	2.001	2.802	3.511	0.5
Trabzon	46.678	65.350	39.126	6.0
Zonguldak	16.852	23.593	22.572	3.5
16 İl Toplamı	499.529	699.341	643.468	99.6
Diğer İller toplamı	2.347	3.287	2.532	0.4
Türkiye Toplam	501.876	702.628	646.000	100

Türkiye’de önemli oranda biyogaz üretim potansiyeli bulunmasına karşın biyogaz üretim tesislerinin sayısı istenilen düzeye ulaşmamış olup, bu alanda yatırım miktarı çok düşüktür. Biyogaz teknolojisinin ülkemizde uygulanabilmesi için bölgesel veya daha yerel projeler yapılması gerekmektedir. Ordu ili fındık üretimi konusunda Türkiye’nin başta gelen illerinden bir tanesidir. Bu amaçla, Ordu ilinde fındık bitkisinden biyokütle üretim potansiyelinin saptanması, ilin temiz, sürdürülebilir ve çevreci bir bakış açısıyla kalkınmasına yardımcı olabileceği düşünülen biyogaz üretiminin potansiyelinin bilimsel olarak saptanması önem arz etmektedir.

Fındık; iç fındık olarak; %80 oranında çikolata sanayinde, bisküvi, şekerleme, tatlı, pasta, dondurma ve çerez olarak tüketilir. Fındık kabuğu olarak; fındık üretilen yörelerde yüksek kalorili yakacak olarak, kontralit, boya sanayisinde, kömürleştirme yolu ile biriket kömürü, aktif kömür ve sinai kömür elde edilir. Fındık kavşağı ve yaprağı; fındık yaprağı ve meyve kavşakları (zurufklar), tabi gübre olarak yeniden fındık bahçesine ve tarım alanlarına döner. Ayrıca GTHB fındık üretimini ve kalitesini teşvik etmek amacıyla Tablo 10’da yer alan desteklemeleri programına almıştır.

Tablo 10. Alan Bazlı Fındık Destek Miktarları (Anonim<sup>10</sup>, GTHB, 2016)

Fındık Destek Miktarları	
Fındık Üreticileri Alan Bazlı Desteđi	170 TL/da
İyi Tarım Uygulamaları Desteklemeleri	50 TL/da
Organik Tarım Desteklemeleri	100 TL/da
Mazot ve Gübre Desteđi	11 TL/da

Bu çalışmanın amacı; Türkiye’de üretilen başlıca sert kabuklu meyvelerden en önemlisi olan fındığın, üretimi en yoğun şekilde gerçekleştirilen illerden biri olan Ordu İlindeki üretim verilerinin araştırılması ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak fındık artıklarının biyokütle üretiminde değerlendirilme olanaklarının mekânsal olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılacak çalışmada, Ordu İl’inde mevcut fındık üretim alanlarının özellikleri, dağılımı, nüfus dağılımı ile bu özelliklerin birbiriyle olan ilişkisi araştırılmıştır.

## 2.LİTERATÜR ÖZETİ

Daha önce yenilenebilir enerji kaynakları, biyokütle, fındık ve coğrafi bilgi sistemleri hakkında birçok çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar genel olarak bölgesel ve yöresel potansiyel belirleme, kullanım alanları, mali analizleri şeklinde olmuştur. Bu alanda yapılan çeşitli makale ve tez çalışmaları aşağıda verilmiştir.

### 2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Torunoğlu Gedik (2015), Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevresel Etkileri konusunda yüksek lisans tezi yapmış olup yenilenebilir enerji kaynakları olan rüzgar, güneş, su, biyokütle, dalga, jeotermal ve hidrojen enerjilerinin Türkiye’deki potansiyelleri ve çevresel etkileri karşılaştırılmıştır. Türkiye’deki yenilenebilir enerji kaynaklarının gelecek yıllarda ki durumu verilmiştir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı klasik biyokütle enerji üretiminin 2020 yılında 87.348.000 MWh olması planlanmıştır. Türkiye biyokütle materyal üretimi ve coğrafi konumu sebebiyle önemlidir. Biyokütle enerjisinin çevreye olan olumlu katkılarının yanı sıra ülke ekonomisine de çok büyük katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Kum (2009), Yenilenebilir Enerji Kaynakları Dünya Piyasalarındaki Son Gelişmeler ve Politikalar adlı çalışmasında, yenilenebilir enerjinin sürdürülebilir kalkınma, iklim değişikliği ve küresel ısınmanın önlenmesi açısından tek alternatif olduğunu belirtmiş, rüzgar enerjisi, biyoyakıtlar ve güneş pili sektörlerinin dünya yenilenebilir enerji arzı içinde en büyük paya sahip olduğunu gözlemlemiştir.

Karaca (2013), Türkiye’de Sürdürülebilir Tarım Politikaları konusunda yaptığı çalışmasında, tarımın sürdürülebilir kalkınma ile uyumlu bir yapıya bürünmesi konusunda bazı öneriler sunmuştur. Bu öneriler sonucunda fosil yakıtların birçok konuda sürdürülebilir olmadığı, tarım sektöründe sınırlamalar getirilmesinin kaçınılmaz olduğu sonucuna varmıştır.



Önal ve Yarbay (2010), Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ve geleceğini inceledikleri çalışmada, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımlarına yönelik genel bilgiler sunmuşlar, enerji sorununun çözümüne katkı ve ulusal ekonomiye kazanç sağlaması açısından yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji elde edilmesinin önemini vurgulamışlardır.

Kumbur, Özer, Özsoy ve Avcı (2005), Türkiye’de geleneksel ve yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkileri ve potansiyelleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, iç kaynakların en uygun şekilde kullanılması ile çevreye verilen zararın azaltılabileceği, ekonomiye en üst düzeyde katkı sağlanmasına dayalı politika belirlenmesinin hem enerji gereksiniminin karşılanması hem de dışa bağımlılığın azaltılması bakımından önemli olduğu belirtilmiştir.

Teke (2013), Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji AR-GE Stratejilerinin Değerlendirilmesi konusunda yazmış olduğu makalede Dünyada ve Türkiye’de yeşil enerji AR-GE yatırımları ve kapasiteleri incelenmiştir. Türkiye’de AR-GE kavramı tam olarak anlaşılmadığı için AR-GE harcamalarının GSYİH’a oranı Türkiye’de maalesef istenen oranda değildir. Bu kapsamda Enerji Bakanlığı istihdam ve bilgi düzeyini yükseltmeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda Enerji Sektörü Araştırma Geliştirme Projeleri Destekleme Programı (ENAR) başlatılmıştır. Bu programla bakanlığa bağlı ilgili kuruluşlarca yürütülen AR-GE yatırımlarının 2009 yılı AR-GE yatırımlarının 2015 yılına kadar %100 artırılması hedeflenmektedir.

Koç ve Şenel (2013), Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu ve Genel Değerlendirme isimli çalışmasında ülkenin enerji üretimi, tüketimi, CO<sub>2</sub> emisyonu ve elektrik enerjisi tüketimi üzerinde durulmuştur. Ayrıca yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları için durum tespiti yapılmış, ülkelerin yenilenebilir elektrik güç kapasiteleri incelenmiştir. Dünya yenilenebilir enerji elektrik güç kapasitesi 1360 GW, Türkiye'nin yenilenebilir elektrik güç kapasitesi 19 GW olarak tespit edilmiştir. 2011 yılında yenilenebilir enerjiden elektrik eldesin de en büyük paya Çin sahip olmuştur.

## 2.2. Biyokütle Enerjisi

Ünal ve Alibaş (2002), Biyokütle enerji kaynağı olarak ayçiçeği sapının yakılması ve baca gazı emisyonlarının belirlenmesi konusunda yaptıkları çalışmada, iki farklı formdaki ayçiçeği sapını kullanarak, üç farklı tip ızgara üzerinde ve üç farklı yakma koşulunda enerji üretimi, yakıt tüketimi ve baca gazı emisyonlarının değerlerini belirlemişlerdir.

Öbekcan (2014), Çorum ilinin biyogaz üretim potansiyelinin araştırılması konusunda yapmış olduğu akademik çalışmada Çorum ilinde biyogaz üretimi için hammadde sağlayabilecek büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan yetiştiriciliğinin yapıldığı vurgulanmıştır. Toplamda elde edilen yaş atık miktarı ise 694 572 ton olarak hesaplanmıştır. Bu yaş atıktan 18.931.500 m<sup>3</sup>biyogaz ve 429 744 GJ'luk enerji elde edilmiştir.

Avan (2014), Tokat ilindeki hayvansal atıkların biyogaz üretim potansiyelinin coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak değerlendirilmesini konu alan çalışmasında, Tokat Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, Türkiye İstatistik Kurumu, Devlet Meteoroloji İşleri verileri, uydu görüntüleri, ArcGIS yazılımı ve modülleri materyal olarak yer almaktadır. Tokat ili biyogaz üretim potansiyelinin 301 434 m<sup>3</sup>/gün ve elektrik üretim potansiyelinin 502 390 kWh/gün olduğu sonucuna varılmıştır.

Yokuş ve Onurbaş Avcıoğlu (2012), Sivas ilindeki hayvansal atıklardan biyogaz potansiyelinin belirlenmesi konusunda yürüttükleri çalışmada, Sivas ilinin hayvansal atık durumunu dikkate alarak biyogaz üretim potansiyeli ve reaktör büyüklüklerinin hesaplanmasını amaçlamıştır. Bunlara ek olarak ilçelerin hayvan yoğunluğu ve atık miktarı dikkate alınarak büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanları yoğunluğu, yaş atık yoğunluğu ve biyogaz üretim potansiyeli ile ilgili haritalar oluşturulmuştur. Sivas ilinde ve ilçelerinde bulunan potansiyelin sistemli bir şekilde değerlendirilmesi ve geç olmadan ekonomiye kazandırılması gerektiğini vurgulamıştır.

Demir, Kuş, İrik ve Çetin (2015), Tarımsal biyokütle enerji potansiyelinin değerlendirilmesi konusunda önemli bilgiler sunan çalışmalarında, 2005-2014 yılları arasında Mersin ilinde tarımsal biyokütle enerji eşdeğeri potansiyeli araştırılmış, Mersin ve Akdeniz Bölgesi için elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Meyveler, sebzeler, tahıllar, yağlı tohumlar ve kuru baklagiller olmak üzere 5 grupta incelemiştir. İncelenen ürünlerde toplamda 45.228 MW tarımsal biyokütle enerjisi elde edilebileceği tespit edilmiştir. Ürünlerin üretim alanı belirlenerek bu alanda elde edilen yıllık ortalama kuru biyokütle miktarları belirlenmiştir. Mersin ve Akdeniz Bölgesi tarımsal biyokütlenin kullanılması ülkemizdeki enerji darboğazını olumlu yönde etkileyeceği sonucuna varılmıştır.

