



**YENİLİKÇİ HİBRİT ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YAKLAŞIMI
YÖNTEMİ KULLANARAK SÜRDÜRÜLEBİLİR BİYOENERJİ ÜRETİM
TESİSİ İÇİN UYGUN YER SEÇİMİ**

ABDULLAH YÜKSEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
DR.ÖĞR.ÜYESİ CEM EMEKSİZ**

Eylül - 2020

Her hakkı saklıdır

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YENİLİKÇİ HİBRİT ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YAKLAŞIMI
YÖNTEMİ KULLANARAK SÜRDÜRÜLEBİLİR BİYOENERJİ
ÜRETİM TESİSİ İÇİN UYGUN YER SEÇİMİ

ABDULLAH YÜKSEL

TOKAT
Eylül - 2020

Her hakkı saklıdır

Abdullah YÜKSEL tarafından hazırlanan “**Yenilikçi Hibrit Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımı Yöntemi Kullanarak Sürdürülebilir Biyoenerji Üretim Tesisi İçin Uygun Yer Seçimi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 28 EYLÜL 2020 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Dr.Öğr.Üyesi Cem EMEKSİZ
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

.....

Üye
Dr.Öğr.Üyesi Mehmet Serhat CAN
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

.....

Üye
Dr.Öğr.Üyesi Mehmet EKİCİ
Amasya Üniversitesi

.....

ONAY

.....

Prof. Dr. Mehmet GÜNEŞ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü
...../...../ 2020

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Abdullah YÜKSEL

28 Eylül 2020

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YENİLİKÇİ HİBRİT ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YAKLAŞIMI YÖNTEMİ KULLANARAK SÜRDÜRÜLEBİLİR BİYOENERJİ ÜRETİM TESİSİ İÇİN UYGUN YER SEÇİMİ

ABDULLAH YÜKSEL

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM
ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI:DR.ÖĞR.ÜYESİ CEM EMEKSİZ)

Biyoenjeri gün geçtikçe önem kazanan yenilenebilir enerji kaynakları arasında hızla yerini almaktadır. Türkiye, enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü ithal fosil yakıtlarla sağlamaktadır. Bu durum hem enerji güvenliği ile ilgili sorunları gündeme getirmekte hem de ülkenin son on yıldaki sera gazı emisyonlarında artışa sebep olmaktadır. Fakat biyoenjeri potansiyeli ve bu potansiyelin değerlendirilmesi ile ilgili tatmin edici çalışma ve yatırımlara rastlanılmamaktadır. Türkiye'nin biyoenjeri potansiyelinin araştırılması, enerji politikasının güçlendirilmesi açısından da ayrı bir önem taşımaktadır. Bu çalışmada, büyük tarım sektörüne sahip Türkiye'nin birincil nesil tarım ürünleri bazında teorik biyodizel ve biyoetanol potansiyelini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmanın n plana çıkan yenilikçi ve özgün yanı ise, sadece potansiyel belirleme konusunda yapılan literatür çalışmalarının aksine belirlenen potansiyeller ışığında en uygun enerji üretim istasyonu yerinin belirlenmesidir. Bunun için çalışmada ilk defa Yenilikçi Hibrit ok Kriterli Karar Verme Yaklaşımı (Novelty Hybrid Multi Criteria Decision Making Approach) (NHMCDMA) olarak isimlendirilen hibrit bir yöntem önerilmiştir. Yer seçimi ve potansiyel değerlendirmesi 7 blėe, 81 il üzerinden 6 nicel, 4 nitel olmak üzere 10 farklı kriter kullanılarak gerçekleştirilmiştir. En yüksek potansiyele sahip ayeği ve buğday için uygun bölgelerin Tekirdağ ve Konya ili olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, önerilen metodoloji ile biyodizel/biyoetanol üretim tesisi planlaması için blėesel düzeyde bir karar verme süreci sağlanabildiği gibi çalışma ıktıları yenilenebilir enerji kaynakları politikasını geliştirmek içinde kullanılabilir.

2020, 101 SAYFA

ANAHTAR KELİMELELER: Biyoenjeri, Biyodizel, Biyoetanol, Biyoyakıt, Biyokütle, Tarımsal Enerji, Yenilenebilir Enerji

ABSTRACT

MASTER THESIS

A SUITABLE SITE SELECTION FOR SUSTAINABLE BIOENERGY PRODUCTION FACILITY BY USING NOVELTY HYBRID MULTI CRITERIA DECISION MAKING APPROACH

ABDULLAH YÜKSEL

**TOKAT GAZİOSMANPAŞA UNIVERSITY
GRADUATE EDUCATION INSTITUTE**

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

(SUPERVISOR:) DR.ÖĞR.ÜYESİ CEM EMEKSİZ

Bioenergy is rapidly taking their place amongst the renewable energy sources which are gaining importance day by day. Turkey procures a large portion of its energy needs with imported fossil fuels. This brings forward problems related to energy security and it also caused an increase in the greenhouse gas emissions of the country in the last decade. However, there are no satisfactory studies or investments related to bioenergy potential and the evaluation of this potential. The research of the bioenergy potential in Turkey is of particular importance in terms of strengthening the energy policy. This study is aimed to identify the technical biodiesel and bioethanol potential of Turkey which has a large agricultural sector, on the basis of first-generation agricultural products. The innovative and unique aspect of the study that stands out is the determination of the location for the most appropriate energy production plant in the light of the identified potentials, contrary to the literature research conducted solely on the potential identification. To achieve this, a hybrid method called NHMCDMA (Novelty Hybrid Multi Criteria Decision Making Approach) was proposed. Site selection and potential evaluation were carried out using 10 different criteria, 6 of them being quantitative and 4 of them being qualitative, from 81 provinces and 7 regions. The suitable regions with the highest potential for growing sunflower and wheat plants were determined to be Tekirdağ and Konya, respectively. With the methodology proposed in this study, a decision-making process can be provided at the regional level for biodiesel/bioethanol production plant planning, also the outputs of the study can be used to develop the renewable energy resources policies.

2020, 101 PAGE

KEYWORDS: Bioenergy, Biodiesel, Bioethanol, Biofuels, Biomass, Agricultural Energy, Renewable Energy

ÖNSÖZ

Öncelikle, bu yüksek lisans tez çalışmasının hazırlanması için, bana her zaman destek olan, tavsiyeleri ve deneyimleriyle yol gösteren danışmanım Sayın Dr.Öğr.Üyesi Cem EMEKSİZ'e çok teşekkür ederim. Çalışmalarım esnasında bilgisi ve tecrübeleri ile destek veren Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Enerji Tarımı bölüm başkanı Sayın Mustafa ACAR'a teşekkür ederim. Ayrıca, tez çalışmalarım ve yazım aşamalarında sabırla her konuda yardımcı olan ve desteğini esirgemeyen Sevgili eşim Songül YÜKSEL' e en içten sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunuyorum.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGE ve KISALTMALAR	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI	11
3.1. Güneş Enerjisi	12
3.2. Rüzgar Enerjisi	14
3.3. Hidrolik Enerjisi	15
3.4. Jeotermal Enerjisi	17
3.5. Biyoenerji	18
3.6. Dalga Enerjisi	19
4. MATERYAL ve YÖNTEM.....	21
4.1. Yenilikçi Hibrit Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımı Yöntemi (Novelty Hybrit Multi Criteria Decision Making Approach) (NHMCDMA)	23
4.1.1. Kriterler	27
5. BULGULAR.....	31
5.1. Biyodizel.....	31
5.1.1. Biyodizel elde edilen bitkilerin toprak verimlilikleri.....	31
5.1.2. Bitkilerin yağ verimleri ve biyodizel potansiyeli.....	38
5.1.3. Türkiye haritası üzerinde illere göre potansiyel dağılımı	47
5.2. Biyoetanol	52
5.2.1. Biyoetanol elde edilen bitkilerin toprak verimlilikleri	52
5.2.2. Bitkilerin şeker/nişasta verimleri ve biyoetanol potansiyeli	63
5.2.3. Türkiye haritası üzerinde illere göre potansiyel dağılımı	75

6. SONUÇ	93
7. KAYNAKLAR	95
8. ÖZGEÇMİŞ.....	101



SİMGE ve KISALTMALAR

Simge	Açıklama
CO ₂	Karbondioksit (Carbon Dioxide)
e_j	Entropi Değeri
GtCO ₂	Milyar Ton Karbondioksit (Gigatonnes of Carbon Dioxide)
GW	Gigawatt
k	Entropi Katsayısı
kg	Kilogram
KW	Kilowatt
m	Alternatif Sayısı
Mha	Milyon Hektar Alan
MW	Megawatt
n	Kriter Sayısı
R_{ij}	Normalize Edilmiş Karar Matrisi
r_{ij}	Normalize Edilmiş Değer
t/ha	Ton/Hektar Alan
$U(x)$	Fayda Fonksiyonu
$u_i(x_i)$	Normalize Edilmiş Fayda Değeri
w_j	Ağırlık Değeri
x	Hesaplanan Satır Fayda Değeri
x_i^+	En İyi Değer
x_i^-	En Kötü Değer
Yy	Yüzyıl
°C	Derece
%	Yüzde
Σ	Toplam

Kısaltmalar	Açıklamalar
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Ark.	Arkadaşları
Ar-Ge	Araştırma Geliştirme
CARD	Tarım ve Kırsal Kalkınma Merkezi (Center for Agriculture and Rural Development)
GCAM	Küresel Değişim Değerlendirme Modeli (Global Change Assessment Model)
GHG	Sera Gazları (Greenhouse Gases)
GTAP	Küresel Ticaret Analiz Projesi (Global Trade Analysis Project)
İMO	İnşaat Mühendisleri Odası
LNG	Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (Liquefied Naturel Gas)
MARKAL	Pazar ve Tahsis (Market and Allocation)
MAUT	Çok Nitelikli Fayda Teorisi (Multi Attribute Utility Theory)
MAVT	Çok Nitelikli Değer Teorisi (Multi Attribute Value Theory)
M.Ö.	Milattan Önce
NHMCDMA	Yenilikçi Hibrit Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımı (Novelty Hybrid Multi Criteria Decision Making Approach)
OTP	Ortak Tarım Politikası
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası.....	13
Şekil 3.2. Türkiye Güneşlenme Süreleri	13
Şekil 3.3. Türkiye Rüzgar Atlası.....	15
Şekil 3.4. Türkiye Göller ve Nehirler Haritası.....	16
Şekil 3.5. Türkiye Jeotermal Enerjisi Haritası.....	18
Şekil 3.6. Dünya Dalga Enerjisi Atlası	20
Şekil 4.1. Bölgesel Renk Atlası.....	22
Şekil 4.2. Akış Şeması.....	30
Şekil 5.1. Kolza Bitkisi Ortalama Biyodizel Potansiyel Dağılımı	47
Şekil 5.2. Pamuk Bitkisi Ortalama Biyodizel Potansiyel Dağılımı	48
Şekil 5.3. Keten Bitkisi Ortalama Biyodizel Potansiyel Dağılımı	48
Şekil 5.4. Yer Fıstığı Bitkisi Ortalama Biyodizel Potansiyel Dağılımı	49
Şekil 5.5. Ayçiçeği Bitkisi Ortalama Biyodizel Potansiyel Dağılımı	49
Şekil 5.6. Aspir Bitkisi Ortalama Biyodizel Potansiyel Dağılımı	50
Şekil 5.7. Soya Bitkisi Ortalama Biyodizel Potansiyel Dağılımı	50
Şekil 5.8. Susam Bitkisi Ortalama Biyodizel Potansiyel Dağılımı	51
Şekil 5.9. Zeytin Ortalama Biyodizel Potansiyel Dağılımı	51
Şekil 5.10. Arpa Bitkisi Ortalama Biyoetanol Potansiyel Dağılımı	76
Şekil 5.11. Mısır Bitkisi Ortalama Biyoetanol Potansiyel Dağılımı	76
Şekil 5.12. Patates Bitkisi Ortalama Biyoetanol Potansiyel Dağılımı	77
Şekil 5.13. Tatlı Patates Bitkisi Ortalama Biyoetanol Potansiyel Dağılımı ...	77
Şekil 5.14. Buğday Bitkisi Ortalama Biyoetanol Potansiyel Dağılımı	78
Şekil 5.15. Hayvan Pancarı Bitkisi Ortalama Biyoetanol Potansiyel Dağılımı	78
Şekil 5.16. Şeker Pancarı Bitkisi Ortalama Biyoetanol Potansiyel Dağılımı ...	79
Şekil 5.17. Şeker Kamışı Bitkisi Ortalama Biyoetanol Potansiyel Dağılımı....	79
Şekil 5.18. Şeker Sorgum Bitkisi Ortalama Biyoetanol Potansiyel Dağılımı ..	80
Şekil 5.19. Biyodizel Potansiyel Dağılım Grafikleri.....	82
Şekil 5.20. Biyoetanol Potansiyel Dağılım Grafikleri.....	86
Şekil 5.21. Türkiye Teorik Biyodizel ve Biyoetanol Potansiyel Grafikleri.....	87

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1. Bitki Türlerinin Yağ ve Şeker/Nişasta Oranları ..	22
Çizelge 5.1. Kolza Bitkisi Verimlilik Tablosu.....	31
Çizelge 5.2. Pamuk Bitkisi Verimlilik Tablosu.....	32
Çizelge 5.3. Keten Bitkisi Verimlilik Tablosu.....	33
Çizelge 5.4. Yer Fıstığı Bitkisi Verimlilik Tablosu.....	33
Çizelge 5.5. Ayçiçeği Bitkisi Verimlilik Tablosu.....	34
Çizelge 5.6. Aspir Bitkisi Verimlilik Tablosu.....	35
Çizelge 5.7. Soya Bitkisi Verimlilik Tablosu.....	36
Çizelge 5.8. Susam Bitkisi Verimlilik Tablosu.....	37
Çizelge 5.9. Zeytin Verimlilik Tablosu.....	38
Çizelge 5.10. Kolza Bitkisi Biyodizel Potansiyel Tablosu.....	39
Çizelge 5.11. Pamuk Bitkisi Biyodizel Potansiyel Tablosu...	40
Çizelge 5.12. Keten Bitkisi Biyodizel Potansiyel Tablosu.....	40
Çizelge 5.13. Yer Fıstığı Bitkisi Biyodizel Potansiyel Tablosu.....	41
Çizelge 5.14. Ayçiçeği Bitkisi Biyodizel Potansiyel Tablosu...	42
Çizelge 5.15. Aspir Bitkisi Biyodizel Potansiyel Tablosu.....	43
Çizelge 5.16. Soya Bitkisi Biyodizel Potansiyel Tablosu.....	44
Çizelge 5.17. Susam Bitkisi Biyodizel Potansiyel Tablosu.....	45
Çizelge 5.18. Zeytin Biyodizel Potansiyel Tablosu.....	46
Çizelge 5.19. Arpa Bitkisi Verimlilik Tablosu.....	52
Çizelge 5.20. Mısır Bitkisi Verimlilik Tablosu.....	54
Çizelge 5.21. Patates Bitkisi Verimlilik Tablosu.....	56
Çizelge 5.22. Tatlı Patates Bitkisi Verimlilik Tablosu.....	57
Çizelge 5.23. Buğday Bitkisi Verimlilik Tablosu.....	58
Çizelge 5.24. Hayvan Pancarı Bitkisi Verimlilik Tablosu.....	60
Çizelge 5.25. Şeker Pancarı Bitkisi Verimlilik Tablosu.....	61
Çizelge 5.26. Şeker Kamışı Bitkisi Verimlilik Tablosu..	62
Çizelge 5.27. Şeker Sorgum Bitkisi Verimlilik Tablosu.....	62
Çizelge 5.28. Bitkilerin Biyoetanol Dönüşüm Tablosu.....	63

Çizelge**Sayfa**

Çizelge 5.29. Arpa Bitkisi Biyoetanol Potansiyel Tablosu..	64
Çizelge 5.30. Mısır Bitkisi Biyoetanol Potansiyel Tablosu.....	66
Çizelge 5.31. Patates Bitkisi Biyoetanol Potansiyel Tablosu..	68
Çizelge 5.32. Tatlı Patates Bitkisi Biyoetanol Potansiyel Tablosu	69
Çizelge 5.33. Buğday Bitkisi Biyoetanol Potansiyel Tablosu	70
Çizelge 5.34. Hayvan Pancarı Bitkisi Biyoetanol Potansiyel Tablosu	72
Çizelge 5.35. Şeker Pancarı Bitkisi Biyoetanol Potansiyel Tablosu ..	73
Çizelge 5.36. Şeker Kamışı Bitkisi Biyoetanol Potansiyel Tablosu	74
Çizelge 5.37. Şeker Sorgum Bitkisi Biyoetanol Potansiyel Tablosu	75
Çizelge 5.38. Karar Matrisi.....	88
Çizelge 5.39. Karar Matrisi En İyi ve En Kötü Değer Tablosu ...	88
Çizelge 5.40. Normalize Edilmiş Karar Matrisi	89
Çizelge 5.41. Entropi Temelli Normalize Edilmiş Karar Matrisi	90
Çizelge 5.42. Entropi Değerleri	90
Çizelge 5.43. Ağırlık Değerleri.....	90
Çizelge 5.44. Ayçiçeği Toplam Fayda Değerleri	91
Çizelge 5.45. Buğday Toplam Fayda Değerleri ...	92

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında sanayi alanında yaşanan gelişmeler ve nüfusta yaşanan hızlı yükseliş enerjiye olan ihtiyacı da büyük oranda artırmıştır. Dünyadaki enerji ihtiyacı yenilenemeyen enerji kaynakları olarak isimlendirilen fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Bunlar petrol, motorin ve doğal gaz gibi kaynaklar olup dünya enerji ihtiyacının %94'ünü karşılamaktadır (Günel ve Öztürk, 2006). Ayrıca kullanım miktarları değerlendirildiğinde kömür rezervlerinin 100-110 yıl, daha zor bulunan petrol ve doğal gaz kaynaklarının ise 20-25 yıl sonra (Saraçoğlu, 2004) veya en fazla 50-60 yıl sonra tükeneceği tahmin edilmektedir.

Enerji, yaşamımızı sürdürebilmenin önemli bir bileşenini oluşturmakta olup sanayi, ulaşım, haberleşme, ısınma ve elektrik gibi günlük ihtiyaçlarımızın karşılanmasında önemli rol oynamaktadır. 2050 yılına kadar dünya genelinde enerjiye duyulan talebin, mevcut talebin en az 2 katı kadar artması beklenmektedir. Bu durum enerji arzının sürdürülebilir, çeşitli ve verimli kullanılmasını gerekli kılmaktadır (Bertran, 2009).

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının gün geçtikçe tükeniyor olması, küresel ısınma ve ozon tabakasının delinmesi gibi çevreyi ve dünyayı tehdit eden etkenler insanoğlunu yeni kaynak arayışlarına itmiştir. Özellikle fosil yakıtlar günümüz dünyasını ve geleceğini büyük oranda tehdit etmektedir. Bunlara alternatif olarak kullanılan hidrolik enerjisi, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, jeotermal enerjisi, biyoenerji ve dalga enerjisi gibi enerji kaynakları yenilenebilir enerji kaynakları arasında değerlendirilmektedir (Anonim, 2016).

Günümüzde biyoyakıtlar daha çok yakıt olarak kullanılsa da gelecekte yenilenebilir enerji kaynakları arasında en çok tercih edilen kaynak olacağı düşünülmektedir (McKendry, 2002). Biyoenerji için kaynakların, yağlı bitkiler, lifli bitkiler, kentsel ve endüstriyel atıklar, yağlı tohumlar ve karbonhidrat kaynaklı bitkiler olduğu düşünülürse çok kapsamlı bir alanı temsil etmektedir. Hayvansal atıklar, karada ve suda yetişebilen bitkiler, orman atıkları, endüstri de kullanılan bitkisel ürünler ve kent atıkları, ana ürün sonrası yan bitkisel ürünler ve karbonhidratlı bileşiklerden üretilen enerjiler de

biyoenerji olarak kabul edilmektedir (Olgun ve Tırıs, 2001; İlleezz, 2004; Tüplek, 2011). Başka bir deyişle biyoenerji, doğada mevcut olan farklı türdeki tarımsal ürünlerden elde edilen ayrıca kimyasal ve biyolojik olarak üretilmesi mümkün olan ve temel özellikleri standart olan katı, sıvı ve gaz haldeki yenilenebilir enerji kaynaklarıdır (Taşyürek ve Acaroğlu, 2007). Bu formlarda üretilen biyoyakıtlar fosil yakıtlara da bir alternatif oluşturmaktadır (Eser ve ark., 2007).

Biyoenerji, son senelerde üretimi yükselmekte olan bir yenilenebilir enerji türüdür. ABD (Amerika Birleşik Devletleri) ve Brezilya biyoenerji üretimi konusunda önde gelen ülkelerdir. 2013 senesinde bu iki ülkedeki biyoenerji üretimi, dünya biyoenerji üretiminin %68'ini oluşturmuştur. Türkiye'de enerji ihtiyacı çoğunlukta fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Ülkemizdeki yenilenebilir enerji kaynakları ile üretilen enerji, 2013 yılındaki toplam enerji tüketiminin sadece %14'ünü karşılamıştır. Yapısında, şeker, nişasta veya selüloz içeren tarımsal ürünler (buğday, arpa, şeker pancarı ve patates gibi) biyoetanol üretimi amacıyla 2000'li yılların başında ülkemizde kullanılmaya başlanmıştır (Kutluer, 2015).

Türkiye, yüksek düzeyde yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli barındırmaktadır. Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına rağbet artsa da kullanım düzeyi açısından istenilen seviyelere ulaşamamıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları konusunda yapılan araştırmalar, Türkiye'deki en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarının güneş, rüzgar ve jeotermal olduğuna işaret etmektedir. Fakat Türkiye'deki var olan biyoenerji (biyodizel, biyoetanol, biyokütle ve biyogaz) potansiyeli günümüzde çok iyi değerlendirilmemektedir (Anonim, 2011).

Bu nedenle biyoenerji üretiminde kullanılan ürünleri doğru tanıyıp, doğru üretim teknolojileri ve üretim yerleri seçilerek, biyoenerji potansiyeli yüksek olan bölgelere uygun ve doğru yatırımların yapılması hem ülkemiz için enerji sorununu bir nebze azaltabilecek hem de enerji üretimine çevreci bir yaklaşım ile katkıda bulunabilecektir (Yeşilkaya, 2017).

Bu çalışmada, Türkiye'de üretilen tarımsal ürünleri tür ve miktarları yönünden değerlendirerek bölgesel dağılım açısından biyodizel ve biyoetanol potansiyelini ortaya

koymak ve biyoenerji güç tesisi kurmak için uygun bölge seçimi yapmak amaçlanmıştır. Ayrıca sadece potansiyel belirlemek ile sınırlı kalan literatür çalışmalarındaki enerji üretim tesisi kurulumu için uygun yer seçimine yönelik eksikliğin bu çalışma ile giderilmesi hedeflenmiştir. Bunun için çalışmada ilk defa entropi temelli MAUT (Multi Attribute Utility Theory) kullanılarak NHMCDMA (Novelty Hybrid Multi Criteria Decision Making Approach) olarak isimlendirilen hibrit bir yöntem önerilmiştir. Bu da çalışmanın yenilikçi ve özgün yanını oluşturmaktadır. 6 nicel 4 nitel olmak üzere 10 farklı kriter üzerinden analizler gerçekleştirilerek yer seçimi yapılmıştır. Ek olarak önerilen metodun farklı ülkelerde kurulması planlanan biyoetanol ve biyodizel üretim tesisleri için ideal konumların belirlenmesinde faydalı olması umut edilmektedir. Çalışmanın geri kalanı aşağıdaki gibi düzenlenmiştir. Bölüm 4'de metodoloji yer almakta olup özellikle çalışmada önerilen yenilikçi yöntem detaylı bir şekilde anlatılmakta ve yer seçim kriterleri tanımlanmaktadır. Bölüm 5'te, çalışma ile elde edilen bulgular analiz edilmiş ve Türkiye'de biyodizel ve biyoetanol üretim tesisi kurulumu için en iyi yer tanımlanmıştır. Son bölüm olan Bölüm 6'da elde edilen sonuçlar ve ortaya çıkan bazı hususlar tartışılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Demirbaş (2003) yaptığı bir çalışmada, bitkisel yağ yakıtlarının petrol yakıtlarından daha pahalı oldukları için tercih edilmediğini fakat petrol fiyatlarındaki son artışlar ve petrol bulunabilirliğine ilişkin belirsizlikler ile dizel motorlar için bitkisel yağ yakıtlarına olan ilginin yeniden artmakta olduğunu bildirmiştir. Bitkisel yağların metil ve etil esterlerinin, diğer motor yakıt alternatifleri arasında olağanüstü avantajlara sahip olduğunu vurgulamıştır. Transesterleştirmeyi etkileyen ana faktörlerin, gliseritlerin alkole molar oranı, katalizör, reaksiyon sıcaklığı ve basıncı, reaksiyon süresi, serbest yağ asitleri ve yağlardaki suyun içeriği olduğunu tespit etmiştir.

Girard ve Fallot (2006) yaptıkları bir çalışmada, dönemin enerji krizinin, dünya çapında biyoyakıtlara olan ilginin, özellikle büyük ölçekli biyokütle üretimi potansiyeline sahip olabilen ve gelişmekte olan ülkelerde yeniden arttığını belirtmişlerdir. Tam biyokütle kullanan ikinci nesil biyoyakıtların hala gelişiminin erken bir aşamasında olduğunu ve endüstriyel ölçekte uzun ve güçlü bir kamu desteği bulunmasının gerekeceğini vurgulamışlardır. Çalışmalarında sosyoekonomik hususlara değinmişler ve gelişmekte olan ülkelerde ulaşımda biyoyakıt programlarının uygulanması için fırsatları tartışmışlardır.

Bozbaş (2008) yaptığı bir çalışmada, biyodizelin yakıt özelliklerini ve Avrupa Birliği'nde üretimini incelemiştir. Biyodizel yakıtının, toksik olmayan, biyobozunur yenilenebilir kaynaklar olan yeni veya kullanılmış bitkisel yağlardan ve hayvansal yağlardan yapıldığını ifade etmiştir. Bitkisel yağ yakıtlarının, petrol yakıtlarından daha pahalı oldukları için kabul edilmediğini fakat son zamanlarda petrol fiyatlarındaki artışlar ve petrol bulunabilirliğine ilişkin belirsizlikler ile dizel motorlar için bitkisel yağ yakıtlarına olan ilginin yeniden arttığını vurgulamıştır. Biyodizel, çevresel faydaları nedeniyle son zamanlarda daha çekici hale gelmiş ve Avrupa'da en önemli biyoyakıt biyodizel olmuştur. AB (Avrupa Birliği)'nde biyodizel, biyoyakıt üretiminin %82'sini temsil etmektedir. AB'de 2003 yılı için biyodizel üretimi 1 504 000 ton olmuştur.

Demirbaş (2009) yaptığı bir çalışmada, fosil yakıt kaynaklarının her geçen gün azaldığını belirtmiştir. Biyodizel yakıtın tipik olarak düşük alkil yağ asidi (zincir uzunluğu C14-C22), kısa zincirli alkollerin esterlerini, özellikle metanol veya etanolü

içerdiğini vurgulamıştır. Doğrudan kullanım ve harmanlama, mikroemülsifikasyon, piroliz ve transesterifikasyon gibi bitkisel yağdan biyodizel üretimi için çeşitli yöntemleri değerlendirmiş, bunlar arasında transesterifikasyonun yaygın olarak kabul gören bir teknik olduğunu belirtmiştir.

Smyth ve ark. (2010) yaptıkları bir çalışmada, biyoyakıtların konuşlandırılmasının enerji ve tarım politikalarından önemli ölçüde etkilendiğini belirtmişlerdir. Enerji alanında, biyoyakıt sistemlerinin sürdürülebilirliği ve bunların gıda fiyatları üzerindeki etkileri ile ilgili endişelerin, 2009/28/EC sayılı AB Yenilenebilir Enerji Yönergesinde bir dizi sürdürülebilirlik kriterine yol açtığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, 2020 yılına kadar %10 biyoyakıt hedefi, nakliye hedefinde %10 yenilenebilir enerji ile değiştirildiğini belirtmişlerdir. Bu sayede elektrikli araçların kullandığı yenilenebilir enerji payının, 2020 hedefine ulaşmada karışıma katkıda bulunmasını sağlayacağını dile getirmişlerdir.

Banse ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada, AB'nin sera gazı emisyonlarını azaltmak ve ekonomiyi daha fazla nötr hale getirmek için yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimindeki payını artırmayı hedeflediğini belirtmişlerdir. Bu politikanın, fosil yakıt ithalatına bağımlılığı azaltmak ve kırsal kalkınmayı ve tarım sektörünü teşvik etmek arzusuyla daha da motive edilmekte olduğunu dile getirmişlerdir.

Huang ve ark. (2012) yaptıkları bir çalışmada, gelecek on yıl içinde biyoyakıt üretiminin bölgesel tarım ve ilgili sektörler üzerindeki etkilerini, gelişmekte olan ülkelerin hassas bölgelerine odaklanarak değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Bölgesel biyoyakıt ve gıda pazarlarının küresel etkileşimlerini hesaba katmak için GTAP (Global Trade Analysis Project) modelleme platformunda yaptıkları bir değişikliği kullanarak analiz yapmışlardır. Biyoyakıt üretim seviyelerinin gelecekteki enerji fiyatı varsayımına ve petrol bazlı ikame edilebilirliğin doğasına bağlı olduğunu göstermişlerdir.

Zhang ve ark. (2013) yaptıkları bir çalışmada, biyoyakıt üretiminin hızla genişlemesi, biyoyakıt büyümesinin küresel gıda ekonomisi üzerindeki etkisini anlamaya çalışan ampirik ekonomik literatür çerçevesinde büyük ilgi gördüğünü ileri sürmüşlerdir. Literatürdeki fikir birliği, biyoyakıtın ortaya çıkmasının gelecekteki dünya tarım piyasası üzerinde bazı etkilere yol açacağı yönünde olmakla birlikte, etkinin tahmini

boyutunda önemli bir aralığın var olduğunu söylemişlerdir. Çalışmalarında, biyoyakıtların tarımsal mallar üzerindeki etkilerini ölçen ve genel denge veya kısmi denge modelleme yaklaşımlarına dayanan bazı temel bakış çalışmalarının derinlemesine bir incelemesini yapmışlardır.

Elobeid ve ark. (2013) yaptıkları bir çalışmada, biyoyakıt üretiminin genişlemesi ile geliştirilmiş tarım ve enerji piyasaları arasındaki dinamik bağlantıları ve bu genişlemeden kaynaklanan çevresel etkileri yakalamak için birleştirilmiş bir modelleme çerçevesi sunmuşlardır. Çerçeve, makro düzeyde tarım ve enerji piyasaları arasındaki etkileşimleri ve mikro (alan) düzeyindeki üretim uygulamalarının ve çevresel etkilerin değerlendirilmesini içermiştir. Makro düzeyde analiz için mevcut iki modelleme çerçevesini kullanmışlar: CARD (Center for Agriculture and Rural Development) ABD tarım pazarları modeli ve MARKAL (Market and Allocation) enerji sistemleri modeli.

Kim ve ark. (2013) yaptıkları bir çalışmada, hem İngiltere hem de AB'deki biyoyakıt endüstrisinin, çeşitli AB biyoyakıt politikası girişimlerine yanıt olarak son yıllarda önemli ölçüde genişlediğini belirtmişlerdir. Biyoyakıt talebinin daha da artması ile biyoyakıt sektörünün tarım pazarları üzerindeki etkisini artıracığını öne sürmüşlerdir. Çalışmalarında, Birleşik Krallık ve diğer AB üye devletlerindeki toplam ulaşım yakıtı kullanımı içinde birinci nesil biyoyakıt talebinin %10 seviyelerine kadar çıktığını ve bu artışı kısmi bir denge modelleme sistemi kullanarak AB ve özellikle İngiltere içindeki tarım pazarları üzerindeki etkisini incelemişlerdir.

Wise ve ark. (2014) yaptıkları bir çalışmada, GCAM (Global Change Assessment Model) entegre değerlendirme modeli kullanılarak genişletilmiş küresel biyoyakıt üretiminin gelecekteki üç olası senaryosunu sunmuşlardır. Bu senaryolarında, düşük vadede mevcut biyoyakıt üretim politikaları hedeflerinin daha da artırılmasını ve bu hedeflerinin dünyanın diğer bölgelerine genişletilmesini gerektiren iki senaryoya kadar devam etmesini sağlayan bir aralığı kapsadığını söylemişlerdir. Genişletilmiş biyoyakıt senaryolarında geleneksel yağ kullanımı %4-8 oranında azalmakta, bunun da küresel taşımacılık sektöründen yüzyılın ortalarına kadar CO₂ (Carbon Dioxide) emisyonlarında 1-2 GtCO₂/yıl (Gigatonnes of Carbon Dioxide) seviyesinde düşüşe neden olduğunu dile getirmişlerdir.

Yang ve ark. (2014) yaptıkları bir çalışmada, biyoyakıtların tarımsal pazarlardaki rolünün tam olarak anlaşılması, etkilenen tüm girdi ve çıktıların yanıtını muhasebeleştirmeyi gerektirdiğini belirtmişlerdir. Önceki çalışmaların genellikle ekili arazilerin miktarını fiyat değişikliğine bakılmaksızın sabit kalmaya zorladığını, kendi çalışmalarında, tarım ve enerji piyasalarına odaklanarak genel bir denge modeli içinde tarım arazileri genişlemesinde alternatif büyüme oranları belirleyerek bu sınırlamanın üstesinden gelmişlerdir.

Tokunaga ve Konan (2014) yaptıkları bir çalışmada, az sayıda çalışmanın biyoyakıtların elektrik üretiminde sera gazı sonuçlarını dikkate aldığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte, biyoyakıtların Hawaii’de sabit güçte kalan petrol yakıtı ve LNG (Liquefied Naturel Gas)’nin yerini aldığını söylemişlerdir. Bunun birçok ada bölgesi ile paylaşılan özelliklere ağır bağımlılıktan kaynaklandığını tespit etmişlerdir. Çalışmalarında elektrik üretiminde ve taşımacılık sektöründe biyodizelin elde edildiği soya fasulyesi, palmye yağı ve jatrofa kaynaklı yenilenebilir akaryakıttan oluşan sera gazı emisyonlarını hesaplamışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda yerel olarak üretilen biyoyakıtların ithal edilenlerden daha düşük GHG (Greenhouse Gases) emisyonlarına sahip olduğunu, ancak farkın önemsiz olduğunu göstermişlerdir.

Kang ve ark. (2015) yaptıkları bir çalışmada, son on yılda küresel biyoenerji üretiminde benzerine rastlanmamış bir artış görüldüğünü belirtmişlerdir. Çin, Hindistan, Japonya ve Güney Kore’nin, hızla büyüyen ekonomi ve nüfusa sahip, Asya’nın en büyük enerji tüketicileri olduğunu vurgulamışlar ancak bu ülkelerdeki enerji arzını çoğunlukla ithal fosil enerjisine bağlamışlardır. Çalışmada enerji güvenliği konularının yanı sıra kırsal enerji erişimi ve iklim değişikliği konularını biyoenerji politikalarının ardındaki temel itici güç olarak tanımlamışlar ve gıda güvenliği ile ham madde sorunları gibi farklı itici güçlerin ve engellerin bu ülkelerin biyoenerji gelişimine yönelik kendi yollarını oluşturmalarına nasıl yol açtığını göstermişlerdir.

Enciso ve ark. (2016) yaptıkları bir çalışmada, biyoyakıt politikalarının (görevler, vergi kredileri, ithalat ve ihracat tarifeleri) kaldırılmasının tarımsal fiyat seviyeleri ve fiyat değişkenliği üzerindeki etkilerinin yanı sıra küresel gıda güvenliği ile ilgili bazı hususları değerlendirmişlerdir. Analiz için stokastik bir çerçevede özyinelemeli-dinamik tarımsal çok emtia modeli kullanmışlardır. 10 yıllık ileriye dönük senaryonun sonuçları,

biyoyakıt politikalarının kaldırılmasının, biyoyakıtların fiyat değişkenliği üzerinde önemli bir etkisi olacağını, ancak tarımsal emtia fiyatlarının değişkenliği üzerinde çok az bir etkisi olacağını göstermişlerdir.

Wasiak (2017) yaptığı bir çalışmada, biyoyakıt üretiminde elde edilen enerji verimliliğinin, tarımsal enerji talebi potansiyelinin karşılanması ve dolayısıyla tarımsal süreçlerin sürdürülebilirliği üzerindeki etkisini araştırmıştır. Biyoyakıt üretimindeki enerji verimliliğinin matematiksel modelini, ürünlerin bir kısmının gıda üretiminden çıkarılmasının endüstriyel taleplerin karşılanmasına olan etkilerini tanımlamayı amaçlayan daha genel bir forma genişletmiştir.

Gomes ve ark. (2018) yaptıkları bir çalışmada, birçok gelişmiş ülkenin çevresel kaygılar için biyoyakıt kullanımını teşvik ettiğini, bununda üretimde kullanılan tarımsal emtiaların fiyatında bir artışa yol açtığını belirtmişlerdir. Bu tür çevre politikalarının, biyoyakıt üretimine katılan tarımsal emtialara büyük ölçüde bağımlı olan gelişmekte olan ülkelerin ekonomisi üzerinde büyük etkilere sahip olduğunu söylemişlerdir. Çalışmalarında, gelişmekte olan 16 ülkenin bulunduğu bir panel için biyoyakıtların cari hesap üzerindeki fiyat etkisini ve petrol fiyatının bu ilişki üzerindeki potansiyele doğrusal olmayan etkisini inceleyerek bu sorunu ele almışlardır.

Paris (2018) yaptığı bir çalışmada, biyoyakıt üretiminin etkisini hesaba katarak petrol fiyatının tarımsal emtia fiyatları üzerindeki uzun vadeli etkisini araştırmıştır. Doğrusal olmayan, ortak entegre rejim değiştirme süreçlerinin tahminine dayanarak, biyoyakıt gelişiminin tarımsal emtia fiyatları üzerindeki petrol fiyatı etkisinde artışa yol açtığını göstermiştir. Çalışma sonucunda, tarımsal metallerden üretilmeyen alternatif biyoyakıtların düşünülmesinin ve tarımsal bitki atıklarından veya gıda dışı bitkilerden elde edilen ikinci nesil biyoyakıtların potansiyel etkilerinin analiz edilmesinin önemini vurgulamıştır.

Shrestha ve Timilsina (2019) yaptıkları bir çalışmada, biyoyakıt üretimi ile gıda fiyatı ve arazi kullanım değişiklikleri arasındaki olası korelasyonları belirlemek için uzun bir süre boyunca gıda fiyatı ve arazi kullanım verilerini incelemişlerdir. Biyoyakıtın enflasyon oranı üzerindeki etkisini değerlendirmek için 2000'li yıllarda biyoyakıt patlamasından önce ve sonra gıda fiyat endeksini karşılaştırmışlardır.

Thomas ve ark. (2019) yaptıkları bir çalışmada, biyoyakıtların üç geniş ekonomik ve politika sürücüsü bağlamında geliştirildiğini belirtmişlerdir. Bunların: sera gazı emisyonlarını azaltmak, enerji güvenliğini artırmak ve tarımı desteklemek olduğunu belirtmişlerdir. Biyoenerji için potansiyel olarak mevcut olan arazi ve ham madde projeksiyonlarının, biyoenerji gelişim kaynaklarının sınırlı olabileceğini ve gıda bitkilerinin kısmen biyoyakıt ham maddeleri tarafından yer değiştirebileceğini göstermişlerdir.

Viccaro ve ark. (2019) yaptıkları bir çalışmada, ulaştırma sektöründe yenilenebilir enerji kullanımında ulusal hedefe ulaşmak için İtalya'da tüketilen biyodizelin yaklaşık %55'inin ithal edilmekte olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, ithal biyoyakıtın şu anda tartışılmakta olduğunu çünkü büyük ölçekli üretimin farklı çevresel ve sosyoekonomik sorunlar getirdiğini vurgulamışlardır. Çalışmalarında biyoyakıt üretiminde sürdürülebilirliğin AB için bir öncelik olduğu ve yeni OTP (Ortak Tarım Politikası) 2014-2020 ile bu önceliğin sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesine yönelik yardımlara erişimi fırsat haline dönüştürebileceğini öne sürmüşlerdir.

Yaghoubi ve ark. (2019) yaptıkları bir çalışmada, çiftçileri biyoyakıt konusunda bilgilendirmede tarım uzmanlarının önemli bir rol oynadığını öne sürmüşlerdir. Çalışmalarında, İran'ın Zanzan eyaletindeki tarım profesyonellerinin biyoyakıt konusundaki tutumlarını rastgele bir profesyonel örnek (n=180) kullanarak araştırmışlardır. Yapısal eşitlik modellemesi ile “sonuç etkinliği”, “problem algısı” ve “algılanan faydalar” gibi tarım profesyonellerinin kişisel normlarının yaklaşık %38 varyansını önemli ölçüde tahmin edebileceğini göstermişlerdir.

Debnath ve Giner (2019) yaptıkları bir çalışmada, tarım, biyoyakıtlar ve enerji piyasalarının birbirine bağlı olduğunu söylemişlerdir. Biyoenerji, gıda ürünlerinden giderek daha fazla üretildiğinden enerji sektörünün tarım ve biyoyakıt sektörleri üzerindeki nedensel etkisini anlamının önemli olduğunu belirtmişlerdir. İlk olarak biyoyakıtlar, tarım ve enerji piyasaları arasındaki etkileşimi ana hatlarıyla açıklamışlardır. İkinci olarak bu pazarları birbirine bağlamak açısından yeni bir metodoloji tartışmışlar ve son olarak bu bağlantıları tanımlamak için kısmi denge modeli geliştirme örneği sunmuşlardır.

Bringezu ve ark. (2019) yaptıkları bir çalışmada, Almanya'nın gıda ve gıda dışı kullanımdaki tarımsal ürün tüketimini karşılamak için gereken küresel arazi alanını incelemişlerdir. Bunun yanı sıra ilgili sera gazı emisyonlarına özellikle tropikal ülkelerde arazi kullanımı değişikliklerinin neden olduğunu tahmin etmişlerdir. Her zamanki gibi iki kapsamlı senaryo, enerjik ve enerjik olmayan amaçlar açısından gıda dışı kullanım için biyokütlenin gelişim koridorunu tanımlamışlardır. Arazi kullanımı açısından, Almanya'nın 2004 yılında zaten net bir tarım arazisi ithalatçısı olduğunu ve 2030'un gerektirdiği net ek arazinin 2.5-3.4 Mha (Milyon Hektar Alan) olabileceğini tahmin etmişlerdir.

Prussi ve ark. (2019) yaptıkları bir çalışmada, havacılıkta gözlemlenen önemli büyümenin, sektörün çevre üzerindeki baskısını artırdığını, AB'de 2016 yılında hava yoluyla seyahat eden yolcuların 2015 yılına göre %5.9 arttığını belirtmişlerdir. Havacılık endüstrisinin gönüllü olarak önemli hedefleri hedeflediğini ve biyotabanlı havacılık yakıtlarının çevresel performansını iyileştirmek için potansiyel bir araç olarak tanımladığını belirtmişlerdir. Buna rağmen, AB'de havacılık biyoyakıtlarının pazara girişinin neredeyse önemsiz olduğuna değinmişlerdir. Çalışmalarında 2016-2020 için toplam +%3 ve 2030'a kadar +%3.5'lik yakıt tüketiminin artırılması temel senaryosu altında, olası havacılık biyoyakıt talebinin bir değerlendirmesini yapmışlardır.

3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Son yıllarda sanayileşme hareketleri ve teknolojik gelişmeler büyük hız kazanmıştır. Bunun sonucunda büyüyen endüstrileşme, elektrik enerjisi arz-talep dengesinde bozulmalara yol açmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji üretimi, alternatif yollar ile yükselen enerji ihtiyacının karşılanabilmesi, çevre koruma bilincinin gelişmesi ve enerji üretecek santral maliyetlerinin tolere edilecek seviyeye gelmesi gibi sebeplerden dolayı tüm dünya ülkelerinde önem kazanmış ve hem gelişen hem de gelişmekte olan ülkelerin yatırım yaptığı bir alan haline gelmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynakları, geleneksel yakıtlara kıyasla çevre dostu enerji kaynaklarıdır. Çünkü yenilenebilir enerji kaynakları doğal düzenin, çevrenin, ekosistemin içinden gelmektedir. Bu durumu anlayan ülkelerin enerji politikalarını değiştirdiği, yenilenebilir enerji kaynaklarını efektif kullanmak amacıyla çeşitli Ar-Ge (Araştırma Geliştirme) kurulları oluşturdukları ve bu alanlarda ilerlemeye öncelik verdikleri görülmektedir.

Genel manada enerji üretimi yapılacak tesislerde karşılaşılan en önemli sorunlar; tesis kuruluş masrafları, ham madde temini, yakıt kullanımı sonrası elde edilen atıklar, bu atıkların depolanması, imha edilmesi ve iş gücü masraflarıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı işletmelerde ise bu tarz problemlerle neredeyse hiç karşılaşmamaktadır. Öncelikle güneş, rüzgar ve suyun ham madde girdisi olarak kullanıldığı enerji üretimlerinde herhangi bir atık ile karşılaşmak söz konusu değildir. Ülkemiz ham madde açısından oldukça zengin kaynaklara sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi yapacak tesisler için kuruluş maliyetleri ve saha çalışmaları da giderek azalmaktadır (Demir ve Emeksiz, 2016).

Dünya genelinde yenilenebilir enerji kurulu gücüne 2019 yılında 201 GW (Gigawatt) daha eklenerek 2 588 GW kurulu güce ulaşılmıştır (REN21, 2020).

3.1. Güneş Enerjisi

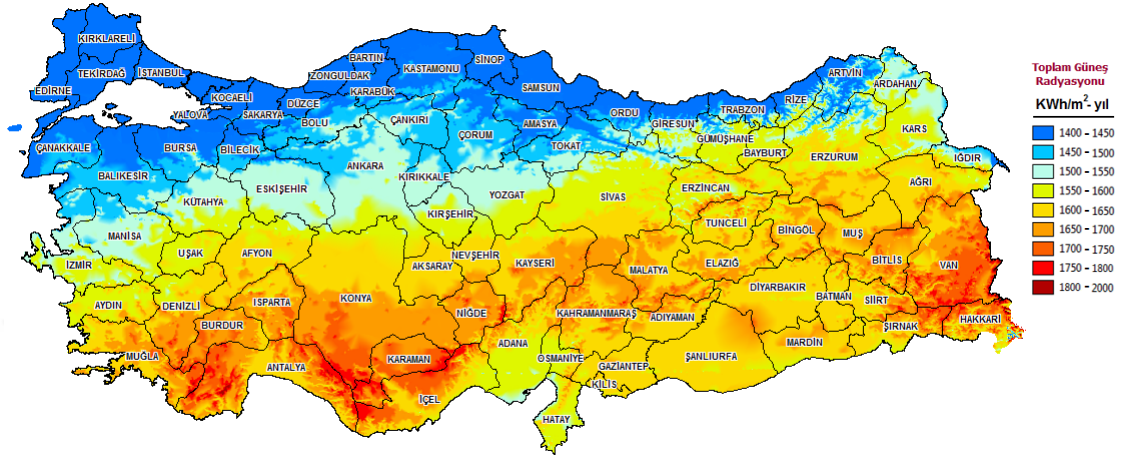
Güneş, Dünyadan 110 kat daha büyük, 1.4 milyon kilometre çapı olan, yüksek sıcaklığı ve basıncı olan ve Dünya'dan 149.5 milyon kilometre uzakta olan bir yıldızdır (Varınca ve Gönüllü, 2006). Güneş enerjisini, yıldızın çekirdeğinde ki saklı enerjinin kimyasal ve nükleer süreçler ile ısı ve ışın enerjisi olarak ortaya çıkması olarak tanımlayabiliriz. Hidrojen tepkimesi şeklinde de isimlendirilen bu durumun sonucunda oluşan ısı ve ışın enerjisi, Dünya ile Güneş arasındaki bu çok uzun mesafeye rağmen dakika seviyesinde ki kısa süre içerisinde yeryüzüne ulaşmaktadır. Fakat bu enerjinin tamamı yerküreye ulaşmamaktadır. Uzay boşluğundan geçerek yeryüzüne ulaşmaya kadar, Dünya'nın etrafında bulunan yedi katmandan geçmesi gereken Güneş ışıklarında yansıma şeklinde kayıp meydana gelmektedir (TÇV, 2006).

Dünya genelinde 2018 yılı sonunda 512 GW kurulu güce, 2019 yılında 115 GW daha eklenerek 2019 yılı sonunda 627 GW kurulu güce ulaşılmıştır. 2019 yılında kurulu gücüne en yüksek ekleme yapan ilk 5 ülke sırası ile Çin (30.15 GW), Amerika (13.3 GW), Hindistan (9.9 GW), Japonya (7 GW) ve Vietnam (4.8 GW)'dır. Toplam kurulu güç yönünden incelediğimizde ise 2019 yıl sonu itibari ile Dünya genelinde ilk 5 ülke sırası ile Çin (204 GW), Amerika (76 GW), Japonya (63 GW), Almanya (49 GW) ve Hindistan (42.8 GW)'dır. Türkiye 2019 yıl sonu itibariyle yaklaşık 6 GW'lık kurulu güç ile Dünya genelindeki 627 GW'lık güneş enerji kapasitesinde ilk sıralarda yerini alamasa da 2023 hedefi olan 5 GW kurulu güç hedefini şimdiden tutturmuştur.

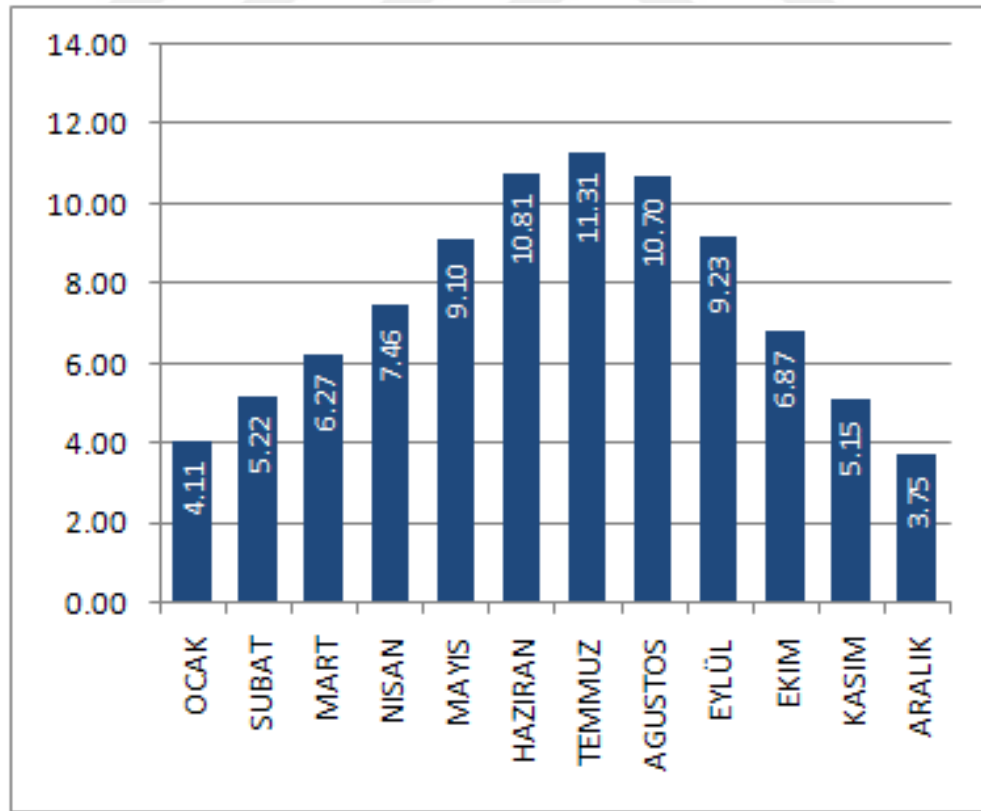
Ülke olarak güneş enerjisi ile su ısıtmak amacıyla kullanılan panel kapasitesi açısından bakıldığında ise Çin ve ABD'den sonra 3'üncü sırada gelmekteyiz (REN21, 2020).

Türkiye coğrafi konumu dolayısıyla her mevsim güneş alan bir ülkedir. Türkiye'de görülen en az güneşlenme süresi bile birçok dünya ülkesinin ortalama güneşlenme süresinden daha yüksektir. Şekil 3.1.'de verilen Türkiye Güneş enerjisi Potansiyel Atlası incelendiğinde en yüksek ışıyım şiddetlerinin Akdeniz bölgesi ile Güneydoğu Anadolu bölgesinin bir kısmında, en düşük ışıyım şiddetlerinin ise Karadeniz ve Marmara bölgesinde olduğu görülmektedir. Şekil 3.2.'de ise Türkiye güneşlenme

süreleri verilmiştir. Bu bilgilerin sonucunda Türkiye'nin eşsiz bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 3.1. Türkiye güneş enerjisi potansiyel atlası



Şekil 3.2. Türkiye güneşlenme süreleri (Anonim, 2020a)

3.2. Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisinin temel kaynağı doğal ve tükenmeyen bir kaynak olan güneştir. Güneş sayesinde sıcaklık farkları oluşan hava kütleleri meydana gelir. Bu hava kütleleri sıcak ve alçak basınçlı alanlara doğru daha soğuk ve yüksek basınçlı alanlardan hareket ederler. Bu hareketle rüzgar oluşumu sağlanır (Emeksiz, 2014).

Rüzgar enerjisi tarihi, yaklaşık M.Ö (Milattan Önce) 2800'lü yıllara dayanmaktadır. İlk kullanımının Orta Doğu'da olduğu bilinmektedir (Anonim, 2018). İlk zamanlarda rüzgar enerjisi, yelkenli gemilere hareket vermek, yel değirmenleri ve tarım alanlarını sulamak amacıyla kullanılmaktaydı. Elektrik enerjisi üretimi amacıyla ilk rüzgar türbini 19.yy'da Danimarka'da kullanılmaya başlamıştır ve elektriğin yaklaşık olarak %25'i rüzgar türbinleri ile üretilmiştir (Behçet ve ark., 2014). İlk rüzgar türbini Danimarka'da Paul La Cour isimli bilim insanı tarafından 18 KW gücünde, 23 metre çap ve 4 kanatlı olacak şekilde 1891'de tasarlanmış ve sonrasında Amerika ve Almanya'da 1900'lü yıllarda yaygınlaşarak daha yüksek güçlü türbin kurulumları devam etmiştir (Ünsalver, 2008).

Türkiye'de ise ilk rüzgar enerjisi üretim santrali 3 türbinli ve toplam 1.5 MW (Megawatt) kurulu güç ile 1998 yılında İzmir - Germiyan'da tesis edilmiştir. Daha sonra 7.2 MW'lık rüzgar santrali İzmir - Alaçatı'da aynı yıl içerisinde tesis edilmiştir (Öztürk ve Çelik, 2006). Ülkemizde rüzgar enerji santrallerinin sayısı, rüzgar potansiyelinin çok olduğu bölgelerin de tespit edilmesi ile hızlı bir şekilde artmaktadır.

Dünya genelinde 2018 yılında 591 GW olan rüzgar enerji kurulu gücüne, 2019 yılında 60 GW daha eklenerek, 2019 yılı sonunda 651 GW'lık bir kurulu güce ulaşılmıştır. 2019 yılında kurulu gücüne en yüksek ekleme yapan ilk 5 ülke sırası ile Çin (26.8 GW), Amerika (9.1 GW), İngiltere (2.4 GW), Hindistan (2.4 GW) ve İspanya (2.3 GW)'dır. Türkiye, 2018 yılında 7 370 MW olan kurulu gücüne 2019 yılında 686 MW daha ekleyerek 2019 yılı sonunda 8.056 GW'lık kurulu güce ulaşmıştır (GWEC, 2019). Toplam kurulu güç yönünden incelediğimizde ise 2019 yıl sonu itibari ile Dünya genelinde ilk 5 ülke sırası ile Çin (236.3 GW), Amerika (105.6 GW), Almanya (61.4

GW), Hindistan (37.5 GW) ve İspanya (25.8 GW)'dır. 2023 yılında 20 GW kurulu güç hedefleyen ülkemiz 2019 yıl sonu itibarıyla bu hedefinin %40.28'ini gerçekleştirmiş durumdadır (REN21, 2020).

Şekil 3.3.'de Türkiye Rüzgar Atlası verilmiştir. Buna göre ülkemizde Marmara, Kuzey Ege, Batı Karadeniz ve Akdeniz bölgeleri rüzgarın yoğun olduğu bölgelerdir. Güneydoğu Anadolu, Doğu Anadolu, Doğu Karadeniz ve İç Anadolu bölgesinin bazı kesimleri rüzgar yönünden nispeten daha düşük potansiyelde kalmaktadır.



Şekil 3.3. Türkiye rüzgar atlası (Anonim, 2020b)

3.3. Hidrolik Enerjisi

Ülkemiz akarsu ve göller açısından zengin bir coğrafyaya sahiptir. Bu açıdan bakıldığında zengin su kaynakları ülkemizi hidrolik enerji potansiyeli açısından yüksek bir konumda tutmaktadır. Şekil 3.4.'de verilen ülkemizdeki başlıca nehir ve gölleri gösterir harita incelendiğinde, ülkemizin her bölgesinin zengin su kaynaklarına sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 3.4. Türkiye göller ve nehirler haritası (Anonim, 2020c)

Suyun kinetik enerjisinin türbinler aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülme işlemi hidroelektrik enerji santrallerinde gerçekleşmektedir. Baraj gölleri ve su toplanma sahaları ile su depolanarak bir açıdan sürekli enerji akışı için potansiyel enerji depolanmış olur. Su burada ham maddedir. Aynı zamanda depolanan su, kurak geçen mevsimlerde sulama amacıyla, bazı göllerde su ürünlerinin ıslahında, araştırılmasında ve yetiştiriciliğinin yapılmasında, çok büyük göllerde turizm ve taşımacılık yapılmasında kullanılabilir. Oluşturulan bu baraj göllerinin Dünya genelinde küresel sıcaklığı 1 ila 3°C arasında düşürmesi ayrıca bir fayda olarak görülmektedir. Yüksek bir yerde toplanan su, yüksek debili bir akarsu veya borularla taşınan bir su kaynağı ile elektrik enerjisi elde edilebilmektedir. Elektromekanik aksamlarla elektrik enerjisi elde edilir ve bu enerji ulusal şebekeye trafolar vasıtasıyla enerji nakil hatları ile aktarılır. Yatırımcıların gözünü ilk zamanlarda kuruluş maliyeti korkutsa da üretime başlanması ile kısa zamanda kuruluş masraflarını amorti etmesi bir avantaj olarak görülmektedir (Demir, 2019).

Dünya genelinde 2018 yılında 1 134 GW olan hidrolik enerjisi kurulu gücüne, 2019 yılında 16 GW daha eklenerek, 2019 yılı sonunda 1 150 GW'lık bir kurulu güce ulaşılmıştır. Bu kadar az bir güç eklenmesi beklentilerin çok altındadır. 2019 yılında kurulu gücüne en yüksek ekleme yapan ilk 5 ülke sırası ile Brezilya (4.9 GW), Çin (3.9 GW), Lao PDR (1.9 GW), Bhutan (0.7 GW) ve Tacikistan (0.6 GW)'dır. Toplam kurulu

güç yönünden incelediğimizde ise 2019 yıl sonu itibari ile Dünya genelinde ilk 5 ülke sırası ile Çin (326 GW), Brezilya (109 GW), Kanada (81 GW), Amerika (80 GW) ve Rusya (48 GW)'dır. Toplam kurulu güç yönünden Türkiye, 29 GW ile 8'inci sırada yer almaktadır. Ülkemiz hem kurulu güç yönünden hem de kurulu gücüne 2019 yılında ekleme yapılan güç yönünden önde gelen ülkeler arasında yer almaktadır. 2023 yılında 34 GW kurulu güç hedefleyen ülkemiz 2019 yıl sonu itibariyle bu hedefinin %85.3'ünü gerçekleştirmiş durumdadır (REN21, 2020).

3.4. Jeotermal Enerjisi

Yeraltı suları, yerküre çekirdeğinin sıcaklığının etkisine maruz kaldığı noktalarda belli ısılara ulaşmaktadır. Isınan bu suların kendine uygun yollar bulduğunda yeryüzüne sıcak su veya buhar şeklinde çıkması jeotermal enerji olarak tanımlanmaktadır. Jeotermal enerji, yerküre çekirdeği bu iç sıcaklığını kaybetmediği müddetçe tükenmeyecektir. Yeryüzüne çıkan bu sıcak su ve buhar kaynakları genel itibari ile içerdiği zengin minerallerden dolayı çoğunlukla sağlık turizminde değerlendirilse de son zamanlarda enerji üretmek amacıyla da kullanılmaya başlamıştır. Yeryüzüne çıkan sıcak su ve buhar, sıcaklığını yerkürenin merkezindeki sıcaklıktan aldığından çevresel faktörlerden etkilenmemektedir. Türkiye'nin büyük bir kısmı 3'üncü Jeolojik Zaman olarak geçen volkanik faaliyetlerin görüldüğü zamanda oluşmuştur (Ateş, 2017).

Dünya genelinde 2018 yılında 13.2 GW olan jeotermal enerji kurulu gücüne, 2019 yılında 0.7 GW daha eklenerek 13.9 GW'lık bir kurulu güce ulaşılmıştır. 2019 yılında kurulu gücüne en yüksek ekleme yapan ilk 5 ülke sırası ile Türkiye (232 MW), Endonezya (182 MW), Kenya (160 MW), Kosta Rika (55 MW) ve Japonya (54 MW)'dır. Toplam kurulu güç yönünden incelediğimizde ise 2019 yıl sonu itibari ile Dünya genelinde ilk 5 ülke sırası ile Amerika (2.5 GW), Endonezya (2.1 GW), Filipinler (1.9 GW), Türkiye (1.5 GW) ve Yeni Zelanda (1 GW)'dır. Ülkemiz 2023 yılında jeotermal enerji için 1 GW kurulu güç hedeflemiş ve 2017 yıl sonu itibariyle bu hedefini gerçekleştirmiş durumdadır. (REN21, 2020). Türkiye, 2019 Eylül ayı itibariyle toplam elektrik enerjisi üretiminin %1.6'sını 1 450 MW üretim ile jeotermal enerji santrallerinden sağlamaktadır (Anonim, 2020ç). Şekil 3.5.'de Türkiye jeotermal enerji

haritası incelendiğinde, ülkemizde jeotermal enerji potansiyelinin %78'i Ege bölgesinde, %9'u İç Anadolu bölgesi, %7'si Marmara bölgesinde, %5'i Doğu Anadolu bölgesinde ve %1'i diğer bölgelerde bulunmaktadır. Jeotermal enerji potansiyelinin yoğunluğunun Ege bölgesinde olduğu görülmektedir. (Anonim, 2020d)



Şekil 3.5. Türkiye jeotermal enerji haritası (Anonim, 2020e)

3.5. Biyoenerji

Fosilleşmemiş yani yakın zamanda yaşamış olan veya hala yaşamaya devam eden canlılardan elde edilerek bir bölümü de enerji üretmek amacıyla kullanılabilen biyolojik malzemelere biyoyakıt denir. Biyoenerji, biyoyakıt kullanılarak yani doğal ve organik kaynaklar olan canlı atıkların farklı sistemler vasıtasıyla işlenmesi ile üretilen enerji çeşididir (Cassedy, 2000). Bitki ve hayvansal bazlı atıklar, organik maddeler olarak biyoenerjiye kaynak oluşturmaktadır. Biyoenerji, Dünya enerji ihtiyacını 10 kat daha fazla karşılayabilecek potansiyele sahiptir. Biyoyakıtlar iki farklı türde tanımlanmaktadır. Klasik tür; ormanlardan elde edilen odun atıkları, bitki ve hayvansal atıklardır. Modern tür ise şehirsal atıklar, enerji ormancılığı, bitki ve tarımsal bazlı endüstriyel atıklardır. Dünya yıllık biyoenerji potansiyeli yaklaşık olarak 23 080 GW civarındadır (TÇV, 2006). Bu potansiyel dünya için oldukça yüksektir. Türkiye biyoenerji potansiyeline ise iki farklı açıdan bakılabilir. Bunlardan ilki olan kuru

biyokütle potansiyeli için, TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) verilerine göre Türkiye’de 2017 yılında 15 856 351 hektar alan ekime elverişli alan olarak belirlenmiştir. Bu alandan elde edilebilecek kuru biyokütle miktarı ortalama 436 049 652 ton’dur. Bu kuru biyokütle miktarının enerji eşdeğeri ise 2 053 859 MW’a karşılık gelmektedir. İkincil tür olan hayvansal atık potansiyeli 96 655 868 ton’dur. Bu miktar 38 623 MW enerji eşdeğeridir. Türkiye’nin 2017 yılı toplam biyoenerji potansiyeli 2 092 482 MW’dır (Kazaz, 2018).

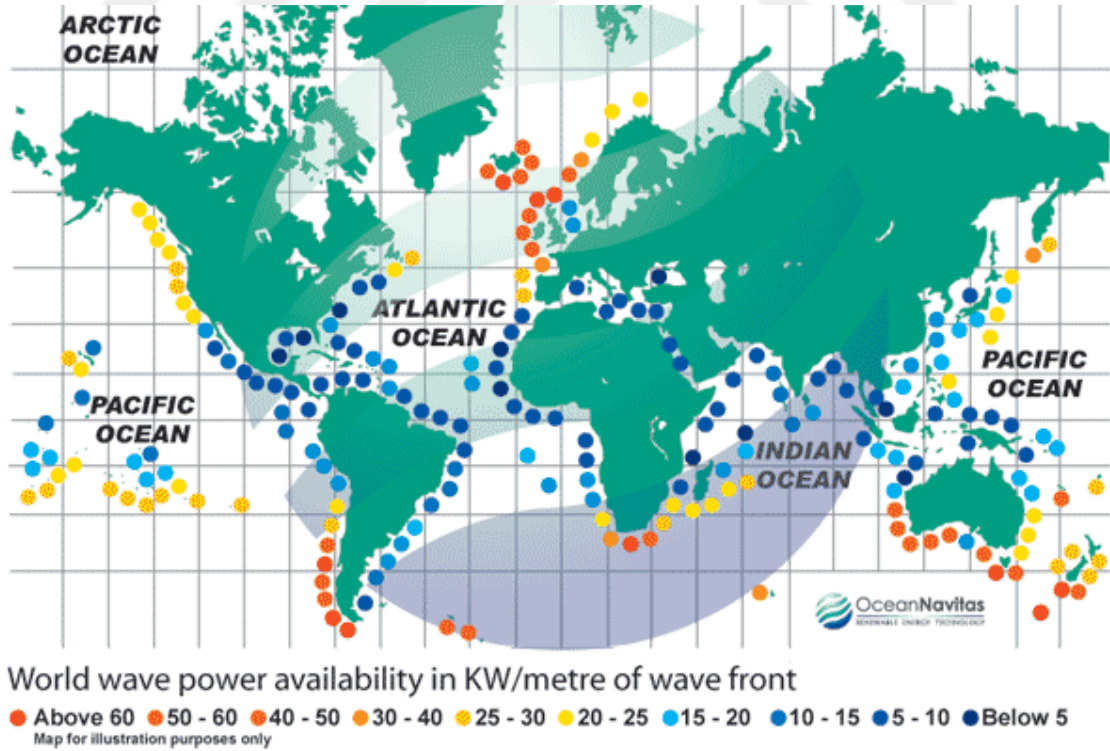
Dünya genelinde 2018 yılında 131 GW olan biyoenerji kurulu gücüne, 2019 yılında 8 GW daha eklenerek, 2019 yılı sonunda 139 GW’lık bir kurulu güce ulaşılmıştır. 2019 yıl sonu itibari ile kurulu güç yönünden incelediğimizde Çin lider ülke konumunda iken bunu sırasıyla AB ülkeleri, Japonya ve Kore Cumhuriyeti takip etmektedir. 2023 yılında 1 GW kurulu güç hedefleyen ülkemiz 2018 yıl sonu itibariyle 659 MW kurulu güç (Küçükkaya, 2019) ile bu hedefinin %65.9’unu gerçekleştirmiş durumdadır (REN21, 2020).