Monarca, Cecchini, Guerieri ve Colantoni (2009), Fındık yetiştirme ve işleme yöntemleriyle elde edilen biokütlenin geleneksel ve alternatif kullanımı konusunda yapmış olduğu çalışmada fındık bitkisinin budama artıklarının gazifikasyona tabi tutularak enerji üretiminde kullanılabilceğini belirtmişler ve İtalya'nın Viterbo kentinin fındık üretimine bağlı biyokütle üretim potansiyelini inceleyerek haritalamışlardır.

### **2.3. Coğrafi Bilgi Sistemi**

Susam ve Karaman (2007), Coğrafi bilgi sistemi (CBS) birçok farklı coğrafi verinin grafiksel ve nesnel özellikleriyle birlikte ortak bir koordinat sisteminde katmanlar halinde toplanması, işlenmesi, sorgulanması ve analiz edilmesine olanak kılan bir sistemdir. Bu çalışmada ise Tokat ili Zile ilçesi köy yerleşim alanları coğrafi bilgi sistemi ve uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak klasik yöntemlerle yapımı çok zor olan eğim ve bakı haritaları yapılmıştır. Sonuç olarak klasik yöntemlerle maliyet ve zaman gerektiren çalışmalar ile ilgili uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi kullanılarak kısa sürede ve daha az maliyet ile gerçekleştirilebilir.

Çay, Nas, Berktaş ve İşcan (2007), Coğrafi Bilgi Sistemi teknolojisi sorgulama ve istatistiksel analiz gibi klasik veri tabanı işlemlerini görselleştirme ve haritalarla birleştirme işlemlerini kapsayan donanım, yazılım, personel ve yöntemler sistemidir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

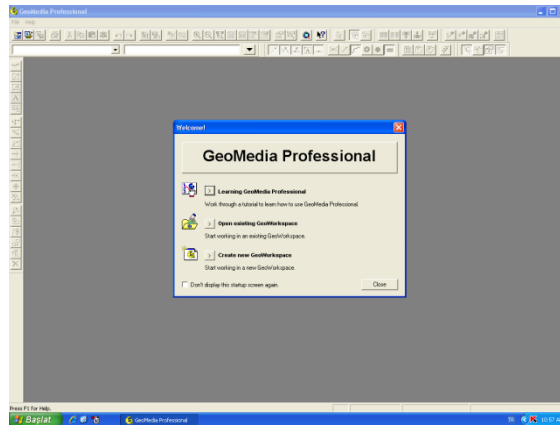
Bu bölümde çalışmaya konu alan materyal hakkında genel bilgiler verilmiş ve Ordu ili fındık atıklarından biyokütle üretim potansiyelinin belirlenmesinde uygulanacak yöntemler açıklanmıştır.

#### 3.1. Materyal

Ordu İl'inin fındık atıklarından biyokütle üretim potansiyelinin araştırılması ve CBS teknolojileri kullanılarak biyokütle üretimi ve enerji üretim potansiyelinin sorgulanabilmesi amacıyla yapılan çalışmada, Ordu İli fındık üretim miktarı, fındık çeşitleri ve dağılımı, toprak yapısı, yağış miktarları, ilin demografik özelliklerine ilişkin veriler, Ordu Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Devlet Meteoroloji İşleri'nden (DMI) elde edilerek çalışmanın temel materyallerini oluşturmuştur.

Microsoft Excel programı ile tüm verilerin dağılımının ve interaksyonlarının mekânsal olarak sorgulanabilmesini mümkün kılacak olan bir veri tabanı oluşturulmuş, haritalamaları GeoMedia Professional yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu sayede, biyokütle üretimi için gerekli olacak bitkisel hammaddeyi sağlayabilecek bölgelerin belirlenmesi ve bu bölgelerdeki arazi yapısının gözlemlenmesi mümkün olabilecektir.

Verilerin ilişkilendirilmesi, sorgulanması ve yeni veriler üretilerek yorumlanması, rapor ve haritaların üretilmesi için CBS yazılımı olan *GeoMedia Professional 6.1* kullanılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. CBS yazılımı GeoMedia Professional 6.1

Ülkemizde fındık yetiştirilen alanlar 40-41° enlem ve 37-42° boylamları arasında bulunmaktadır. Ordu ili 40°-58' kuzey enlemi ile 37°-52' doğu boylamı arasında yer almakta olup ilin rakımı 3 m'dir. İl, Merkez ilçe, Akkuş, Aybastı, Çamaş, Çatalpınar, Çaybaşı, Fatsa, Gölköy, Gülyalı, Gürgentepe, İkizce, Kabadüz, Kabataş, Korgan, Kumru, Mesudiye, Perşembe, Ulubey ve Ünye olmak üzere toplamda 19 ilçeden oluşmaktadır.

Ordu ilinde tipik bir Karadeniz iklimi hakimdir. Kışları serin, yazları ılık geçer. Yılın neredeyse bütün aylarında yağış mevcut. Ordu coğrafi yapısı sebebiyle deniz ve kara olmak üzere iki farklı iklim tipi görülür. Uzun yıllar içinde gerçekleşen meteorolojik verilere göre yıllık ortalama sıcaklık 14.4 °C, ortalama güneşleme süresi 52.6 saat ve aylık toplam yağış miktarı ortalaması 1042.2 kg m<sup>-2</sup>'dir.

Ordu ili 5,952 km<sup>2</sup> alanı ile Türkiye'nin yüz ölçümü sıralamasında 57. sıradadır. Bunun 255.909 ha'ı (%43) tarım, 202.893 ha'ı (%34,09) orman-fundalık, 50.000 ha'ı (%8,40) çayır-mera, 89.398 ha'ı (%14,52) diğer alanlardır. 2016 yılı TÜİK verilene göre 19 ilçe ve belediye ve bu belediyelerde toplamda 741 mahalle bulunmaktadır.

### **3.2. Yöntem**

Ordu İl'inde bulunan fındık kaynaklı bitkisel biyokütle hammadde üretim potansiyelinin belirlenebilmesi için fındık üretimi gerçekleştirilen alanlar ve üretim miktarları Microsoft Excel programında düzenlenmiş, verim değerleri, potansiyel biyokütle üretim miktarları ve bu üretim sonucunda elde edilebilecek enerji miktarları hesaplanmıştır.

Ordu İli 1998 yılında yapılan çalışmada rakımı düşük bölgelerde çoğunlukla Palaz, Tombul, Kara, Uzunmusa ve Sivri çeşitleri yaygınken rakımı yüksek bölgelerde Çakıldak çeşidi üretilmektedir (Tablo 11).

Tablo 11. Ordu İli Fındık Çeşitleri (GTHB, 1998)

İlçe Adı	Toplam Üretim Alanı(Da)	PALAZ		TOMBUL		ÇAKILDAK		KARA		UZUNMUSA		SIVRI	
		%	Dekar	%	Dekar	%	Dekar	%	Dekar	%	Dekar	%	Dekar
MERKEZ	268270	30	80481	25	67068	23	61702	15	40240	5	13414	2	5365
AKKUŞ	21727	-	-	-	-	100	21727	-	-	-	-	-	-
AYBASTI	20470	-	-	-	-	100	20470	-	-	-	-	-	-
ÇAMAŞ	42400	15	6360	5	2120	65	27560	5	2120	-	-	10	4240
ÇATALPINAR	46500	4	1860	13	6045	83	38595	-	-	-	-	-	-
ÇAYBAŞI	37830	40	15132	44	16646	7	2648	4	1513	-	-	5	1891
FATSA	211250	40	84500	47	99288	7	14788	5	10562	-	-	1	2112
GÖLKÖY	101550	-	-	-	-	100	101550	-	-	-	-	-	-
GÜLYALI	55180	25	13795	37	20417	10	5518	27	14899	-	-	1	551
GÜRGENTEPE	79990	-	-	1	800	99	79190	-	-	-	-	-	-
İKİZCE	79400	57	45258	38	30172	3	2382	1	794	-	-	1	794
KABADÜZ	56620	3	1698	18	10192	75	42465	4	2265	-	-	-	-
KABATAŞ	24050	-	-	-	-	100	24050	-	-	-	-	-	-
KORGAN	36460	5	1823	2	729	90	32814	3	1094	-	-	-	-
KUMRU	56700	25	14175	25	14175	50	28350	-	-	-	-	-	-
MESUDİYE	10800	-	-	-	-	100	10800	-	-	-	-	-	-
PERŞEMBE	139700	27	37719	65	90805	8	11176	-	-	-	-	-	-
ULUBEY	172800	8	13824	15	25920	70	120960	6	10368	-	-	1	1728
ÜNYE	225900	60	135540	35	79065	3	6777	1	2259	-	-	1	2259
TOPLAM	1687597		452165		463442		653522		86114		13414		18940

### 3.2.1. Biyokütle ve enerji potansiyelinin belirlenmesi

Biyokütle ve buna bağlı enerji potansiyelinin belirlenmesi amacıyla literatür taraması gerçekleştirilerek biyokütle potansiyelinin hesaplanmasına ilişkin formülasyonlar ve şablon teşkil edebilecek veriler incelenmiştir.

Bilandzija ve ark. (2012), Hırvatistan’da intensif meyve üretiminin önemli bir aşaması olan budama çalışmalarının sonucunda önemli miktarda biyokütlenin atık olarak açığa çıktığını belirtmişlerdir. Elma, armut, kayısı, şeftali-nektarin, kiraz vişne, ceviz, fındık, badem, incir, şaraplık üzüm ve zeytin üzerine yürüttükleri çalışmada kış budaması sonrası toplanan örnekleri tartarak laboratuvar ortamına aktarmışlardır. Laboratuvarda sınıflandırmaları gerçekleştirilen örneklerin düşük ısı değer, nem, kül, uçucu madde, kok ve sabitlenmiş karbon değerlerinin yanı sıra karbon, hidrojen, nitrojen ve sülfür seviyelerini belirlemişlerdir (Tablo 12).

Tablo 12. Fındıkta budama sonrası elde edilen kuru biyokütlenin kimyasal özellikleri (Bilandzija ve ark. 2012)

Nem (%)	Kül (%)	Analizler (%)					Kok (%)	Cfix (%)	Uçucu Madde (%)	Düşük ısı değer (MJ kg <sup>-1</sup> )
		C	H	N	O	S				
5.12c ± 0.56	3.81bc ± 0.52	46.46d ± 5.55	6.57a ± 1.01	0.78b ± 0.11	45.98a ± 6.85	0.21a ± 0.02	16.81e ± 2.33	13.05e ± 1.67	78.02a ± 8.43	17.47a ± 2.11

Bilandzija ve ark. (2012), yaptıkları analizler neticesinde bir fındık ağacından elde edilebilecek ortalama biyokütle miktarının 3,05 kg ve bu biyokütleden elde edilebilecek enerji miktarının ise ağaç başına 53,28 MJ olduğu sonucuna varmışlardır.