3.6. Dalga Enerjisi

Ay’ın med cezir etkisi ve Dünya’nın eksenini etrafında yaptığı dönüş ile su gel-gitleri şeklinde bir hareketlenme ortaya çıkmaktadır. Dalga enerjisi, suda oluşan bu gel-git hareketi ile oluşan mekanik etkinin elektrik enerjisine dönüştürülmesidir. Dalga enerjisi ve rüzgar birbiri ile etkileşimli parametrelerdir. Okyanus veya denizin yüzeyinde oluşan dalgalar, rüzgar ile ortaya çıkan hava akımının su yüzeyinde ki dengeyi bozması ile meydana gelir. Rüzgarın esinti yönü ile aynı yönde bozulan bu denge, mekanik düzenekleri hareketlendirerek enerji üretimini meydana getirmektedir. Dolayısı ile enerji üretim potansiyeli rüzgarın şiddeti ile paralel olarak artmaktadır. Daha yüksek rüzgar seviyelerinde enerji üretimi daha fazla, az rüzgarlı durumlarda daha az enerji üretimi gerçekleşmektedir. Aynı zamanda dalga periyodunun sıklığı da enerji üretiminin artmasını sağlamaktadır. Dalga enerjisi özellikle okyanuslar olmak üzere daha büyük ve açık denizlerde etkin bir enerji çeşididir. Dünya geneli düşünüldüğünde Amerika, Kanada, Avustralya ve İskoçya gibi ülkeler başta olmak üzere bazı Avrupa ülkelerinde de dalga potansiyelinin yüksek olduğu değerlendirilmektedir (REN21, 2019). Bu

Ülkelerin okyanusa kıyılarının olması dalga enerji potansiyeli yönünden ortak özellikleri olarak öne çıkmaktadır. Dalga enerjisinin kaynağının su olması nedeniyle, üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde de değeriendirilmesi beklenmektedir. Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ile dünyadaki sayılı ülkelerden bir tanesidir. Türkiye daha çok diğeri yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiştir. Zonguldak'ta 2017 yıl sonunda ilk defa 50 KW'lık bir dalga enerjisi santrali kurulacağı yönünde haberler çıksa da Türkiye Enerji İşleri Genel müdürlüğü resmi sitesi de dahil olmak üzere hiçbir kaynakta Türkiye'de dalga enerjisi kurulumu ve kullanımına dair bilgi bulunmamaktadır.

Şekil 3.6.'da ki Dünya dalga enerji atlasında görüldüğü üzere dalga enerji potansiyeli, Atlantik okyanusunun kuzey kıyıları, Hint okyanusunun güney kıyıları ve Pasifik okyanusunun güneydeki kıyılarında diğeri bölgelere kıyasla daha yüksektir. Atlantik okyanusunun orta kıyıları, Hint okyanusunun kuzey kıyıları, Pasifik okyanusunun orta kıyıları ve iç denizlerin kıyılarında diğeri bölgelere nazaran daha düşük potansiyele sahiptir.



Şekil 3.6. Dünya dalga enerjisi atlası (Anonim, 2020f)

4. MATERYAL ve YÖNTEM

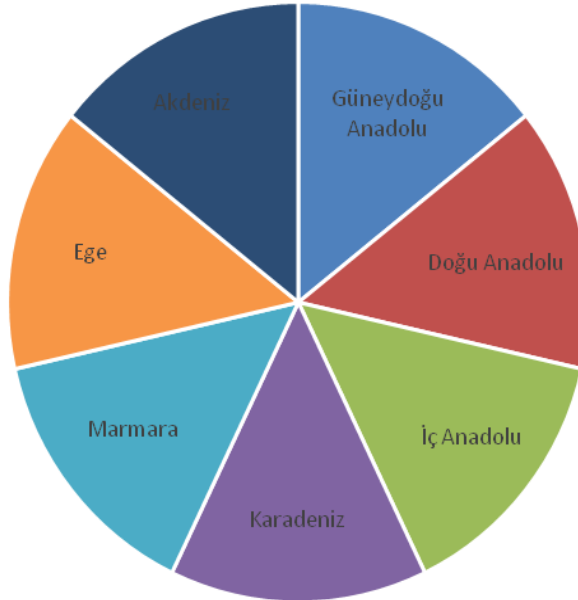
Mümkün olan maksimum potansiyelin belirlenmesi ve en uygun bölge seçiminin gerçekleştirilmesi için çalışma büyük bir dikkat ve titizlikle gerçekleştirildi. Türkiye ölçeğinde yapılan bu çalışmada kullanılan veriler TÜİK tarafından yayınlanan 81 ile ait veriler ile yerel teknik uzmanlarla yapılan görüşmeler neticesinde elde edilen bilgiler ışığında oluşturulmuştur. Bu çalışmada Türkiye'de üretilen tarımsal ürünlerin tür ve miktarlarının bölgesel dağılımı yönünden değerlendirilmesi, biyodizel ve biyoetanol potansiyelinin ortaya konulması ve biyoenerji güç tesisi kurmak amacıyla en uygun bölge seçiminin yapılması için tercih edilen metodoloji dört aşamadan oluşmaktadır.

Çalışmanın birinci aşamasında toplanan verilerden yola çıkarak bitkisel ürünler biyodizel elde edilenler ve biyoetanol elde edilenler olmak üzere iki ana gruba ayrıldı. Biyodizel elde etmek için kolza, pamuk, yer fıstığı, ayçiçeği, aspir, soya, keten, susam ve zeytin seçilirken biyoetanol elde etmek için arpa, mısır, patates, tatlı patates, buğday, hayvan pancarı, şeker pancarı, şeker sorgum ve şeker kamışı ürünleri seçilmiştir. İkinci aşamada biyodizel elde etmede kullanılan her bir ürün için Türkiye'de 7 bölge ve 81 ildeki son beş yıla ait ortalama hasat edilen alan ve üretim miktarları belirlendi. Şekil 4.1.'de gösterilen renk atlasına göre renklendirilerek bölgesel bazda illerin üretim potansiyelleri göz önüne alınarak birim alan toprak verimleri hesaplandı. Çizelge 4.1.'de gösterilen ürün yağ oranlarının ortalama değerleri üzerinden ortalama yıllık üretilen yağ miktarları ve buna karşılık gelen teorik biyodizel potansiyeli belirlendi. Üçüncü aşamada biyoetanol elde etmede kullanılan her bir ürün için aynı şekilde Türkiye'de 7 bölge ve 81 ildeki son beş yıla ait ortalama hasat edilen alan ve üretim miktarları belirlendi. Bölgesel bazda illerin üretim potansiyel ortalaması dikkate alınarak her bir il için birim alan toprak verimleri hesaplandı. Ürünlerin şeker ve nişasta oranları üzerinden ortalama yıllık üretilen şeker ve nişasta miktarları belirlendi. Elde edilen sonuçlara gerekli dönüşümler (Koçtürk, 2011) uygulanarak teorik biyoetanol potansiyeli hesaplandı. Çalışmanın dördüncü aşamasında biyodizel ve biyoetanol için en çok üretim potansiyeline sahip olan birer temel ürün belirlendi. Belirlenen ayçiçeği ve buğday ürünleri için kurulması planlanacak üretim tesisine yer seçiminde NHMCDMA isimli hibrit yöntem kullanıldı. Yönteme ait açıklamalar alt bölümlerde detaylı olarak verilmiştir. Yöntemde 6 tanesi nicel 4 tanesi nitel olmak üzere toplam 10

adet kriter belirlendi. Ayrıca nitel kriterler 7 expert tarafından değerlendirildi ve bu değerlendirmelerde ulaşım ve iklim öncelikli kriter olarak kabul edildi.

Çizelge 4.1. Bitki türlerinin yağ ve şeker/nişasta oranları (El Bassam, 1998)

Biyoedil elde edilen bitkiler	Yağ oranı (%)
Kolza	40-50
Pamuk (çiğit)	15-25
Keten	30-48
Yer fıstığı	45-53
Zeytin	40
Ayçiçeği	35-52
Aspir	18-50
Soya	18-24
Susam	50-60
Biyoetanol elde edilen bitkiler	Şeker/nişasta % içerik (yaş)
Arpa	58
Hayvan pancarı	8.2
Mısır	65
Patates	17.8
Şeker pancarı	16
Şeker kamışı	10
Tatlı patates	25
Şeker sorgum	10
Buğday	62

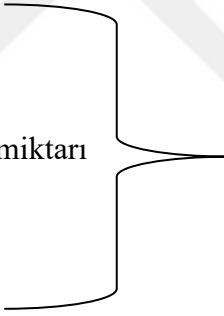
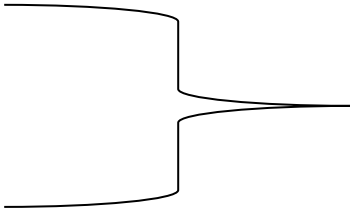


Şekil 4.1. Bölgesel renk atlası

4.1. Yenilikçi Hibrit Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımı Yöntemi (Novelty Hybrid Multi Criteria Decision Making Approach) (NHMCDMA)

Bu çalışmada biyodizel ve biyoetanol üretim tesisi için uygun yer seçiminde kullanılmak üzere NHMCDMA olarak isimlendirilen hibrit bir metod önerildi. Bu metod içerisinde 10 farklı seçim kriteri kullanıldı ve bu kriterler entropi temelli Novelty Multi Attribute Utility Theory kullanılarak değerlendirildi. Elde edilen sonuçlara göre en uygun bölgenin seçimine karar verildi. Gerek biyodizel gerekse biyoetanol üretim tesislerine ait projelerde saha seçimi hem teknik hem de ekonomik açıdan büyük öneme sahiptir. Çünkü sahada karşılaşılabilecek sınırlamaların önceden tespit edilmesi zamansal ve maddi açıdan yatırımcılara büyük avantaj sağlamaktadır. Bu sınırlamalar seçilecek bölgenin özelliklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Üretim tesisi çalışma alanı tespit edilirken, Türkiye'deki coğrafi koşulları dikkate aldığımızda çalışmamızda kullanmak üzere tespit ettiğimiz kriterler:

- | | | |
|--|--|-------|
| 1. Hasat edilen alan |  | Nicel |
| 2. Toprak verimliliği | | |
| 3. Biyodizel/Biyoetanol üretim miktarı | | |
| 4. Devlet teşviği | | |
| 5. Arzda istikrar | | |
| 6. Deprem risk faktörü |  | Nitel |
| 7. İş gücü | | |
| 8. İklim şartları | | |
| 9. Ulaşım | | |
| 10. Pazarlama | | |

Aşağıdaki bölümlerde, çalışmada kullanılan geçerli kriterlerin detayları açıklanmaktadır. Ele alınan kriterler için karar verme süreci çok önemlidir. Karar verme sürecinin gerçekleştirilmesinde önerilen yenilikçi hibrit modelde kullanılan MAUT; hem niteliksel hem de niceliksel kriterler baz alınarak en faydalı alternatifi bulmaya yönelik kullanılan bir yöntemdir. Aslında MAUT; MAVT (Multi Attribute Value Theory)'ın bir uzantısı olan ve hem belirsizliklerin hem de risk tercihlerinin karar destek yöntemlerinin içerisine dahil edildiği çok daha titiz bir metodolojidir (Keeney ve Fishburn, 1974; Loken, 2007). Bununla birlikte MAUT'un temel hipotezi, karar problemlerinde alternatifler kümesi üzerinde tanımlı olan U_{ω} fayda fonksiyonunu en büyük kılmaktır.

MAUT yönteminde nicel ve nitel kriterler bir arada kullanılmaktadır. Karar verme aşamasında belirlenen nicel kriterler sayılabilir ve kolaylıkla değerlendirilir. Nitel kriterlerin değerlendirilmesinde ise herkes tarafından anlaşılır olması ve değerlendirmenin kolay olması açısından 5'lik 10'luk veya 100'lük puanlama sistemi kullanılabilir. (Örn: Çok kötü:1 kötü:2 orta:3 iyi:4 çok iyi:5, Çok kötü:0 kötü:25 orta:50 iyi:75 çok iyi:100) (Winterfeldt ve Edwards, 1986). Bu değerlendirmeler yapılırken expert görüşlerinden de faydalanılarak ikili karşılaştırmalar kullanılır. Yani bir alternatifin diğerine göre ne kadar iyi veya kötü olması göz önünde bulundurulur. Çalışmamızda kullanılan nitel kriterlerin değerlendirilmesinde 5'lik puanlama sistemi tercih edildi.

MAUT yönteminin uygulama aşamaları sırasıyla aşağıda özetlenmektedir (Zietsman ve ark., 2006):

1. *adım*: Değerlendirme sürecinde kullanılmak üzere karar problemine ait kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlenir.

2. *adım*: Niteliklerin doğru şekilde değerlendirilmesini sağlayan ve önceliklerin belirlendiği ağırlık değerlerinin (w_j) ataması yapılır. Tüm w_j değerlerinin toplamı 1'e eşit olmalıdır.

$$\sum_{j=1}^m w_j = 1 \quad (1)$$

3. *adım*: Kriterlerin değer ölçülerinin ataması yapılır. Bu atama nicel kriterler için nicel değerleri olurken nitel kriterler için ikili karşılaştırmalar göz önünde bulundurularak yapılır. Böylece karar matrisi oluşturulmuş olur.

4. *adım*: Karar matrisine normalizasyon işlemi uygulanır. Normalizasyon işleminde öncelikle her nitelik için en iyi ve en kötü değerler belirlenerek en iyi değere 1, en kötü değere 0 değeri atanır. Diğer değerler aşağıda verilen formül kullanılarak hesaplanır:

$$u_i(x_i) = \frac{x - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-} \quad (2)$$

x_i^+ : En iyi değer

x_i^- : En kötü değer

(x) : Hesaplanan satırdaki fayda değeri

5. *adım*: Her bir alternatifin toplam fayda değerleri hesaplanır.

$$U_{(x)} = \sum_1^m u_i(x_i).w_j \quad (3)$$

$U_{(x)}$: Alternatifin fayda değeri

$u_i(x_i)$: Her kriter ve her alternatif için normalize fayda değerleri

w_j : Ağırlık değerleri

6. *adım*: Eşitlik 3 ile hesaplanan fayda değerleri büyükten küçüğe doğru sıralanarak tercih sıralaması elde edilir. Sıralama sonucunda ilk sırada yer alan alternatif en çok fayda sağlayan alternatifi ifade etmektedir.

MAUT'un 2. adımında yer alan ağırlık değerleri (w_j) entropi yöntemi kullanılarak hesaplanmış, değerlendirme MAUT yöntemi ile yapılmıştır. Entropi, olasılık teorisi kullanılarak formüle edilmiş bilginin belirsizlik ölçüsüdür (Shannon ve Weaver, 1948). Shannon'un önerdiği bu kavram, daha sonra Wang ve Lee tarafından bir ağırlık hesaplama yöntemi olarak geliştirilmiştir (Wang ve Lee, 2009). Entropi yöntemi; kriterlerin önem derecelerini tespit etmek için kullanılabilecek nesnel ağırlıklandırma metotlarından birisidir. Değerlendirilen kriterlerin önem düzeyleri farklı olabilir. Bu nedenle önem düzeyleri kriterlere atanan ağırlık değerleri ile belirlenir. Entropi ölçüsüne göre ağırlıklara karar vermek için normalize edilmiş karar matrisi, R_{ij} , dikkate alınmaktadır (Rao, 2007). Böylece niteliklerin ağırlıkları, alternatiflerin her niteliğe göre çıktılarının ne kadar ayrı olduğunu belirler. Entropi yöntemine göre ağırlık değerlerini hesaplama sürecinin aşamaları aşağıdaki gibidir (Wang ve Hsu, 2004):

1.adım: m alternatifli n kriterli bir çoklu karar verme probleminde orijinal verinin değerlendirilmesi için karar matrisi oluşturulur.

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

x_{ij} ; i.alternatifin j. kritere göre fayda değeridir. $i = 1, 2, \dots m$ ve $j = 1, 2, \dots n$.

2.adım: Normalize edilmiş karar matrisi denklem 4 ile gerçekleştirilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad i = 1, 2, \dots m \text{ ve } j = 1, 2, \dots n. \quad (4)$$

$R_{ij} = [r_{ij}]_{m \times n}$ ifadesi oluşturulan normalize edilmiş karar matrisidir.

3. adım: Entropi değerleri hesaplanır.

$$e_j = -k \sum_{j=1}^n r_{ij} \ln(r_{ij}) \quad (5)$$

Burada;

r_{ij} = normalize edilmiş karar matrisi

e_j = entropi değeri

k = entropi katsayısıdır. Entropi katsayısı aşağıdaki ifade ile bulunur:

$$k = \ln(m)^{-1} \quad (6)$$

4.adım: Her bir kritere ait ağırlık değerleri hesaplanır.

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_1^n (1 - e_j)} \quad (7)$$

$$\sum_1^n w_j = 1 \quad (8)$$

4.1.1. Kriterler

Yöntemin uygulanması için belirlenen 6 nicel ve 4 nitel olmak üzere toplam 10 kriter belirlenmiştir. Bu kriterler neden seçildiğine başlıklar halinde değinilmiştir.

4.1.1.1. Hasat edilen alan

Ürünün ülke genelinde her il için ayrı ayrı hasat yapıldığı alandır. Hasat edilen alanın fazla olduğu il diğer illere göre üretim verilerinin çok olması yönünden daha avantajlıdır.

4.1.1.2. Toprak verimliliği

Toprak verimliliği tesis kurulumu için önemli bir kriterdir. Verimin yüksek olması demek az alanda daha çok ürün yetiştirebilmek anlamına gelmektedir. Üretim miktarı ortalamasının, hasat edilen alan ortalamasına bölünmesi ile ürün verimliliği elde edilir. Ürün verimliliği aynı zamanda toprak verimliliğinin de bir ölçüsüdür.

4.1.1.3. Biyodizel/Biyoetanol üretim miktarı

Biyoenerji güç tesis kurulumu için, ürünlerden elde edilecek biyodizel/biyoetanol miktarı verisi çok önemli bir kriterdir. Biyodizel/biyoetanol üretim potansiyelinin yüksek olması, tesis için ham madde girdisinin yüksek olmasını sağlar. Elde edilen ortalama üretim miktarı üzerinden, ürünlerin içerisindeki yağ veya nişasta/şeker oranları teorik olarak biyodizel/biyoetanol dönüşüm oranlarına göre hesaplanır ve teorik olarak bir potansiyel belirlenir.

4.1.1.4. Devlet teşviği

Bir tesis kurulumu amaçlandığından yine devletin vereceği teşvikler ve destekler önemli bir kriter olmaktadır. Devlet teşviğinin yüksek olduğu il, tesis kurulum maliyetlerinin az olması ve vergi avantajlarından dolayı diğer illere göre daha avantajlı olacaktır. 19 Haziran 2012 tarih ve 28328 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan 2012/3305 sayılı “Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar” konulu Bakanlar Kurulu kararında belirlenen teşvik kademelerinden (1-5 arası) değerlendirmeye alınan iller çalışmada bu nicel kriter içerisinde değerlendirildi (Anonim, 2012).

4.1.1.5. Arzda istikrar

Arzda istikrar bir ürünün arzında süreklilik oluşturması demektir. Üretim verilerinin bir yükselip bir azalması istenen bir sonuç değildir. Daha stabil veriye sahip il, diğer illere göre daha çok tercih edilmektedir. Değerlendirmeye alınan ürünlerin üretim miktarlarının sürekli artış göstermesi durumu 5, sürekli düşüş göstermesi durumu 1 olarak değerlendirilmiş ve üretim miktarının yıllara göre düşüş veya artış durumuna göre puanlandırılmıştır.

4.1.1.6. Deprem risk faktörü

Yapılacak zemin etüdünde sağlamlık ve deprem riski az olan bölgeler tesis yerinin seçilmesinde bir diğer önemli parametredir. Türkiye deprem kuşağında yer alan bir ülkedir. Bu yüzden çalışmada değerlendirmeye alınan illere ait İMO (İnşaat Mühendisleri Odası)'nın yayınlamış olduğu Deprem Bölge Tablosu dikkate alındı ve riskler 1-5 arasında ölçeklendirildi (Anonim, 2020g).

4.1.1.7. İş gücü

İş coğrafyasının önemli aktörlerinin biri de iş gücüdür. Bölge ve illerin kalkınmasında önemli bir yeri vardır. İş gücü, kendine imkan bulduğu bölgelerde vardır ve gelişir. Bu pencereden bakıldığında Türkiye’de kalkınmış illerde iş gücü talebi daha yüksektir.

4.1.1.8. İklim şartları

İklim, bir ilin sıcaklık ve yağış koşulları demektir. Tarım ürünlerinin suya olan ihtiyacını iklim etkilemektedir. Kuraklığın belirgin olduğu illerde suya duyulan ihtiyaç fazladır. Tarım etkinliklerini sınırlandıran diğer bir kriter de düşük sıcaklıktır. Belli bir sıcaklık altında tarımsal etkinlik biter.

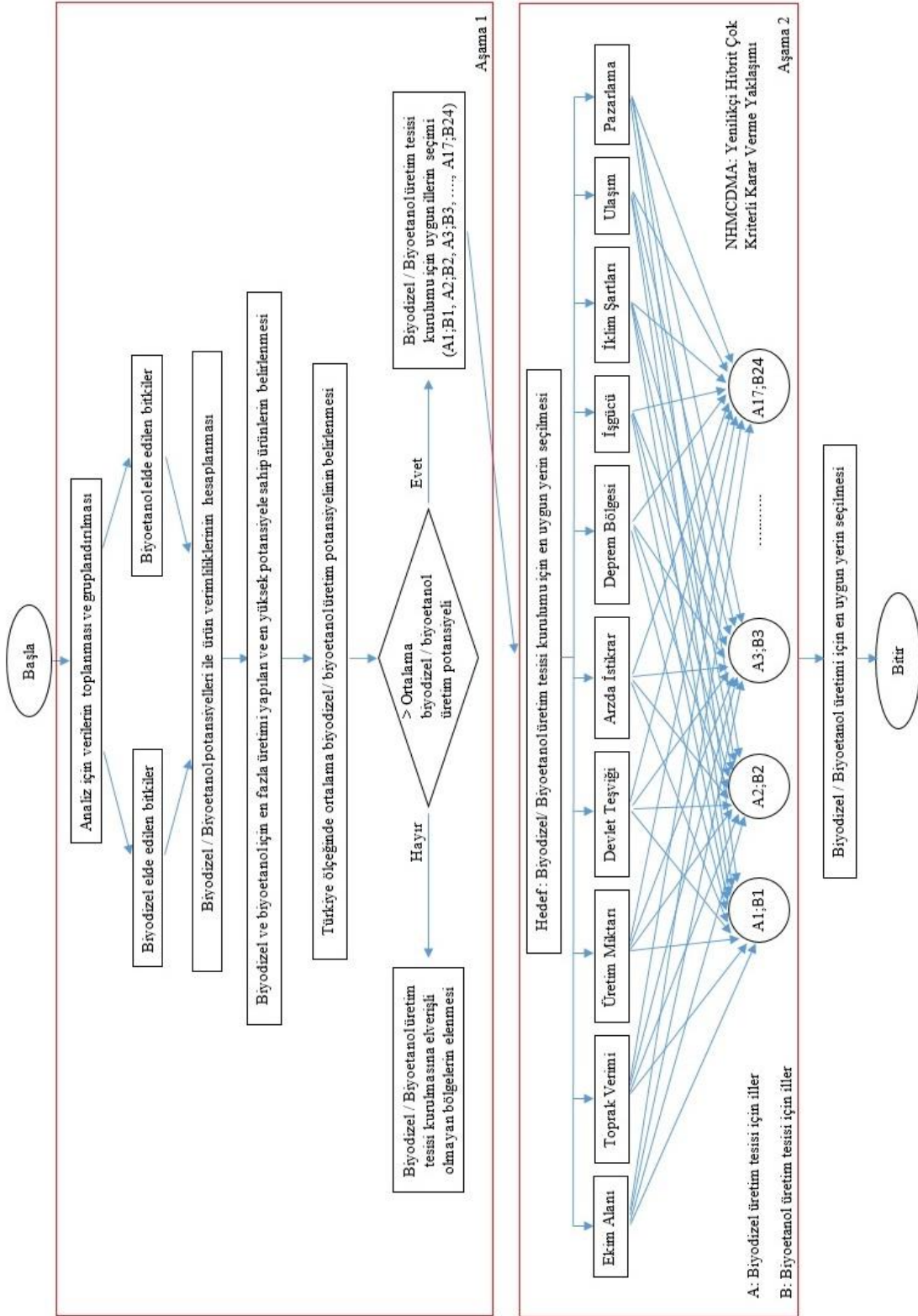
4.1.1.9. Ulaşım

Ulaştırma sektörü, hizmet sektörü içinde bulunmaktadır. Ulaştırma sektörünün temelini mal, hizmet veya insanların yer değiştirmesi oluşturmaktadır. Bu durumda ulaştırma sektörü, insan, üretilmiş mal veya hizmetin bir yerden başka bir yere taşınabilmesini sağlayan önemli bir sektör şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Toplumsal manada oldukça önemli bir sektör olan ulaştırma, hızlı, güvenli, düzenli, ekonomik, rahat ve çevreyle uyumlu özelliklerde olmalıdır.

4.1.1.10. Pazarlama

Pazarlama; “kurumsal ve bireysel amaçları karşılayabilecek değişimleri sağlamak için, hizmet, ürün ve fikirlerin üretilmesi, fiyatlandırılması, dağıtımı, planlaması ve uygulama süreci” şeklinde tanımlanmaktadır. Pazarlama, sadece üretim sonrası değil, üretim öncesi başlayan ve üretim anında, satış öncesi, satış zamanı ve satış sonrasında devam eden eylemlerin bütünüdür.

Şekil 4.2.'deki akış şeması çalışmanın aşamalarını ayrıntılı olarak göstermektedir.



Şekil 4.2. Akış şeması

5. BULGULAR

5.1. Biyodizel

Bu başlık altında biyodizel elde edilen ürünler incelenmiştir. Tüm ürünlerle ilgili yapılan hesaplamalarda 2014-2018 yılları arasındaki 5 yıllık verilerin ortalaması kullanılmıştır (TÜİK, 2019).

5.1.1. Biyodizel elde edilen bitkilerin toprak verimlilikleri

Toprak verimi, TÜİK veri tabanından elde edilen üretim miktarının (ton) hasat edilen alana (dekar) bölünmesi ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu veri daha sonraki aşamalarda kullanılacaktır.

5.1.1.1. Kolza (Kanola)

Kolzaya ait bölgesel ve il bazlı hasat edilen alan ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen birim alan toprak verimlilikleri Çizelge 5.1.'de gösterilmektedir. Çizelge 5.1. incelendiğinde en yüksek üretimin Marmara bölgesinde olduğu ve en yüksek toprak verimliliğinin sırasıyla Ankara, Samsun ve Konya illerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.1. Kolza bitkisi verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Hasat Edilen Alan (2014-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2014-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2014-2018 Ortalaması) kg/Dekar
Akdeniz	Adana	84	24	286
Ege	Kütahya	93	31	333
	Uşak	545	126	231
	İzmir	237	74	312
Marmara	Balıkesir	21 958	6 524	297
	Bilecik	1 146	323	282
	Bursa	841	313	372
	Edirne	21 222	7 133	336
	Kırklareli	20 723	6 979	337
	Tekirdağ	169 966	58 737	346
	Çanakkale	16 080	5 575	347
	İstanbul	45 423	16 189	356
Karadeniz	Samsun	1 188	471	396
	Çorum	80	19	238
İç Anadolu	Ankara	4 020 (2018)	1 809 (2018)	450 (2018)
	Konya	12 711	5 025	395
	Sivas	96	10	104

5.1.1.2. Pamuk:

Pamuk bitkisine ait bölgesel ve il bazlı hasat edilen alan ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen birim alan toprak verimlilikleri Çizelge 5.2.'de gösterilmektedir. Çizelge 5.2. incelendiğinde en yüksek üretimin Güneydoğu Anadolu bölgesinde olduğu ve en yüksek toprak verimliliğinin sırasıyla Mersin, Manisa ve Adana illerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.2. Pamuk bitkisi verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Hasat Edilen Alan (2014-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2014-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2014-2018 Ortalaması) kg/Dekar
Akdeniz	Adana	317 054	63 421	200
	Antalya	57 276	10 269	179
	Hatay	441 503	85 883	195
	Kahramanmaraş	52 580	9 358	178
	Mersin	28 944	6 138	212
	Osmaniye	1 620	274	169
Ege	Aydın	593 557	112 095	189
	Denizli	76 451	14 284	187
	Manisa	53 231	11 061	208
	Muğla	4 390	706	161
	İzmir	247 794	49 060	198
Marmara	Balıkesir	1 987	299	150
	Çanakkale	356	44	124
Doğu Anadolu	İğdır	5 423	823	152
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	71 526	12 565	176
	Batman	3 031	589	194
	Diyarbakır	389 106	70 383	181
	Gaziantep	68 151	12 358	181
	Kilis	1 259	203	161
	Mardin	94 261	17 403	185
	Siirt	1 887	316	167
	Şanlıurfa	2 117 000	353 084	167
	Şırnak	48 297	9 551	198

5.1.1.3. Keten:

Keten dokumacılıkta, ip yapımı, halat yapımı ve kâğıt para yapımında katkı maddesi olarak kullanılır. TÜİK verilerine göre sadece Afyonkarahisar'da 2015 yılından sonra üretimi yapılmıştır. Keten bitkisine ait hasat edilen alan ve üretim miktarı ile bu parametreleri kullanarak elde edilen birim alan toprak verimi Çizelge 5.3.'te gösterilmektedir.

Çizelge 5.3. Keten bitkisi verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Hasat Edilen Alan (2015-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2015-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2015-2018 Ortalaması) kg/Dekar
Ege	Afyonkarahisar	35	2	50

5.1.1.4. Yer fıstığı:

Yer fıstığına ait bölgesel ve il bazlı hasat edilen alan ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen birim alan toprak verimlilikleri Çizelge 5.4.'te gösterilmektedir. Çizelge 5.4. incelendiğinde üretim yoğunluğunun Akdeniz bölgesinde olduğu ve en yüksek toprak verimliliğinin sırasıyla Şırnak, Isparta ve Hatay illerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.4. Yer fıstığı bitkisi verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Hasat Edilen Alan (2014-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2014-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2014-2018 Ortalaması) kg/Dekar
Akdeniz	Adana	224 793	91 043	405
	Antalya	10 691	3 626	339
	Hatay	3 706	1 509	407
	Isparta	124	53	427
	Kahramanmaraş	8 896	2 994	337
	Mersin	9 045	2 270	251
	Osmaniye	119 955	44 992	375
Ege	Aydın	11 747	4 481	381
	Muğla	1 241	372	300
Marmara	Balıkesir	137	20	146
	Edirne	1 072	224	209
	Çanakkale	202	62	307
Güneydoğu Anadolu	Gaziantep	1 492	593	397
	Şırnak	10 000	4 417	442

5.1.1.5. Ayçiçeği:

Ayçiçeğine ait bölgesel ve il bazlı hasat edilen alan ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen birim alan toprak verimlilikleri Çizelge 5.5.'de gösterilmektedir. Çizelge 5.5. incelendiğinde en yüksek üretimin Marmara ve İç Anadolu bölgelerinde olduğu ve en yüksek toprak verimliliğinin sırasıyla Konya, Muğla ve Gaziantep illerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.5. Ayçiçeği bitkisi verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Hasat Edilen Alan (2014-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2014-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2014-2018 Ortalaması) kg/Dekar
Akdeniz	Adana	486 146	152 463	314
	Antalya	1 803	294	163
	Burdur	1 408	245	174
	Hatay	7 024	1 706	243
	Isparta	612	65	106
	Kahramanmaraş	64 801	17 208	266
	Mersin	25 441	6 677	262
	Osmaniye	47 524	13 903	293
Ege	Afyonkarahisar	67 918	12 345	182
	Aydın	1 734	502	290
	Denizli	168 760	34 097	202
	Kütahya	10 742	1 646	153
	Manisa	4 742	1 318	278
	Muğla	3 357	1 199	357
	Uşak	8 309	1 306	157
	İzmir	17 311	4 646	268
Marmara	Balıkesir	155 345	32 225	207
	Bilecik	33 579	5 231	156
	Bursa	130 321	34 051	261
	Edirne	965 340	237 799	246
	Kocaeli	5 451	1 328	244
	Kırklareli	737 569	182 287	247
	Sakarya	35 478	7 625	215
	Tekirdağ	1 376 956	305 446	222
	Yalova	1 482	220	148
	Çanakkale	175 781	43 952	250
	İstanbul	167 093	38 997	233
Karadeniz	Amasya	131 410	34 702	264
	Bartın	3 267	331	101
	Bolu	11 120	2 593	233
	Samsun	142 596	36 268	254
	Tokat	149 959	41 047	274
	Zonguldak	277	40	144
	Çorum	254 969	59 335	233
İç Anadolu	Aksaray	152 210	47 605	313
	Ankara	297 212	36 907	124
	Eskişehir	113 984	35 707	313
	Karaman	77 230	20 667	268
	Kayseri	94 395	19 105	202
	Konya	622 370	253 288	407
	Kırıkkale	98 834	9 838	100
	Kırşehir	70 340	8 960	127
	Nevşehir	2 202	358	163
	Niğde	488	74	152
	Sivas	4 124	583	141
	Yozgat	79 630	8 660	109
	Çankırı	2 192	267	122
Doğu Anadolu	Ağrı	14 215	2 174	153
	Bitlis	4 262	1 081	254
	Erzincan	6 083	1 231	202
	Erzurum	16 579	3 592	217

Doğu Anadolu	Malatya	6 932	1 049	151
	Muş	15 672	2 834	181
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	1 384	234	169
	Diyarbakır	11 502	1 644	143
	Gaziantep	4 459	1 555	349
	Kilis	1 160	263	227
	Şanlıurfa	49 322	10 242	208

5.1.1.6. Aspir:

Aspire ait bölgesel ve il bazlı hasat edilen alan ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen birim alan toprak verimlilikleri Çizelge 5.6.'da gösterilmektedir. Çizelge 5.6. incelendiğinde en yüksek üretimin İç Anadolu bölgesinde olduğu ve en yüksek toprak verimliliğinin sırasıyla Edirne, Çanakkale ve Amasya illerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.6. Aspir bitkisi verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Hasat Edilen Alan (2014-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2014-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2014-2018 Ortalaması) kg/Dekar
Akdeniz	Adana	1 395	270	194
	Antalya	645	117	181
	Isparta	783	153	195
Ege	Afyonkarahisar	8 441	1 181	140
	Denizli	101	9	89
	Kütahya	1 398	213	152
	Uşak	4 203	772	184
Marmara	Balıkesir	1 194	170	142
	Bilecik	1 457	231	159
	Edirne	949	198	209
	Kırklareli	933	125	134
	Tekirdağ	423	63	149
	Çanakkale	2 237	460	206
Karadeniz	Amasya	6 919	1 392	201
	Samsun	367	67	183
	Tokat	250	37	148
	Çorum	8 822	1 340	152
İç Anadolu	Aksaray	16 003	2 638	165
	Ankara	147 396	24 302	165
	Eskişehir	4 517	554	123
	Karaman	5 901	668	113
	Kayseri	4 843	805	166
	Konya	36 292	5 055	139
	Kırıkkale	6 097	986	162
	Kırşehir	8 700	1 431	164
	Nevşehir	10 422	1 403	135
	Sivas	11 301	1 199	106
	Yozgat	19 431	2 389	123
	Çankırı	1 983	300	151
Doğu Anadolu	Ağrı	3 934	652	166

Doğu Anadolu	Elazığ	1 795	316	176
	Malatya	6 635	845	127
	Muş	24 107	4 177	173
	Van	854	118	138
Güneydoğu Anadolu	Şanlıurfa	5 823	423	73

5.1.1.7. Soya:

Soya bitkisine ait bölgesel ve il bazlı hasat edilen alan ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen birim alan toprak verimlilikleri Çizelge 5.7.'de gösterilmektedir. Çizelge 5.7. incelendiğinde en yüksek üretimin Akdeniz bölgesinde olduğu ve en yüksek toprak verimliliğinin sırasıyla Mersin, Adana ve Çanakkale illerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.7. Soya bitkisi verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Hasat Edilen Alan (2014-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2014-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2014-2018 Ortalaması) kg/Dekar
Akdeniz	Adana	201 424	90 973	452
	Kahramanmaraş	9 161	3 124	341
	Mersin	74 937	34 639	462
	Osmaniye	17 892	6 871	384
Ege	Aydın	838	344	411
Marmara	Balıkesir	10	4	400
	Çanakkale	17	7	412
Karadeniz	Amasya	234	80	342
	Samsun	27 841	11 353	408
İç Anadolu	Konya	284	111	391
Güneydoğu Anadolu	Diyarbakır	1 039	327	315
	Gaziantep	307	101	329
	Mardin	4 277	1 493	349
	Şanlıurfa	8 132	1 555	191
	Şırnak	925	332	359

5.1.1.8. Susam:

Susam bitkisine ait bölgesel ve il bazlı hasat edilen alan ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen birim alan toprak verimlilikleri Çizelge 5.8.'de gösterilmektedir. Çizelge 5.8. incelendiğinde en yüksek üretimin Ege ve Akdeniz bölgelerinde olduğu ve en yüksek toprak verimliliğinin sırasıyla Isparta, Adana ve Muğla illerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.8. Susam bitkisi verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Hasat Edilen Alan (2014-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2014-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2014-2018 Ortalaması) kg/Dekar
Akdeniz	Adana	28 610	2 837	99
	Antalya	47 835	3 366	70
	Burdur	48	4	83
	Isparta	20	4	200
	Mersin	6 391	540	84
	Osmaniye	11 596	564	49
Ege	Afyonkarahisar	2 823	176	62
	Aydın	1 311	120	92
	Denizli	8 749	516	59
	Kütahya	437	30	69
	Manisa	63 588	3 141	49
	Muğla	30 504	2 831	93
	Uşak	34 094	2 068	61
	İzmir	218	18	83
Marmara	Balıkesir	15 176	795	52
	Bursa	104	7	67
	Edirne	239	16	67
	Çanakkale	6 106	433	71
İç Anadolu	Ankara	19	1	53
	Konya	4 150	148	36
Doğu Anadolu	Elazığ	477	29	61
	Hakkari	496	44	89
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	1 911	108	57
	Kilis	471	27	57
	Şanlıurfa	8 953	483	54
	Şırnak	147	12	82

5.1.1.9. Zeytin:

Zeytine ait bölgesel ve il bazlı meyve veren ağaç sayısı ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen meyve veren ağaç için toprak verimlilikleri Çizelge 5.9.'da gösterilmektedir. Zeytin diğer ürünlerden farklı olarak dalda yetişen ürün olduğundan hasat edilen alan yerine meyve veren ağaç sayısı ele alınmıştır. Toprak verimliliği olarak ise diğer ürünlerde birim dekar alandan elde edilen ürün miktarı (kg) ele alınmış iken zeytinde birim meyve veren ağaçtan elde edilen ürün miktarı (kg) ele alınmıştır. Bu veri bize toprak verimini göstermektedir. Çizelge 5.9. incelendiğinde en yüksek üretimin Ege ve Akdeniz bölgelerinde olduğu ve en yüksek toprak verimliliğinin sırasıyla Isparta, Adana ve Muğla illerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.9. Zeytin verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Meyve Veren Ağaç Sayısı (2014-2018 Ortalaması) Adet	Meyvelik Alanı (2014-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2014-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2014-2018 Ortalaması) kg/Meyve Veren Ağaç
Akdeniz	Adana	1 629 191	69 707	33 630	21
	Antalya	2 387 043	108 289	57 976	24
	Burdur	34 828	493	241	7
	Hatay	9 346 768	424 769	120 332	13
	Isparta	3 373	53	23	7
	Kahramanmaraş	967 154	59 488	9 520	10
	Mersin	4 752 834	256 880	92 567	19
	Osmaniye	1 296 068	51 674	38 938	30
Ege	Aydın	17 785 216	1 288 230	247 386	14
	Denizli	500 278	26 012	7 975	16
	Manisa	5 012 949	356 321	98 474	20
	Muğla	15 216 447	937 775	147 141	10
	Uşak	1 693	751	8	5
	İzmir	14 578 396	868 515	179 372	12
Marmara	Balıkesir	8 687 041	699 042	128 515	15
	Bursa	1 762 038	65 760	22 327	13
	Kocaeli	827	62	7	8
	Sakarya	131 609	2 823	2 352	18
	Tekirdağ	117 787	4 198	1 165	10
	Yalova	2 335	150	20	9
	Çanakkale	4 540 176	304 125	72 914	16
İç Anadolu	Karaman	48 303	3 870	850	18
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	174 049	16 772	2 275	13
	Diyarbakır	4 580	45	32	7
	Gaziantep	8 380 847	402 338	43 037	5
	Kilis	3 488 465	263 572	29 385	8
	Mardin	26 796	1 404	377	14
	Şanlıurfa	788 948	50 435	5 215	7
	Şırnak	4 660	1 682	79	17

5.1.2. Bitkilerin yağ verimleri ve biyodizel potansiyeli

Hesaplanan toprak veriminin Çizelge 4.1.'de verilen ürün yağ oranlarının ortalaması ile çarpılması sonucunda illerin yağ verimlilikleri hesaplanmıştır. TÜİK verilerinden alınan üretim miktarları ile yağ veriminin çarpılması ile illerin teorik ortalama biyodizel üretim miktarı bulunmuş ve bunların toplanması ile bölgesel ortalama biyodizel potansiyeli belirlenmiştir.

5.1.2.1. Kolza (Kanola)

Bölgelerin ve illerin kolza ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyodizel potansiyelleri Çizelge 5.10.'da sunulmaktadır. Çizelge 5.10. incelendiğinde kolza bitkisi için en yüksek teorik biyodizel potansiyeline sahip bölgenin yıllık ortalama 45 798 ton ile Marmara bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı İç Anadolu bölgesi almaktadır. İl bazında değerlendirildiğinde en yüksek potansiyelin sırası ile Tekirdağ, İstanbul ve Edirne illerinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.10. Kolza bitkisi biyodizel potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Yağ Verimi (kg/Dekar)	Ortalama Elde Edilen Biyodizel Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyodizel Potansiyeli (ton)
Akdeniz	Adana	129	11	11
Ege	Kütahya	150	14	104
	Uşak	104	57	
	İzmir	141	33	
Marmara	Balıkesir	134	2 936	45 798
	Bilecik	127	145	
	Bursa	167	141	
	Edirne	151	3 210	
	Kırklareli	152	3 141	
	Tekirdağ	156	26 432	
	Çanakkale	156	2 509	
	İstanbul	160	7 285	
Karadeniz	Samsun	178	212	221
	Çorum	107	9	
İç Anadolu	Ankara	203	814	3 080
	Konya	178	2 261	
	Sivas	47	5	

5.1.2.2. Pamuk

Bölgelerin ve illerin pamuk ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyodizel potansiyelleri Çizelge 5.11.'de sunulmaktadır. Çizelge 5.11. incelendiğinde pamuk bitkisi için en yüksek teorik biyodizel potansiyeline sahip bölgenin yıllık ortalama 95 290 ton ile Güneydoğu Anadolu bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı Ege bölgesi almaktadır. İl bazında değerlendirildiğinde en yüksek potansiyelin sırası ile Şanlıurfa, Aydın ve Hatay illerinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.11. Pamuk bitkisi biyodizel potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Yağ Verimi (kg/Dekar)	Ortalama Elde Edilen Biyodizel Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyodizel Potansiyeli (ton)
Akdeniz	Adana	40	12 684	35 069
	Antalya	36	2 054	
	Hatay	39	17 177	
	Kahramanmaraş	36	1 872	
	Mersin	42	1 228	
	Osmaniye	34	55	
Ege	Aydın	38	22 419	37 441
	Denizli	37	2 857	
	Manisa	42	2 212	
	Muğla	32	141	
	İzmir	40	9 812	
Marmara	Balıkesir	30	60	69
	Çanakkale	25	9	
Doğu Anadolu	Iğdır	30	165	165
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	35	2 513	95 290
	Batman	39	118	
	Diyarbakır	36	14 077	
	Gaziantep	36	2 472	
	Kilis	32	41	
	Mardin	37	3 481	
	Siirt	33	63	
	Şanlıurfa	33	70 617	
	Şırnak	40	1 910	

5.1.2.3. Keten

Keten ham maddesi teorik biyodizel potansiyeli Çizelge 5.12.'de sunulmaktadır. Keten bitkisi sadece Afyonkarahisar ilinde yetiştirilmekte olup teorik biyodizel potansiyeli ortalama 1 ton'dur.

Çizelge 5.12. Keten bitkisi biyodizel potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Yağ Verimi (kg/Dekar)	Ortalama Elde Edilen Biyodizel Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyodizel Potansiyeli (ton)
Ege	Afyonkarahisar	20	1	1

5.1.2.4. Yer fıstığı

Bölgelerin ve illerin yer fıstığı ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyodizel potansiyelleri Çizelge 5.13.'te sunulmaktadır. Çizelge 5.13. incelendiğinde yer fıstığı bitkisi için en yüksek teorik biyodizel potansiyeline sahip bölgenin yıllık ortalama 71 779 ton ile Akdeniz bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı Güneydoğu Anadolu bölgesi almaktadır. İl bazında değerlendirildiğinde en yüksek potansiyelin sırası ile Adana, Osmaniye ve Aydın illerinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.13. Yer fıstığı bitkisi biyodizel potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Yağ Verimi (kg/Dekar)	Ortalama Elde Edilen Biyodizel Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyodizel Potansiyeli (ton)
Akdeniz	Adana	198	44 611	71 779
	Antalya	166	1 777	
	Hatay	200	739	
	Isparta	209	26	
	Kahramanmaraş	165	1 467	
	Mersin	123	1 112	
	Osmaniye	184	22 046	
Ege	Aydın	187	2 196	2 378
	Muğla	147	182	
Marmara	Balıkesir	72	10	150
	Edirne	102	110	
	Çanakkale	150	30	
Güneydoğu Anadolu	Gaziantep	195	291	2 455
	Şırnak	216	2 164	

5.1.2.5. Ayçiçeği

Bölgelerin ve illerin ayçiçeği ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyodizel potansiyelleri Çizelge 5.14.'te sunulmaktadır. Çizelge 5.14. incelendiğinde ayçiçeği bitkisi için en yüksek teorik biyodizel potansiyeline sahip bölgenin yıllık ortalama 386 785 ton ile Marmara bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı İç Anadolu bölgesi almaktadır. İl bazında değerlendirildiğinde en yüksek potansiyelin sırası ile Tekirdağ, Konya ve Edirne illerinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.14. Ayçiçeği bitkisi biyodizel potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Yağ Verimi (kg/Dekar)	Ortalama Elde Edilen Biyodizel Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyodizel Potansiyeli (ton)
Akdeniz	Adana	136	66 321	83 764
	Antalya	71	128	
	Burdur	76	107	
	Hatay	106	742	
	Isparta	46	28	
	Kahramanmaraş	116	7 485	
	Mersin	114	2 904	
	Osmaniye	127	6 048	
Ege	Afyonkarahisar	79	5 370	24 821
	Aydın	126	218	
	Denizli	88	14 832	
	Kütahya	67	716	
	Manisa	121	573	
	Muğla	155	522	
	Uşak	68	568	
	İzmir	117	2 021	
Marmara	Balıkesir	90	14 018	386 785
	Bilecik	68	2 275	
	Bursa	114	14 812	
	Edirne	107	103 443	
	Kocaeli	106	578	
	Kırklareli	108	79 295	
	Sakarya	93	3 317	
	Tekirdağ	96	132 869	
	Yalova	65	96	
	Çanakkale	109	19 119	
	İstanbul	102	16 964	
Karadeniz	Amasya	115	15 095	75 827
	Bartın	44	144	
	Bolu	101	1 128	
	Samsun	111	15 777	
	Tokat	119	17 855	
	Zonguldak	63	17	
	Çorum	101	25 811	
İç Anadolu	Aksaray	136	20 708	192 278
	Ankara	54	16 055	
	Eskişehir	136	15 533	
	Karaman	116	8 990	
	Kayseri	88	8 311	
	Konya	177	110 180	
	Kırıkkale	43	4 280	
	Kırşehir	55	3 898	
	Nevşehir	71	156	
	Niğde	66	32	
	Sivas	61	254	
	Yozgat	47	3 767	
	Çankırı	53	116	
Doğu Anadolu	Ağrı	67	946	5 203
	Bitlis	110	470	
	Erzincan	88	535	
	Erzurum	94	1 563	

Doğu Anadolu	Malatya	66	456	
	Muş	79	1 233	
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	74	102	6 063
	Diyarbakır	62	715	
	Gaziantep	152	676	
	Kilis	99	114	
	Şanlıurfa	90	4 455	

5.1.2.6. Aspir

Bölgelerin ve illerin aspir ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyodizel potansiyelleri Çizelge 5.15.'de sunulmaktadır. Çizelge 5.15. incelendiğinde aspir bitkisi için en yüksek teorik biyodizel potansiyeline sahip bölgenin yıllık ortalama 14 188 ton ile İç Anadolu bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı Doğu Anadolu bölgesi almaktadır. İl bazında değerlendirildiğinde en yüksek potansiyelin sırası ile Ankara, Konya ve Muş illerinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.15. Aspir bitkisi biyodizel potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Yağ Verimi (kg/Dekar)	Ortalama Elde Edilen Biyodizel Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyodizel Potansiyeli (ton)
Akdeniz	Adana	66	92	184
	Antalya	62	40	
	Isparta	66	52	
Ege	Afyonkarahisar	48	402	740
	Denizli	30	3	
	Kütahya	52	72	
	Uşak	62	262	
Marmara	Balıkesir	48	58	424
	Bilecik	54	79	
	Edirne	71	67	
	Kırklareli	46	43	
	Tekirdağ	51	21	
	Çanakkale	70	156	
Karadeniz	Amasya	68	473	964
	Samsun	62	23	
	Tokat	50	13	
	Çorum	52	456	
İç Anadolu	Aksaray	56	897	14 188
	Ankara	56	8 263	
	Eskişehir	42	188	
	Karaman	38	227	
	Kayseri	57	274	
	Konya	47	1 719	
	Kırıkkale	55	335	
	Kırşehir	56	487	
	Nevşehir	46	477	
	Sivas	36	408	

İç Anadolu	Yozgat	42	812	
	Çankırı	51	102	
Doğu Anadolu	Ağrı	56	222	2 077
	Elazığ	60	107	
	Malatya	43	287	
	Muş	59	1 420	
	Van	47	40	
Güneydoğu Anadolu	Şanlıurfa	25	144	144

5.1.2.7. Soya

Bölgelerin ve illerin soya ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyodizel potansiyelleri Çizelge 5.16.'da sunulmaktadır. Çizelge 5.16. incelendiğinde soya bitkisi için en yüksek teorik biyodizel potansiyeline sahip bölgenin yıllık ortalama 28 477 ton ile Akdeniz bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı Karadeniz bölgesi almaktadır. İl bazında değerlendirildiğinde en yüksek potansiyelin sırası ile Adana, Mersin ve Samsun illerinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.16. Soya bitkisi biyodizel potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Yağ Verimi (kg/Dekar)	Ortalama Elde Edilen Biyodizel Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyodizel Potansiyeli (ton)
Akdeniz	Adana	95	19 104	28 477
	Kahramanmaraş	72	656	
	Mersin	97	7 274	
	Osmaniye	81	1 443	
Ege	Aydın	86	72	72
Marmara	Balıkesir	84	1	2
	Çanakkale	86	1	
Karadeniz	Amasya	72	17	2 401
	Samsun	86	2 384	
İç Anadolu	Konya	82	23	23
Güneydoğu Anadolu	Diyarbakır	66	69	800
	Gaziantep	69	21	
	Mardin	73	314	
	Şanlıurfa	40	327	
	Şırnak	75	70	

5.1.2.8. Susam

Bölgelerin ve illerin susam ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyodizel potansiyelleri Çizelge 5.17.'de sunulmaktadır. Çizelge 5.17. incelendiğinde susam bitkisi için en yüksek teorik biyodizel potansiyeline sahip bölgenin yıllık ortalama 4 895 ton ile Ege bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı Akdeniz bölgesi almaktadır. İl bazında değerlendirildiğinde en yüksek potansiyelin sırası ile Antalya, Manisa ve Adana illerinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.17. Susam bitkisi biyodizel potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Yağ Verimi (kg/Dekar)	Ortalama Elde Edilen Biyodizel Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyodizel Potansiyeli (ton)
Akdeniz	Adana	55	1 560	4 023
	Antalya	39	1 851	
	Burdur	46	2	
	Isparta	110	2	
	Mersin	46	297	
	Osmaniye	27	310	
Ege	Afyonkarahisar	34	97	4 895
	Aydın	50	66	
	Denizli	32	284	
	Kütahya	38	17	
	Manisa	27	1 728	
	Muğla	51	1 557	
	Uşak	33	1 137	
	İzmir	45	10	
Marmara	Balıkesir	29	437	688
	Bursa	37	4	
	Edirne	37	9	
	Çanakkale	39	238	
İç Anadolu	Ankara	29	1	82
	Konya	20	81	
Doğu Anadolu	Elazığ	33	16	40
	Hakkari	49	24	
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	31	59	347
	Kilis	32	15	
	Şanlıurfa	30	266	
	Şırnak	45	7	

5.1.2.9. Zeytin

Bölgelerin ve illerin zeytin ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyodizel potansiyelleri Çizelge 5.18.'de sunulmaktadır. Çizelge 5.18. incelendiğinde zeytin için en yüksek teorik biyodizel potansiyeline sahip bölgenin yıllık ortalama 272 142 ton ile Ege bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı Akdeniz bölgesi almaktadır. İl bazında değerlendirildiğinde en yüksek potansiyelin sırası ile Aydın, İzmir ve Muğla illerinde olduğu görülmektedir.

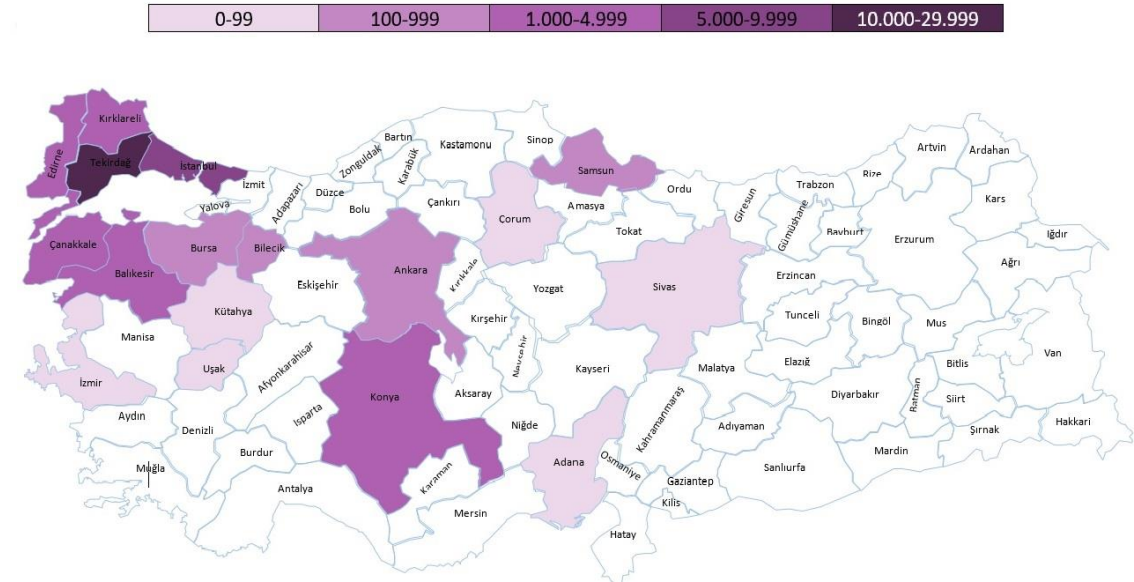
Çizelge 5.18. Zeytin biyodizel potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Yağ Verimi (kg/Ağaç)	Ortalama Elde Edilen Biyodizel Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyodizel Potansiyeli (ton)
Akdeniz	Adana	8	13 452	141 291
	Antalya	10	23 190	
	Burdur	3	96	
	Hatay	5	48 133	
	Isparta	3	9	
	Kahramanmaraş	4	3 808	
	Mersin	8	37 027	
	Osmaniye	12	15 575	
Ege	Aydın	6	98 954	272 142
	Denizli	6	3 190	
	Manisa	8	39 390	
	Muğla	4	58 856	
	Uşak	2	3	
	İzmir	5	71 749	
Marmara	Balıkesir	6	51 406	90 920
	Bursa	5	8 931	
	Kocaeli	3	3	
	Sakarya	7	941	
	Tekirdağ	4	466	
	Yalova	3	8	
	Çanakkale	6	29 166	
İç Anadolu	Karaman	7	340	340
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	5	910	32 160
	Diyarbakır	3	13	
	Gaziantep	2	17 215	
	Kilis	3	11 754	
	Mardin	6	151	
	Şanlıurfa	3	2 086	
	Şırnak	7	32	

5.1.3. Türkiye haritası üzerinde illere göre potansiyel dağılımı

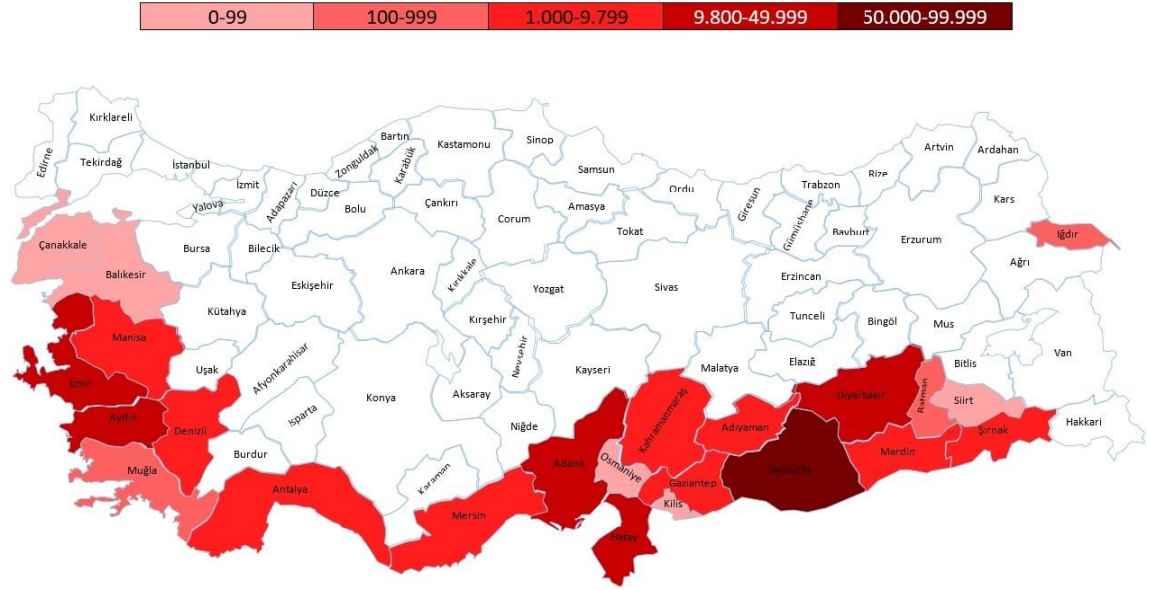
İllerin hesaplanan teorik biyodizel potansiyel dağılımlarının (ton) görsel olarak daha net anlaşılabilmesi açısından az potansiyelli iller daha açık, yüksek potansiyelli iller daha koyu renkte olacak şekilde Türkiye haritası üzerinde gösterilmiştir. Renksiz olan illerde üretim bulunmamaktadır.

5.1.3.1. Kolza



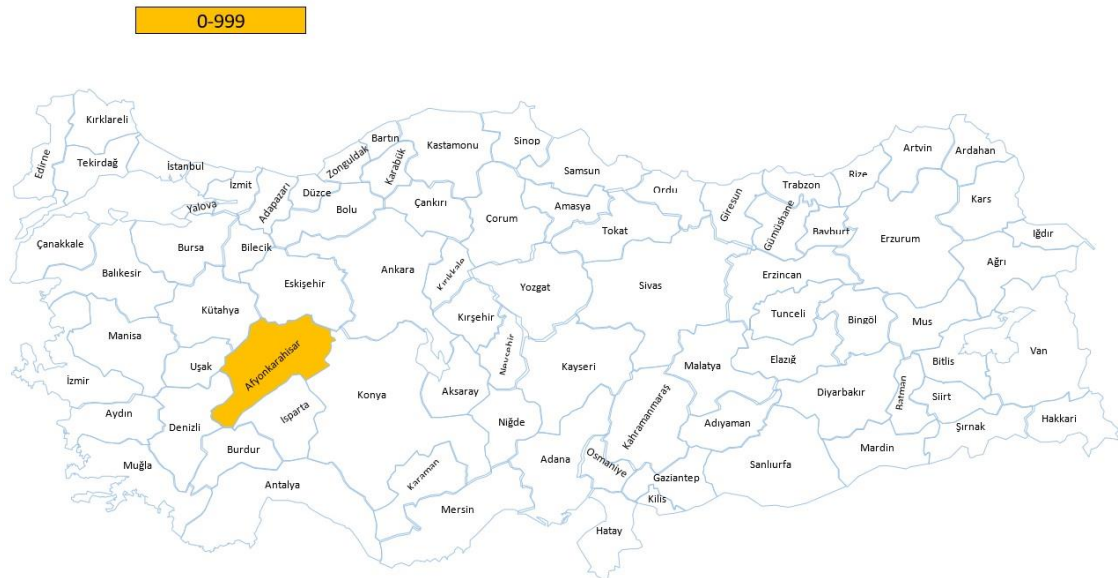
Şekil 5.1. Kolza bitkisi ortalama biyodizel potansiyel dağılımı (ton)

5.1.3.2. Pamuk



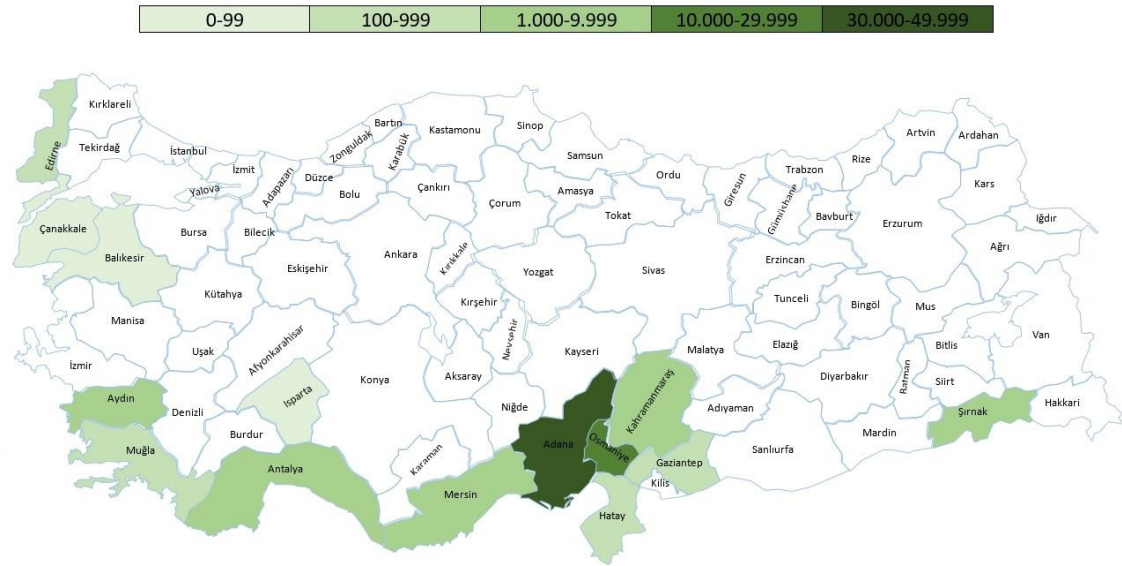
Şekil 5.2. Pamuk bitkisi ortalama biyodizel potansiyel dağılımı (ton)

5.1.3.3. Keten



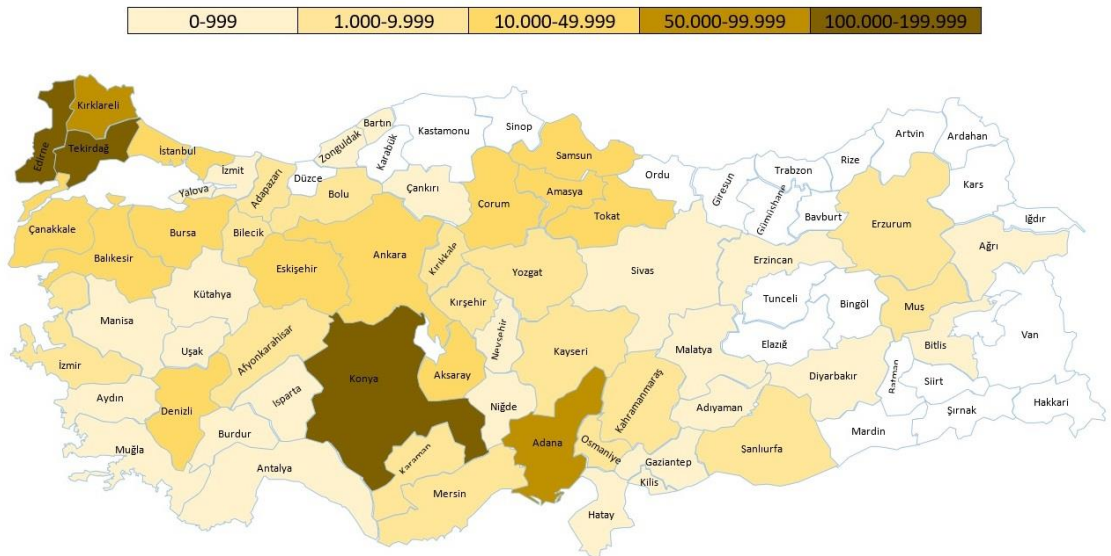
Şekil 5.3. Keten bitkisi ortalama biyodizel potansiyel dağılımı (ton)

5.1.3.4. Yer fıstığı



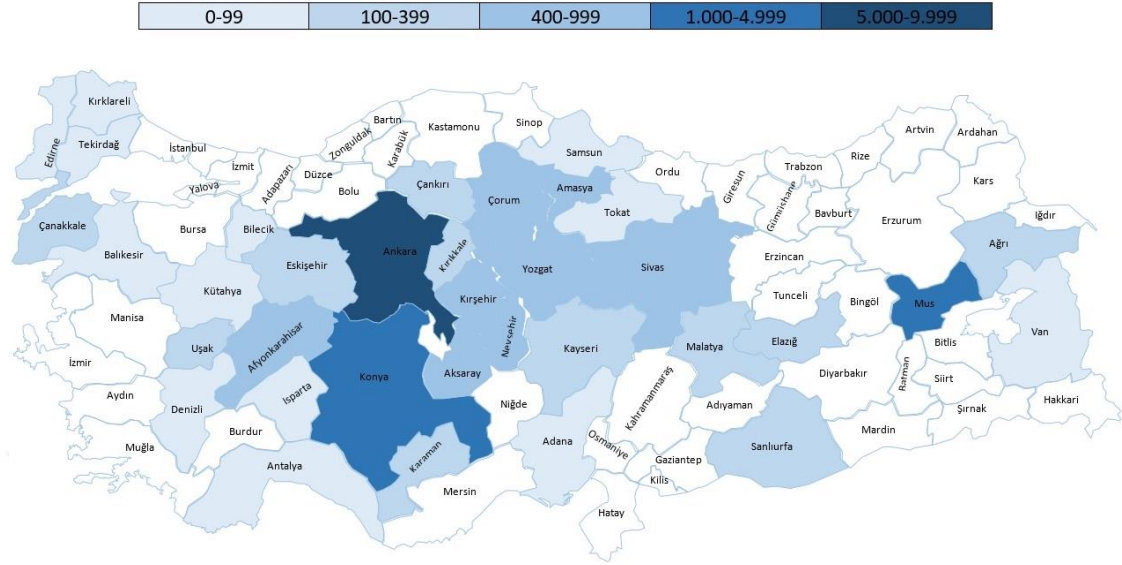
Şekil 5.4. Yer fıstığı bitkisi ortalama biyodizel potansiyel dağılımı (ton)