Monarca ve ark. (2013) İtalya’nın Viterbo bölgesinde yürüttükleri çalışmada budama sonrası fındık artıklarının biyokütlesel durumunu ortaya koymuşlar, Bilandzija ve ark. (2012) ile benzer sonuçlara ulaşmışlar, ek olarak biyokütle miktarının ağaç yaşı ile değişmemekle birlikte, ağaç sayısının artışı ile doğru orantılı olarak artmakta olduğu sonucuna varmışlardır.

Bu bilgiler ışığında, Ordu İli içerisinde ilçeler bazında meyve veren ağaç sayıları göz önünde bulundurularak, budama sonrası ağaç başına 3,05 kg biyokütle elde edileceği kabul edilmiş ve yine ağaç başına ortalama 53,28 MJ enerji potansiyelinin mevcut olduğu kabullenilerek hesaplamalar aşağıdaki formüllere göre gerçekleştirilmiştir;

$$BK = MVA \times 3,05 \text{ (kg)}$$

BK: Biyokütle (kg)

MVA: Meyve Veren Ağaç Sayısı (adet)

$$EP \text{ (MJ)} = MVA \text{ (adet)} \times 53,28 \text{ (MJ)}$$

EP: Enerji potansiyeli (MJ)

OECD biyokütle ve tarım ile ilgili raporunda (2004), fındık meyvesinin kabuklarının da biyokütle olarak değerlendirilebileceğini göz önünde bulundurulmuş, elde edilen üründe atık/ürün oranının 1,07 olduğunu belirtmiştir.

Monarca ve ark (2012), fındık kabuklarını gazifikasyon reaktörü ile analiz etmişler ve kimyasal özelliklerini ortaya koymuşlardır (Tablo 13).

Tablo 13. Fındık kabuklarının karakteristik özellikleri (Monarca ve ark., 2012)

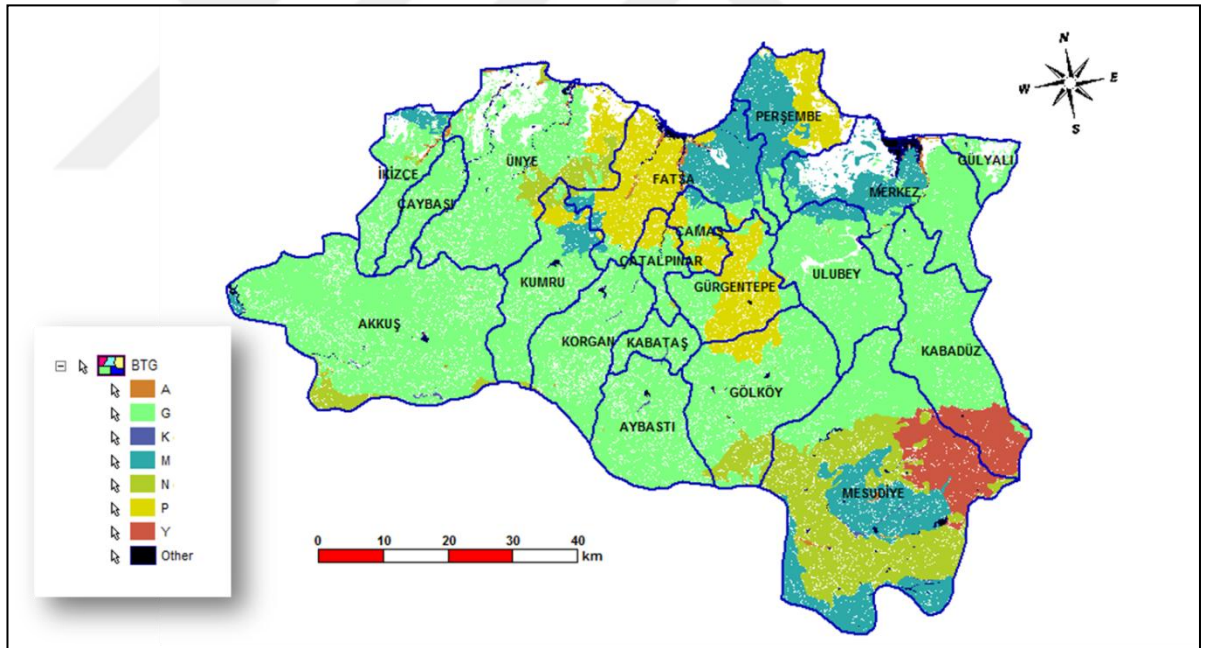
Parametre	Değer	Birim
Nem	6.4	% kuru
Düşük Isıl Değer	18.83	MJ kg <sup>-1</sup>
Karbon İçeriği	51.14	%
Hidrojen İçeriği	5.7	%
Nitrojen İçeriği	0.42	%
Kül İçeriği	1.71	%



Buna göre, fındık kabuklarının biyokütlesel potansiyeli atık/ürün oranının (1,07) Üretim (ton) değerlerine uygulanması ile hesaplanabileceği düşünülmektedir. Fındık kabuklarının budanmış ve kurutulmuş vejetatif aksam ile benzer kimyasal özellikler gösterdiği düşünülerek  $17,47 \text{ MJ kg}^{-1}$  enerji potansiyeline sahip olduğu düşünülmüş ve hesaplamaları yapılmıştır.

### 3.2.2. Ordu İl'inin Biyokütle ve Enerji Potansiyeline Bağlı Mekansal Sorgulamaların Gerçekleştirilmesi

Ordu ilinin haritası GeoMedia Professional 6.1 yazılımına girilmiş, il ve ilçe sınırları harita üzerinde yazılımda çizilerek sayısallaştırılmıştır. Bu işlemden sonra belirlenen her alan için yazılıma veriler girilmiştir. Böylece yazılım ilçelere göre veriler tekrar çağrılarak gösterimini mümkün kılmaktadır. Elde edilen veriler örnekte belirtilen yol izlenerek tematik olarak haritalanmıştır (Şekil 11).



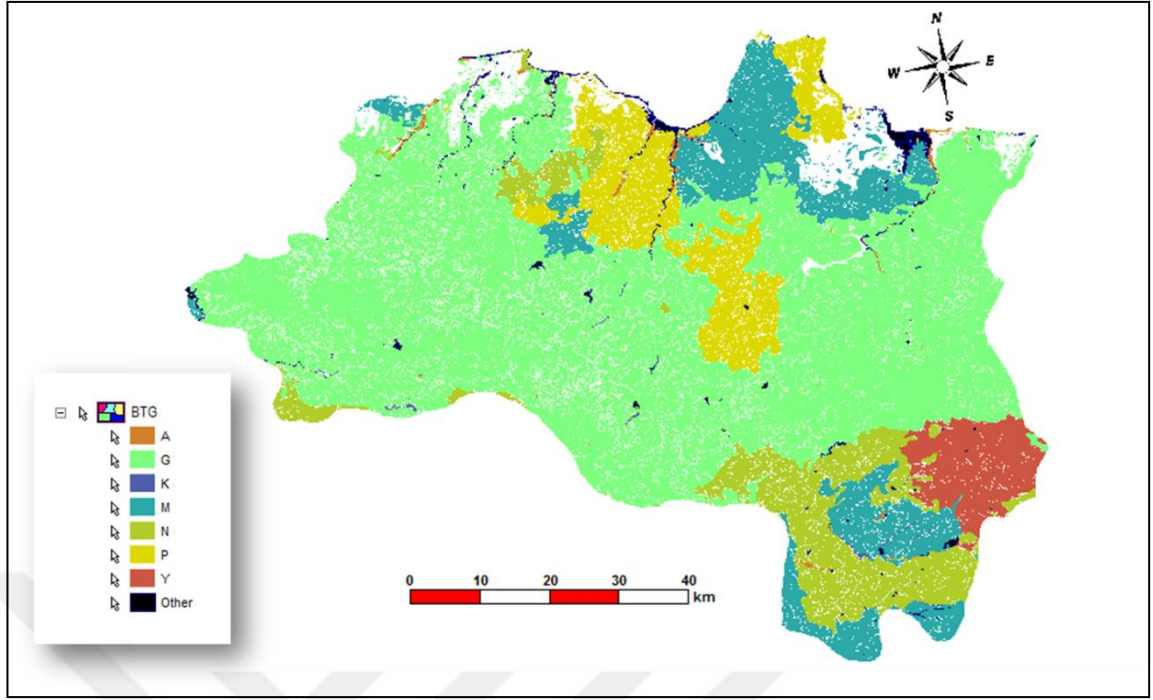
Şekil 11. GeoMedia Profesional 6.1 ile hazırlanan Tematik Haritada Örnek Sorgulama (Ordu ilçelerine ait Toprak Bünyesi varlığının gösterimi)

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

GeoMedia sorgulamalarında katmanlar halinde hazırlanmış olan veri setlerinden biri olan büyük toprak gruplarına (**BTG**) ilişkin bilgiler Tablo 14’te belirtilmiştir. Söz konusu bu çizelgede sembolleri koyu harflerle belirtilen ve karşılıklarında anlamları yazılı toprak grupları Ordu ilinin toprak özelliklerine ilişkin bilgileri ifade etmektedir.