5.1.3.5. Ayçiçeği



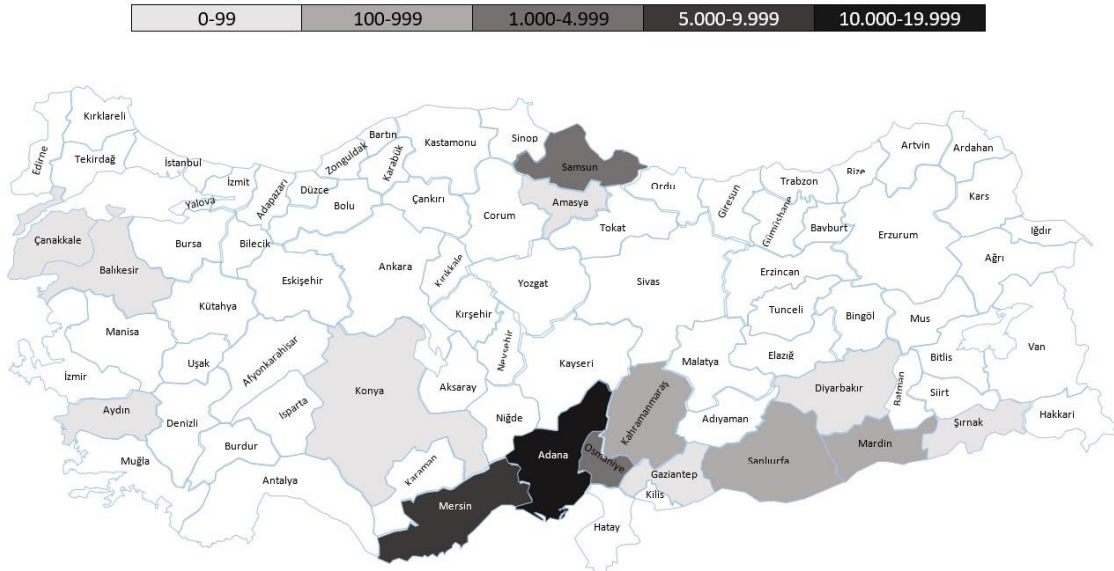
Şekil 5.5. Ayçiçeği bitkisi ortalama biyodizel potansiyel dağılımı (ton)

5.1.3.6. Aspir



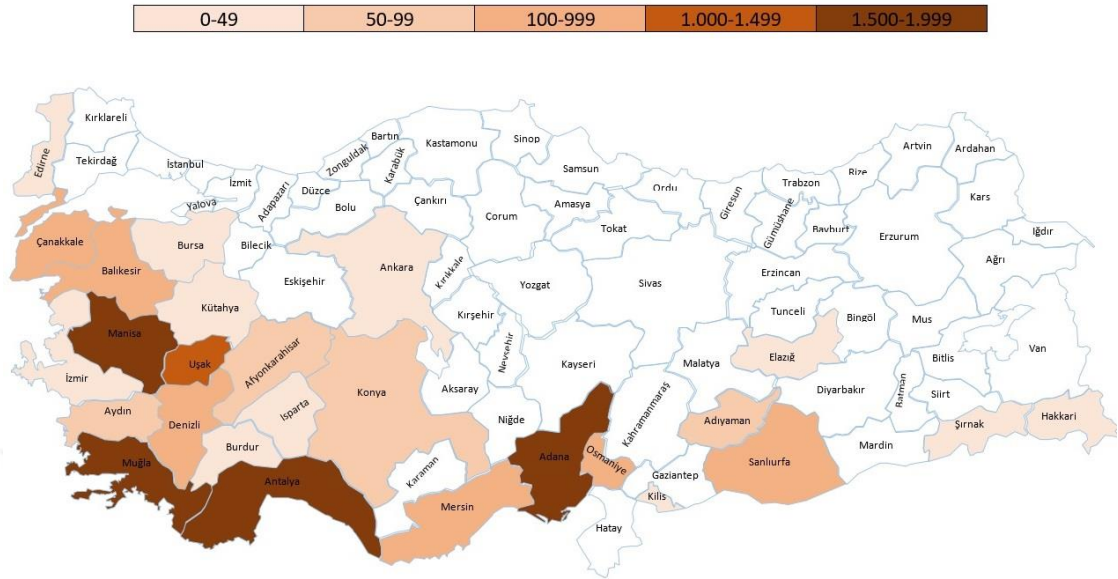
Şekil 5.6. Aspir bitkisi ortalama biyodizel potansiyel dağılımı (ton)

5.1.3.7. Soya



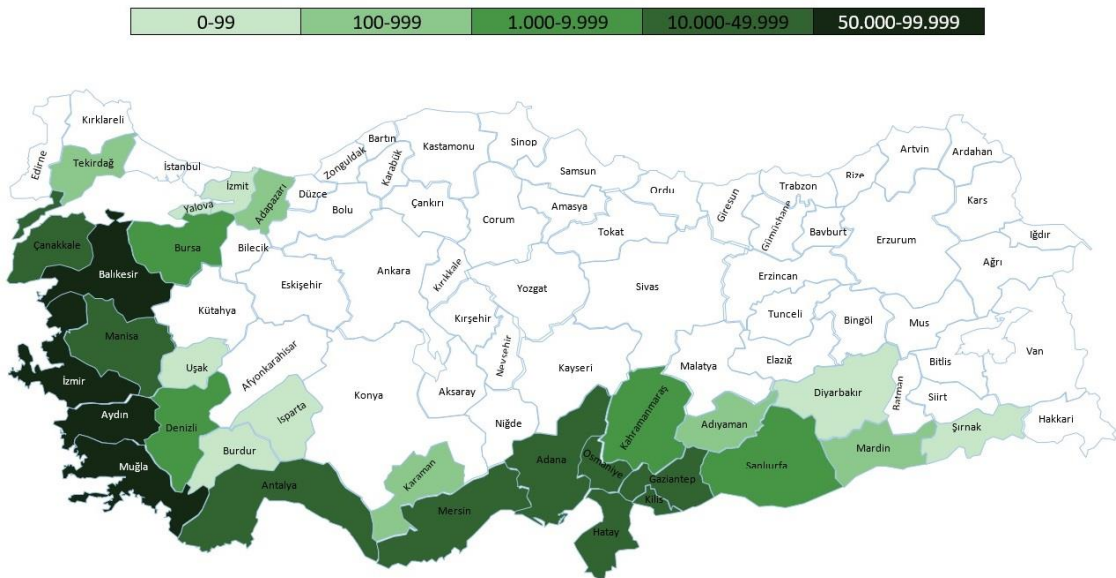
Şekil 5.7. Soya bitkisi ortalama biyodizel potansiyel dağılımı (ton)

5.1.3.8. Susam



Şekil 5.8. Susam bitkisi ortalama biyodizel potansiyel dağılımı (ton)

5.1.3.9. Zeytin



Şekil 5.9. Zeytin ortalama biyodizel potansiyel dağılımı (ton)

5.2. Biyoetanol

Bu başlık altında biyoetanol elde edilen ürünler incelenmiştir. Tüm ürünlerle ilgili yapılan hesaplamalarda 2014-2018 yılları arasındaki 5 yıllık verilerin ortalaması kullanılmıştır (TÜİK, 2019).

5.2.1. Biyoetanol elde edilen bitkilerin toprak verimlilikleri

Toprak verimi, TÜİK veri tabanından elde edilen üretim miktarının (ton) hasat edilen alana (dekar) bölünmesi ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu veri daha sonraki aşamalarda kullanılacaktır.

5.2.1.1. Arpa

Arpaya ait bölgesel ve il bazlı hasat edilen alan ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen birim alan toprak verimlilikleri Çizelge 5.19.'da gösterilmektedir. Çizelge 5.19. incelendiğinde en yüksek üretimin İç Anadolu bölgesinde olduğu ve en yüksek toprak verimliliğinin sırasıyla Tekirdağ, Edirne ve İstanbul illerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.19. Arpa bitkisi verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Hasat Edilen Alan (2014-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2014-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2014-2018 Ortalaması) kg/Dekar
Akdeniz	Adana	47 385	13 037	275
	Antalya	456 084	113 512	249
	Burdur	258 174	75 047	291
	Hatay	19 163	4 287	224
	Isparta	443 585	104 251	235
	Kahramanmaraş	307 946	83 083	270
	Mersin	110 742	14 770	133
	Osmaniye	39 382	12 195	310
Ege	Afyonkarahisar	1 127 627	302 036	268
	Aydın	91 408	27 753	304
	Denizli	541 858	157 728	291
	Kütahya	409 885	106 545	260
	Manisa	317 968	75 082	236
	Muğla	76 626	19 529	255
	Uşak	631 901	169 137	268
	İzmir	133 221	43 308	325
Marmara	Balıkesir	140 982	43 522	309
	Bilecik	82 865	20 214	244
	Bursa	87 833	23 705	270
	Edirne	58 595	26 260	448
	Kocaeli	75 382	21 089	280

Marmara	Kırklareli	52 406	21 501	410
	Sakarya	40 883	11 376	278
	Tekirdağ	147 617	66 315	449
	Yalova	9 168	2 694	294
	Çanakkale	250 094	88 435	354
	İstanbul	61 931	27 567	445
Karadeniz	Amasya	226 868	69 043	304
	Artvin	3 766	507	135
	Bartın	10 451	2 015	193
	Bayburt	106 232	20 316	191
	Bolu	157 383	35 875	228
	Düzce	494	114	231
	Giresun	70 392	11 552	164
	Gümüşhane	79 009	18 944	240
	Karabük	52 863	11 737	222
	Kastamonu	137 247	29 816	217
	Ordu	17 104	2 028	119
	Samsun	74 239	19 062	257
	Sinop	35 956	7 363	205
	Tokat	268 527	69 963	261
	Zonguldak	4 179	706	169
	Çorum	614 067	187 993	306
İç Anadolu	Aksaray	843 860	263 581	312
	Ankara	2 217 634	590 727	266
	Eskişehir	938 941	248 844	265
	Karaman	590 666	165 882	281
	Kayseri	986 980	279 224	283
	Konya	2 817 091	871 239	309
	Kırıkkale	347 109	101 235	292
	Kırşehir	919 550	266 043	289
	Nevşehir	606 237	148 171	244
	Niğde	257 432	71 112	276
	Sivas	736 058	189 863	258
	Yozgat	374 586	92 603	247
	Çankırı	209 172	59 517	285
Doğu Anadolu	Ardahan	89 829	13 415	149
	Ağrı	465 713	87 839	189
	Bingöl	7 224	1 662	230
	Bitlis	21 265	3 368	158
	Elazığ	453 787	115 933	255
	Erzincan	186 305	49 398	265
	Erzurum	299 902	62 131	207
	Hakkari	432	54	125
	Iğdır	79 362	12 914	163
	Kars	486 003	82 776	170
	Malatya	338 611	55 334	163
	Muş	138 124	31 064	225
	Tunceli	91 090	20 244	222
	Van	74 487	14 252	191
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	585 072	210 595	360
	Batman	57 373	15 627	272
	Diyarbakır	483 128	160 960	333
	Gaziantep	289 359	64 102	222
	Kilis	94 729	18 765	198
	Mardin	260 600	71 662	275

Güneydoğu Anadolu	Siirt	21 257	4 484	211
	Şanlıurfa	2 150 789	407 338	189
	Şırnak	27 192	7 028	258

5.2.1.2. Mısır

Mısıra ait bölgesel ve il bazlı hasat edilen alan ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen birim alan toprak verimlilikleri Çizelge 5.20.'de gösterilmektedir. Çizelge 5.20. incelendiğinde en yüksek üretimin İç Anadolu bölgesinde olduğu ve en yüksek toprak verimliliğinin sırasıyla Tekirdağ, Edirne ve İstanbul illerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.20. Mısır bitkisi verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Hasat Edilen Alan (2014-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2014-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2014-2018 Ortalaması) kg/Dekar
Akdeniz	Adana	903 201	997 302	1 104
	Antalya	60 314	44 298	734
	Burdur	1 769	967	547
	Hatay	153 460	154 226	1 005
	Isparta	575	70	122
	Kahramanmaraş	246 879	210 344	852
	Mersin	174 503	202 068	1 158
	Osmaniye	342 743	365 952	1 068
Ege	Afyonkarahisar	1 347	827	614
	Aydın	102 947	111 203	1 080
	Denizli	84 128	80 706	959
	Kütahya	8 955	2 138	239
	Manisa	303 028	328 486	1 084
	Muğla	21 846	15 458	708
	Uşak	3 386	935	276
	İzmir	156 599	172 891	1 104
Marmara	Balıkesir	24 938	21 041	844
	Bilecik	154	47	305
	Bursa	132 406	139 761	1 056
	Edirne	16 397	12 813	781
	Kocaeli	32 535	17 176	528
	Kırklareli	38 597	29 375	761
	Sakarya	332 659	315 792	949
	Tekirdağ	987	589	597
	Çanakkale	46 103	30 160	654
	İstanbul	218	97	445
Karadeniz	Amasya	60 957	61 613	1 011
	Artvin	13 076	2 509	192
	Bartın	62 682	9 532	152
	Bayburt	8	1	125
	Bolu	195	36	185
	Düzce	44 937	31 559	702
	Giresun	26 531	3 921	148

Karadeniz	Gümüşhane	957	106	111
	Karabük	1 202	155	129
	Kastamonu	7 085	1 649	233
	Ordu	58 308	6 646	114
	Rize	2 699	327	121
	Samsun	153 943	69 514	452
	Sinop	43 779	10 606	242
	Tokat	36 329	32 711	900
	Trabzon	81 563	13 305	163
	Zonguldak	40 532	5 051	125
	Çorum	2 829	1 826	645
İç Anadolu	Aksaray	53 233	54 331	1 021
	Ankara	9 675	7 875	814
	Eskişehir	58 438	51 505	881
	Karaman	236 185	229 912	973
	Kayseri	3 883	2 542	655
	Konya	653 725	661 002	1 011
	Kırıkkale	17 103	15 676	917
	Kırşehir	1 702	1 397	821
	Yozgat	281	95	338
Doğu Anadolu	Ardahan	39	9	231
	Bingöl	825	760	921
	Bitlis	2 695	1 318	489
	Erzurum	1 699	477	281
	İğdır	30 929	25 649	829
	Malatya	1 051	297	283
	Muş	704	406	577
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	38 600	37 378	968
	Batman	41 320	47 021	1 138
	Diyarbakır	252 527	283 716	1 124
	Gaziantep	34 383	30 681	892
	Kilis	17 260	13 142	761
	Mardin	554 986	568 260	1 024
	Siirt	16 935	14 633	864
	Şanlıurfa	616 062	491 841	798
	Şırnak	28 498	24 198	849

5.2.1.3. Patates

Patatese ait bölgesel ve il bazlı hasat edilen alan ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen birim alan toprak verimlilikleri Çizelge 5.21.'de gösterilmektedir. Çizelge 5.21. incelendiğinde en yüksek üretimin İç Anadolu bölgesinde olduğu ve en yüksek toprak verimliliğinin sırasıyla Nevşehir, Konya ve Hatay illerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.21. Patates bitkisi verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Hasat Edilen Alan (2014-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2014-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2014-2018 Ortalaması) kg/Dekar
Akdeniz	Adana	61 301	221 402	3 612
	Antalya	9 109	22 200	2 437
	Burdur	2 760	6 450	2 337
	Hatay	23 028	90 399	3 926
	Isparta	3 643	9 000	2 470
	Kahramanmaraş	9 535	22 101	2 318
	Mersin	2 325	8 512	3 661
Ege	Afyonkarahisar	126 328	428 355	3 391
	Aydın	2 643	8 208	3 106
	Denizli	256	659	2 574
	Kütahya	9 853	23 589	2 394
	Manisa	4 754	10 763	2 264
	Muğla	9 407	30 424	3 234
	Uşak	3 593	11 429	3 181
	İzmir	106 203	378 614	3 565
Marmara	Balıkesir	2 298	5 593	2 434
	Bilecik	238	368	1 546
	Bursa	14 003	33 521	2 394
	Edirne	325	782	2 406
	Kocaeli	129	259	2 008
	Kırklareli	1 113	2 032	1 826
	Sakarya	1 742	4 949	2 841
	Tekirdağ	300	704	2 347
	İstanbul	95	119	1 253
Karadeniz	Amasya	5 391	19 628	3 641
	Artvin	12 576	16 721	1 330
	Bartın	1 832	3 192	1 742
	Bayburt	7 579	16 323	2 154
	Bolu	74 755	214 472	2 869
	Düzce	532	819	1 539
	Giresun	10 714	12 314	1 149
	Gümüşhane	18 858	40 771	2 162
	Karabük	367	562	1 531
	Kastamonu	7 608	19 760	2 597
	Ordu	19 924	25 134	1 261
	Rize	80	69	863
	Samsun	9 539	21 115	2 214
	Tokat	28 050	68 482	2 441
	Trabzon	33 225	45 495	1 369
	Zonguldak	366	262	716
	Çorum	12 872	38 641	3 002
İç Anadolu	Aksaray	63 876	220 634	3 454
	Ankara	2 757	9 540	3 460
	Eskişehir	17 047	58 034	3 404
	Karaman	9 498	29 664	3 123
	Kayseri	84 874	323 252	3 809
	Konya	133 909	546 354	4 080
	Kırıkkale	2	4	2 000
	Kırşehir	1 298	4 542	3 499
	Nevşehir	60 314	259 002	4 294
	Niğde	216 511	750 662	3 467

İç Anadolu	Sivas	65 677	197 848	3 012
	Yozgat	8 011	27 469	3 429
	Çankırı	2 307	5 022	2 177
Doğu Anadolu	Ardahan	1 329	1 849	1 391
	Ağrı	918	1 205	1 313
	Bingöl	542	873	1 611
	Bitlis	44 031	162 745	3 696
	Elazığ	753	1 253	1 664
	Erzincan	2 154	3 665	1 701
	Erzurum	33 804	79 123	2 341
	Hakkari	363	452	1 245
	Iğdır	644	1 216	1 888
	Kars	12 867	31 556	2 452
	Malatya	1 745	5 131	2 940
	Muş	801	1 550	1 935
	Van	2 177	6 101	2 802
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	969	2 301	2 375
	Gaziantep	982	3 631	3 698
	Şanlıurfa	799	2 329	2 915

5.2.1.4. Tatlı Patates

Tatlı patatese ait bölgesel ve il bazlı hasat edilen alan ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen birim alan toprak verimlilikleri Çizelge 5.22.'de gösterilmektedir. Bazı illerde düzenli ekiminin yapılmadığı TÜİK verilerinden anlaşılmaktadır. Elde edilen veriler ışığında bazı illerde farklı yıllarda ekimi yapılmış olup ekim tarihleri çizelgeye ayrıca işlenmiştir. Çizelge 5.22. incelendiğinde en yüksek üretimin İç Anadolu bölgesinde olduğu görülse de düzenli üretimin Afyonkarahisar, Manisa ve Kocaeli illerinde olduğu görülmektedir. En yüksek toprak verimliliğinin sırasıyla Van (Sadece 2014 yılında üretim yapılmıştır), Ankara (2018 hariç diğer yıllar) ve Eskişehir (Sadece 2015 yılında üretim yapılmıştır) illerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.22. Tatlı patates bitkisi verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Hasat Edilen Alan (2014-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2014-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2014-2018 Ortalaması) kg/Dekar
Akdeniz	Hatay (2014)	60	72	1 200
Ege	Afyonkarahisar	2	3	1 500
	Manisa	300	450	1 500
Marmara	Kocaeli	68	81	1 191
İç Anadolu	Ankara (2018 hariç)	169	339	2 006
	Eskişehir (2015)	25	50	2 000
	Kayseri (2014-2015)	2 500	3 750	1 500
Doğu Anadolu	Van (2014)	1 200	3 000	2 500

5.2.1.5. Buğday

Buğdaya ait bölgesel ve il bazlı hasat edilen alan ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen birim alan toprak verimlilikleri Çizelge 5.23.'te gösterilmektedir. Çizelge 5.23. incelendiğinde en yüksek üretimin İç Anadolu bölgesinde olduğu ve en yüksek toprak verimliliğinin sırasıyla İstanbul, Tekirdağ ve Kırklareli illerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.23. Buğday bitkisi verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Hasat Edilen Alan (2014-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2014-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2014-2018 Ortalaması) kg/Dekar
Akdeniz	Adana	1 840 979	661 696	359
	Antalya	96 3395	233 785	243
	Burdur	555 949	141 266	254
	Hatay	663 077	256 554	387
	Isparta	484 624	99 816	206
	Kahramanmaraş	1 302 535	424 603	326
	Mersin	1 054 457	245 037	232
	Osmaniye	506 351	168 539	333
Ege	Afyonkarahisar	1 663 853	426 132	256
	Aydın	198 534	76 197	384
	Denizli	746 469	234 658	314
	Kütahya	1 368 871	285 396	208
	Manisa	1 025 830	275 401	268
	Muğla	388 533	103 846	267
	Uşak	688 557	149 794	218
	İzmir	322218	108 521	337
Marmara	Balıkesir	1 183 167	338 610	286
	Bilecik	307 410	67 746	220
	Bursa	730 430	212 596	291
	Edirne	1 412 433	523 522	371
	Kocaeli	222 497	53 801	242
	Kırklareli	1 255 035	493 132	393
	Sakarya	146 474	35 056	239
	Tekirdağ	1 853 829	765 523	413
	Yalova	14 564	3 784	260
	Çanakkale	791 051	250 676	317
	İstanbul	333 580	145 902	437
Karadeniz	Amasya	1 054 245	297 681	282
	Artvin	1 964	250	127
	Bartın	136 283	19 794	145
	Bayburt	259 031	49 629	192
	Bolu	485 074	119 638	247
	Düzce	9 531	2 267	238
	Giresun	105 868	15 660	148
	Gümüşhane	180 396	35 975	199
	Karabük	136 231	23 214	170
	Kastamonu	580 923	98 602	170
	Ordu	38 435	3 277	85
	Samsun	1 073 652	298 000	278

Karadeniz	Sinop	189 461	39 837	210
	Tokat	1 245 388	296 737	238
	Zonguldak	98 514	12 790	130
	Çorum	2 170 351	551 928	254
İç Anadolu	Aksaray	792 494	247 794	313
	Ankara	4 584 000	1 071 421	234
	Eskişehir	1 828 861	504 964	276
	Karaman	914 621	212 295	232
	Kayseri	1 607 224	380 460	237
	Konya	7 189 714	2 147 040	299
	Kırıkkale	1 073 080	262 599	245
	Kırşehir	974 114	247 835	254
	Nevşehir	1 130 049	239 422	212
	Niğde	675 211	182 935	271
	Sivas	2 824 246	604 248	214
	Yozgat	3 207 158	716 005	223
	Çankırı	928 449	235 491	254
Doğu Anadolu	Ardahan	51 862	6 559	126
	Ağrı	999 044	148 944	149
	Bingöl	109 173	29 289	268
	Bitlis	343 323	49 839	145
	Elazığ	421 110	93 742	223
	Erzincan	374 893	79 771	213
	Erzurum	1 149 108	194 327	169
	Hakkari	110 030	12 901	117
	Iğdır	195 770	45 940	235
	Kars	484 732	67 590	139
	Malatya	551 669	89 488	162
	Muş	1 202 601	251 612	209
	Tunceli	100 151	17 036	170
	Van	762 038	104 105	137
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	816 186	236 062	289
	Batman	652 010	189 882	291
	Diyarbakır	3 561 193	1 117 668	314
	Gaziantep	761 791	265 165	348
	Kilis	233 092	49 652	213
	Mardin	1 910 265	729 491	382
	Siirt	382 217	108 628	284
	Şanlıurfa	3 056 194	955 619	313
	Şırnak	708 268	197 317	279

5.2.1.6. Hayvan Pancarı

Hayvan pancarına ait bölgesel ve il bazlı hasat edilen alan ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen birim alan toprak verimlilikleri Çizelge 5.24.'de gösterilmektedir. Çizelge 5.24. incelendiğinde en yüksek üretimin Ege bölgesinde olduğu ve en yüksek toprak verimliliğinin sırasıyla Tekirdağ, Çanakkale ve Muğla illerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.24. Hayvan pancarı bitkisi verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Hasat Edilen Alan (2014-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2014-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2014-2018 Ortalaması) kg/Dekar
Akdeniz	Antalya	5	24	4 800
	Burdur	3 877	19 125	4 933
	Isparta	403	1 804	4 476
Ege	Afyonkarahisar	5 925	31 689	5 348
	Denizli	1 299	6 970	5 366
	Kütahya	2 357	11 278	4 785
	Manisa	43	81	1 884
	Muğla	185	1 099	5 941
	Uşak	1 472	8 464	5 750
	İzmir	405	1 365	3 370
Marmara	Balıkesir	917	5 282	5 760
	Bilecik	284	1 014	3 570
	Bursa	418	1 780	4 258
	Edirne	54	273	5 056
	Kırklareli	342	1 739	5 085
	Tekirdağ	195	1 254	6 431
	Çanakkale	250	1 505	6 020
	İstanbul	6	18	3 000
Karadeniz	Amasya	69	360	5 217
	Giresun	160	260	1 625
	Samsun	130	546	4 200
	Sinop	50	250	5 000
	Tokat	755	3 638	4 819
	Trabzon	1 852	2 697	1 456
	Çorum	208	1 127	5 418
İç Anadolu	Ankara	252	900	3 571
	Eskişehir	302	1 349	4 467
	Karaman	250	1 000	4 000
	Konya	319	1 697	5 320
	Nevşehir	39	193	4 949

5.2.1.7. Şeker Pancarı

Şeker pancarına ait bölgesel ve il bazlı hasat edilen alan ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen birim alan toprak verimlilikleri Çizelge 5.25.'de gösterilmektedir. Çizelge 5.25. incelendiğinde en yüksek üretimin Ege bölgesinde olduğu ve en yüksek toprak verimliliğinin sırasıyla Tekirdağ, Çanakkale ve Muğla illerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.25. Şeker pancarı bitkisi verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Hasat Edilen Alan (2014-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2014-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2014-2018 Ortalaması) kg/Dekar
Akdeniz	Adana	2 293	11 222	4 894
	Antalya	17 444	106 089	6 082
	Burdur	33 691	178 753	5 306
	Isparta	18 886	113 892	6 030
	Kahramanmaraş	66 417	426 331	6 419
Ege	Afyonkarahisar	145 180	873 564	6 017
	Denizli	35 136	191 857	5 460
	Kütahya	45 239	248 462	5 492
	Manisa	262	1 319	5 034
	Muğla	300	1 551	5 170
	Uşak	13 009	77 066	5 924
Marmara	Balıkesir	3 222	22 713	7 049
	Bilecik	614	3 439	5 601
	Bursa	19 433	174 356	8 972
	Edirne	3 987	25 396	6 370
	Kırklareli	2 780	15 410	5 543
	Sakarya	5 797	43 978	7 586
	Tekirdağ	3 067	20 336	6 631
	İstanbul	486	2 611	5 372
Karadeniz	Amasya	78 290	438 642	5 603
	Bayburt	4 057	18 964	4 674
	Bolu (2018)	176	648	3 682
	Düzce	113	666	5 894
	Gümüşhane	2 985	12 440	4 168
	Kastamonu	35 900	177 282	4 938
	Samsun	10 492	47 612	4 538
	Tokat	104 739	551 200	5 263
	Çorum	39 779	211 753	5 323
İç Anadolu	Aksaray	156 353	1 102 044	7 048
	Ankara	98 521	603 996	6 131
	Eskişehir	213 032	1 284 470	6 029
	Karaman	87 319	578 664	6 627
	Kayseri	182 028	991 789	5 449
	Konya	777 520	5 328 977	6 854
	Kırıkkale	9 027	52 732	5 842
	Kırşehir	56 345	340 387	6 041
	Nevşehir	59 118	367 037	6 209
	Niğde	19 023	126 007	6 624
	Sivas	139 220	690 978	4 963
	Yozgat	294 102	1 710 733	5 817
	Çankırı	2 876	14 242	4 952
Doğu Anadolu	Ağrı	15 297	58 426	3 819
	Bingöl	348	1 529	4 394
	Bitlis	24 917	106 579	4 277
	Elazığ	16 109	83 905	5 209
	Erzincan	72 045	376 624	5 228
	Erzurum	14 786	57 444	3 885
	İğdır	1 543	5 912	3 831
	Kars	8 379	32 405	3 867
	Malatya	8 695	52 339	6 019
	Muş	77 619	325 738	4 197

Doğu Anadolu	Tunceli	354	1 785	5 042
	Van	8 794	45 931	5 223
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	486	2 434	5 008
	Gaziantep	10 731	77 655	7 237
	Şanlıurfa	9 412	56 881	6 043

5.2.1.8. Şeker Kamışı

Şeker kamışına ait hasat edilen alan ve üretim miktarı ile bu parametreleri kullanarak elde edilen birim alan toprak verimi Çizelge 5.26.'da gösterilmektedir. TÜİK verilerine göre ülkemizde şeker kamışı sadece Düzce ilinde yetiştirilmektedir.

Çizelge 5.26. Şeker kamışı bitkisi verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Hasat Edilen Alan (2014-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2014-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2014-2018 Ortalaması) kg/Dekar
Karadeniz	Düzce	32	161	5 031

5.2.1.9. Şeker Sorgum

Şeker sorguma ait bölgesel ve il bazlı hasat edilen alan ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen birim alan toprak verimlilikleri Çizelge 5.27.'de gösterilmektedir. Çizelge 5.27. incelendiğinde en yüksek üretimin Marmara bölgesinde olduğu ve en yüksek toprak verimliliğinin sırasıyla Tokat, Burdur ve Edirne illerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.27. Şeker pancarı bitkisi verimlilik tablosu

Bölge	Şehir	Hasat Edilen Alan (2014-2018 Ortalaması) Dekar	Üretim Miktarı (2014-2018 Ortalaması) Ton	Toprak Verimi (2014-2018 Ortalaması) kg/Dekar
Akdeniz	Adana	837	1 722	2 057
	Antalya	902	2 431	2 695
	Burdur	684	4 976	7 275
Ege	Afyonkarahisar	121	553	4 570
	Aydın	1 609	4 018	2 497
	Denizli	27	148	5 481
	Manisa	245	1 050	4 286
	Muğla	900	3 049	3 388
	Uşak	280	1 400	5 000
	İzmir	847	3 858	4 555
Marmara	Balıkesir	2 023	5 967	2 950
	Bursa	1 133	4 706	4 154
	Edirne	100	570	5 700
	Kocaeli	40	158	3 950

Marmara	Kırklareli	585	1 393	2 381
	Sakarya	410	414	1 010
	Tekirdağ	52	193	3 712
	Çanakkale	4 369	18 590	4 255
Karadeniz	Bartın	327	1 635	5 000
	Kastamonu	136	223	1 640
	Samsun	531	1 343	2 529
	Tokat	10	77	7 700
İç Anadolu	Ankara	268	705	2 631
	Eskişehir	368	1 415	3 845
	Kayseri	37	110	2 973
	Konya	287	1 234	4 300
	Nevşehir	41	183	4 463
Doğu Anadolu	Elazığ	58	202	3 483
Güneydoğu Anadolu	Şanlıurfa	220	93	423

5.2.2. Bitkilerin şeker/nişasta verimleri ve biyoetanol potansiyeli

Hesaplanan toprak veriminin Çizelge 4.1.'de verilen ürün şeker/nişasta oranlarının ortalaması ile çarpılması sonucunda illerin ortalama şeker/nişasta verimlilikleri hesaplanmıştır. TÜİK verilerinden alınan üretim miktarları ile şeker/nişasta verimlerinin çarpılması ile illerin teorik ortalama elde edilen şeker/nişasta miktarı bulunmuştur. Çizelge 5.28.'de verilen biyoetanol dönüşüm tablosu ile illerin ortalama teorik biyoetanol potansiyeli bulunmuş ve bunların toplanması ile bölgesel ortalama biyoetanol potansiyeli belirlenmiştir.

Çizelge 5.28. Biyoetanol dönüşüm tablosu (Ertaş ve ark., 2014)

Ham Madde	Biyoetanol Potansiyeli (lt/ton)
Arpa	250
Mısır	360
Patates / Tatlı Patates	110
Buğday	340
Hayvan Pancarı / Şeker Pancarı	110
Şeker Kamışı	70
Şeker Sorgum	60

5.2.2.1. Arpa

Bölgelerin ve illerin arpa ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyoetanol potansiyelleri Çizelge 5.29.'da sunulmaktadır. Çizelge 5.29. incelendiğinde arpa bitkisi için en yüksek teorik biyoetanol potansiyeline sahip bölgenin yıllık ortalama 837 010 ton ile İç Anadolu bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı Güneydoğu Anadolu bölgesi almaktadır. İl bazında değerlendirildiğinde en yüksek potansiyelin sırası ile Konya, Ankara ve Şanlıurfa illerinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.29. Arpa bitkisi biyoetanol potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Nişasta Verimi (kg/Dekar)	Ortalama Elde Edilen Nişasta Miktarı (ton)	Ortalama Elde Edilen Biyoetanol Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyoetanol Potansiyeli (ton)
Akdeniz	Adana	160	7 561	3 259	105 046
	Antalya	144	65 837	28 378	
	Burdur	169	43 527	18 762	
	Hatay	130	2 486	1 072	
	Isparta	136	60 466	26 063	
	Kahramanmaraş	156	48 188	20 771	
	Mersin	77	8 567	3 693	
	Osmaniye	180	7 073	3 049	
Ege	Afyonkarahisar	155	175 181	75 509	225 280
	Aydın	176	16 097	6 938	
	Denizli	169	91 482	39 432	
	Kütahya	151	61 796	26 636	
	Manisa	137	43 548	18 771	
	Muğla	148	11 327	4 882	
	Uşak	155	98 099	42 284	
	İzmir	189	25 119	10 827	
Marmara	Balıkesir	179	25 243	10 881	88 170
	Bilecik	141	11 724	5 054	
	Bursa	157	13 749	5 926	
	Edirne	260	15 231	6 565	
	Kocaeli	162	12 232	5 272	
	Kırklareli	238	12 471	5 375	
	Sakarya	161	6 598	2 844	
	Tekirdağ	261	38 463	16 579	
	Yalova	170	1 563	674	
	Çanakkale	205	51 292	22 109	
Karadeniz	İstanbul	258	15 989	6 892	121 759
	Amasya	177	40 045	17 261	
	Artvin	78	294	127	
	Bartın	112	1 169	504	
	Bayburt	111	11 783	5 079	
	Bolu	132	20 808	8 969	
	Düzce	134	66	29	
	Giresun	95	6 700	2 888	
	Gümüşhane	139	10 988	4 736	
	Karabük	129	6 807	2 934	

Karadeniz	Kastamonu	126	17 293	7 454	
	Ordu	69	1 176	507	
	Samsun	149	11 056	4 766	
	Sinop	119	4 271	1 841	
	Tokat	151	40 579	17 491	
	Zonguldak	98	409	177	
	Çorum	178	109 036	46 998	
İç Anadolu	Aksaray	181	152 877	65 895	837 010
	Ankara	154	342 622	147 682	
	Eskişehir	154	144 330	62 211	
	Karaman	163	96 212	41 471	
	Kayseri	164	161 950	69 806	
	Konya	179	505 319	217 810	
	Kırıkkale	169	58 716	25 309	
	Kırşehir	168	154 305	66 511	
	Nevşehir	142	85 939	37 043	
	Niğde	160	41 245	17 778	
	Sivas	150	110 121	47 466	
	Yozgat	143	53 710	23 151	
	Çankırı	165	34 520	14 879	
Doğu Anadolu	Ardahan	87	7 781	3 354	137 596
	Ağrı	109	50 947	21 960	
	Bingöl	133	964	416	
	Bitlis	92	1 953	842	
	Elazığ	148	67 241	28 983	
	Erzincan	154	28 651	12 350	
	Erzurum	120	36 036	15 533	
	Hakkari	73	31	14	
	Iğdır	94	7 490	3 229	
	Kars	99	48 010	20 694	
	Malatya	95	32 094	13 834	
	Muş	130	18 017	7 766	
	Tunceli	129	11 742	5 061	
	Van	111	8 266	3 563	
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	209	122 145	52 649	240 140
	Batman	158	9 064	3 907	
	Diyarbakır	193	93 357	40 240	
	Gaziantep	128	37 179	16 026	
	Kilis	115	10 884	4 691	
	Mardin	159	41 564	17 916	
	Siirt	122	2 601	1 121	
	Şanlıurfa	110	236 256	101 835	
	Şırnak	150	4 076	1 757	

5.2.2.2. Mısır

Bölgelerin ve illerin mısır ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyoetanol potansiyelleri Çizelge 5.30.'da sunulmaktadır. Çizelge 5.30. incelendiğinde mısır bitkisi için en yüksek teorik biyoetanol potansiyeline sahip bölgenin yıllık ortalama 45 798 ton ile Marmara bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı İç Anadolu bölgesi almaktadır. İl bazında değerlendirildiğinde en yüksek potansiyelin sırası ile Tekirdağ, İstanbul ve Edirne illerinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.30. Mısır bitkisi biyoetanol potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Nişasta Verimi (kg/Dekar)	Ortalama Elde Edilen Nişasta Miktarı (ton)	Ortalama Elde Edilen Biyoetanol Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyoetanol Potansiyeli (ton)
Akdeniz	Adana	718	648 246	359 029	711 082
	Antalya	477	28 794	15 947	
	Burdur	355	629	348	
	Hatay	653	100 247	55 521	
	Isparta	79	46	25	
	Kahramanmaraş	554	136 724	75 724	
	Mersin	753	131 344	72 744	
	Osmaniye	694	237 869	131 743	
Ege	Afyonkarahisar	399	538	298	256 552
	Aydın	702	72 282	40 033	
	Denizli	624	52 459	29 054	
	Kütahya	155	1 390	770	
	Manisa	705	213 516	118 255	
	Muğla	460	10 048	5 565	
	Uşak	179	608	337	
	İzmir	718	112 379	62 241	
Marmara	Balıkesir	548	13 677	7 575	204 066
	Bilecik	198	31	17	
	Bursa	686	90 845	50 314	
	Edirne	508	8 328	4 613	
	Kocaeli	343	11 164	6 183	
	Kırklareli	495	19 094	10 575	
	Sakarya	617	205 265	113 685	
	Tekirdağ	388	383	212	
	Çanakkale	425	19 604	10 858	
	İstanbul	289	63	35	
Karadeniz	Amasya	657	40 048	22 181	90 384
	Artvin	125	1 631	903	
	Bartın	99	6 196	3 432	
	Bayburt	81	1	0	
	Bolu	120	23	13	
	Düzce	456	20 513	11 361	
	Giresun	96	2 549	1 412	
	Gümüşhane	72	69	38	
	Karabük	84	101	56	
	Kastamonu	151	1 072	594	

Karadeniz	Ordu	74	4 320	2 393	
	Rize	79	213	118	
	Samsun	294	45 184	25 025	
	Sinop	157	6 894	3 818	
	Tokat	585	21 262	11 776	
	Trabzon	106	8 648	4 790	
	Zonguldak	81	3 283	1 818	
	Çorum	420	1 187	657	
İç Anadolu	Aksaray	663	35 315	19 559	368 761
	Ankara	529	5 119	2 835	
	Eskişehir	573	33 478	18 542	
	Karaman	633	149 443	82 768	
	Kayseri	426	1 652	915	
	Konya	657	429 651	237 961	
	Kırıkkale	596	10 189	5 643	
	Kırşehir	534	908	503	
Doğu Anadolu	Yozgat	220	62	34	10 410
	Ardahan	150	6	3	
	Bingöl	599	494	274	
	Bitlis	318	857	474	
	Erzurum	182	310	172	
	Iğdır	539	16 672	9 234	
	Malatya	184	193	107	
	Muş	375	264	146	
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	629	24 296	13 456	543 913
	Batman	740	30 564	16 928	
	Diyarbakır	730	184 415	102 138	
	Gaziantep	580	19 943	11 045	
	Kilis	495	8 542	4 731	
	Mardin	666	369 369	204 574	
	Siirt	562	9 511	5 268	
	Şanlıurfa	519	319 697	177 063	
	Şırnak	552	15 729	8 711	

5.2.2.3. Patates

Bölgelerin ve illerin patates ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyoetanol potansiyelleri Çizelge 5.31.'de sunulmaktadır. Çizelge 5.31. incelendiğinde patates bitkisi için en yüksek teorik biyoetanol potansiyeline sahip bölgenin yıllık ortalama 267 523 ton ile İç Anadolu bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı Ege bölgesi almaktadır. İl bazında değerlendirildiğinde en yüksek potansiyelin sırası ile Niğde, Konya ve Afyonkarahisar illerinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.31. Patates bitkisi biyoetanol potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Nişasta Verimi (kg/Dekar)	Ortalama Elde Edilen Nişasta Miktarı (ton)	Ortalama Elde Edilen Biyoetanol Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyoetanol Potansiyeli (ton)
Akdeniz	Adana	643	39 410	24 354	41 807
	Antalya	434	3 952	2 442	
	Burdur	416	1 148	710	
	Hatay	699	16 091	9 944	
	Isparta	440	1 602	990	
	Kahramanmaraş	413	3 934	2 431	
	Mersin	652	1 515	936	
Ege	Afyonkarahisar	604	76 247	47 119	98 125
	Aydın	553	1 461	903	
	Denizli	458	117	72	
	Kütahya	426	4 199	2 595	
	Manisa	403	1 916	1 184	
	Muğla	576	5 415	3 347	
	Uşak	566	2 034	1 257	
	İzmir	635	67 393	41 648	
Marmara	Balıkesir	433	996	615	5 316
	Bilecik	275	66	40	
	Bursa	426	5 967	3 687	
	Edirne	428	139	86	
	Kocaeli	357	46	28	
	Kırklareli	325	362	224	
	Sakarya	506	881	544	
	Tekirdağ	418	125	77	
	İstanbul	223	21	13	
Karadeniz	Amasya	648	3 494	2 159	59 814
	Artvin	237	2 976	1 839	
	Bartın	310	568	351	
	Bayburt	383	2 905	1 796	
	Bolu	511	38 176	23 592	
	Düzce	274	146	90	
	Giresun	205	2 192	1 355	
	Gümüşhane	385	7 257	4 485	
	Karabük	273	100	62	
	Kastamonu	462	3 517	2 174	
	Ordu	225	4 474	2 765	
	Rize	154	12	8	
	Samsun	394	3 758	2 323	
	Tokat	435	12 190	7 533	
	Trabzon	244	8 098	5 004	
	Zonguldak	127	47	29	
	Çorum	534	6 878	4 251	
İç Anadolu	Aksaray	615	39 273	24 270	267 523
	Ankara	616	1 698	1 049	
	Eskişehir	606	10 330	6 384	
	Karaman	556	5 280	3 263	
	Kayseri	678	57 539	35 558	
	Konya	726	97 251	60 099	
	Kırıkkale	356	1	0	
	Kırşehir	623	808	500	
	Nevşehir	764	46 102	28 490	

İç Anadolu	Niğde	617	133 618	82 573	
	Sivas	536	35 217	21 763	
	Yozgat	610	4 889	3 022	
	Çankırı	387	894	552	
Doğu Anadolu	Ardahan	248	329	203	32 639
	Ağrı	234	214	133	
	Bingöl	287	155	96	
	Bitlis	658	28 969	17 902	
	Elazığ	296	223	138	
	Erzincan	303	652	403	
	Erzurum	417	14 084	8 704	
	Hakkari	222	80	50	
	Iğdır	336	216	134	
	Kars	437	5 617	3 471	
	Malatya	523	913	564	
	Muş	344	276	171	
	Van	499	1 086	671	
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	423	410	253	909
	Gaziantep	658	646	399	
	Şanlıurfa	519	415	256	

5.2.2.4. Tatlı Patates

Bölgelerin ve illerin tatlı patates ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyoetanol potansiyelleri Çizelge 5.32.'de sunulmaktadır. Tatlı patates bitkisinin TÜİK verilerine göre düzenli bir ekimi bulunmamaktadır. Düzenli ekim yönünden değerlendirildiğinde en yüksek potansiyelin Manisa ilinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.32. Tatlı patates bitkisi biyoetanol potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Nişasta Verimi (kg/Dekar)	Ortalama Elde Edilen Nişasta Miktarı (ton)	Ortalama Elde Edilen Biyoetanol Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyoetanol Potansiyeli (ton)
Akdeniz	Hatay (2014)	300	18	8	8
Ege	Afyonkarahisar	375	1	0	50
	Manisa	375	113	50	
Marmara	Kocaeli	298	20	9	9
İç Anadolu	Ankara (2018 hariç)	501	85	37	455
	Eskişehir (2015)	500	13	6	
	Kayseri (2014-2015)	375	938	413	
Doğu Anadolu	Van (2014)	625	750	330	330

5.2.2.5. Buğday

Bölgelerin ve illerin buğday ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyoetanol potansiyelleri Çizelge 5.33.'te sunulmaktadır. Çizelge 5.33. incelendiğinde buğday bitkisi için en yüksek teorik biyoetanol potansiyeline sahip bölgenin yıllık ortalama 2 397 853 ton ile İç Anadolu bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı Güneydoğu Anadolu bölgesi almaktadır. İl bazında değerlendirildiğinde en yüksek potansiyelin sırası ile Konya, Diyarbakır ve Ankara illerinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.33. Buğday bitkisi biyoetanol potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Nişasta Verimi (kg/Dekar)	Ortalama Elde Edilen Nişasta Miktarı (ton)	Ortalama Elde Edilen Biyoetanol Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyoetanol Potansiyeli (ton)
Akdeniz	Adana	223	410 252	224 977	758 641
	Antalya	150	144 947	79 487	
	Burdur	158	87 585	48 030	
	Hatay	240	159 063	87 228	
	Isparta	128	61 886	33 937	
	Kahramanmaraş	202	263 254	144 365	
	Mersin	144	151 923	83 313	
	Osmaniye	206	104 494	57 303	
Ege	Afyonkarahisar	159	264 202	144 885	564 381
	Aydın	238	47 242	25 907	
	Denizli	195	145 488	79 784	
	Kütahya	129	176 946	97 035	
	Manisa	166	170 749	93 636	
	Muğla	166	64 385	35 308	
	Uşak	135	92 872	50 930	
	İzmir	209	67 283	36 897	
Marmara	Balıkesir	177	209 938	115 127	982 718
	Bilecik	137	42 003	23 034	
	Bursa	180	131 810	72 283	
	Edirne	230	324 584	177 997	
	Kocaeli	150	33 357	18 292	
	Kırklareli	244	305 742	167 665	
	Sakarya	148	21 735	11 919	
	Tekirdağ	256	474 624	260 278	
	Yalova	161	2 346	1 287	
	Çanakkale	196	155 419	85 230	
Karadeniz	İstanbul	271	90 459	49 607	634 195
	Amasya	175	184 562	101 212	
	Artvin	79	155	85	
	Bartın	90	12 272	6 730	
	Bayburt	119	30 770	16 874	
	Bolu	153	74 176	40 677	
	Düzce	147	1 406	771	
	Giresun	92	9 709	5 324	
	Gümüşhane	124	22 305	12 232	
	Karabük	106	14 393	7 893	

Karadeniz	Kastamonu	105	61 133	33 525	
	Ordu	53	2 032	1 114	
	Samsun	172	184 760	101 320	
	Sinop	130	24 699	13 545	
	Tokat	148	183 977	100 891	
	Zonguldak	80	7 930	4 349	
	Çorum	158	342 195	187 656	
İç Anadolu	Aksaray	194	153 632	84 250	2 397 853
	Ankara	145	664 281	364 283	
	Eskişehir	171	313 078	171 688	
	Karaman	144	131 623	72 180	
	Kayseri	147	235 885	129 356	
	Konya	185	1 331 165	729 994	
	Kırıkkale	152	162 811	89 284	
	Kırşehir	158	153 658	84 264	
	Nevşehir	131	148 442	81 403	
	Niğde	168	113 420	62 198	
	Sivas	133	374 634	205 444	
	Yozgat	138	443 923	243 442	
	Çankırı	157	146 004	80 067	
Doğu Anadolu	Ardahan	78	4 067	2 230	404 989
	Ağrı	92	92 345	50 641	
	Bingöl	166	18 159	9 958	
	Bitlis	90	30 900	16 945	
	Elazığ	138	58 120	31 872	
	Erzincan	132	49 458	27 122	
	Erzurum	105	120 483	66 071	
	Hakkari	73	7 999	4 386	
	Iğdır	145	28 483	15 620	
	Kars	86	41 906	22 981	
	Malatya	101	55 483	30 426	
	Muş	130	155 999	85 548	
	Tunceli	105	10 562	5 792	
	Van	85	64 545	35 396	
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	179	146 358	80 261	1 308 825
	Batman	181	117 727	64 560	
	Diyarbakır	195	692 954	380 007	
	Gaziantep	216	164 402	90 156	
	Kilis	132	30 784	16 882	
	Mardin	237	452 284	248 027	
	Siirt	176	67 349	36 934	
	Şanlıurfa	194	592 484	324 910	
	Şırnak	173	122 337	67 088	

5.2.2.6. Hayvan Pancarı

Bölgelerin ve illerin hayvan pancarı ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyoetanol potansiyelleri Çizelge 5.34.'de sunulmaktadır. Çizelge 5.34. incelendiğinde hayvan pancarı bitkisi için en yüksek teorik biyoetanol potansiyeline sahip bölgenin yıllık ortalama 6 704 ton ile Ege bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı Akdeniz bölgesi almaktadır. İl bazında değerlendirildiğinde en yüksek potansiyelin sırası ile Afyonkarahisar, Burdur ve Kütahya illerinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.34. Hayvan pancarı bitkisi biyoetanol potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Şeker Verimi (kg/Dekar)	Ortalama Elde Edilen Şeker Miktarı (ton)	Ortalama Elde Edilen Biyoetanol Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyoetanol Potansiyeli (ton)
Akdeniz	Antalya	394	2	3	2 305
	Burdur	405	1 568	2 104	
	Isparta	367	148	198	
Ege	Afyonkarahisar	439	2 598	3 486	6 704
	Denizli	440	572	767	
	Kütahya	392	925	1 241	
	Manisa	154	7	9	
	Muğla	487	90	121	
	Uşak	472	694	931	
	İzmir	276	112	150	
Marmara	Balıkesir	472	433	581	1 415
	Bilecik	293	83	112	
	Bursa	349	146	196	
	Edirne	415	22	30	
	Kırklareli	417	143	191	
	Tekirdağ	527	103	138	
	Çanakkale	494	123	166	
Karadeniz	İstanbul	246	1	2	977
	Amasya	428	30	40	
	Giresun	133	21	29	
	Samsun	344	45	60	
	Sinop	410	21	28	
	Tokat	395	298	400	
	Trabzon	119	221	297	
İç Anadolu	Çorum	444	92	124	565
	Ankara	293	74	99	
	Eskişehir	366	111	148	
	Karaman	328	82	110	
	Konya	436	139	187	
	Nevşehir	406	16	21	

5.2.2.7. Şeker Pancarı

Bölgelerin ve illerin şeker pancarı ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyoetanol potansiyelleri Çizelge 5.35.'de sunulmaktadır. Çizelge 5.35. incelendiğinde şeker pancarı bitkisi için en yüksek teorik biyoetanol potansiyeline sahip bölgenin yıllık ortalama 1 451 126 ton ile İç Anadolu bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı Karadeniz bölgesi almaktadır. İl bazında değerlendirildiğinde en yüksek potansiyelin sırası ile Konya, Yozgat ve Eskişehir illerinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.35. Şeker pancarı bitkisi biyoetanol potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Şeker Verimi (kg/Dekar)	Ortalama Elde Edilen Şeker Miktarı (ton)	Ortalama Elde Edilen Biyoetanol Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyoetanol Potansiyeli (ton)
Akdeniz	Adana	783	1 796	1 234	91 992
	Antalya	973	16 974	11 670	
	Burdur	849	28 600	19 663	
	Isparta	965	18 223	12 528	
	Kahramanmaraş	1 027	68 213	46 896	
Ege	Afyonkarahisar	963	139 770	96 092	153 320
	Denizli	874	30 697	21 104	
	Kütahya	879	39 754	27 331	
	Manisa	805	211	145	
	Muğla	827	248	171	
	Uşak	948	12 331	8 477	
Marmara	Balıkesir	1 128	3 634	2 498	33 906
	Bilecik	896	550	378	
	Bursa	1 436	27 897	19 179	
	Edirne	1 019	4 063	2 794	
	Kırklareli	887	2 466	1 695	
	Sakarya	1 214	7 036	4 838	
	Tekirdağ	1 061	3 254	2 237	
	İstanbul	860	418	287	
Karadeniz	Amasya	896	70 183	48 251	160 513
	Bayburt	748	3 034	2 086	
	Bolu (2018)	589	104	71	
	Düzce	943	107	73	
	Gümüşhane	667	1 990	1 368	
	Kastamonu	790	28 365	19 501	
	Samsun	726	7 618	5 237	
	Tokat	842	88 192	60 632	
	Çorum	852	33 880	23 293	
İç Anadolu	Aksaray	1 128	176 327	121 225	1 451 126
	Ankara	981	96 639	66 440	
	Eskişehir	965	205 515	141 292	
	Karaman	1 060	92 586	63 653	
	Kayseri	872	158 686	109 097	
	Konya	1 097	852 636	586 187	
	Kırıkkale	935	8 437	5 801	
	Kırşehir	967	54 462	37 443	

İç Anadolu	Nevşehir	993	58 726	40 374	
	Niğde	1 060	20 161	13 861	
	Sivas	794	110 556	76 008	
	Yozgat	931	273 717	188 181	
	Çankırı	792	2 279	1 567	
Doğu Anadolu	Ağrı	611	9 348	6 427	126 348
	Bingöl	703	245	168	
	Bitlis	684	17 053	11 724	
	Elazığ	833	13 425	9 230	
	Erzincan	836	60 260	41 429	
	Erzurum	622	9 191	6 319	
	Iğdır	613	946	650	
	Kars	619	5 185	3 565	
	Malatya	963	8 374	5 757	
	Muş	671	52 118	35 831	
	Tunceli	807	286	196	
	Van	836	7 349	5 052	
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	801	389	268	15 067
	Gaziantep	1 158	12 425	8 542	
	Şanlıurfa	967	9 101	6 257	

5.2.2.8. Şeker Kamışı

Bölgelerin ve illerin şeker kamışı ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyoetanol potansiyelleri Çizelge 5.36.'da sunulmaktadır. TÜİK verilerine göre şeker kamışı bitkisi sadece Düzce ilinde yetiştirilmektedir ve yıllık ortalama 11 ton biyoetanol potansiyeli olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.36. Şeker kamışı bitkisi biyoetanol potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Şeker Verimi (kg/Dekar)	Ortalama Elde Edilen Şeker Miktarı (ton)	Ortalama Elde Edilen Biyoetanol Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyoetanol Potansiyeli (ton)
Karadeniz	Düzce	503	16	11	11

5.2.2.9. Şeker Sorgum

Bölgelerin ve illerin şeker sorgum ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyoetanol potansiyelleri Çizelge 5.37.'de sunulmaktadır. Çizelge 5.37. incelendiğinde şeker sorgum bitkisi için en yüksek teorik biyoetanol potansiyeline sahip bölgenin yıllık ortalama 1 919 ton ile Marmara bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı Ege bölgesi almaktadır. İl bazında değerlendirildiğinde en yüksek potansiyelin sırası ile Çanakkale, Balıkesir ve Burdur illerinde olduğu görülmektedir.

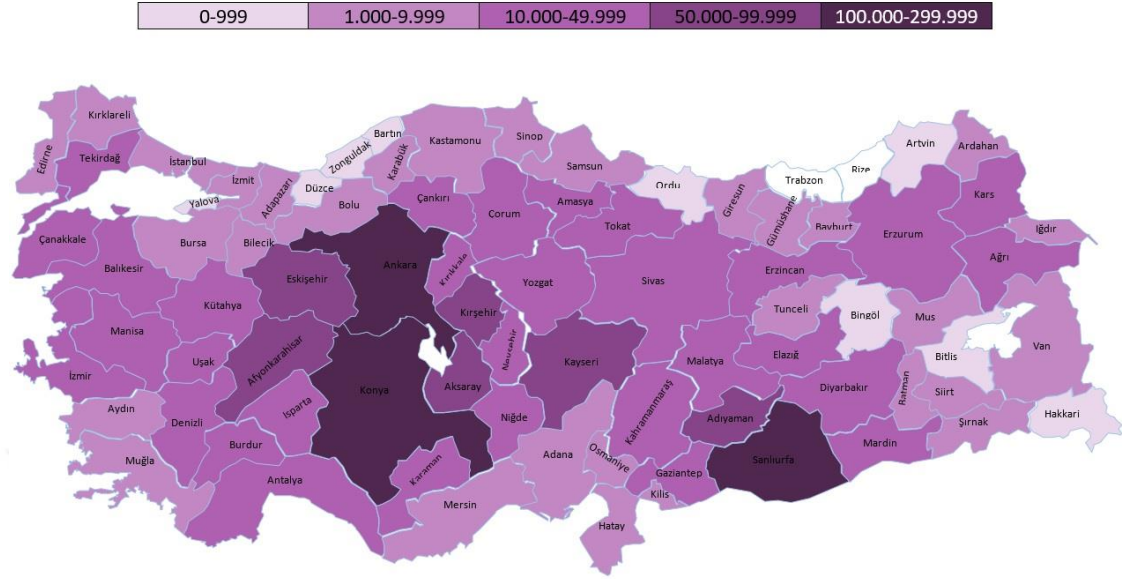
Çizelge 5.37. Şeker sorgum bitkisi biyoetanol potansiyel tablosu

Bölge	Şehir	Ortalama Şeker Verimi (kg/Dekar)	Ortalama Elde Edilen Şeker Miktarı (ton)	Ortalama Elde Edilen Biyoetanol Miktarı (ton)	Bölgesel TOPLAM Biyoetanol Potansiyeli (ton)
Akdeniz	Adana	206	172	103	548
	Antalya	270	243	146	
	Burdur	727	498	299	
Ege	Afyonkarahisar	457	55	33	845
	Aydın	250	402	241	
	Denizli	548	15	9	
	Manisa	429	105	63	
	Muğla	339	305	183	
	Uşak	500	140	84	
	İzmir	455	386	231	
Marmara	Balıkesir	295	597	358	1 919
	Bursa	415	471	282	
	Edirne	570	57	34	
	Kocaeli	395	16	9	
	Kırklareli	238	139	84	
	Sakarya	101	41	25	
	Tekirdağ	371	19	12	
	Çanakkale	425	1 859	1 115	
Karadeniz	Bartın	500	164	98	197
	Kastamonu	164	22	13	
	Samsun	253	134	81	
	Tokat	770	8	5	
İç Anadolu	Ankara	263	71	42	219
	Eskişehir	385	142	85	
	Kayseri	297	11	7	
	Konya	430	123	74	
İç Anadolu	Nevşehir	446	18	11	
Doğu Anadolu	Elazığ	348	20	12	12
Güneydoğu Anadolu	Şanlıurfa	42	9	6	6

5.2.3. Türkiye haritası üzerinde illere göre potansiyel dağılımı

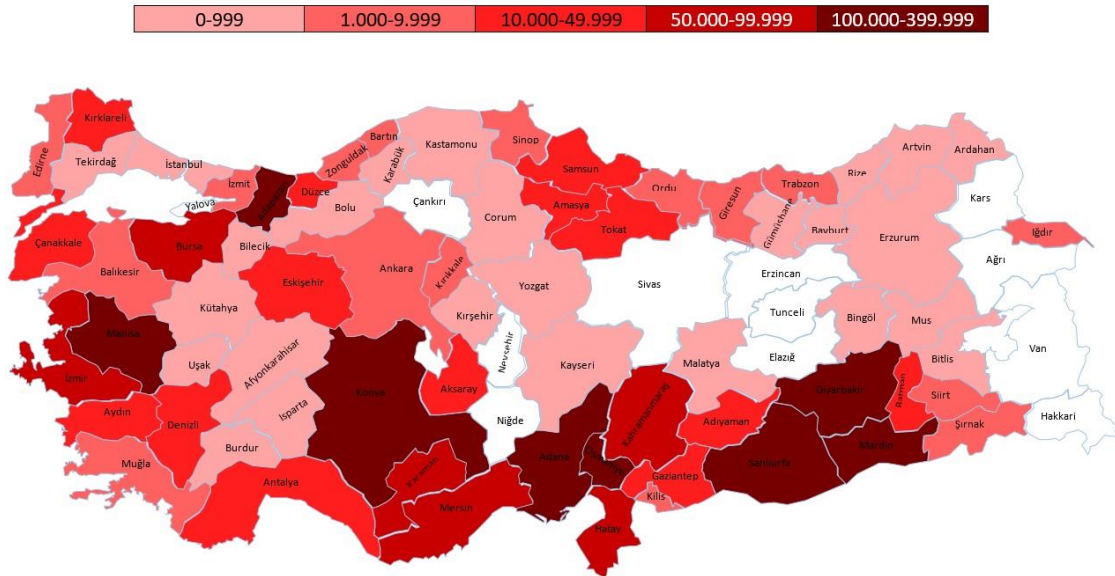
İllerin hesaplanan teorik biyoetanol potansiyel dağılımlarının (ton) görsel olarak daha net anlaşılabilmesi açısından az potansiyelli iller daha açık, yüksek potansiyelli iller daha koyu renkte olacak şekilde Türkiye haritası üzerinde gösterilmiştir. Renksiz olan illerde üretim bulunmamaktadır.

5.2.3.1. Arpa



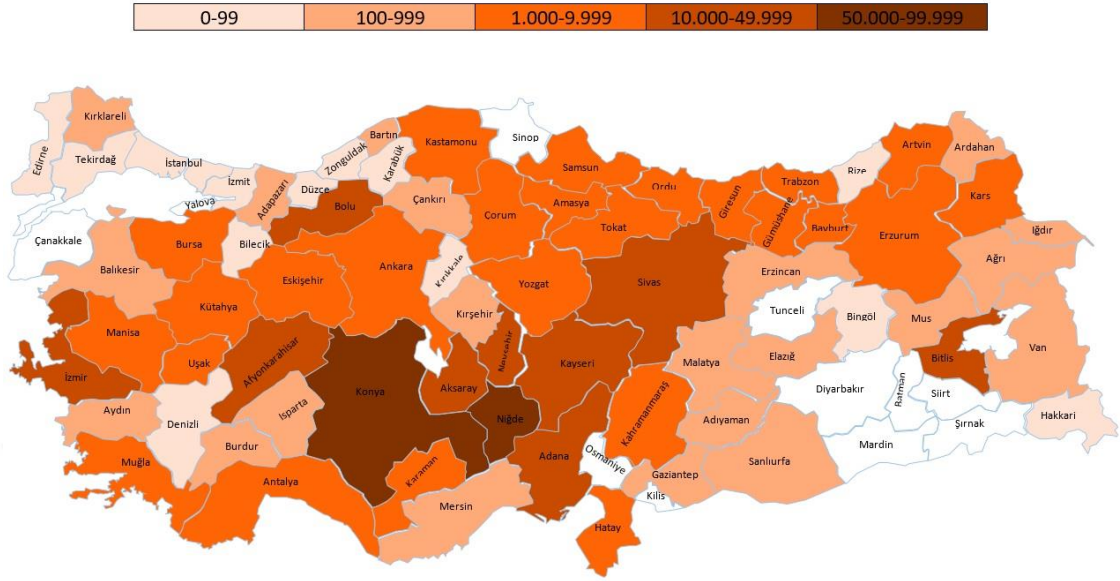
Şekil 5.10. Arpa bitkisi ortalama biyoetanol potansiyel dağılımı (ton)

5.2.3.2. Mısır



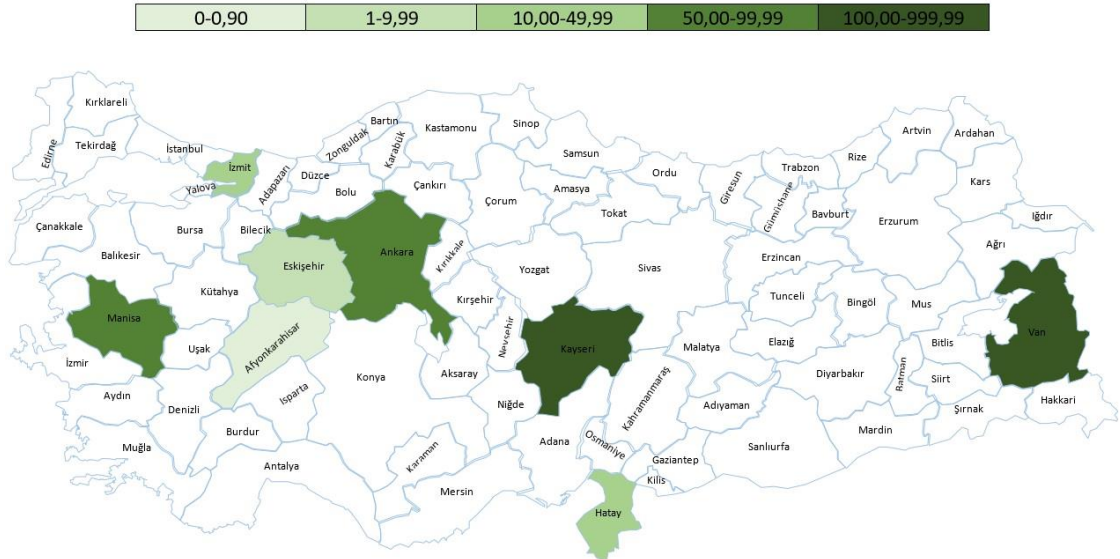
Şekil 5.11. Mısır bitkisi ortalama biyoetanol potansiyel dağılımı (ton)

5.2.3.3. Patates



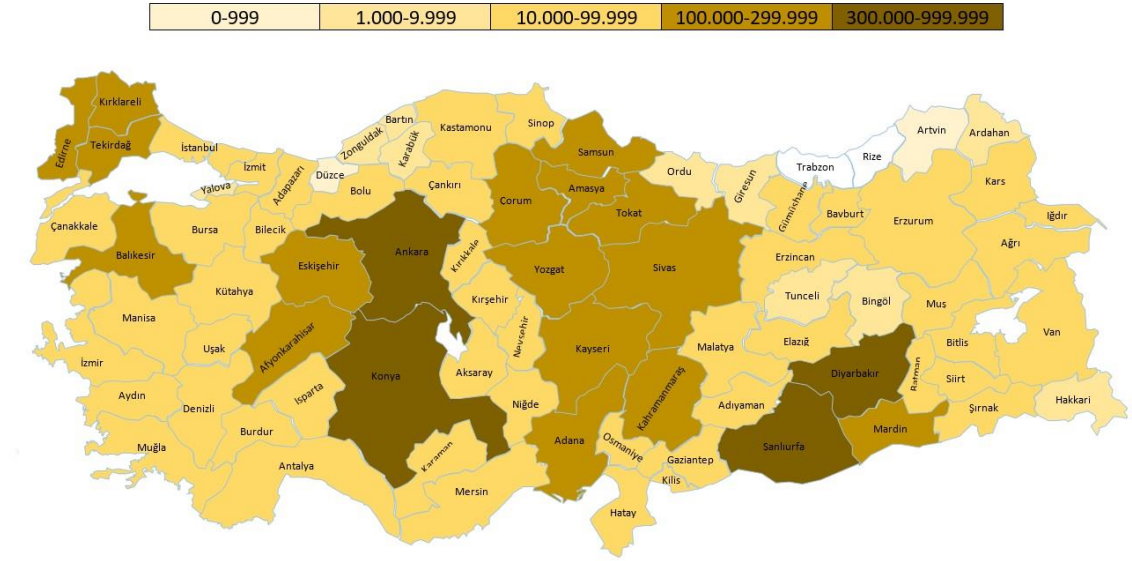
Şekil 5.12. Patates bitkisi ortalama biyoetanol potansiyel dağılımı (ton)

5.2.3.4. Tatlı Patates



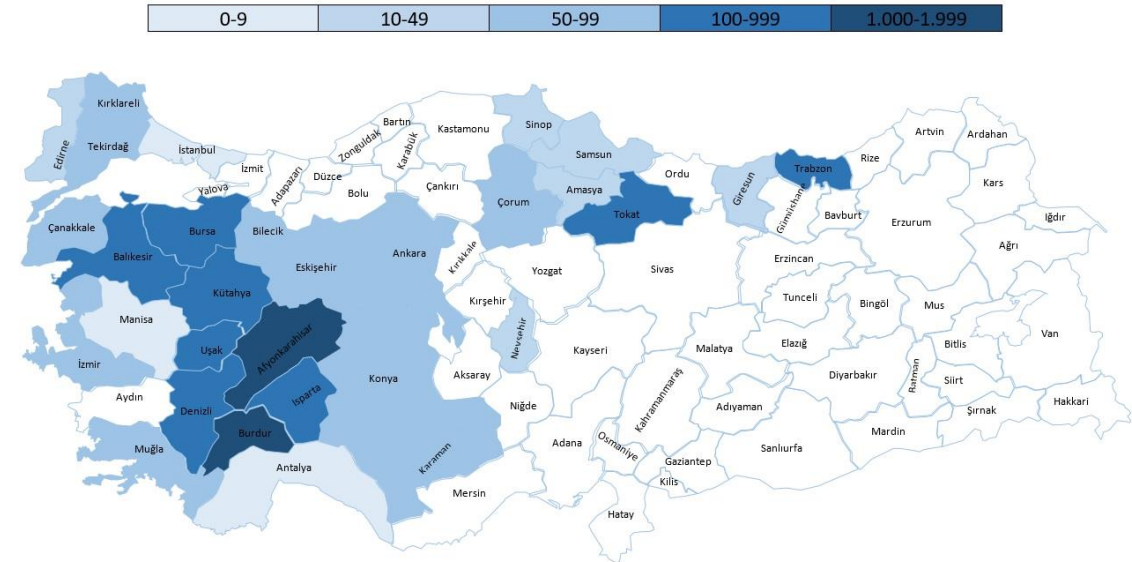
Şekil 5.13. Tatlı patates bitkisi ortalama biyoetanol potansiyel dağılımı (ton)

5.2.3.5. Buğday



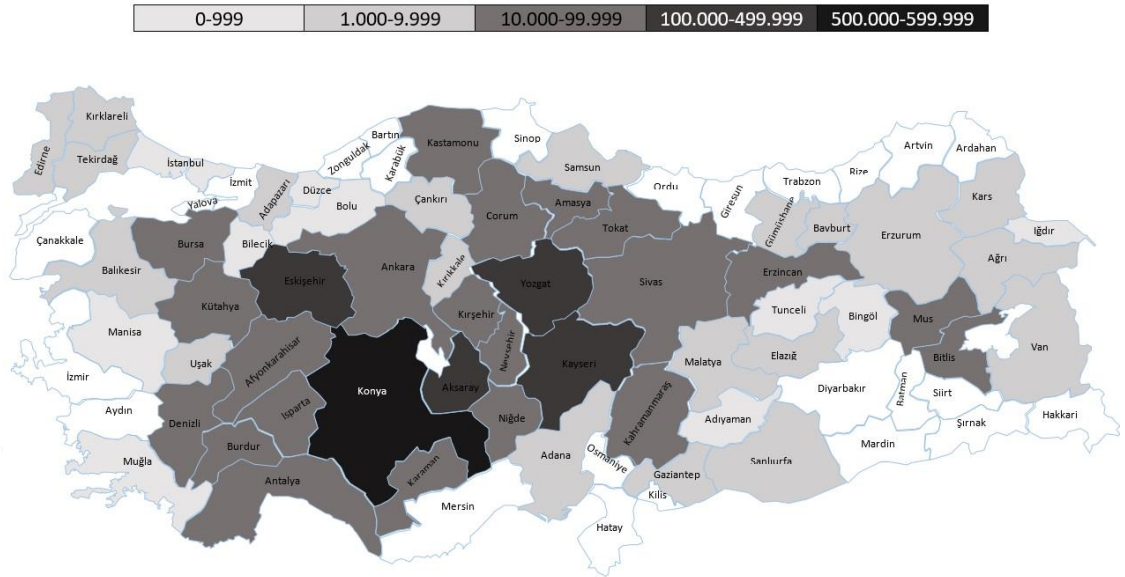
Şekil 5.14. Buğday bitkisi ortalama biyoetanol potansiyel dağılımı (ton)

5.2.3.6. Hayvan Pancarı



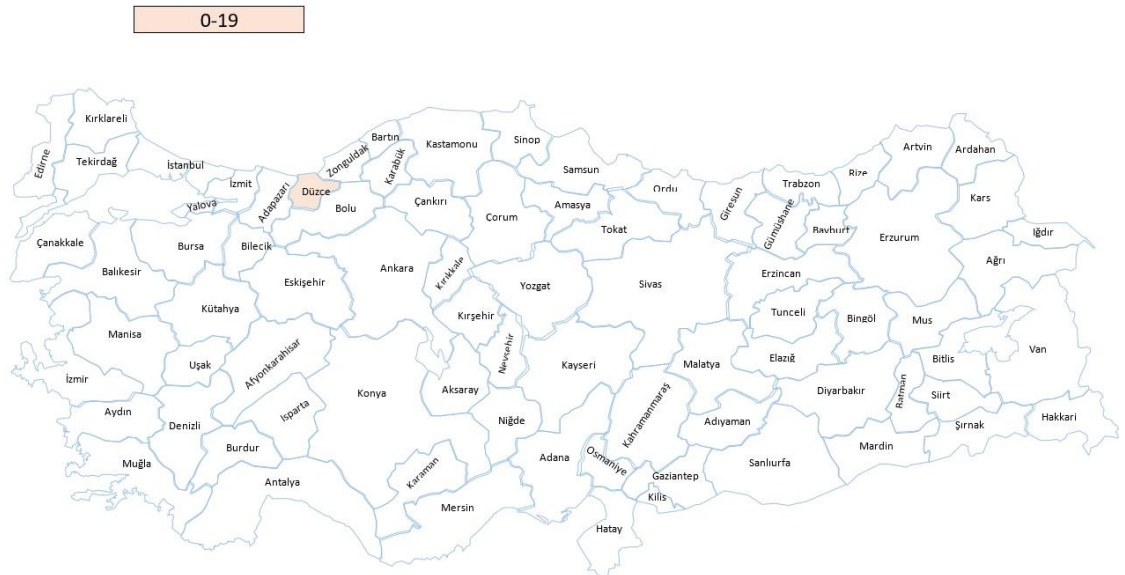
Şekil 5.15. Hayvan pancarı bitkisi ortalama biyoetanol potansiyel dağılımı (ton)

5.2.3.7. Şeker Pancarı



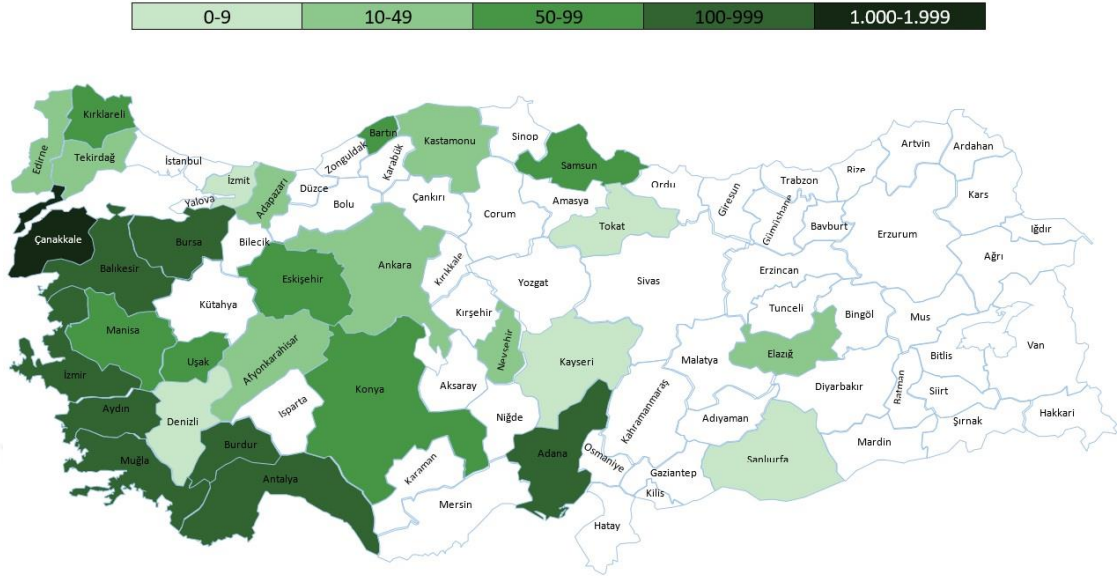
Şekil 5.16. Şeker pancarı bitkisi ortalama biyoetanol potansiyel dağılımı (ton)

5.2.3.8. Şeker Kamışı



Şekil 5.17. Şeker kamışı bitkisi ortalama biyoetanol potansiyel dağılımı (ton)

5.2.3.9. Şeker Sorgum



Şekil 5.18. Şeker sorgum bitkisi ortalama biyoetanol potansiyel dağılımı (ton)

Çalışmada Türkiye’de yetiştirilen ve biyodizel-biyoetanol elde etmek için kullanılan ürünlere ait belirlenmiş birim alan yağ, şeker/nişasta verimleri ile bu ürünlere ait oranlar Çizelge 4.1.’de gösterilmektedir.

Türkiye ölçeğinde yapılan analizler neticesinde biyodizel elde etmek için kullanılan ürünlerden en fazla üretilen ve biyodizel potansiyeli en yüksek olan ürünün ayçiçeği olduğu belirlenmiştir. Ayçiçeği Dünya’da ve Türkiye’de en önemli yağ bitkilerinden biri olup, Türkiye’de çoğunlukla yağlık olarak yetiştirilmektedir. Hemen her bölgemizde yetişebilen ve tanelerinde yüksek oranda kaliteli yağ içeren ayçiçeği bitkisel yağ tüketiminin yaklaşık %50’sini karşılamaktadır. Kuru veya sulı şartlarda yetişebilme özelliği ile geniş adaptasyon alanlarına sahip ayçiçeğinin 58 ilde üretimi yapılmaktadır. Ayçiçeğine ait bölgesel ve il bazlı hasat edilen alan ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen toprak verimlilikleri Çizelge 5.5.’de gösterilmektedir. Tüm ürünlerle ilgili yapılan hesaplamalarda 2014-2018 yılları arasındaki 5 yıllık verilerin ortalaması kullanılmıştır. Çizelge 5.5. incelendiğinde en yüksek ürün verimliliği İç Anadolu bölgesinde yer alan Konya ilinde tespit edilmiştir.

Elde edilen üretim miktarı ve ürün verimliliğinden yola çıkarak ayçiçeği yetişen bölgelerdeki illerin ortalama yağ verimleri ve ortalama biyodizel miktarları belirlendi. Hesaplanan sonuçlardan yola çıkarak bölgelerin ayçiçeği ham maddesi yönünden sahip olduğu teorik biyodizel potansiyelleri Çizelge 5.14.'te sunulmaktadır. Çizelge 5.14. incelendiğinde ayçiçeği yönünden en yüksek teorik biyodizel potansiyeline sahip bölgenin yıllık ortalama 391 231 ton ile Marmara bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı İç Anadolu bölgesi almaktadır.

Ayçiçeğinin iller genelinde ortalama biyodizel potansiyeli dağılımının Türkiye haritası üzerinde gösterimi Şekil 5.5.'te sunulmaktadır.

Biyoeetanol elde etmek için kullanılan ürünler içerisinde en fazla üretim ve biyoeetanol potansiyeline sahip ürünün buğday olduğu belirlenmiştir. Buğday Dünya'da pek çok insanın gıda ihtiyacının karşılanması açısından büyük bir öneme sahiptir. Türkiye'de buğdaydan elde edilen gıda maddelerinin tüketimi birinci sırada yer almaktadır. Türkiye'nin buğday verimi yıllar itibarıyla yükselme kaydetmesine rağmen ortalaması dünya veriminin altındadır. Yüksek kaliteli tohum kullanımı buğdayda verimliliği etkileyen en önemli faktördür. Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde yetiştirilebilen buğdayın 79 ilde üretimi yapılmaktadır. Buğdaya ait bölgesel ve il bazlı hasat edilen alan ve üretim miktarları ile bu parametreleri kullanarak elde edilen toprak verimlilikleri Çizelge 5.23.'te gösterilmektedir. Çizelge 5.23. incelendiğinde en yüksek toprak verimliliği Marmara bölgesinde yer alan İstanbul ilinde tespit edilmiştir.

Üretim miktarı ve toprak verimliliği kullanılarak buğday yetişen bölgelerdeki illerin hesaplanan ortalama nişasta verimleri ve ortalama teorik biyoeetanol potansiyelleri Çizelge 5.33.'te gösterilmektedir. Çizelge 5.33. incelendiğinde buğday yönünden en yüksek teorik biyoeetanol potansiyeline sahip bölgenin yıllık ortalama 2 397 853 ton ile İç Anadolu bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı Güneydoğu Anadolu bölgesi almaktadır.

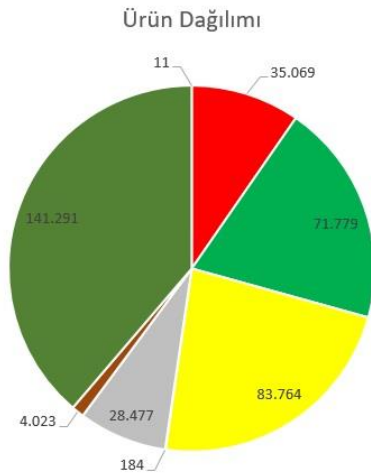
Buğdayın illere göre ortalama biyoeetanol potansiyeli dağılımının Türkiye haritası üzerinde gösterimi Şekil 5.14.'de sunulmaktadır.

Türkiye'de yetiştirilen ve biyodizel üretiminde ham madde olarak kullanılabilecek tüm ürünlerin hesaplanan bölgesel teorik biyodizel potansiyellerinin dağılımları Şekil

5.19.'da gösterilmektedir. En yüksek biyodizel potansiyeline sahip bölge Marmara bölgesidir. Doğu Anadolu bölgesi en düşük potansiyele sahip bölgedir. Hem Karadeniz bölgesinin hem de Doğu Anadolu bölgesinin ürün çeşitliliği yönünden fakir olduğu gözlenmiştir.

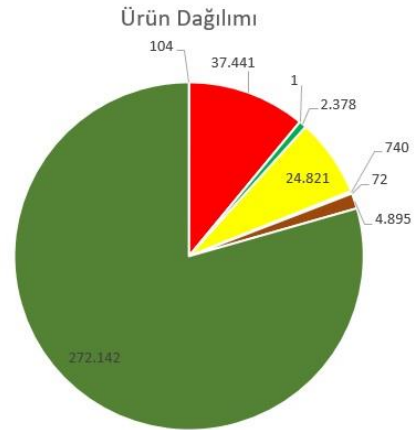
Benzer şekilde Türkiye’de yetiştirilen ve biyoetanol üretiminde ham madde olarak kullanılabilecek tüm ürünlerin hesaplanan bölgesel potansiyellerinin dağılımları Şekil 5.20.’de gösterilmektedir. En yüksek biyoetanol potansiyeli İç Anadolu bölgesinde tespit edilmiştir. En düşük potansiyele sahip bölge ise biyodizelde de olduğu gibi Doğu Anadolu bölgesidir.

Akdeniz Bölgesi Biyodizel Potansiyel Dağılımları



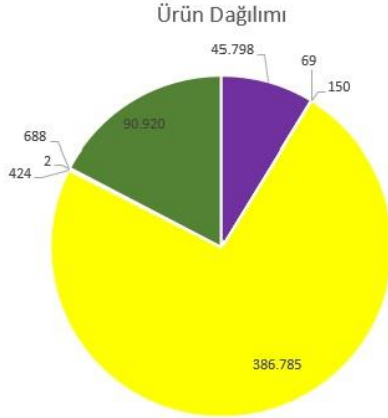
Ürünler	Biyodizel Potansiyel Dağılımı (ton)	Dağılım Yüzdesi
Kolza	11	0.01
Pamuk	35 069	9.62
Yerfıstığı	71 779	19.69
Ayçiçeği	83 764	22.97
Aspir	184	0.05
Soya	28 477	7.81
Susam	4 023	1.10
Zeytin	141 291	38.75
TOPLAM	364 598	

Ege Bölgesi Biyodizel Potansiyel Dağılımları



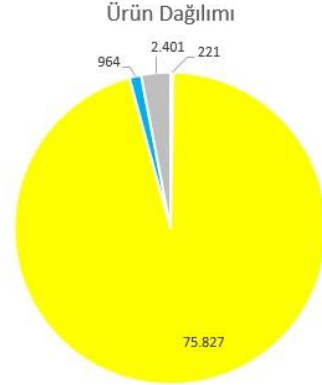
Ürünler	Biyodizel Potansiyel Dağılımı(ton)	Dağılım Yüzdesi
Kolza	104	0.03
Pamuk	37 441	10.93
Keten	1	0.01
Yerfıstığı	2 378	0.69
Ayçiçeği	24 821	7.25
Aspir	740	0.22
Soya	72	0.02
Susam	4 895	1.43
Zeytin	272 142	79.44
TOPLAM	342 594	

Marmara Bölgesi Biyodizel Potansiyel Dağılımları



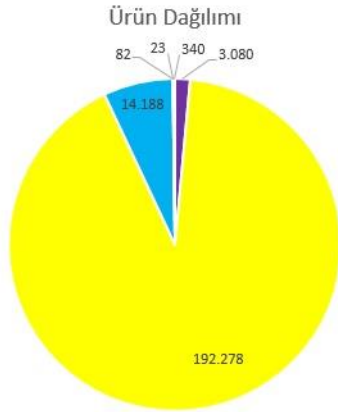
Ürünler	Biyodizel Potansiyel Dağılımı(ton)	Dağılım Yüzdesi
Kolza	45 798	8.73
Pamuk	69	0.01
Yerfıstığı	150	0.03
Ayçiçeği	386 785	73.70
Aspir	424	0.08
Soya	2	0.01
Susam	688	0.13
Zeytin	90 920	17.32
TOPLAM	524 836	

Karadeniz Bölgesi Biyodizel Potansiyel Dağılımları



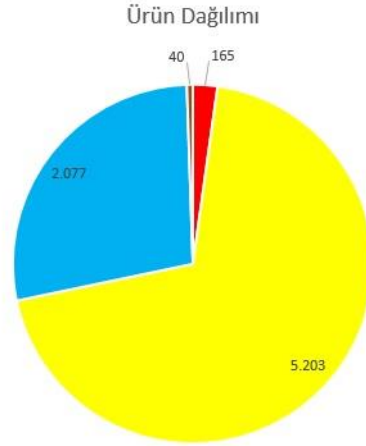
Ürünler	Biyodizel Potansiyel Dağılımı(ton)	Dağılım Yüzdesi
Kolza	221	0.28
Ayçiçeği	75 827	95.48
Aspir	964	1.21
Soya	2 401	3.02
TOPLAM	79 413	

İç Anadolu Bölgesi Biyodizel Potansiyel Dağılımları



Ürünler	Biyodizel Potansiyel Dağılımı(ton)	Dağılım Yüzdesi
Kolza	3 080	1.47
Ayçiçeği	192 278	91.56
Aspir	14 188	6.76
Soya	23	0.01
Susam	82	0.04
Zeytin	340	0.16
TOPLAM	209 991	

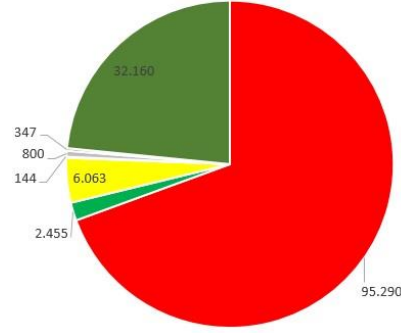
Doğu Anadolu Bölgesi Biyodizel Potansiyel Dağılımları



Ürünler	Biyodizel Potansiyel Dağılımı(ton)	Dağılım Yüzdesi
Pamuk	165	2.20
Ayçiçeği	5 203	69.51
Aspir	2 077	27.75
Susam	40	0.53
Zeytin	165	
TOPLAM	7 485	

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Biyodizel Potansiyel Dağılımları

Ürün Dağılımı

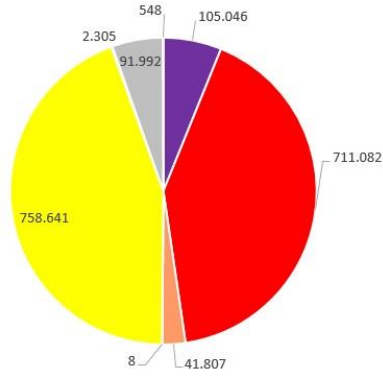


Ürünler	Biyodizel Potansiyel Dağılımı(ton)	Dağılım Yüzdesi
Pamuk	95.290	69.42
Yerfıstığı	2.455	1.79
Ayçiçeği	6.063	4.42
Aspir	144	0.10
Soya	800	0.58
Susam	347	0.25
Zeytin	32.160	23.43
TOPLAM	137.259	

Şekil 5.19. Biyodizel potansiyel dağılım grafikleri

Akdeniz Bölgesi Biyoetanol Potansiyel Dağılımları

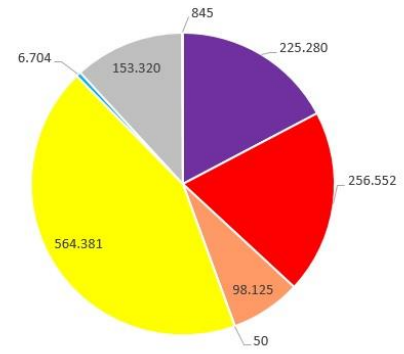
Ürün Dağılımı



Ürünler	Biyoetanol Potansiyel Dağılımı(ton)	Dağılım Yüzdesi
Arpa	105.046	6.14
Mısır	711.082	41.55
Patates	41.807	2.44
Tatlı Patates	8	0.01
Buğday	758.641	44.33
Hayvan Pancarı	2.305	0.13
Şeker Pancarı	91.992	5.38
Şeker Sorgum	548	0.03
TOPLAM	1.711.429	

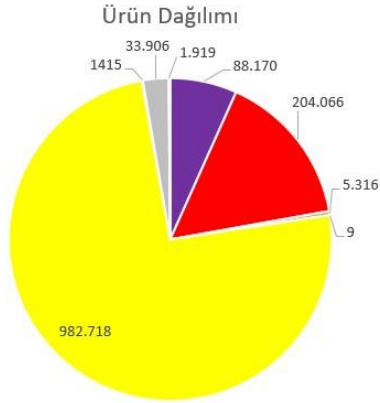
Ege Bölgesi Biyoetanol Potansiyel Dağılımları

Ürün Dağılımı



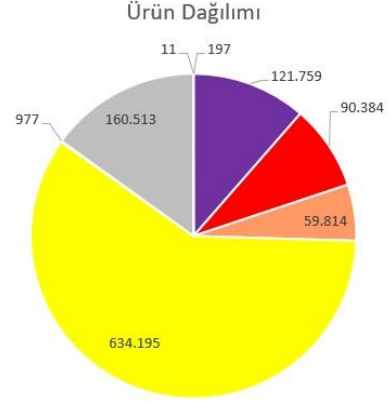
Ürünler	Biyoetanol Potansiyel Dağılımı(ton)	Dağılım Yüzdesi
Arpa	225.280	17.26
Mısır	256.552	19.66
Patates	98.125	7.52
Tatlı Patates	50	0.01
Buğday	564.381	43.24
Hayvan Pancarı	6.704	0.51
Şeker Pancarı	153.320	11.75
Şeker Sorgum	845	0.06
TOPLAM	1.305.257	

Marmara Bölgesi Biyoetanol Potansiyel Dağılımları



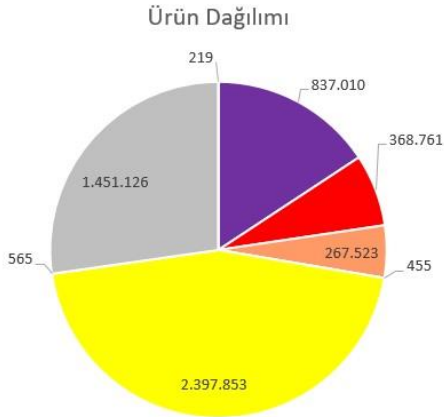
Ürünler	Biyoetanol Potansiyel Dağılımı(ton)	Dağılım Yüzdesi
Arpa	88 170	6.69
Mısır	204 066	15.49
Patates	5 316	0.40
Tatlı Patates	9	0.01
Buğday	982 718	74.59
Hayvan Pancarı	1 415	0.11
Şeker Pancarı	33 906	2.57
Şeker Sorgum	1 919	0.15
TOPLAM	1 317 519	

Karadeniz Bölgesi Biyoetanol Potansiyel Dağılımları



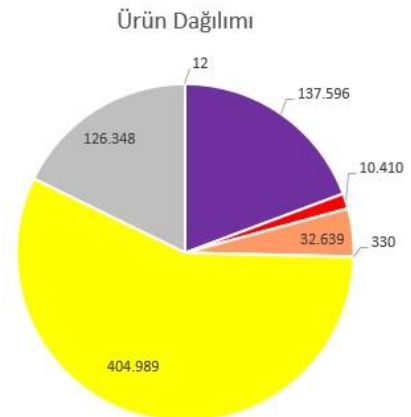
Ürünler	Biyoetanol Potansiyel Dağılımı(ton)	Dağılım Yüzdesi
Arpa	121 759	11.40
Mısır	90 384	8.46
Patates	59 814	5.60
Buğday	634 195	59.39
Hayvan Pancarı	977	0.09
Şeker Pancarı	160 513	15.03
Şeker Kamışı	11	0.01
Şeker Sorgum	197	0.02
TOPLAM	1 067 850	

İç Anadolu Bölgesi Biyoetanol Potansiyel Dağılımları



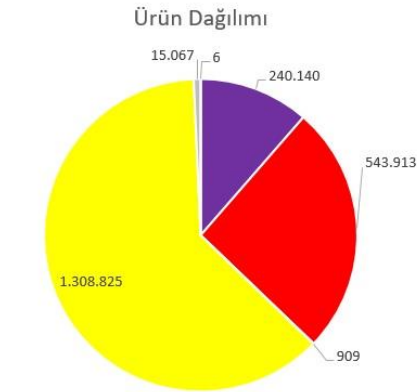
Ürünler	Biyoetanol Potansiyel Dağılımı(ton)	Dağılım Yüzdesi
Arpa	837 010	15.72
Mısır	368 761	6.93
Patates	267 523	5.03
Tatlı Patates	455	0.01
Buğday	2 397 853	45.04
Hayvan Pancarı	565	0.01
Şeker Pancarı	1 451 126	27.26
Şeker Sorgum	219	0.01
TOPLAM	5 323 512	

Doğu Anadolu Bölgesi Biyoetanol Potansiyel Dağılımları



Ürünler	Biyoetanol Potansiyel Dağılımı(ton)	Dağılım Yüzdesi
Arpa	137 596	19.32
Mısır	10 410	1.46
Patates	32 639	4.58
Tatlı Patates	330	0.05
Buğday	404 989	56.85
Şeker Pancarı	126 348	17.74
Şeker Sorgum	12	0.01
TOPLAM	712 324	

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Biyoetanol Potansiyel Dağılımları

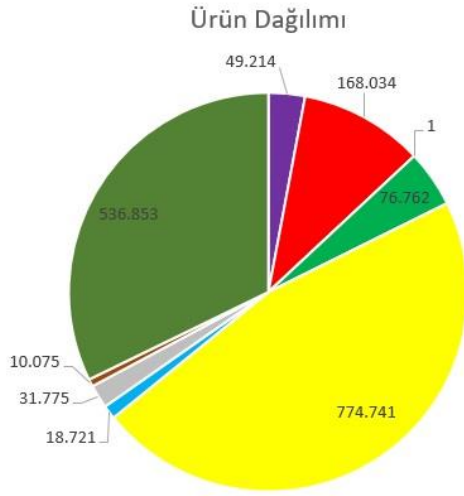


Ürünler	Biyoetanol Potansiyel Dağılımı(ton)	Dağılım Yüzdesi
Arpa	240 140	11.39
Mısır	543 913	25.79
Patates	909	0.04
Buğday	1 308 825	62.06
Şeker Pancarı	15 067	0.71
Şeker Sorgum	6	0.01
TOPLAM	2 108 860	

Şekil 5.20. Biyoetanol potansiyel dağılım grafikleri

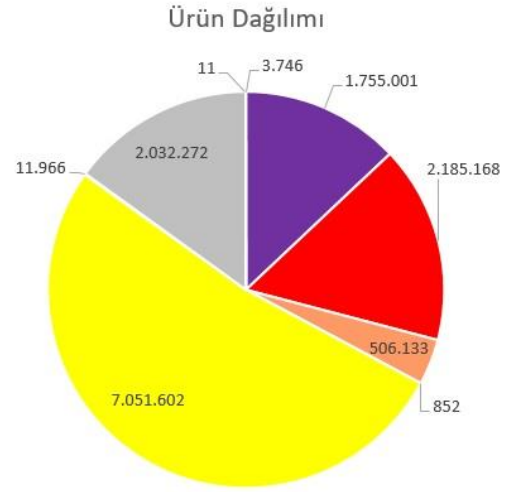
Analizler neticesinde Şekil 5.21.'de gösterilen Türkiye'nin teorik ortalama biyodizel potansiyeli 1 666 176 ton ve biyoetanol potansiyeli 13 546 751 ton olarak hesaplandı.

Türkiye Geneli Biyodizel Potansiyel Dağılımları



Ürünler	Biyodizel Potansiyel Dağılımı(ton)	Dağılım Yüzdesi
Kolza	49 214	2.95
Pamuk	168 034	10.09
Keten	1	0.01
Yerfıstığı	76 762	4.61
Ayçiçeği	774 741	46.50
Aspir	18 721	1.12
Soya	31 775	1.91
Susam	10 075	0.60
Zeytin	536 853	32.22
TOPLAM	1 666 176	

Türkiye Geneli Biyoetanol Potansiyel Dağılımları



Ürünler	Biyoetanol Potansiyel Dağılımı(ton)	Dağılım Yüzdesi
Arpa	1 755 001	12.96
Mısır	2 185 168	16.13
Patates	506 133	3.74
Tatlı Patates	852	0.01
Buğday	7 051 602	52.05
Hayvan Pancarı	11 966	0.09
Şeker Pancarı	2 032 272	15.00
Şeker Kamışı	11	0.01
Şeker Sorgum	3 746	0.03
TOPLAM	13 546 751	

Şekil 5.21. Türkiye teorik biyodizel ve biyoetanol potansiyel grafiği

Çalışmanın bu aşamasında Türkiye'nin sahip olduğu teorik biyodizel ve biyoetanol potansiyeli belirlendikten sonra her biri için en yüksek potansiyele sahip ürünlere uygun yer seçimi gerçekleştirildi. Belirlenen bu ürünlerden ayçiçeği ve buğday için kurulması planlanacak üretim tesisine uygun yer seçimi için NHMCDMA isimli hibrit yöntem kullanıldı. Yöntemde kullanılan entropi temelli MAUT bölüm 4.1.'de detaylı olarak açıklandı. Buna göre biyodizel üretiminde en yüksek potansiyele sahip ayçiçeği için yer seçimi aşamaları aşağıda özetlenmiştir.

Ayçiçeği üretimi yapan 58 ilde yıllık toplam 774 741 ton biyodizel potansiyeli belirlendi. Bu potansiyelin her bir il için ortalama değeri 13 357.6 tondur. Buna göre üretim tesisi kurmak için planlanan yer seçiminde ortalamanın altında kalan iller ön eleme işlemine tabii tutuldu. Böylece ortalamanın üstünde kalan 17 il değerlendirmeye alındı. Buna göre seçim yapılacak illerin ve kriterlerin bulunduğu 17x10'luk karar matrisi oluşturuldu. Karar matrisi Çizelge 5.38.'de gösterilmektedir.

Çizelge 5.38. Karar matrisi

Kriterler Şehir	Hasat Edilen Alan (dekar)	Toprak Verimi (kg/dekar)	Biyodizel Üretim Miktarı (ton)	Devlet Teşviği	Arzda İstikrar	Deprem Risk Faktörü	İş Gücü	İklim Şartları	Ulaşım	Pazarla ma
Adana	486 146	313.614	66 321	2	4	2	4.286	4.714	4.714	4.429
Denizli	168 760	202.042	14 832	2	2	1	3.714	3.714	3.571	3.286
Balıkesir	155 345	207.443	14 018	3	3	1	3.286	3.857	3.857	3.571
Bursa	130 321	261.282	14 812	1	4	1	4.571	4.571	4.857	5.000
Edirne	965 340	246.338	103 443	2	2	4	3.143	3.857	3.000	2.857
Kırklareli	737 569	247.146	79 295	2	3	4	2.714	3.429	2.857	2.429
Tekirdağ	1 376 956	221.827	132 869	2	4	2	3.286	3.571	3.143	2.857
Çanakkale	175 781	250.037	19 119	2	4	1	3.429	3.571	3.571	3.714
İstanbul	167 093	233.389	16 964	1	4	1	5.000	4.286	4.857	5.000
Amasya	131 410	264.068	15 095	4	2	1	1.571	3.000	2.143	1.286
Samsun	142 596	254.348	15 777	3	4	2	4.000	4.143	3.714	3.714
Tokat	149 959	273.715	17 855	5	4	1	2.429	2.857	2.286	1.714
Çorum	254 969	232.717	25 811	4	4	2	3.143	3.000	3.286	2.857
Aksaray	152 210	312.756	20 708	5	3	5	2.000	2.571	2.429	1.429
Ankara	297 212	124.181	16 055	1	2	4	5.000	4.143	5.000	5.000
Eskişehir	113 984	313.272	15 533	1	4	2	4.714	3.857	4.857	4.429
Konya	622 370	406.972	110 180	2	3	4	4.429	4.000	4.714	4.286

Karar matrisinden yola çıkarak belirlenen en iyi ve en kötü değerler Çizelge 5.39.'da gösterilmektedir.

Çizelge 5.39. Karar matrisi en iyi ve en kötü değer tablosu

Kriterler Değer	Hasat Edilen Alan (dekar)	Toprak Verimi (kg/dekar)	Biyodizel Üretim Miktarı (ton)	Devlet Teşviği	Arzda İstikrar	Deprem Risk Faktörü	İş Gücü	İklim Şartları	Ulaşım	Pazarla ma
En İyi Değer	1 376 956	406.972	132 869	5	4	5	5.000	4.714	5.000	5.000
En Kötü Değer	113 984	124.181	14 018	1	2	1	1.571	2.571	2.143	1.286

En iyi ve en kötü değerlerin belirlenmesinden sonra denklem 2 kullanılarak hesaplanan normalize edilmiş karar matrisi Çizelge 5.40.'da sunulmaktadır.

Çizelge 5.40. Normalize edilmiş karar matrisi

Kriterler Şehir	Hasat Edilen Alanı (dekar)	Toprak Verimi (kg/dekar)	Biyodizel Üretim Miktarı (ton)	Devlet Teşviği	Arzda İstikrar	Deprem Risk Faktörü	İş Gücü	İklim Şartları	Ulaşım	Pazarlama
Adana	0.295	0.670	0.440	0.250	1.000	0.250	0.792	1.000	0.900	0.846
Denizli	0.043	0.275	0.007	0.250	0.000	0.000	0.625	0.533	0.500	0.538
Balıkesir	0.033	0.294	0.000	0.500	0.500	0.000	0.500	0.600	0.600	0.615
Bursa	0.013	0.485	0.007	0.000	1.000	0.000	0.875	0.933	0.950	1.000
Edirne	0.674	0.432	0.752	0.250	0.000	0.750	0.458	0.600	0.300	0.423
Kırklareli	0.494	0.435	0.549	0.250	0.500	0.750	0.333	0.400	0.250	0.308
Tekirdağ	1.000	0.345	1.000	0.250	1.000	0.250	0.500	0.467	0.350	0.423
Çanakkale	0.049	0.445	0.043	0.250	1.000	0.000	0.542	0.467	0.500	0.654
İstanbul	0.042	0.386	0.025	0.000	1.000	0.000	1.000	0.800	0.950	1.000
Amasya	0.014	0.495	0.009	0.750	0.000	0.000	0.000	0.200	0.000	0.000
Samsun	0.023	0.460	0.015	0.500	1.000	0.250	0.708	0.733	0.550	0.654
Tokat	0.028	0.529	0.032	1.000	1.000	0.000	0.250	0.133	0.050	0.115
Çorum	0.112	0.384	0.099	0.750	1.000	0.250	0.458	0.200	0.400	0.423
Aksaray	0.030	0.667	0.056	1.000	0.500	1.000	0.125	0.000	0.100	0.038
Ankara	0.145	0.000	0.017	0.000	0.000	0.750	1.000	0.733	1.000	1.000
Eskişehir	0.000	0.669	0.013	0.000	1.000	0.250	0.917	0.600	0.950	0.846
Konya	0.403	1.000	0.809	0.250	0.500	0.750	0.833	0.667	0.900	0.808

Kriterlerin ağırlıklarını bulmadan toplam fayda değerine ulaşamadığı için ağırlıkları bulmada entropi yöntemine geçildi. Buna göre denklem 4 kullanılarak oluşturulan entropi temelli normalize edilmiş karar matrisi Çizelge 5.41.'de sunulmaktadır.

Çizelge 5.41. Entropi temelli normalize edilmiş karar matrisi

Kriterler Şehir	Hasat Edilen Alanı (dekar)	Toprak Verimi (kg/dekar)	Biyodizel Üretim Miktarı (ton)	Devlet Teşviği	Arzda İstikrar	Deprem Risk Faktörü	İş Gücü	İklim Şartları	Ulaşım	Pazarlama
Adana	0.078	0.072	0.095	0.048	0.071	0.053	0.071	0.075	0.075	0.077
Denizli	0.027	0.046	0.021	0.048	0.036	0.026	0.061	0.059	0.057	0.057
Balıkesir	0.025	0.048	0.020	0.071	0.054	0.026	0.054	0.061	0.061	0.062
Bursa	0.021	0.060	0.021	0.024	0.071	0.026	0.075	0.072	0.077	0.086
Edirne	0.155	0.056	0.148	0.048	0.036	0.105	0.052	0.061	0.048	0.049
Kırklareli	0.118	0.057	0.113	0.048	0.054	0.105	0.045	0.054	0.045	0.042
Tekirdağ	0.221	0.051	0.190	0.048	0.071	0.053	0.054	0.057	0.050	0.049
Çanakkale	0.028	0.057	0.027	0.048	0.071	0.026	0.056	0.057	0.057	0.064
İstanbul	0.027	0.053	0.024	0.024	0.071	0.026	0.082	0.068	0.077	0.086
Amasya	0.021	0.060	0.022	0.095	0.036	0.026	0.026	0.048	0.034	0.022
Samsun	0.023	0.058	0.023	0.071	0.071	0.053	0.066	0.066	0.059	0.064
Tokat	0.024	0.063	0.026	0.119	0.071	0.026	0.040	0.045	0.036	0.030
Çorum	0.041	0.053	0.037	0.095	0.071	0.053	0.052	0.048	0.052	0.049
Aksaray	0.024	0.072	0.030	0.119	0.054	0.132	0.033	0.041	0.039	0.025
Ankara	0.048	0.028	0.023	0.024	0.036	0.105	0.082	0.066	0.080	0.086
Eskişehir	0.018	0.072	0.022	0.024	0.071	0.053	0.078	0.061	0.077	0.077
Konya	0.100	0.093	0.158	0.048	0.054	0.105	0.073	0.063	0.075	0.074

Normalize edilmiş fayda değerlerinden sonra hesaplanan entropi değerleri Çizelge 5.42.'de ve hesaplanan ağırlık değerleri Çizelge 5.43.'te gösterilmektedir.

Çizelge 5.42. Entropi değerleri

	Hasat Edilen Alanı (dekar)	Toprak Verimi (kg/dekar)	Biyodizel Üretim Miktarı (ton)	Devlet Teşviği	Arzda İstikrar	Deprem Risk Faktörü	İş Gücü	İklim	Ulaşım	Pazarlama
e_j	0.872	0.991	0.865	0.954	0.988	0.939	0.985	0.996	0.988	0.977

Çizelge 5.43. Ağırlık değerleri

	Hasat Edilen Alanı (dekar)	Toprak Verimi (kg/dekar)	Biyodizel Üretim Miktarı (ton)	Devlet Teşviği	Arzda İstikrar	Deprem Risk Faktörü	İş Gücü	İklim	Ulaşım	Pazarlama
w_j	0.287	0.021	0.303	0.104	0.027	0.137	0.033	0.010	0.027	0.052

Hesaplanan toplam fayda değerleri Çizelge 5.44.'de gösterilmektedir. Çizelge 5.44. incelendiğinde ayçiçeği ham maddesinin kullanıldığı bir biyodizel üretim tesisi için en uygun üç il sırasıyla Tekirdağ, Konya ve Edirne olarak belirlenmiştir. Kurulması en faydasız 3 il ise sırasıyla Amasya, Denizli ve Balıkesir olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.44. Ayçiçeği toplam fayda değerleri

Kriterler Şehir	Hasat Edilen Alanı (dekar)	Toprak Verimi (kg/dekar)	Biyodizel Üretim Miktarı (ton)	Devlet Teşviği	Arzda İstikrar	Deprem Risk Faktörü	İş Gücü	İklim Şartları	Ulaşım	Pazarlama	TOPLAM
Adana	0.085	0.014	0.133	0.026	0.027	0.034	0.026	0.010	0.024	0.044	0.423
Denizli	0.012	0.006	0.002	0.026	0.000	0.000	0.020	0.005	0.014	0.028	0.114
Balıkesir	0.009	0.006	0.000	0.052	0.013	0.000	0.016	0.006	0.016	0.032	0.151
Bursa	0.004	0.010	0.002	0.000	0.027	0.000	0.029	0.009	0.026	0.052	0.158
Edirne	0.193	0.009	0.228	0.026	0.000	0.103	0.015	0.006	0.008	0.022	0.610
Kırklareli	0.142	0.009	0.166	0.026	0.013	0.103	0.011	0.004	0.007	0.016	0.497
Tekirdağ	0.287	0.007	0.303	0.026	0.027	0.034	0.016	0.005	0.009	0.022	0.736
Çanakkale	0.014	0.009	0.013	0.026	0.027	0.000	0.018	0.005	0.014	0.034	0.159
İstanbul	0.012	0.008	0.008	0.000	0.027	0.000	0.033	0.008	0.026	0.052	0.173
Amasya	0.004	0.010	0.003	0.078	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.097
Samsun	0.007	0.010	0.004	0.052	0.027	0.034	0.023	0.007	0.015	0.034	0.213
Tokat	0.008	0.011	0.010	0.104	0.027	0.000	0.008	0.001	0.001	0.006	0.176
Çorum	0.032	0.008	0.030	0.078	0.027	0.034	0.015	0.002	0.011	0.022	0.258
Aksaray	0.009	0.014	0.017	0.104	0.013	0.137	0.004	0.000	0.003	0.002	0.302
Ankara	0.042	0.000	0.005	0.000	0.000	0.103	0.033	0.007	0.027	0.052	0.269
Eskişehir	0.000	0.014	0.004	0.000	0.027	0.034	0.030	0.006	0.026	0.044	0.184
Konya	0.116	0.021	0.245	0.026	0.013	0.103	0.027	0.007	0.024	0.042	0.624

Ayçiçeği için yer seçiminde uygulanan aşamalar biyoetanol üretiminde en yüksek potansiyele sahip buğday içinde tek tek gerçekleştirildi. Buğday üretimi yapan 79 ilde yıllık toplam 7 051 602 ton biyoetanol potansiyeli belirlendi. Bu potansiyelin her bir il için ortalama değeri 89 260.7 tondur. Benzer şekilde üretim tesisi kurmak için planlanan yer seçiminde ortalamanın altında kalan iller yine ön eleme işlemine tabii tutuldu. Böylece ortalamanın üstünde kalan 24 il değerlendirmeye alındı. Buna göre seçim yapılacak illerin ve kriterlerin bulunduğu 24x10'luk karar matrisi oluşturularak analizler gerçekleştirildi. Analizler neticesinde biyoetanol üretim tesisi için uygun yer seçiminde elde edilen toplam fayda değerleri Çizelge 5.45.'de gösterilmektedir. Çizelge 5.45. incelendiğinde buğday ham maddesinin kullanıldığı bir biyoetanol üretim tesisi için en

uygun üç ilin sırasıyla Konya, Ankara ve Şanlıurfa olduğu belirlenmiştir. Tesis kurulumunun en faydasız olduğu 3 il ise sırasıyla Amasya, Tokat ve Kütahya olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.45. Buğday toplam fayda değerleri

Kriterler Şehir	Hasat Edilen Alanı (dekar)	Toprak Verimi (kg/dekar)	Biyoetanol Üretim Miktarı (ton)	Devlet Teşviği	Arzda İstikrar	Deprem Risk Faktörü	İş Gücü	İklim Şartları	Ula şım	Pazar lama	TOPLAM
Adana	0.040	0.019	0.050	0.028	0.020	0.044	0.056	0.036	0.042	0.058	0.393
Kahramanmaraş	0.020	0.015	0.020	0.112	0.039	0.000	0.032	0.023	0.025	0.033	0.320
Afyonkarahisar	0.033	0.006	0.021	0.084	0.020	0.044	0.024	0.008	0.028	0.019	0.288
Kütahya	0.022	0.000	0.003	0.084	0.000	0.044	0.016	0.006	0.009	0.008	0.194
Manisa	0.010	0.008	0.002	0.056	0.020	0.000	0.043	0.034	0.034	0.050	0.255
Balıkesir	0.016	0.010	0.010	0.056	0.020	0.000	0.038	0.029	0.034	0.044	0.256
Edirne	0.024	0.021	0.033	0.028	0.000	0.133	0.027	0.015	0.023	0.025	0.328
Kırklareli	0.018	0.024	0.029	0.028	0.020	0.133	0.013	0.011	0.019	0.019	0.313
Tekirdağ	0.040	0.026	0.064	0.028	0.039	0.044	0.024	0.015	0.028	0.030	0.339
Amasya	0.011	0.009	0.004	0.084	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.113
Samsun	0.011	0.009	0.004	0.056	0.000	0.044	0.043	0.027	0.032	0.050	0.277
Tokat	0.018	0.004	0.004	0.112	0.000	0.000	0.011	0.006	0.008	0.014	0.176
Çorum	0.052	0.006	0.037	0.084	0.000	0.044	0.024	0.011	0.025	0.022	0.304
Ankara	0.141	0.003	0.102	0.000	0.039	0.133	0.064	0.025	0.045	0.069	0.623
Eskişehir	0.039	0.009	0.031	0.000	0.020	0.044	0.062	0.027	0.044	0.061	0.336
Kayseri	0.031	0.004	0.015	0.028	0.039	0.089	0.056	0.027	0.040	0.061	0.390
Konya	0.237	0.011	0.238	0.028	0.020	0.133	0.059	0.029	0.042	0.061	0.858
Kırıkkale	0.011	0.005	0.000	0.084	0.020	0.000	0.019	0.019	0.034	0.039	0.230
Sivas	0.076	0.001	0.043	0.084	0.020	0.089	0.027	0.000	0.021	0.025	0.385
Yozgat	0.090	0.002	0.057	0.112	0.000	0.089	0.011	0.004	0.008	0.003	0.375
Diyarbakır	0.103	0.013	0.108	0.112	0.000	0.044	0.032	0.027	0.028	0.042	0.510
Gaziantep	0.000	0.018	0.000	0.056	0.020	0.089	0.051	0.032	0.036	0.055	0.356
Mardin	0.042	0.022	0.059	0.112	0.020	0.089	0.008	0.021	0.017	0.014	0.403
Şanlıurfa	0.085	0.013	0.088	0.112	0.020	0.089	0.027	0.029	0.027	0.039	0.527

6. SONUÇ

Türkiye, sanayisi hızla büyüyen ve gelişmekte olan bir ülke konumundadır. Bu durum gün geçtikçe enerji talebini de giderek artırmaktadır. Türkiye'nin halen fosil yakıtları önemli ölçüde kullanıyor olması yenilenebilir enerji formlarına olan ilgiyi hem üreticiler hem de hükümet politikaları açısından artırmaktadır. Özellikle yakın gelecekte biyoenerji ve biyoyakıtların yüksek büyüme potansiyeline sahip olması beklenmektedir. Biyoyakıtlardan üretilebilecek enerjiyi tanımlarken hem yerel bir biyoenerji potansiyel değerlendirmesi hem de biyoenerji güç tesisleri için uygun alanların yerinin belirlenmesi gereklidir. Sadece potansiyel değerlendirmesi yapılan literatür çalışmalarındaki boşluğu gidermek amacıyla bu çalışmada biyoenerji güç tesisleri için uygun alanların belirlenmesinde kullanılmak üzere NHMCDMA isimli hibrit bir yöntem önerildi. Bu çalışmanın en önemli odak noktasını oluşturmaktadır.

Çalışmanın başlangıcında Türkiye’de yetişen, hem biyodizel hem de biyoetanol için ham madde olacak 18 tane ürün belirlendi. Bu ürünlerin 7 bölge ve 81 ildeki dağılımları ayrı ayrı incelemeye alındı ve oluşturdukları biyodizel/biyoetanol potansiyelleri hesaplandı. Çalışmanın yenilikçi ve özgün tarafını oluşturan dördüncü aşamada ise entropi temelli MAUT kullanılarak NHMCDMA olarak isimlendirilen hibrit bir yöntem geliştirildi. Özellikle yer seçimi problemi çeşitli değerlendirme kriterleri ile ilgili farklı tercihler ve bu kriterleri belirleyen farklı paydaşları içerir. Bu sebeple yenilenebilir enerji kaynakları yönetimi alanındaki uzmanlar ve paydaşlar yapılan görüşmeler ile sürece dahil edildiler. Çalışmada yer alan yer seçim kriterlerinin uzmanlar tarafından yapılan değerlendirmelerde dikkate alınarak biyoenerji güç tesisleri için en uygun yer seçimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına ait değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur:

- 1- Biyodizel üretiminde ham madde olarak ayçiçeği bitkisinin, biyoetanol üretiminde ise buğday bitkisinin en fazla potansiyeline sahip olduğu belirlendi. En yüksek biyodizel potansiyeline sahip bölge Marmara bölgesi en düşük potansiyele sahip bölge ise Doğu Anadolu Bölgesi olarak belirlendi. Benzer şekilde en yüksek biyoetanol potansiyeli İç Anadolu Bölgesinde en düşük potansiyel Doğu Anadolu Bölgesinde tespit edilmiştir.

Türkiye'nin teorik biyodizel ve biyoetanol potansiyeli sırasıyla 1 666 176 ton ve 13 546 751 ton olarak hesaplandı.

- 2- En yüksek potansiyele sahip ayçiçeği ve buğday için ortalama potansiyel değerinin altında kalan iller ön eleme işlemine tabii tutuldu ve kalan iller arasında en uygun yer seçimi önerilen hibrit yöntem ile gerçekleştirildi. Elde edilen sonuçlar ışığında ayçiçeği ham maddesi kullanılarak kurulacak biyodizel üretim tesisi için en uygun yerin Tekirdağ, buğday ham maddesi kullanılarak kurulacak biyoetanol üretim tesisi için en uygun yerin Konya olduğu tespit edildi.
- 3- Tekirdağ ve Konya'nın yıllık ortalama elektrik enerjisi tüketimi sırasıyla 6 132 GWh ve 4 529 GWh'tır. Bu illerde kurulabilecek bir biyoenerji güç tesisinde ayçiçeği ve buğdaydan üretilen biyodizel ve biyoetanol'ün enerji dönüşümleri gerçekleştirildiğinde sırasıyla 1 203 GWh ve 4 384 GWh'lik enerji üretimi yapılabileceği saptanmıştır.
- 4- Ortalama toplam fayda değerleri üzerinden bir değerlendirme yapıldığında biyodizel üretim tesisinin Tekirdağ'ın haricinde Adana, Edirne, Kırklareli ve Konya illerinde de kurulabileceği tespit edilmiştir. Benzer şekilde biyoetanol üretim tesisi için ise Konya ilinin haricinde Şanlıurfa, Mardin, Diyarbakır, Yozgat, Sivas, Kayseri, Ankara ve Adana illerinin de değerlendirilebileceği saptanmıştır.
- 5- Türkiye'nin sahip olduğu coğrafi konum da dikkate alındığında ürün bazında yetiştiricilik teşvik edilmeli ve özellikle biyoenerjide kullanılacak bitki ve bitki türlerine ağırlık verilerek biyoyakıtlardan yeterince faydalanma sağlanmalıdır.
- 6- Bununla birlikte ana ürün sonrası kullanılamayan yan ürünlerin de kullanımı ekonomiye önemli katkı sağlayacaktır. Türkiye'de işlemeli tarıma elverişli yaklaşık 4 milyon hektarlık tarım arazisi her yıl nadasa bırakılmakta olup üretim dışı kalmaktadır. Bu alanlar için etkili ve uygun ekim nöbet sistemleri ile her bölge için uygun bitkilerin yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılarak bu sektör için ihtiyaç duyulan ham maddeler sağlanabilir. Bu alanda yeterli bilgi ve donanımına sahip yetişmiş eleman sağlanması bu alandaki iş istihdamını da ayrıca artıracaktır.

7. KAYNAKLAR

- Anonim, 2011. Biyokütle Enerjisi. Sürdürülebilir Enerji Eğitimi Kitapları, Youth for Habitat Türkiye.
<http://www.habitaticingenclik.org.tr/dl/yayinlar/enerji/BiyoKutle.pdf>
(01.04.2014).
- Anonim, 2012. Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar. Resmi Gazete, Bakanlar Kurulu Kararı.
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120619-1.htm> (02.03.2020).
- Anonim, 2016. Türkiye İhracatçılar Meclisi Tarım Raporu.
https://www.tim.org.tr/files/downloads/Strateji_Raporlari/Tarim_Raporu_2017.pdf (13.01.2020).
- Anonim, 2018. Rüzgar Enerjisinin Tarihçesi. <http://www.teknoelektrik.com/blog-26/ruzgar-enerjisinin-tarihcesi.html> (08.08.2018).
- Anonim, 2020a. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası. Enerji İşleri Genel Müdürlüğü.
<http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/> (16.01.2020).
- Anonim, 2020b. Türkiye Rüzgar Atlası. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
<https://www.mgm.gov.tr/genel/ruzgar-atlasi.aspx> (21.01.2020).
- Anonim, 2020c. Türkiye Akarsular ve Göller Haritası.
<http://cografyaharita.com/haritalarim/2eturkiyenin-akarsular-gollar-haritasi2.png>
(27.01.2020).
- Anonim, 2020ç. Elektrik. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik> (31.01.2020).
- Anonim, 2020d. Jeotermal. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
<https://www.enerji.gov.tr/tr-tr/sayfalar/jeotermal> (10.02.2020).
- Anonim, 2020e. Enerji Haritaları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.
<https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeotermal-harita> (19.02.2020).
- Anonim, 2020f. Locations. Electricity Fuel Resources.
<https://sites.google.com/site/electricityfuelresources/wave-energy/ideal-locations>
(09.03.2020).
- Anonim, 2020g. Deprem Bölge Tablosu. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası.
http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/ff019c60caaf76b_ek.pdf?tipi=84&%20turu=X&sube=0 (20.03.2020).
- Ateş, D., 2017. 9. Sınıf Coğrafya Konu Anlatımlı Kitap, Editörler: Karapınar, E. Ankara, s.136.
- Banse, M., van Meijl, H., Tabeau, A., Woltjer, G., Hellmann, F. ve Verburg, PH., 2011. Impact of EU biofuel policies on world agricultural production and land use. Biomass and Bioenergy, 35(6), 2385-2390.

- Behçet, R., Gül, H., Oral, H. ve Oral, F., 2014. Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Bakımından Malatya İlinin Doğu Anadolu Bölgesindeki Yeri. BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 3(1), 65-73.
- Bertran, BL., 2009. Biodiesel cost analysis in Spain and Turkey. (Y.Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Bozbas, K., 2008. Biodiesel as an alternative motor fuel: Production and policies in the European Union. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, 12(2), 542-552.
- Bringezu, S., Oberle, B., Hatfield-Dodds, S., Hellweg, S., Schandl, H., Clement, J., Cabernard, L. ve Che, N., 2019. Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- Cassedy, ES., 2000. Prospects for Sustainable Energy. A Critical Assessment, Cambridge University Press, UK, p.67.
- Debnath, D. ve Giner C., 2019. Interaction Between Biofuels and Agricultural Markets. In Biofuels, Bioenergy and Food Security, edited by Deepayan Debnath and Suresh Chandra Babu, 61–76.
- Demir, İ. ve Emeksiz, C., 2016. Potential and Use of Renewable Energy Resources in Turkey. Journal of New Results in Science, 5(12), 81-87.
- Demir, İ., 2019. Farklı Regresyon Modelleri Kullanarak Etkin Parametrelere Göre Rüzgar Hızı Tahminlemesi. (Y.Lisans Tezi), Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat.
- Demirbas, A., 2003. Biodiesel Fuels from Vegetable Oils via Catalytic and Non-Catalytic Supercritical Alcohol Transesterifications and Other Methods: A Survey. Energy Conversion and Management, 44, 2093-2109.
- Demirbas, A., 2009. Progress and Recent Trends in Biodiesel Fuels. Energy Conversion and Management, 50, 14-34.
- El Bassam, N., 1998. Energy plant species, their use and impact on environment and development. James and James (Science Publisher) Ltd., London, UK.
- Elobeid, A., Carriquiry, M., Dumortier, J., Rosas, F., Mulik, K., Fabiosa, JF., Hayes, DJ. ve Babcock, BA., 2013. Biofuel Expansion, Fertilizer Use, and GHG Emissions: Unintended Consequences of Mitigation Policies, Hindawi.
- Emeksiz, C., 2014. Şekil Hafızalı Alaşımlar Kullanarak Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Değişken Devirli Rüzgar Türbini Modellemesi. (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Enciso, MP., Rincon, JC. ve Legarra, A., 2015. Sequence - vs. chip - assisted genomic selection: Accurate biological information is advised. Genet. Sel. Evol., 47-43.

- Ertaş, M., Han, Q., Jameel, H. ve Chang, H., 2014. Enzymatic hydrolysis of autohydrolyzed wheat straw followed by refining to produce fermentable sugars. *Bioresource Technology*, Elsevier, 152, 259-266.
- Eser, V., Sarsu, F. ve Altunkay, M., 2007. Biyoyakıt üretiminde kullanılan bitkilerin mevcut durumu ve geleceği. *Biyoyakıtlar ve Biyoyakıt Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı*.
- Girard, P. ve Fallot, A., 2006. Review of existing and emerging technologies for the production of biofuels in developing countries. *Energy Sustainable Development*, 10(2), 92-108.
- Global Wind Energy Council, GWEC, Global Wind Report 2019.
- Gomes, G., Hache, E., Mignon, V. ve Paris, A., 2018. On the current account - biofuels link in emerging and developing countries: do oil price fluctuations matter?. *Energy Policy*, Elsevier, 116(C), 60-67.
- Günel, H. ve Öztürk, İ., 2006. Yenilebilir ve yetiştirilebilir bir enerji kaynağı: Biyokütle. Ege Üniversitesi, 14-15 Aralık, İzmir. TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası, 12-13 Aralık 2007, s. 51-62, Ankara.
- Henry, R.J., 2010. Evaluation of plant biomass resources available for replacement of fossil oil. *Plant Biotechnol J.*, 8(3), 288–293.
- Huang, J., Yang, J., Msangi, S., Rozelle, S. ve Weersink, A., 2012. Biofuels and the poor: Global impact pathways of biofuels on agricultural markets. *Food Policy*, Elsevier, 37(4), 439-451.
- İlleez, B., 2004. Güneş enerjisi destekli sürekli beslemeli tip biogaz üreticinin oluşturulması. (Y.Lisans Tezi), Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü, Güneş Enerjisi Anabilim Dalı, İzmir.
- Kang, C., Hwang, S. ve Moon, J., 2015. An effect of IoT based Electronic Sow Feeder (ESF) on productivity of swine farms. *Journal of Agricultural Informatics*, 6(4), 102-107.
- Kazaz, O., 2018. Biomass Energy Potential of Turkey. (Y.Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Keeney, R. ve Fishburn, P., 1974. Seven independence concepts and continuous multiattribute utility functions. *Journal of Mathematical Psychology*, 11(3), 294-327.
- Kim, K., Kim, Y., Yang, C., Moon, J., Kim, B., Lee, J., Lee, U., Lee, S., Kim, J., Eom, W., Lee, S., Kang, M. ve Lee, Y., 2013. Long-term operation of biomass-to-liquid systems coupled to gasification and Fischer–Tropsch processes for biofuel production. *Bioresource Technology*, Elsevier, 127, 391-399.

- Koçturk, D., 2011. The assessment of economic and environmental aspect of spark ignition engines fuelled by different characteristic ethanol-gasoline blends. (Ph.D. Thesis), Ankara University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Chemical Engineering, Ankara.
- Kutluer, S., 2015. Alternatif enerji kaynakları: Biyoetanol üretimi ve Türkiye için uygun ham madde seçimi. (Y.Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, İktisat Politikası Bilim Dalı, Ankara.
- Küçükkaya, E., 2019. Türkiye'nin Biyokütle Enerjisi Santrali Kurulu Gücü 719 MW Olacak!. Enerji Portalı. <https://www.enerjiportali.com/turkiyenin-biyokutle-enerjisi-santrali-kurulu-gucu-719-mw-olacak/> (27.02.2020).
- Loken, E., 2007. Use of multi-criteria decision analysis methods for energy planning problems. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11(7), 1584-1595.
- McKendry, P., 2002. Energy production from biomass (part 2): conversion Technologies. Bioresource Technology, 83, 47-54.
- Olgun, H. ve Tırıs, M., 2001. Atıkların Enerji Dönüşüm Sistemlerinde Kullanılması. Teknoloji Günleri Alternatif Enerji Sistemleri Sempozyumu, 29 Mart 2001, İstanbul.
- Öztürk, İ. ve Çelik, A., 2006. Dünya'da ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Kullanım Durumu ve Geleceğe Yönelik Beklentiler. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 37(2), 267-274.
- Paris, A., 2018. On the link between oil and agricultural commodity prices: Do biofuels matter?. International Economics, CEPII research center, issue 155, 48-60.
- Prussi, M., Konti, A. ve Lonza, L., 2019. Could Biomass Derived Fuels Bridge the Emissions Gap between High Speed Rail and Aviation?. Sustainability, 11(4), 1025.
- Rao, RV., 2007. Decision Making in The Manufacturing Environment Using Graph Theory and Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods. Springer-Verlag, 294, London.
- REN21, 2019. Renewables Global Status Report.
- REN21, 2020. Renewables Global Status Report.
- Saraçoğlu, N., 2004. Türkiye'nin Enerji Üretiminde Biyokütle Kaynaklarından Yararlanma Olanakları. V. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 26-28 Mayıs 2004, İstanbul, 485-499.
- Shannon, C. ve Weaver, W., 1948. The Mathematical Theory of Communication. Bell System Technical Journal, 27(4), 623-656.
- Shrestha, A. ve Timilsina, GR., 2019. Biofuel: Markets, Targets and Impacts. Policy Research Working Paper, The World Bank Development Research Group Environment and Energy Team.

- Smyth, B., Gallach  ir, BO., Korres, N. ve Murphy, J., 2010. Can we meet targets for biofuels and renewable energy in transport given the constraints imposed by policy in agriculture and energy?. *Journal of Cleaner Production*, 16(18), 1671-1685.
- Ta  y  rek, M. ve Acaro  lu, M., 2007. Biyoyakıtlarda (biyomotorinde) emisyon azaltımı ve küresel ısınmaya etkisi. Uluslararası Küresel İklim De  işikli  i ve   evresel Etkileri Konferansı, Konya.
- T  V, 2006. Türkiye   vre Vakfı, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları, kolektif çalışma, s.368, Ankara.
- Thomas-Hall, SR., Correa, DF., Beyer, HL., Fargione, JE., Hill, JD., Possingham, HP. Ve Schenk, PM., 2019. Towards the implementation of sustainable biofuel production systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 107, 250-263.
- Tokunaga, K. ve Konan, DE., 2014. Home grown or imported? Biofuels life cycle GHG emissions in electricity generation and transportation. *Appl. Energy*, 125, 123–131.
- T   K, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Veritabanları, Tarım.
- T  plek, A., 2011. Odun talaşı ve tozundan pelet biyoyakıt   retilmesi ve yanma analizi. (Y.Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
-   nsalver, C., 2008. Rüzgar Enerji Sistemlerinin İncelenmesi ve Bir Uygulama Devresinin Gerçekleştirilmesi. (Y.Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Varınca, KB. ve Gönüllü, MT., 2006. Türkiye'de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı   zerine Bir Araştırma. I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, 270-275.
- Viccaro, M., Cozzi, M., Rocchi, B. ve Romano, S., 2019. Conservation agriculture to promote inland biofuel production in Italy: An economic assessment of rapeseed straight vegetable oil as a self-supply agricultural biofuel. *Article in Journal of Cleaner Production*, 217.
- Wang, TC. ve Hsu, JC., 2004. Evaluation of The Business Operation Performance of The Listing Companies By Applying Topsis Method. *IEEE International Conference on Systems*, 10-13 October 2004, 1286-1291. *Decision Making: An Introduction*. (Vol. 104). Sage Publications.
- Wang, TC. ve Lee, HD., 2009. Developing a fuzzy TOPSIS approach based on subjective weights and objective weights. *Expert Systems with Applications*, 36(5), 8980–8985.
- Wasiak, AL., 2017. Effect of Biofuel Production on Sustainability of Agriculture. *Procedia Engineering*, 182, 739-746.

- Winterfeldt, DV. Ve Edwards W., 1986. Decision Analysis and Behavioral Research. Cambridge University Press.
- Wise, M., Dooley, J., Lucklow, P., Calvin, K. ve Kyle, P., 2014. Agriculture, land use, energy and carbon emission impacts of global biofuel mandates to mid-century. Appl. Energy, 114, 763-773.
- Yaghoubi, J., Yazdanpanah, M. ve Komendantova, N., 2019. Iranian agriculture advisors' perception and intention toward biofuel: Green way toward energy security, rural development and climate change mitigation. Renewable Energy, Elsevier, 130, 452-459.
- Yang, Z., Hollebone, BP., Wang, Z., Yang, C., Brown, C. ve Landriault, M., 2014. Storage stability of commercially available biodiesels and their blends under different storage. Fuel, Elsevier, 115, 366-377.
- Yeşilkaya, B., 2017. Niğde İlinde Tarla Bitkileri Üretiminden Kaynaklanan Biyokütle Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi. (Y.Lisans Tezi), Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Niğde.
- Zhang, W., Yu, EA., Rozelle, S., Yang, J. ve Msangi, S., 2013. The impact of biofuel growth on agriculture: Why is the range of estimates so wide?. Food Policy, Elsevier, 38(C), 227-239.
- Zietsman, J., Rilett, LR. ve Kim, SJ., 2006. Transportation Corridor Decision Making with Multi-Attribute Utility Theory. International Journal Management and Decision Making, 7(2-3), 254-66.

8. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı Soyadı :Abdullah YÜKSEL

Doğum Yeri :Ankara

Doğum Tarihi :28.09.1979

İletişim Bilgileri:

Telefon :0 553 474 30 34

e-posta :ayuksel79@gmail.com

Eğitim:

Lise	Teknik Astsubay Hazırlama Okulu / Elektronik Bölümü	1996
Sınıf Okulu	Muhabere Elektronik Bilgi Sistemleri Okulu	1997
Lisans	Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi / İktisat Bölümü	2005
Lisans	Tunceli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi/Kimya Müh.	2010-2012
Lisans	Tunceli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi / Elektrik Elektronik Mühendisliği	2012-2013
Lisans	Amasya Üniversitesi Teknoloji Fakültesi / Elektrik Elektronik Mühendisliği	2015-2018

Yabancı Dil:

İngilizce