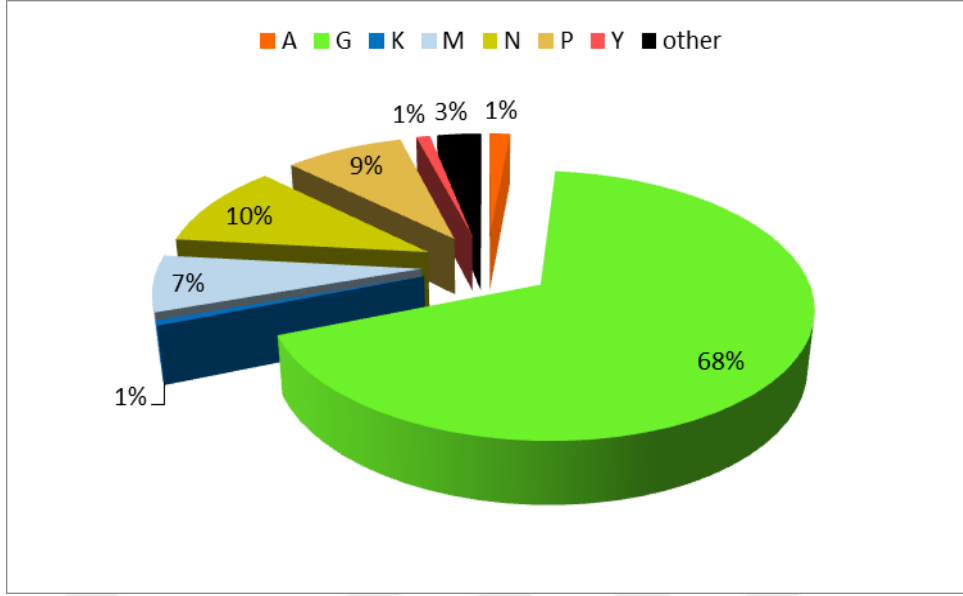
Tablo 14. Büyük toprak grubu (BTG) sembolleri ve anlamları

<b>Sembol</b>	<b>Anlamı</b>
<b>P</b>	<b><i>Kırmızı -Sarı Podzolik</i></b>
<b>G</b>	<b><i>Gri Kahverengi Podzolik</i></b>
<b>M</b>	<b><i>Kahverengi Orman</i></b>
<b>N</b>	<b><i>Kireçsiz Kahverengi Orman</i></b>
C	Kestane Rengi
D	Kırmızımsı Kestane
T	Kırmızı Akdeniz
E	Kırmızı Kahverengi Akdeniz
B	Kahverengi
U	Kireçsiz Kahverengi
F	Kırmızımsı Kahverengi
R	Rendzinalar
V	Vertisoller
Z	Sierozemler
L	Regosoller
X	Bazaltik
<b>Y</b>	<b><i>Yüksek Dağ Çayır</i></b>
<b>A</b>	<b><i>Alüvyal</i></b>
H	Hidromorfik Alüvyal
S	Alüvyal Sahil Bataklıkları
<b>K</b>	<b><i>Kolüvyal</i></b>
Ç	Tuzlu Alkali ve Tuzlu Alkali Karışığı
O	Organik



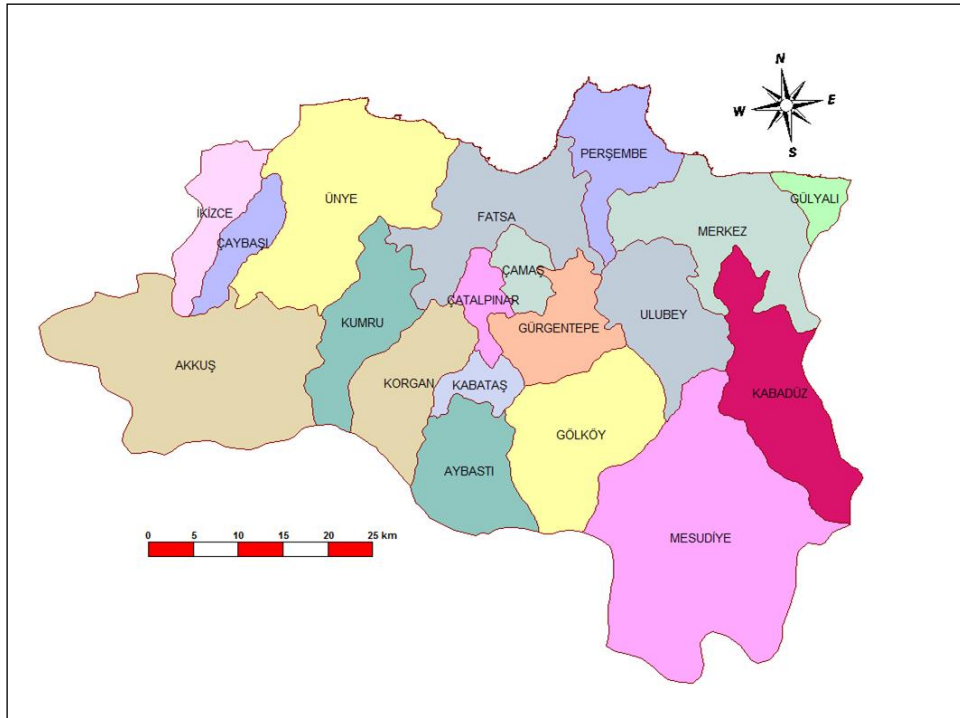
Şekil 12. Ordu iline ait toprak haritası (BTG)

Ordu ilinde tüm parsellerin büyük toprak gruplarına göre dağılımı Şekil 12 ve Şekil 13'te görülmektedir. Ordu İl'indeki topraklar, Gri Kahverengi Podzolik (G) (67,6%), Kireçsiz Kahverengi Orman (N) (10,5%), Kırmızı -Sarı Podzolik (P) (8,6%) ve Kahverengi Orman (M) (7,0%) tipindeki toprakların ağırlıkta olduğu büyük toprak grubundan oluşturmaktadır.

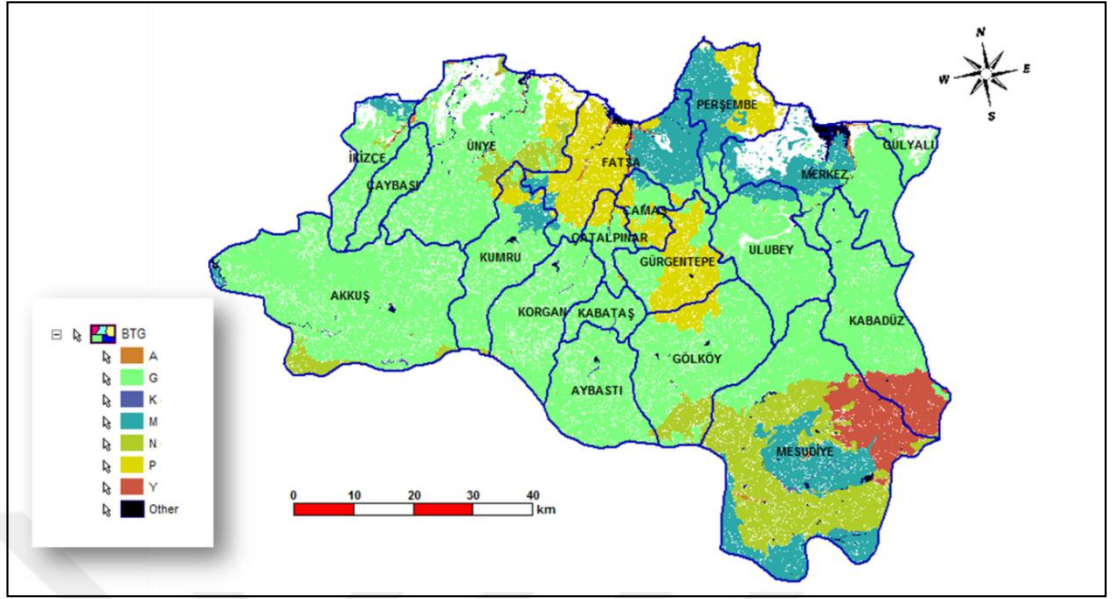


Şekil 13. Ordu ilinde tarım arazilerinin BTG' na göre dağılımı (%)

Ordu İlçelerine ait sınırların görselleştirildiği siyasi harita (Şekil 14) ile Ordu İli toprak haritası (Şekil 12) örtüştürülerek farklı ilçelerdeki toprak bünye dağılımı ortaya konulmuş ve sorgulanabilir hale getirilmiştir (Şekil 15).



Şekil 14. Ordu ilçelerinin tematik haritası



Şekil 15. Ordu İlçelerine ait Toprak Bünyesi Dağılımı

Yapılan sorgulama neticesinde Ordu ili geneline hakim olan ***Gri Kahverengi Podzolik (G)*** toprak çeşidinin Fatsa, Gürgentepe, Çatalpınar, Perşembe ve Mesudiye ilçeleri dışındaki tüm ilçelerde en yaygın görülen toprak çeşidi olduğu görülebilmektedir. Gürgentepe, Çatalpınar ve Perşembe ilçelerinde en yaygın toprak grubu ***Kırmızı -Sarı Podzolik (P)***, Fatsa’da ***Kahverengi Orman (M)*** ve Mesudiye’de ***Kireçsiz Kahverengi Orman (N)*** şeklindedir (Tablo 15).

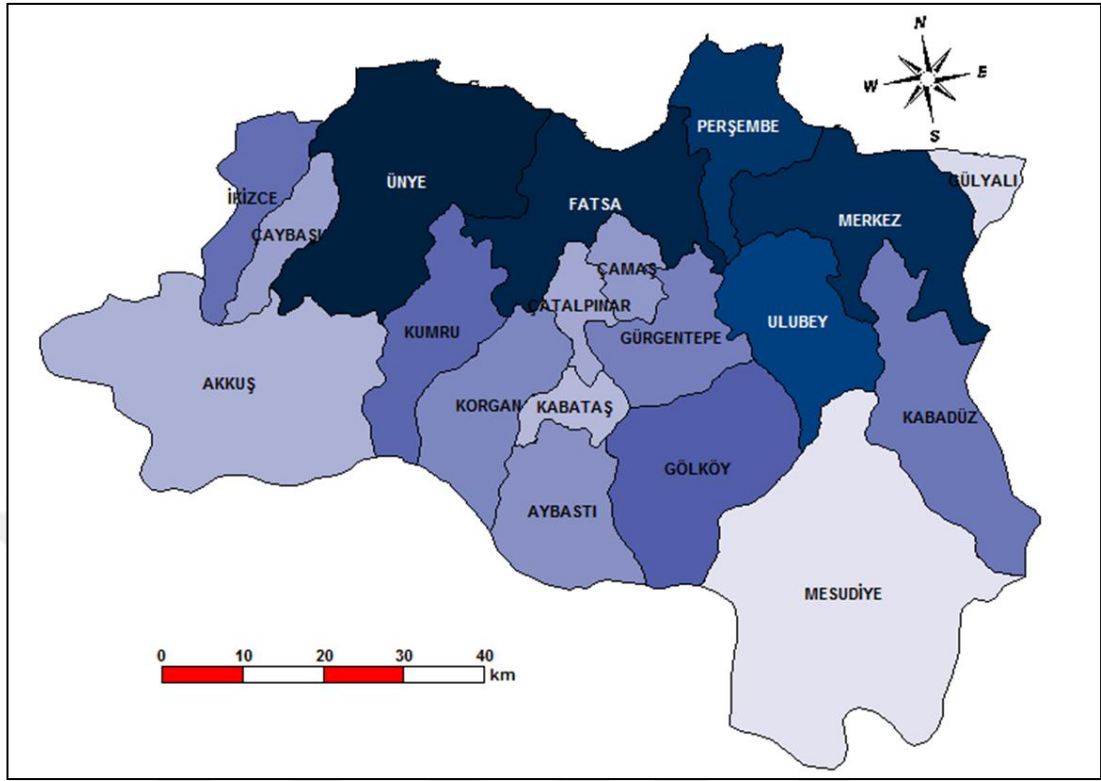
Tablo 15. Ordu İlçelerine ait Toprak Bünyesi Dağılımı

İLÇE ADI		A	G	K	M	N	P	Y
AKKUŞ	0,40%	0,06%	94,69%	0,30%	0,47%	4,07%	0,00%	0,00%
AYBASTI	0,06%	0,00%	93,30%	0,04%	0,00%	6,60%	0,00%	0,00%
FATSA	2,49%	2,24%	11,04%	0,00%	59,41%	0,49%	24,32%	0,00%
GÖLKÖY	0,16%	0,00%	75,55%	0,00%	0,70%	12,55%	11,05%	0,00%
GÜLYALI	0,85%	0,00%	99,06%	0,00%	0,07%	0,02%	0,00%	0,00%
GÜRGENTEPE	0,19%	0,00%	39,29%	0,00%	0,00%	0,82%	59,71%	0,00%
KABATAŞ	0,00%	0,00%	99,42%	0,58%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
KORGAN	0,49%	0,00%	98,25%	0,61%	0,00%	0,64%	0,00%	0,00%
KUMRU	0,38%	0,03%	76,84%	0,00%	8,89%	8,31%	5,54%	0,00%
MERKEZ	8,12%	1,96%	59,92%	0,00%	28,91%	1,09%	0,00%	0,00%
ÇAMAŞ	2,65%	0,88%	53,61%	0,00%	14,40%	0,59%	27,87%	0,00%
ÇATALPINAR	0,87%	0,00%	27,87%	0,00%	0,00%	0,49%	70,77%	0,00%
ÇAYBAŞI	0,16%	0,28%	97,99%	0,00%	0,06%	1,52%	0,00%	0,00%
İKİZCE	0,16%	3,36%	75,68%	0,00%	20,26%	0,54%	0,00%	0,00%
ÜNYE	1,33%	1,34%	64,24%	0,00%	1,14%	9,24%	22,72%	0,00%
PERŞEMBE	0,56%	0,27%	8,34%	0,54%	30,67%	0,28%	59,34%	0,00%
ULUBEY	0,23%	0,40%	86,78%	0,00%	11,54%	0,23%	0,83%	0,00%
MESUDİYE	0,62%	0,34%	21,99%	0,45%	24,72%	34,58%	0,01%	17,28%
KABADÜZ	0,34%	0,00%	80,82%	0,00%	0,56%	0,82%	0,00%	17,46%

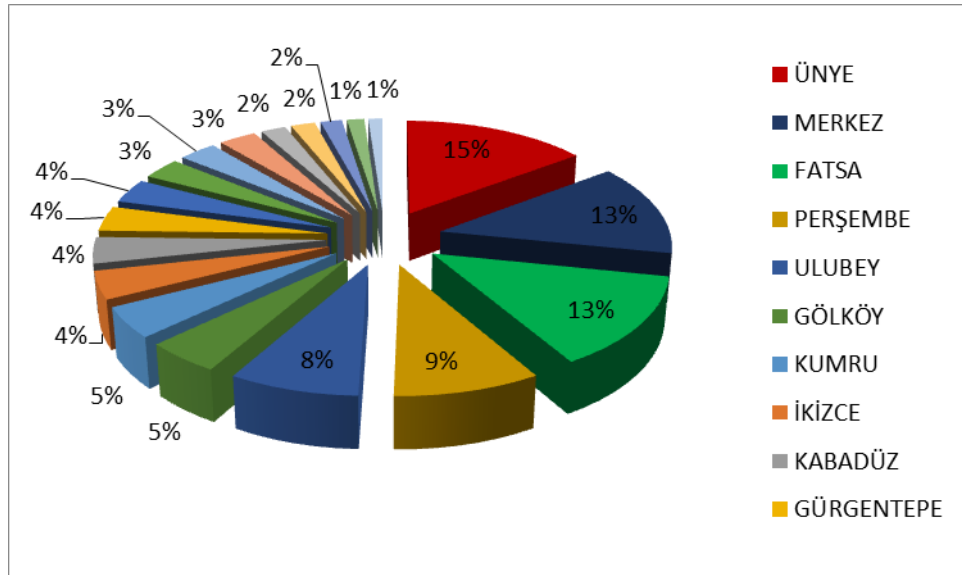
Fındık üretiminin yoğun olduğu Ünye ve Fatsa ilçelerinin toprak bünyeleri incelendiğinde toprak bünyesinin fındık üretim alanı ve miktarı üzerindeki etkisinin kısıtlı olduğu görüşüne varılabilir. Perşembe ve Merkez ilçenin yüksek düzeydeki fındık üretim miktarı, toprak bünyelerindeki farklılıklar ve daha az tekdüze yapı göz önünde bulundurulduğunda bu görüşün desteklendiği düşünülebilir (Tablo 15, Şekil 16 ve 17).

Tablo 16. Ordu İlçelerinde Fındık Üretim, Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Potansiyeli Verileri

İlçe Adı	Toplam Fındık Alanı (da) 2015	Üretim (ton) 2015	Meyve Veren Ağaç Sayısı 2015	Verim (kg/da) 2015	Budama Sonucu Potansiyel Biyokütle (kg)	Budama Sonucu Enerji Potansiyeli (MJ)	Fındık Kabuğu Biyokütle Potansiyeli (kg) 2015	Fındık Kabuğu Enerji Potansiyeli (MJ) 2015	Toplam Enerji Potansiyeli (MJ) 2015	Toplam Enerji Potansiyeli (kWh) 2015
MERKEZ	270.763	26.961	15.975.000	99,57	48.723.750	851.148.000	13.936.362	243.468.250	1.094.616.250	306.492.550
ÜNYE	296.712	29.674	14.835.600	100,01	45.248.580	790.440.768	15.338.734	267.967.688	1.058.408.456	296.354.368
FATSA	269.690	26.747	14.832.950	99,18	45.240.498	790.299.576	13.825.744	241.535.747	1.031.835.323	288.913.890
PERŞEMBE	193.300	17.981	9.664.000	93,02	29.475.200	514.897.920	9.294.527	162.375.379	677.273.299	189.636.524
ULUBEY	176.745	15.930	8.837.250	90,13	26.953.613	470.848.680	8.234.348	143.854.057	614.702.737	172.116.766
GÖLKÖY	140.677	9.346	7.520.000	66,44	22.936.000	400.665.600	4.831.024	84.397.992	485.063.592	135.817.806
GÜRGENTEPE	101.280	7.353	6.076.800	72,60	18.534.240	323.771.904	3.800.826	66.400.432	390.172.336	109.248.254
KUMRU	117.740	9.051	5.887.000	76,87	17.955.350	313.659.360	4.678.536	81.734.028	395.393.388	110.710.149
AYBASTI	90.054	6.318	4.917.000	70,16	14.996.850	261.977.760	3.265.826	57.053.982	319.031.742	89.328.888
KORGAN	87.463	7.132	4.822.115	81,54	14.707.451	256.922.287	3.686.589	64.404.716	321.327.004	89.971.561
KABADÜZ	86.443	7.702	4.754.365	89,10	14.500.813	253.312.567	3.981.227	69.552.037	322.864.604	90.402.089
İKİZCE	94.321	8.162	4.718.000	86,53	14.389.900	251.375.040	4.219.005	73.706.014	325.081.054	91.022.695
ÇAYBAŞI	63.258	6.016	3.795.480	95,10	11.576.214	202.223.174	3.109.720	54.326.805	256.549.979	71.833.994
AKKUŞ	55.000	3.901	3.300.000	70,93	10.065.000	175.824.000	2.016.459	35.227.538	211.051.538	59.094.431
ÇAMAŞ	70.126	6.114	3.056.950	87,19	9.323.698	162.874.296	3.160.377	55.211.783	218.086.079	61.064.102
KABATAŞ	46.687	3.459	2.801.200	74,09	8.543.660	149.247.936	1.787.986	31.236.107	180.484.043	50.535.532
ÇATALPINAR	48.650	4.014	2.432.500	82,51	7.419.125	129.603.600	2.074.870	36.247.971	165.851.571	46.438.440
MESUDİYE	30.439	2.284	1.674.145	75,04	5.106.142	89.198.446	1.180.618	20.625.403	109.823.848	30.750.678
GÜLYALI	32.482	2.793	1.624.100	85,99	4.953.505	86.532.048	1.443.725	25.221.869	111.753.917	31.291.097
<b>Toplam</b>	<b>2.271.830</b>	<b>200.938</b>	<b>121.524.455</b>	<b>84</b>	<b>370.649.588</b>	<b>6.474.822.962</b>	<b>103.866.502</b>	<b>1.814.547.797</b>	<b>8.289.370.760</b>	<b>2.321.023.813</b>



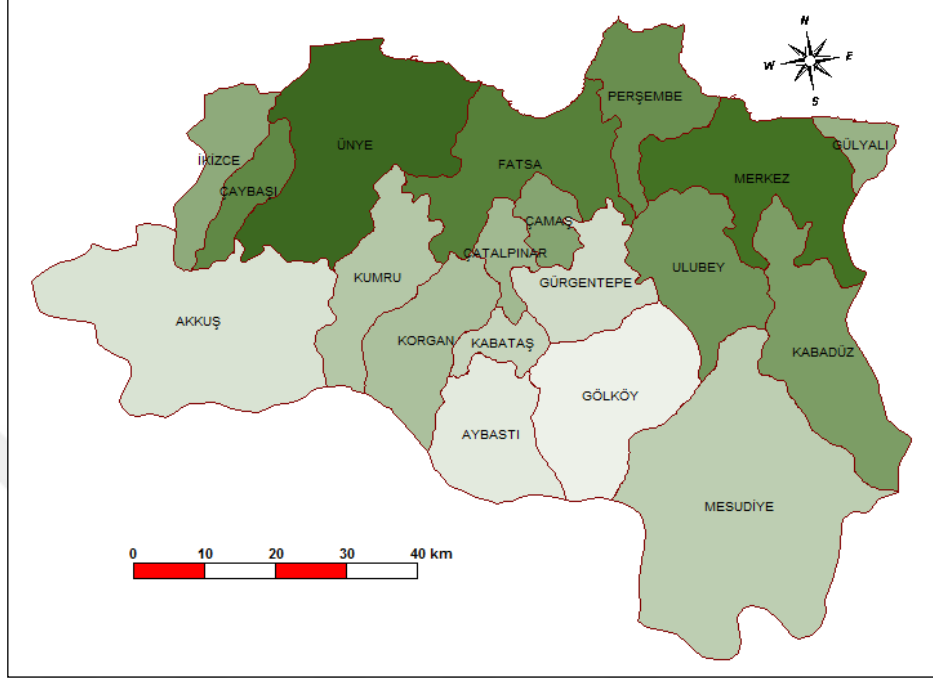
Şekil 16. Fındık üretiminin 2015 yılında Ordu ilçelerdeki dağılımının Tematik Harita Sorgulaması (ton)



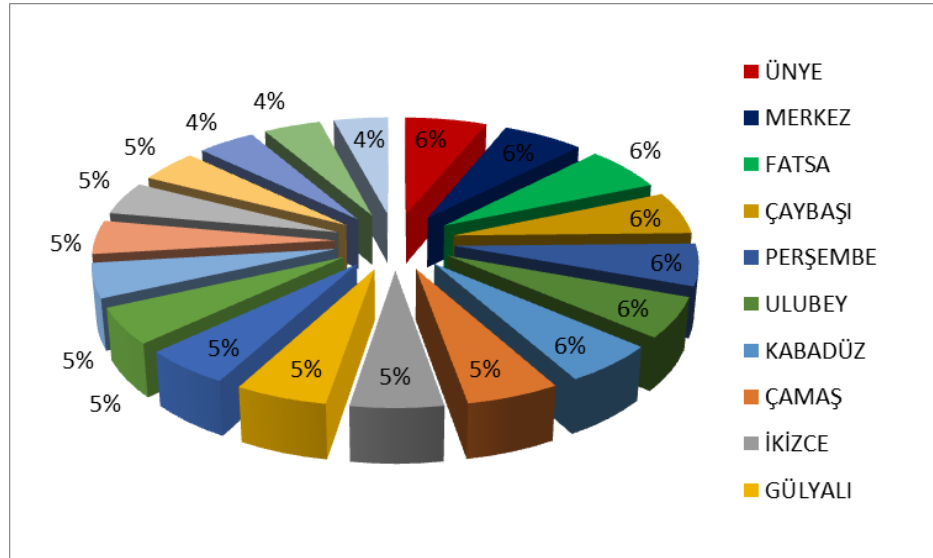
Şekil 17. Fındık üretiminin 2015 yılında Ordu ilçelerindeki dağılımı (%)



Üretim alanları ve miktarlarına bağlı olarak hesaplanan verim değerleri Şekil 18 ve 19’da görülebilmektedir. En yüksek verim değerine sahip ilçeler sırasıyla, Ünye, Merkez, Fatsa, Çaybaşı ve Perşembe olarak belirlenmiştir (Tablo 16).

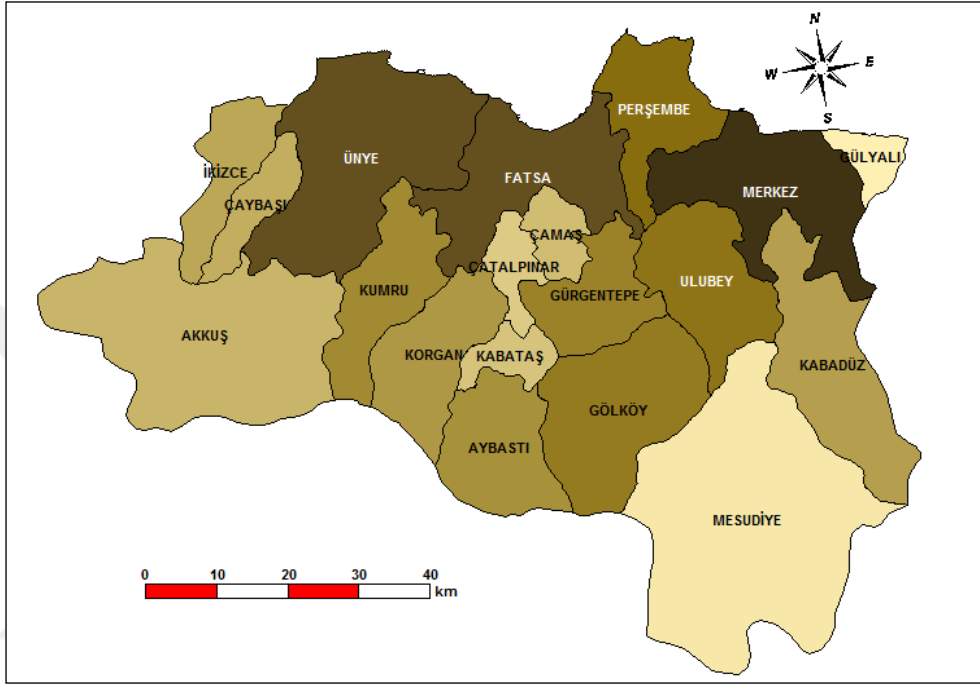


Şekil 18. Fındık verim değerlerinin 2015 yılında Ordu ilçelerdeki dağılımının Tematik Harita Sorgulaması ( $\text{kg}\cdot\text{da}^{-1}$ )

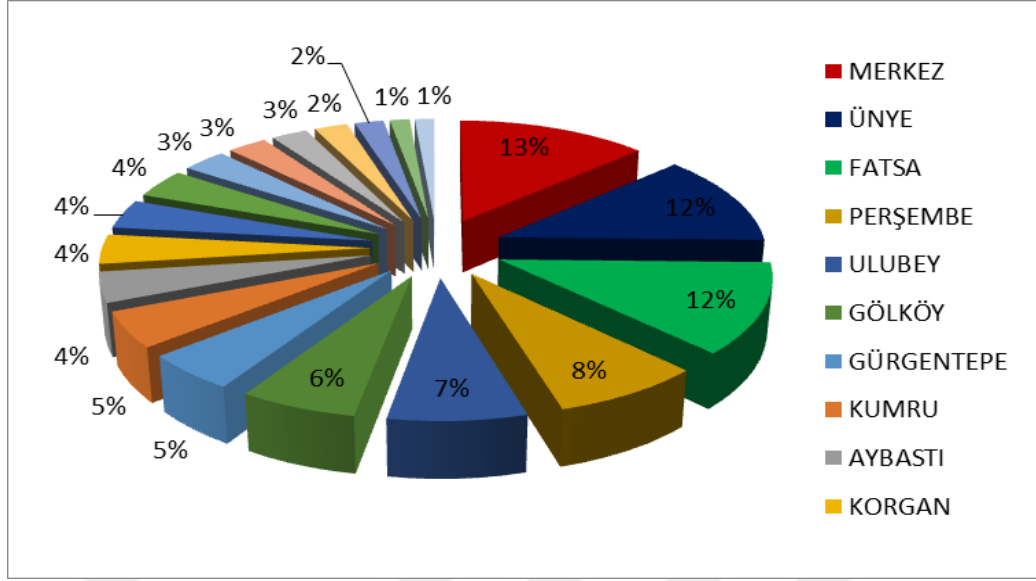


Şekil 19. Fındık verim değerlerinin 2015 yılında Ordu ilçelerdeki dağılımı (%)

Toplamda 121.524.455 meyve veren ağaca sahip olan Ordu ili için budama işlemi sonrası potansiyel biyokütle üretiminin belirlenebilmesi için önem arz eden meyve veren ağaç sayısına ilişkin veriler Şekil 20’de görüldüğü gibi sorgulanmıştır. En fazla ağaca sahip ilçeler, Merkez ilçe 15.975.000, Ünye 14.835.600 ve Fatsa 14.835.600 adet olarak gözlemlenebilmektedir (Şekil 20 ve 21).

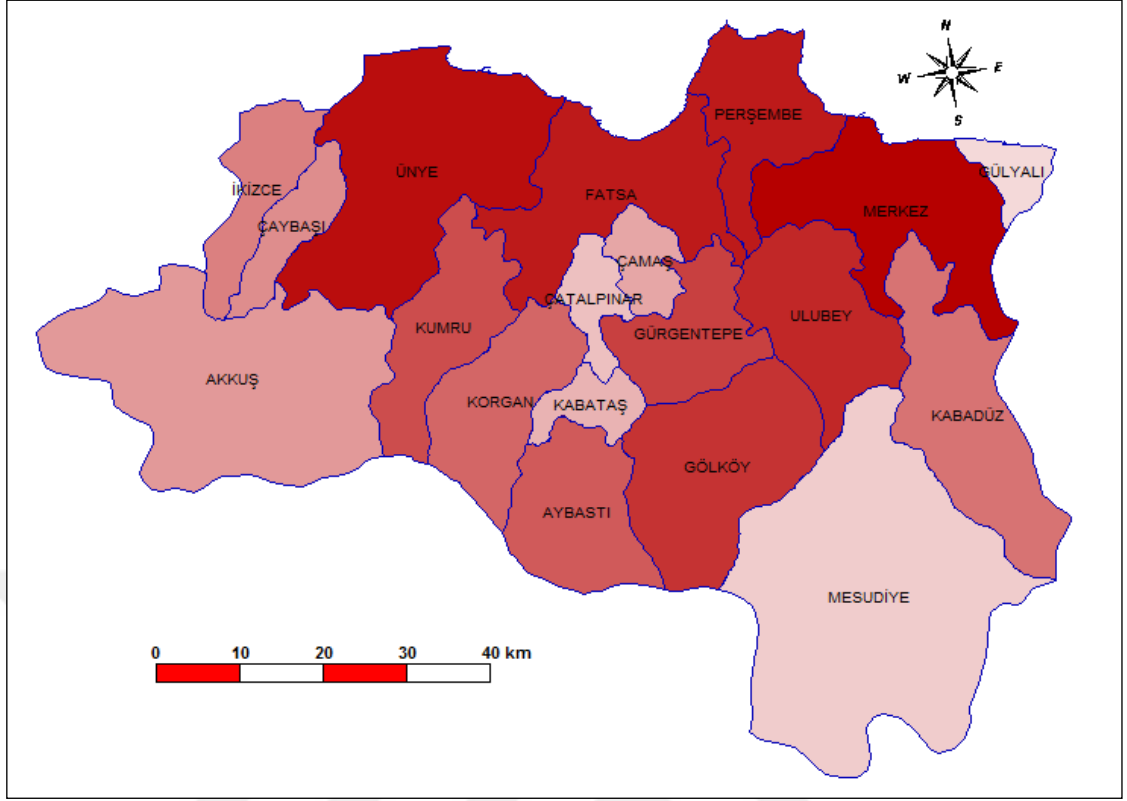


Şekil 20. Meyve veren ağaç sayısının 2015 yılında Ordu ilçelerdeki dağılımının Tematik Harita Sorgulaması (adet)

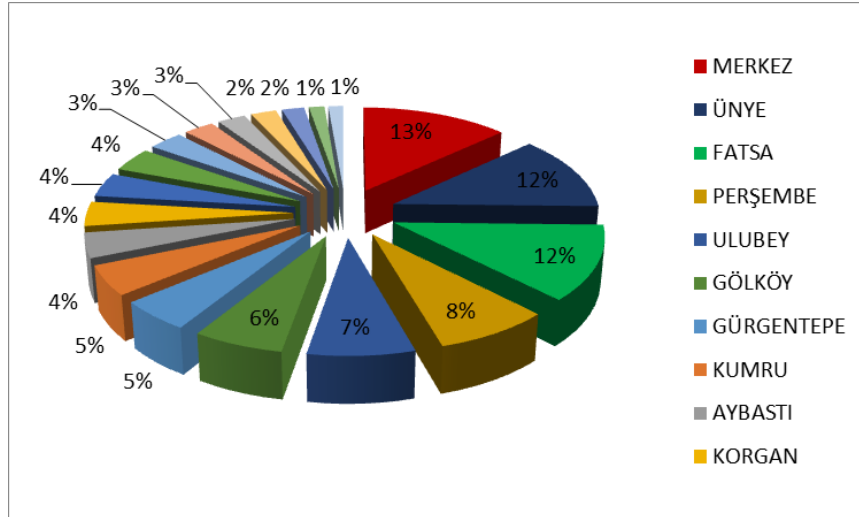


Şekil 21. Meyve veren ağaç sayısının 2015 yılında Ordu ilçelerdeki dağılımı (%)

Meyve veren ağaç sayısına bağlı olarak hesaplanan budama sonrası biyokütle potansiyeline ilişkin sorgulama yapılmış ve Merkez ilçe (48.723.750 kg) Ünye (45.248.580 kg) ve Fatsa'nın (45.240.498 kg) potansiyeli en yüksek ilçeler olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 22 ve 23). Ordu ilinin budamaya bağlı biyokütle potansiyeli ise toplam 370.649.588 kg olarak hesaplanmıştır.

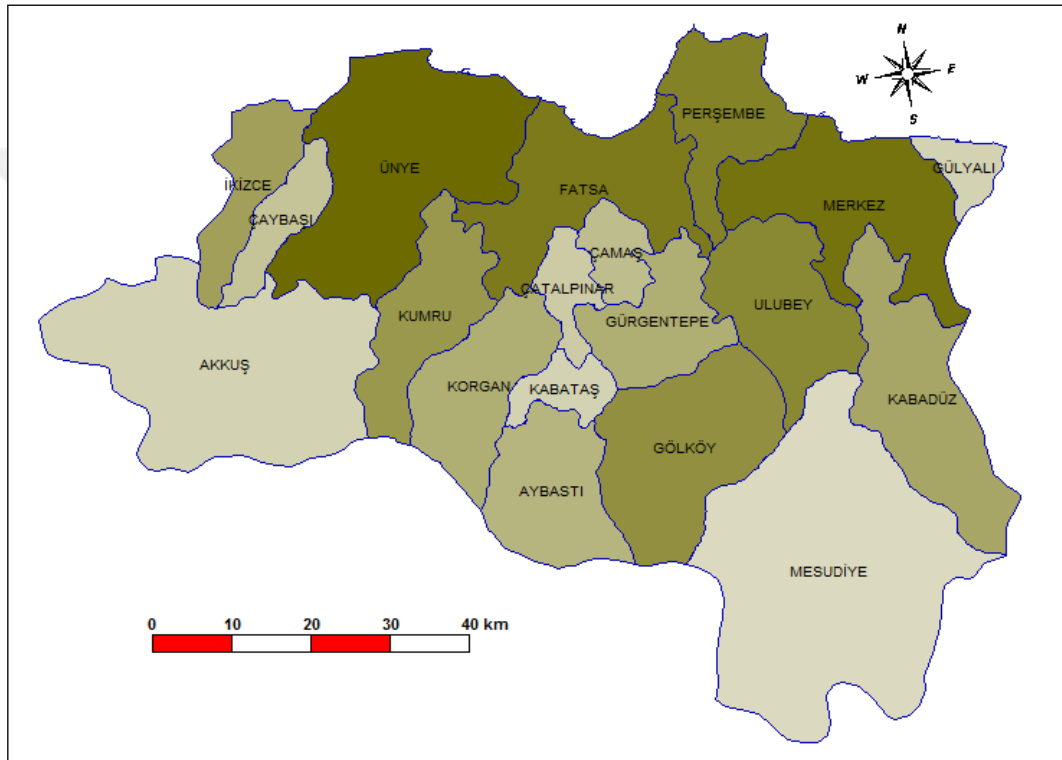


Şekil 22. 2015 yılı Ordu ilçelerdeki Biyokütle üretim potansiyelinin Tematik Harita Sorgulaması (kg)

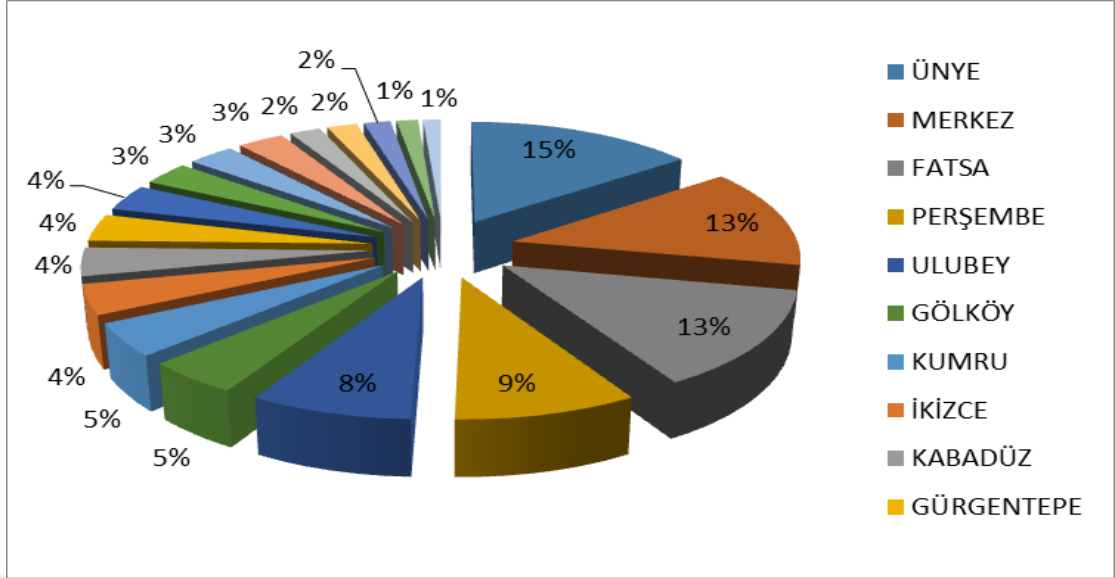


Şekil 23. 2015 yılı Ordu ilçelerindeki Biyokütle üretim potansiyeli (%)

Biyokütle olarak değerlendirilebileceği düşünülen fındık kabuğunun olası üretim miktarları Tablo 16 ve Şekil 25’te görülebilmektedir. Toplamda 103.866.502 kg potansiyele sahip olduğu hesaplanan Ordu iline ait değerler mekânsal olarak sorgulandığında Şekil 24’te görsel olarak sırasıyla Ünye (15.338.734 kg), Merkez (13.936.362 kg) ve Fatsa (13.825.744 kg) ilçelerinin fındık kabuğu üretim potansiyelinin diğer ilçelere göre yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

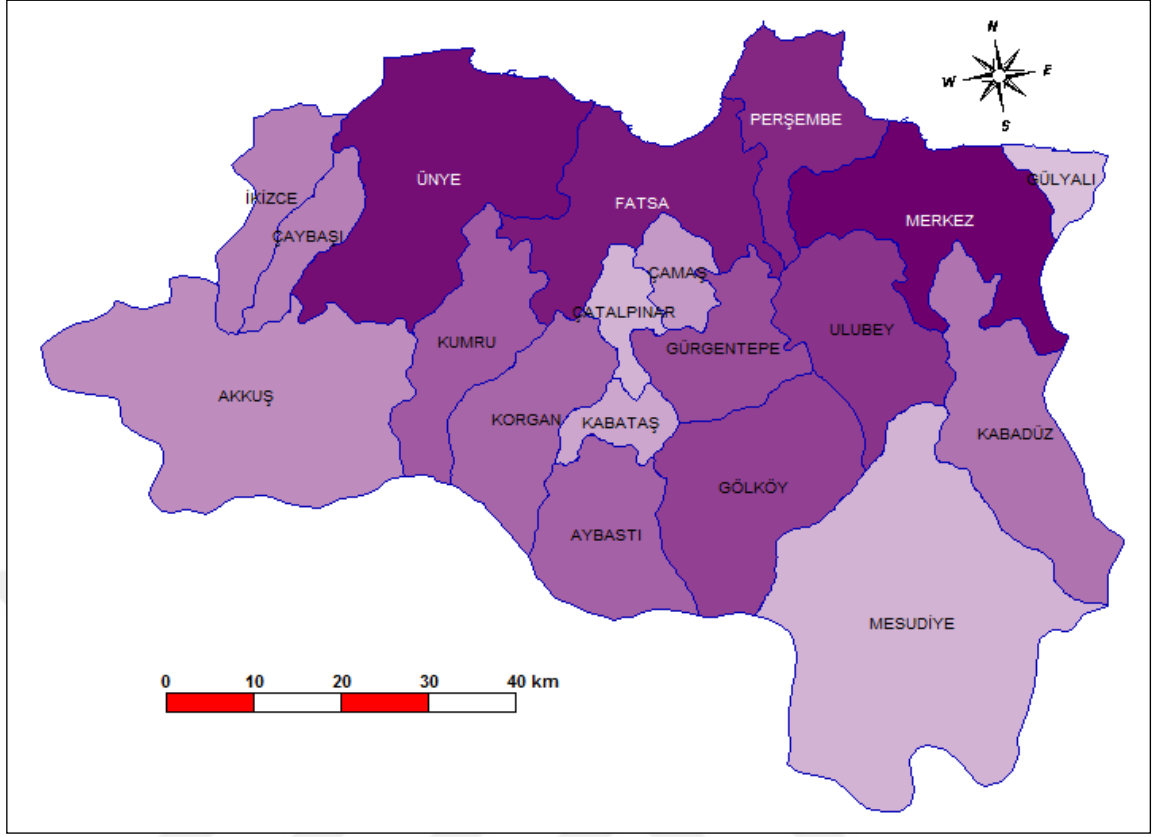


Şekil 24. 2015 Fındık Kabuğu Biyokütle Potansiyelinin Tematik Harita Sorgulaması (kg)

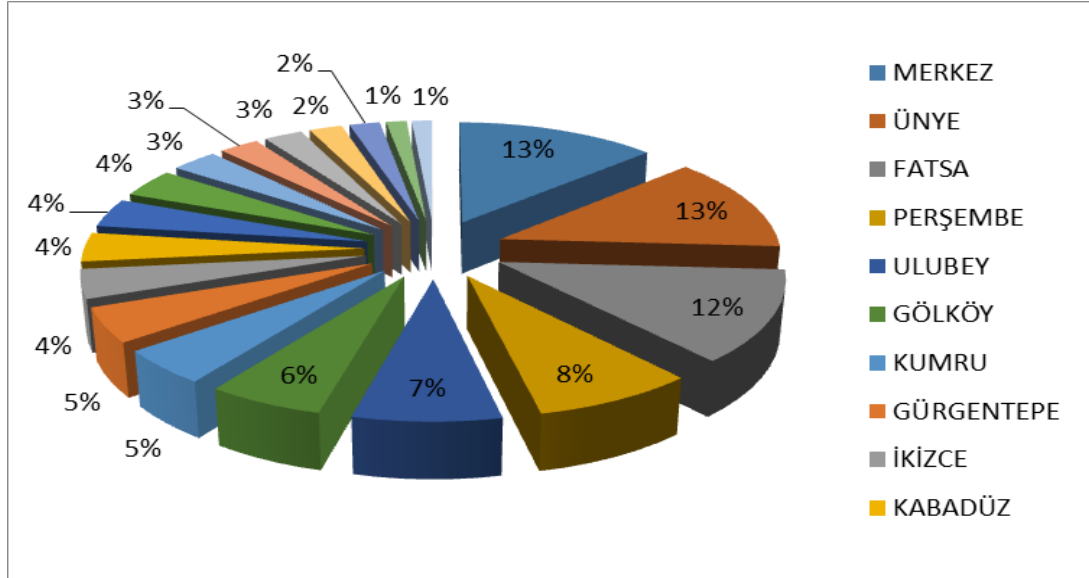


Şekil 25. 2015 Fındık Kabuğu Biyokütle Potansiyeli (kg)

Tablo 16’da görüldüğü üzere toplam budama sonucu elde edilen atıklar ve fındık üretimi neticesinde ortaya çıkabileceği hesaplanan fındık kabuğu değerlerinin enerji potansiyeli hesaplanmış ve toplam enerji potansiyeli 8.289.370.760 MJ (2.321.023.813 kWh) bulunan Ordu ilinin verileri Şekil 26 ve 27’de görüldüğü gibi mekânsal analize tabi tutulmuştur. Fındık artıklarına bağlı enerji üretim potansiyeli en yüksek olan ilçeler sırasıyla, Merkez ilçe 1.094.616.250 MJ (306.492.550 kWh), Ünye 1.058.408.456 MJ (296.354.368 kWh), Fatsa 1.031.835.323 MJ (288.913.890 kWh) olarak belirlenmiştir.



Şekil 26. 2015 Toplam Enerji Potansiyelinin Tematik Harita Sorgulaması (MJ)



Şekil 27. 2015 Toplam Enerji Potansiyeli (MJ)

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tüm dünya sürdürülebilir enerji yönetimi uygulamaları üretme ve uygulama arayışı içerisinde, yenilenebilir enerji üretim politikaları üretme çabasıdır. Bu anlamda, temiz ve yenilenebilir enerji üretim kaynakları arasında önemli bir yere sahip olan biyokütlenin üretiminin yanı sıra verimli bir şekilde değerlendirilebilmesi gerekmektedir.

Fındık üretiminde dünya lideri olan Ülkemizden sonra ikinci sırada gelen İtalya'nın üretim miktarının (80.000 ton) üzerine çıkabilen Ordu ilinin (200.000 ton) sahip olduğu bu değerli kaynağı en verimli şekilde değerlendirebilmesi gerekmektedir. Bu anlamda, başlıca ihraç kaynağımız olan fındığın başlıca ithalat giderlerimizden biri olan enerji alanında sağlayabileceği katkı detaylı bir şekilde irdelenmelidir.

Yaklaşık 1 milyon MWh/yıl elektrik tüketimine sahip olan Ordu ilinin (TÜİK, 2013) fındık artıklarının biyokütle olarak değerlendirilmesi durumunda yıllık 2.321.024 MWh lik enerji üretim potansiyeli bulunmaktadır.

Fındık ağaçlarından elde edilebilecek atık biyokütle miktarı gerek Ordu ili için gerekse Türkiye için ekonomik bir fırsat olarak görülebilir. Bu denli yüksek miktarlardaki üretim bölgesel çapta artan enerji talebine etkili bir çözüm olarak sunulabilir. Budama sonucu elde edilen atık biyokütlenin fındık kabukları ile benzer kimyasal karaktere sahip olması, yakma veya gazifikasyon yöntemleri ile verimli bir şekilde enerji üretimi sağlanabileceği düşüncesini pekiştirmektedir. Özellikle Merkez ilçe, Ünye ve Fatsa ilçelerinde kurulabilecek enerji üretim tesislerinin fındık artıklarının bu yönde değerlendirilmesini sağlayacak bir piyasanın oluşmasını sağlayacağı düşünülmektedir.



## KAYNAKÇA

Akaydın, M., *Akdeniz Üniversitesi, 2007-2012 Stratejik Planı*, **2007**

Akaydın, M., *2007-2012 Stratejik Planı, Akdeniz Üniversitesi*, **2007**

Anonim<sup>1</sup>, 2017. <http://www.enerjibes.com/yenilenebilir-enerji-kaynaklari-nelerdir/>

Anonim<sup>2</sup>, 2016. [http://www.emo.org.tr/ekler/18ff249800ead7f\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/18ff249800ead7f_ek.pdf)

Anonim<sup>3</sup>, 2016. [http://www.emo.org.tr/ekler/18ff249800ead7f\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/18ff249800ead7f_ek.pdf)

Anonim<sup>4</sup>, 2016. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, <http://www.eie.gov.tr/>

Anonim<sup>5</sup>, 2016. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. <http://www.enerji.gov.tr>

Anonim<sup>6</sup>, 2016, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü. <http://bepa.yegm.gov.tr/>

Anonim<sup>7</sup>, 2016, Gıda ve Tarım Örgütü. <http://www.fao.org/statistics/en/>

Anonim<sup>8</sup>, 2016, Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>

Anonim<sup>9</sup>, 2016, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. <http://www.tarim.gov.tr/>

Anonim<sup>10</sup>, 2013, Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/ilGostergeleri/iller/ORDU.pdf>

Avan, H., *Tokat İlindeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Üretim Potansiyelinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı*, **2014**

Bilandzija, N., Voca, N., Kricka, T., Matin, A., Jurisic, V., *Energy Potential of Fruit Tree Pruned Biomass in Croatia, Spanish Journal of Agricultural Research*, **2012**, 10(2), 292-298

- Curovic, M., Pavicevic, K., Dokic, M., Drobnjak, D., *Analysis of the Energy Potential of Agricultural Biomass Residues In Montenegro*, **2016**, 62 (3): 277-284
- Çay, T., Nas, B., Berktaş, A., İşcan, F., *Katı Atık Deponi Alanlarının Yer Seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemler (CBS) Uygulanması, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, **2007**
- Demir, B., Kuş, Z.A., İrik, H.A., Çetin, N., *Mersin İli Tarımsal Biyoteknoloji Enerji Eşdeğer Potansiyeli, Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü*, **2015**
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2015-2019 Stratejik Planı, **2015**
- Gülen J., Arslan, H., *Biyogaz, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, **2005**
- Huisman, O., Rolf, A., *Principles of Geographic Information Systems, ITC Educational Textbook Series 1*, **2009**
- Kapluhan, E., *Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye'deki Kullanım Durumu, Marmara Coğrafya Dergisi*, **2014**, 30, 97-125
- Karaca, C., Erdoğan, M.M., *Sürdürülebilir Kalkınma ve Türkiye'nin Biyokütle Enerji Potansiyeli*, **2014**
- Karaca, C., *Türkiye'de Sürdürülebilir Tarım Politikaları: Tarım Sektöründe Atıl ve Yenilenebilir Enerji Kaynakların Değerlendirilmesi, Tarım Ekonomi Dergisi*, **2013**, 19(1): 1-11
- Karayılmazlar, S., Saraçoğlu, N., Çabuk, Y., Kurt, R., *Biyokütlenin Türkiye'de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, **2011**, 13 (19): 63-75.
- Koç, E., Şenel, M.C., *Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu – Genel Değerlendirme, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü*, **2013**

Koçer, N., Ünlü, A., *Doğu Anadolu Bölgesinin Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Üretimi, Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 2007*

Kum, H., *Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Dünya Piyasalarındaki Son Gelişmeler ve Politikalar, Nevşehir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, 2009*

Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, H.D., Avcı, E.D., *Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması, Mersin Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 2005*

Monarca, D., Cecchini, M., Colantoni, A., Di Giacinto, S., Marucci, A., Longo L., *Assessment of the Energetic Potential by Hazelnuts Pruning in Viterbo’s Area, Journal of Agricultural Engineering, 2013, volume XLIV(s2):e117*

Monarca, D., Cecchini, M., Guerrieri, M., Colantoni, A., *Conventional and Alternative Use of Biomasses Derived by Hazelnut Cultivation and Processing, Acta Horticulturae, 2009, 845, 627-634*

Monarca, D., Colantoni, A., Cecchini, M., Longo, L., Vecchione, L., Carlini, M., Manzo, A., *Energy Characterization and Gasification of Biomass Derived by Hazelnut Cultivation: Analysis of Produced Syngas by Gas Chromatography, 2012*

Öbekcan, H., *Çorum İli Biyogaz Üretim Potansiyelinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 2014*

Önal, E., Yarbay, R.Z., *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Geleceği, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2010, 9(18): 77-96*

*Renewables Global Status Report, 2016*

Schenkel, Y., Crehay, R., *Bioenergy Policies and Tools In Belgium, 2004*

- Susam, T., Karaman, S., *Köy Yerleşim Alanlarının Bazı Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Belirlenmesi: Tokat Zile İlçesi Örneği, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, **2007**, 4(2): 153-163
- Teke, O., *Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji AR-GE Stratejilerinin Değerlendirilmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü*, **2013**
- Torunoğlu Gedik, Ö., *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevresel Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı*, **2015**
- Türkiye’de Enerji ve Geleceği, İTÜ Görüşü, İstanbul*, **2007**
- Türkmenler, H., Varınca, K., Can, R., *Biyogaz Çalıştayı Sonuç Raporu* , **2014**
- Uğur, A., *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun Tasarısı*, **2005**
- Ünal, H., Alibaş, K., *Biyokütle Enerji Kaynağı Olarak Ayçiçeği Sapının Yakılması ve Baca Gazı Emisyonlarının Belirlenmesi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **2002**, 16(2): 113-128
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, **2016**
- Yeşil, M. A., *TRA2 Bölgesi Yeşil Enerji Kaynakları Sektör Raporu*, **2015**
- Yılmaz, V., *Sürdürülebilir Bir Sistemde Biyogazın Yeri, 5. Yenilebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, **2009**
- Yokuş, İ., Onurbaş Avcıoğlu, A., *Sivas İlindeki Hayvansal Atıklardan Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi, 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi*, **2012**

## ÖZGEÇMİŞ

Ad: Esra

Soyad: Balcı Kuru

Doğum Yeri ve Tarihi: Kırşehir 08.04.1992

E-Posta: [Esrabalcı40@hotmail.com](mailto:Esrabalcı40@hotmail.com)

Lisans: Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği

