



**RÜZGAR ENERJİ SANTRALLERİNİN BAL VERİMİ
DÜZEYİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN AMPİRİK
OLARAK BELİRLENMESİ**

Mehmet Selim YILDIZ

Doktora Tezi

Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Abdülbaki BİLGİÇ

Prof. Dr. Adem AKSOY

2025

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM EKONOMİSİ ANA BİLİM DALI

**RÜZGAR ENERJİ SANTRALLERİNİN BAL VERİMİ DÜZEYİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN AMPİRİK OLARAK BELİRLENMESİ**
(Empirical Determination of the Impact of Wind Energy Plants on Honey Production Levels)

DOKTORA TEZİ

Mehmet Selim YILDIZ

Danışman: Prof. Dr. Abdülbaki BİLGİÇ
İkinci Danışman: Prof. Dr. Adem AKSOY

Erzurum
Temmuz, 2025

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü
TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI

**RÜZGAR ENERJİ SANTRALLERİNİN BAL VERİMİ DÜZEYİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN AMPİRİK OLARAK BELİRLENMESİ**

Prof. Dr. Abdalbaki BİLGİÇ ve Prof. Dr. Adem AKSOY danışmanlığında, Mehmet Selim YILDIZ tarafından hazırlanan bu çalışma, 07/07/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Tarım Politikası ve Yayın Bilim Dalı'nda Doktora tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Cuma AKBAY <i>Sütçü İmam Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. Abdalbaki BİLGİÇ <i>Uludağ Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Ömer ALKAN <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Murat KÜLEKÇİ <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. Okan DEMİR <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. Gürkan BOZMA <i>Iğdır Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
İkinci TezDanışmanı	Prof. Dr. Adem AKSOY <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Aslı ıslak imzalıdır
Prof. Dr. Alper NUHOĞLU
Enstitü Müdürü

Bu çalışma TÜBİTAK 1002-A Hızlı Destek Programı projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: 122K682

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Doktora Tezi olarak Prof. Dr. Abdalbaki BİLGİÇ ve Prof. Dr. Adem AKSOY danışmanlığında sunulan “Rüzgar Enerji Santrallerinin Bal Verimi Düzeyi Üzerine Etkilerinin Ampirik Olarak Belirlenmesi” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	5	30
Kuramsal Temeller	8	30
Materyal ve Yöntem	3	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	2	20
Sonuç ve Öneriler	1	20
Tezin Geneli	4	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Mehmet Selim YILDIZ	Prof. Dr. Abdalbaki BİLGİÇ
İmza: Aslı ıslak imzalıdır	İmza: Aslı ıslak imzalıdır

* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Doktora tez konumun belirlenmesinden çalışmamın her aşamasının hazırlanmasına kadar bilgi, tecrübe ve değerli zamanını esirgmeden bana destek olan, bilimsel yönlendirmeleri ve engin bilgisiyle çalışmamın temelini oluşturan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Abdulkaki BİLGİÇ'e ve her türlü yardımı ve desteği sunarak bilgi birikim ve tecrübelerini paylaştan ikinci danışman hocam Sayın Prof. Dr. Adem AKSOY'a,

Doktora tezim süresince tez izleme komitesinde yer alarak desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen, Tarım Ekonomisi Bölümü'nden Sayın Doç. Dr. Nuray DEMİR ve Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonometri Bölümü'nden Sayın Prof. Dr. Ömer ALKAN hocalarıma,

Doktoraya başlama sürecinden tamamlanmasına kadar her aşamada yanımda olan, bilgi ve desteğini esirgemeyen değerli arkadaşım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Faruk URAK'a,

Bu çalışmayı 122K682 proje numarasıyla destekleyen TÜBİTAK'a,

Ağrı Hayrettin Atmaca Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi idarecilerine, öğretmenlerine, öğrencilerine ve tüm dostlarıma,

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi her türlü desteği sunan ve bu zorlu süreçte dualarıyla her zaman yanımda olan başta annem ve babam olmak üzere tüm aileme,

Doktora sürecim boyunca karşılaştığım her zorlukta yanımda olan, sabırla, sevgisiyle ve sarsılmaz desteğiyle bana güç veren, manevi varlığıyla motivasyonumu artıran sevgili eşim Hatice YILDIZ'a ve çocuklarım Yaser ve Mahir'e teşekkür ederim.

Mehmet Selim YILDIZ

ÖZET

DOKTORA TEZİ

RÜZGAR ENERJİ SANTRALLERİNİN BAL VERİMİ DÜZEYİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN AMPİRİK OLARAK BELİRLENMESİ

Mehmet Selim YILDIZ

Danışman: Prof. Dr. Abdulkaki BİLGİÇ
İkinci Danışman: Prof. Dr. Adem AKSOY

Amaç: Bu çalışmanın amacı, Ege Bölgesi'nde faaliyet gösteren arıcılık işletmelerinin bal verimi ve bal üretiminden elde ettikleri gelir üzerinde rüzgâr enerjisi santrallerinin etkisini ampirik olarak incelemektir. Bu doğrultuda, RES bulunmayan bölgelerdeki olası verim ve gelir düzeyleri ile RES bulunan bölgelerdeki değişim karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

Yöntem: Bu çalışma, Türkiye'nin Ege Bölgesi'nde yer alan altı ilde toplam 300 arıcıyla gerçekleştirilen anket verilerine dayanarak, rüzgâr enerji santrallerinin bal verimi üzerindeki etkilerini analiz etmektedir. Her ilden, hem RES bölgelerinden hem de RES dışı bölgelerden 25'er arıcı seçilmiştir. Analizde, RES bölgelerinde arıcılık yapmanın bal verimi üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla bir muamele etkisi modeli uygulanmıştır. Bu amaçla, Gaussian muamele etkisi modeli de dahil olmak üzere çeşitli istatistiksel yöntemlerden yararlanılmış; ayrıca t-testleri ve ANOVA analizleriyle arıcıların konum tercihlerine bağlı bal verimi farklılıkları test edilmiştir. Ek olarak, bağımsız değişkenler ile bal verimi arasındaki ilişkiler incelenmiş ve modelde konum seçiminin etkilerini açıklamak üzere kapsamlı bir açıklayıcı değişken setine yer verilmiştir.

Bulgular: Çalışmada, rüzgâr enerjisi santrali alanlarında faaliyet gösteren arıcıların, daha yüksek ortalama bal verimi ve daha yüksek gelir elde ettiklerini ortaya koymaktadır. Rüzgâr çiftliği bölgelerinde faaliyet gösteren arıcılar kovan başına ortalama 15,83 kg bal üretirken, bu bölgelerin dışında kalan arıcıların üretimi kovan başına ortalama 14,47 kg ile sınırlı kalmaktadır. Ayrıca elde edilen bulgular sonucunda orta yaşlı ve genç arıcıların, yaşlı arıcılara kıyasla daha yüksek bal verimi elde ettikleri belirlenmiştir. Arıcılığı atadan veya başkalarından öğrenenlerin, kurslarla öğrenenlere kıyasla daha fazla bal verimi elde ettikleri tespit edilmiştir. İşlemlerini kaydeden arıcıların, kayıt tutmayanlara göre; göçebe arıcıların, yerleşik arıcılara göre; balın yanında ek arı ürünleri üretenlerin, üretmeyenlere göre; arıcılık faaliyetleri için kredi kullananların, kullanmayanlara göre; arıcılığı ana geçim kaynağı olarak görenlerin, diğer arıcılara göre; alternatif arı ırklarına sahip olanların, olmayanlara göre daha yüksek bal verimi elde ettikleri tespit edilmiştir.

Sonuç: Çalışma bulguları, RES bölgelerinde arıcılık faaliyetlerinin bal verimi üzerinde olumsuz bir etki yaratmadığını, aksine kovan başı bal veriminin istatistiksel olarak anlamlı biçimde arttığını ortaya koymuştur. Bu durum, RES'lerin yüksek rakım ve zengin flora çeşitliliğine sahip alanlarda konumlanmasına bağlı çevresel avantajlarla ilişkilendirilmektedir. RES bölgelerinde arıcılığın sürdürülebilirliği açısından herhangi bir kısıtlamaya gerek olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, rüzgâr türbinlerinin bal arıları ve diğer tozlayıcı türler üzerindeki ekolojik ve üretimsel etkilerinin, yerel ekosistemler bağlamında daha ayrıntılı biçimde araştırılması gerektiği vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arıcılık, Enerji, Bal, Rüzgâr Enerji Santralleri (RES), Muamele Etkileri, Türkiye.

Temmuz 2025, 115 sayfa

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

EMPIRICAL DETERMINATION OF THE IMPACT OF WIND ENERGY PLANTS ON HONEY PRODUCTION LEVELS

Mehmet Selim YILDIZ

Supervisor: Prof. Dr. Abdulkaki BILGIÇ

Co-Supervisor: Prof. Dr. Adem AKSOY

Purpose: The aim of this study is to empirically examine the impact of wind energy plants (WEPs) on honey yield and income from honey production among beekeeping enterprises operating in the Aegean Region of Turkey. In this context, potential yield and income levels in areas without WEPs were compared with the changes observed in areas where WEPs are present.

Method: This study analyzes the effects of wind energy plants on honey yield based on survey data collected from 300 beekeepers across six provinces in Turkey's Aegean Region. In each province, 25 beekeepers were selected from WEP zones and 25 from non-WEP zones. To measure the impact of conducting beekeeping in WEP areas on honey yield, a treatment effects model was employed. Various statistical methods, including the Gaussian treatment effects model, were utilized. Additionally, t-tests and ANOVA were conducted to examine yield differences based on location preferences. The analysis also explored the relationships between honey yield and several independent variables, incorporating a comprehensive set of explanatory variables to evaluate the effect of location choice on productivity outcomes.

Findings: The study reveals that beekeepers operating in wind energy farm areas achieve higher average honey yields and greater income levels. While beekeepers located within wind farm zones produce an average of 15.83 kg of honey per hive, those outside these areas are limited to an average yield of 14.47 kg per hive. Additionally, the findings indicate that middle-aged and young beekeepers obtain higher honey yields compared to their older counterparts. It has also been determined that individuals who learned beekeeping from ancestors or other experienced practitioners achieve higher yields than those who acquired their knowledge through formal training programs. Beekeepers who maintain operational records produce more honey than those who do not. Likewise, migratory beekeepers outperform stationary ones; producers of additional bee products alongside honey report higher yields than those engaged solely in honey production; beekeepers who utilize credit achieve greater productivity than those who do not; individuals who consider beekeeping as their primary source of livelihood generate more honey than those for whom it is a secondary activity; and those who keep alternative bee breeds outperform those who do not in terms of honey yield.

Results: The findings of the study reveal that beekeeping activities in WEP regions do not have a negative impact on honey yield; on the contrary, honey yield per hive has significantly increased in a statistically meaningful way. This outcome is associated with the environmental advantages of WEP areas, which are typically located at high altitudes and in regions rich in floral diversity. It is concluded that there is no need for any restrictions on the sustainability of beekeeping in these regions. However, it is emphasized that the ecological and productive impacts of wind turbines on honey bees and other pollinator species should be investigated in more detail within the context of local ecosystems.

Keywords: Beeking, energy, honey, Wind Energy Plants (WEP), treatment effects, Türkiye.

July 2025, 115 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR DİZİNİ	xi
GİRİŞ.....	1
Problem Tanımlama	9
Çalışmanın Kapsamı	10
Çalışmanın Amaçları.....	10
KURAMSAL TEMELLER.....	11
Mevcut Durum Analizi	11
Dünyada Rüzgâr Enerjisinin Mevcut Durumu.....	11
Türkiye’de Rüzgâr Enerjisinin Mevcut Durumu	16
Dünyada ve Türkiye’de Arıcılık	22
Türkiye’de Arıcılık Sektörünün Mevcut Durumu.....	24
Türkiye’de Arıcılığa Yapılan Destek	31
Literatür Taraması	33
RES’lerin ekonomik yapıya etkisi	34
RES’lerin çevreye etkisi.....	38
MATERYAL VE YÖNTEM	44
Materyal	44
Yöntem.....	44
Anket sayısının belirlenmesinde uygulanan yöntem.....	44
Analizlerde uygulanan yöntem	45
Açıklayıcı değişkenlerin kullanılma gerekçeleri.....	50
BULGULAR VE TARTIŞMA.....	54
Anket Sonuçları.....	54
Muamele etkileri modelinden elde edilen sonuçlar (Bal Verimi).....	69

Muamele etkileri modelinden elde edilen sonuçlar (Gelir).....	77
SONUÇ VE ÖNERİLER	84
KAYNAKLAR.....	88
ÖZGEÇMİŞ.....	101



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Türkiye’de İşletmedeki RES’lerin İllere Göre Kurulu Gücü ve Dağılım	
Yüzdeleri	21
Tablo 2. 2018-2022 Dönemi Dünya Bal Üretimi (ton)	23
Tablo 3. Türkiye’de Yıllara Göre Arıcılık Durumu.....	24
Tablo 4. Bağımlı ve Açıklayıcı Değişkenlerin Betimleyici İstatistikleri.....	55
Tablo 5. Ortalama Bal Verimi ve Her Kategorik Değişken İçin İstatistiksel Testler	57
Tablo 6. Bal Verimi, Gelir ve Rüzgâr Enerjisi Santrali Yer Seçimi Kararları İçin	
Muamele Etkileri Modelinin Maksimum Olabilirlik Tahminleri.....	70
Tablo 7. Dışsal Değişkenlerin Bal Verimi Üzerindeki Marjinal Etkileri	71
Tablo 8. Dışsal Değişkenlerin Gelir Üzerindeki Marjinal Etkileri	79

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 2019-2023 küresel enerji yatırımı (milyar ABD doları).....	12
Şekil 2. Dünyada genel enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı	13
Şekil 3. Dünyada rüzgârdan üretilen elektrik miktarının yıllar itibariyle değişimi (TWh).....	14
Şekil 4. Dünyadaki rüzgâr santrali kurulu gücünün (mw) ülkelere göre dağılımı	15
Şekil 5. Türkiye’de yıllık ortalama rüzgâr hızı dağılımı haritası-100 metre.....	16
Şekil 6. Türkiye’de 2022 yılına göre elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı	17
Şekil 7. Türkiye’de rüzgârdan üretilen elektrik miktarının yıllar itibariyle değişimi GWh.	18
Şekil 8. Aydın, Manisa, İzmir, Çanakkale, Muğla ve Balıkesir illerinden rüzgârdan üretilen elektrik miktarının yıllar itibariyle değişimi GWh.....	19
Şekil 9. Türkiye’deki rüzgar enerjisi santralleri için kümülatif kurulum(MWm).....	20
Şekil 10. Türkiye’deki RES’lerin Bölgelere Göre Dağılımı (MWm)	21
Şekil 11. 2018-2022 dönemi dünya bal üretimi	23
Şekil 12. Türkiye’de 2016-2023 döneminde bal üretiminin yıllar itibariyle değişimi (ton)	26
Şekil 13. Türkiye’de 2016-2023 döneminde bal veriminin yıllar itibariyle değişimi (kg/kovan)	27
Şekil 14. Türkiye’de 2023 yılında bölgelere göre kovan başına bal verimi (kg/kovan)	27
Şekil 15. Bölgelere göre Türkiye bal üretimi (2023,%)	28
Şekil 16. 2016-2023 dönemine ait Ege bölgesinde üretilen toplam bal miktarı (ton)	29
Şekil 17. Ege bölgesinde 2016-2023 döneminde bal veriminin yıllar itibariyle değişimi (kg/kovan)	30
Şekil 18. 2023 yılında Muğla, İzmir, Aydın, Çanakkale, Balıkesir, Manisa illerinde üretilen bal miktarı (ton).....	31
Şekil 19. Türkiye’de 2019-2023 dönemi arıcılık kayıt sistemine kayıtlı üreticilere kovan başına yapılan destekleme	33
Şekil 20. Ege bölgesindeki şehirlerarasında kovan başına bal üretimi dağılımları.....	60
Şekil 21. Ege bölgesindeki şehirler ve rüzgâr çiftlikleri arasında kovan başına bal üretimi dağılımları	61
Şekil 22. Ege bölgesindeki arıcıların yaş gruplarına göre kovan başına bal üretimi dağılımları	62

Şekil 23. Ege bölgesindeki arıcıların yaş grupları ve rüzgâr çiftlikleri arasında kovan başına bal üretimi dağılımları	63
Şekil 24. Ege bölgesindeki öğrenme türlerine göre kovan başına bal üretimi dağılımları	64
Şekil 25. Ege bölgesindeki öğrenme türleri ve rüzgâr çiftlikleri arasında kovan başına bal üretimi dağılımları	65
Şekil 26. Ege bölgesindeki farklı iki değerli değişkenlere göre kovan başına bal üretimi dağılımları	66
Şekil 27. Ege bölgesindeki kovan başına bal üretimi ile diğer sürekli değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları	69



KISALTMALAR DİZİNİ

CO_2	Karbondioksit
NO_x	Azot Oksit
SO_2	Kükürt Dioksit
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AKS	Arıcılık Kayıt Sistemi
APİS UK	(Air Pollution Information System) Hava Kirliliği Bilgi Sistemi
ATE	(Average Treatment Effect) Ortalama Muamele Etkisi
ATT	(Average treatment effect on treated) Muameleye Konu Olanlar Üzerindeki
ATU	Muamele Dışı Etki
ÇKS	Çiftçi Kayıt Sistemi
FAO	(Food and Agriculture Organization) Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım
GEKA	Güney Ege Kalkınma Ajansı
GSYİH	Gayrisafi Yurt İçi Hasıla
GWEC	Global Wind Energy Council Küresel Rüzgar Enerjisi Konseyi
GWh	Gigawatt-Saat
IEA	(International Energy Agency) Uluslararası Enerji Ajansı
IRENA	(International Renewable Energy Agency) Uluslararası Yenilenebilir Enerji İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
Kg	Kilogram
m	Metre
MW	Megawatt
MWm	(Megawatts mechanical) Mekanik Kurulu Güç
NSS	Net Sıfır Emisyonu
OECD	(The Organisation For Economic Co-Operation And Development) İktisadi
PV	Güneş Enerjisi
REPA	Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası
RES	Rüzgâr Enerji Santrali (Literatürde rüzgar enerjisi santralleri “rüzgar çiftlikleri” olarak da anılmaktadır. Bu nedenle, çalışmamızda terminolojik tutarlılık sağlamak amacıyla, bazı bölümlerde “rüzgar enerji santrali,” bazı bölümlerde ise “rüzgar çiftlikleri” terimleri eşanlamlı olarak kullanılacaktır)

RMB	Renminbi'nin kısaltmasıdır ve Çin'in resmi para birimidir
SES	Sıfır Emisyon Senaryosu
Sn	Saniye
TE	(Treatment Effect) Muamele Etkisi
TL	Türk Lirası
TOB	Tarım ve Orman Bakanlığı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TUREB	Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği
TUREK	Türkiye Rüzgâr Enerjisi Kongresi
TWh	Terawatt-Saat
UN	(United Nations) Birleşmiş Milletler
UREKK	Ulusal Rüzgâr Enerjisi Koordinasyon Komitesi
VKİ	Vücut Kitle İndeksi
WHO	(World Health Organization) Dünya Sağlık Örgütü

GİRİŞ

Enerji, yaşam ve sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanması için temel bir gerekliliktir (Sebri 2015; Armeanu *et al.* 2017). Teknolojinin sürekli değişimi ve gelişimi ile birlikte meydana gelen enerji ihtiyacındaki artış insanlık için en önemli sorunlardan biri haline gelmiştir. 2023 yılında küresel enerji talebi %2,2 oranında artış göstermiştir. Bu oran, %3,2'lik küresel gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) büyümesinin altında kaldı. Ancak, 2013–2023 döneminde kaydedilen yıllık ortalama %1,3'lük talep artışıyla karşılaştırıldığında dikkat çekici bir yükselişi ifade etmektedir (IEA 2024). Dünya enerji tüketimi 2019 yılında 22,848 terawatt-saat (TWh) iken (IEA 2021), 2030 yılındaki dünya enerji tüketiminin 31,657 TWh seviyesine çıkması öngörülmektedir (IEA 2003). Son 40 yılda, dünya genelinde birincil enerji tüketimindeki artışın büyük çoğunluğu fosil yakıtlardan kaynaklanmıştır (Kober *et al.* 2020). 2018 tarihi itibarıyla fosil yakıtların küresel enerji tüketimindeki payının, 1978'e kıyasla sadece yüzde yedi azalmış ve toplam birincil enerji tüketiminin hala %85'inin kömür, petrol ve gaz kaynaklı olduğu görülmektedir (European Commission 2011; Kober *et al.* 2020).

Fosil enerji kaynaklarının yaydığı sera gazları, zaman içinde doğaya, atmosfere ve insan sağlığına ciddi zararlar verdiğinden (Farmer *et al.* 2015), birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülke çevre dostu enerji kaynaklarına yönelmektedir (Ahmad and Zhang 2020). Bundan dolayı, dünya genelindeki ülkeler; enerji verimliliğini artıran, operasyonel maliyetleri düşüren, iklim değişikliği ile mücadelede etkili olan, temiz ve sağlıklı yenilenebilir enerji kaynaklarına hızla yönelerek geçişlerini başlatmışlardır (IRENA 2017; Kober *et al.* 2020; Ahmad and Zhang 2020; Güllü ve Kartal 2021). Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir araştırmaya göre sera gazları ve fosil yakıtlardan kaynaklanan hava kirliliğinin ülke ekonomisine maliyeti 70-280 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir (Muller and Mendelsohn 2007). Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) verilerine göre, dünya nüfusunun neredeyse tamamı (%99), WHO'nun hava kalitesi yönergelerinin önerdiği sınırların üzerinde hava kirliliğine sahip bölgelerde yaşamaktadır. Bu durum, her yıl yaklaşık 4,2 milyon kişinin çevresel hava kirliliğine bağlı hastalıklar nedeniyle hayatını kaybetmesine yol açmaktadır. Bu sağlık sorunları, özellikle fosil yakıtlardan kaynaklanan sağlıksız ince partikül madde ve nitrojen dioksit seviyeleri ile doğrudan ilişkilidir (WHO 2022). Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'nün (EKİÖ) raporuna göre, 2020'de 50 gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomide fosil yakıt desteği %10 azalarak 183 milyar ABD dolarına gerilemiştir. Bu düşüşün en belirgin yaşandığı yakıt türü ise %19'luk destekle petrol olmuştur (OECD 2022). Bu nedenle, dünya ülkeleri sürdürülebilir,

daha yüksek enerji verimliliği olan, düşük operasyonel maliyetlere sahip olan, iklim değişikliğiyle mücadelede yardımcı olan, daha temiz ve sağlıklı yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik hızla yönelerek geçiş sürecini başlatmıştır (IRENA 2017). Bu kapsamda, rüzgâr enerjisi, dünyada yenilenebilir enerji kaynakları arasında en hızlı büyüyen ve en fazla yatırım yapılan enerji türü olarak öne çıkmaktadır (European Commission 2011; Ranjit and Jadhav 2013; Karık *et al.* 2015; Simla and Stanek 2020; Ahmad and Zhang 2020).

Rüzgâr enerjisi, çevre üzerindeki olumsuz etkileri asgarileştiren ve bu doğrultuda küresel ısınma ile asit yağmurlarının oluşumuna katkıda bulunmayan çevresel açıdan duyarlı bir enerji kaynağı olarak nitelendirilmektedir (Kumbur vd 2005; IRENA 2016; Çetinkaya 2017; Zerrahn 2017). Bu enerji türü, güneş enerjisinin dolaylı bir formudur. Güneş enerjisinin karaları, denizleri ve atmosferi her bölgede eşit şekilde ısıtamaması, sıcaklık ve basınç farkları oluşturarak rüzgarın oluşmasına neden olur (Behçet vd 2014). Rüzgâr enerjisi, kinetik enerjiye sahiptir ve rüzgâr türbinleri aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülür (Bayraktar ve Kaya 2016). Rüzgâr enerjisiyle elektrik üretimi, ilk olarak 1891 yılında Dane Poul LaCour tarafından geliştirilen bir türbin ile gerçekleşmiştir (Özgener 2002). Buna rağmen, 1920'lerin sonlarına doğru fosil kaynakların rezervlerindeki artıştan dolayı rüzgâr enerjisiyle elektrik üretimi çalışmaları yavaşlamıştır. 1950'li yıllara gelindiğinde ise, enerjinin kendi kendine yeterliliğinin önemi ve II. Dünya Savaşı'ndaki enerji kaynaklarındaki darboğazlar, rüzgâr enerjisi araştırmalarını yeniden hızlandırmıştır. Fakat, aynı dönemde geleneksel enerji kaynaklarındaki fiyat düşüşleri ve bu kaynaklara erişimde yaşanan zorlukların üstesinden geldiği düşüncesi, rüzgâr enerjisi araştırmalarının geri planda kalmasına neden olmuştur. 1970'lerdeki petrol krizleri ise ülkelerin kendi yerel enerji kaynaklarını kullanmanın önemini bir kez daha vurgulamıştır (Güzel 2014; Çetinkaya 2017). Özellikle 2000'li yıllardan itibaren rüzgâr enerjisinde önemli bir artış olmuştur (Zerrahn 2017). Dünya Rüzgar Enerjisi Birliği (WWEA) verilerine göre, küresel rüzgar enerjisi kapasitesi, 1997 yılında 7,5 gigawatt (GW) seviyesindeyken 2018 yılında yaklaşık 733 gigawatt (GW)'a (IRENA 2023), 2022 yılında 874 GW'a ve 2023 yılında ise 976 GW'a ulaşmıştır. Yalnızca bir yılda eklenen 102 GW'lık büyük bir rüzgâr enerji kapasitesi, sektörün hızla büyüdüğünün önemli bir göstergesidir (WWEA 2022; 2023). Rüzgâr Enerji Santralleri (RES) hem bölgesel düzeyde (Osterberg and Distler 2003; Munday *et al.* 2011; Okkonen and Lehtonen 2016) hem de ülke düzeyinde (Lecca *et al.* 2017; Graziano *et al.* 2017) ekonomik etkileri mevcuttur. Örneğin ABD'de yapılan araştırmalarda da RES'in istihdamda, kişisel gelirden ve üretimde artış sağlayarak GSYİH'yı olumlu yönde etkileyeceği vurgulanmıştır (Slattery *et al.* 2011; Brown *et al.* 2012). Aynı şekilde Çin ve Avrupa Birliği ülkelerinde de rüzgâr enerji santrallerinin yoğun olarak kullanıldığı durumlarda kişi başına düşen GSYİH'nin olumlu yönde etkilendiği tespit edilmiştir (Xia and

Song 2017; Armeanu *et al.* 2017; WindEurope 2022). Öte yandan, küresel rüzgar enerjisinin büyük çoğunluğuna, yaklaşık %85'ine tekabül eden bir oranla on ülke hakimdir (GWEC 2019). Bu ülkeler arasında Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, İspanya, Hindistan, Brezilya, İngiltere, Fransa, Kanada ve İtalya gibi ülkeler yer almaktadır. Ayrıca, ilerleyen birkaç yıl içerisinde bu pazarın yıllık %18'e varan bir oranda büyüme kaydetmesi beklenmektedir. Bu büyüme ivmesinin, özellikle gelişmekte olan ekonomiler arasında yer alan Çin ve Hindistan tarafından tetikleneceği tahmin edilmektedir (IRENA 2015; Zerrahn 2017).

Rüzgâr enerjisi üretimindeki büyüme potansiyelini artırmak amacıyla yapılan çalışmalar, çeşitli önemli bilgilere işaret etmektedir. Şili'de yapılan bir araştırma, rüzgar ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırım ve üretim artışının termoelektrik enerji üretimindeki azalmayı fazlasıyla telafi ettiğini ve net ulusal geliri 977 milyon ABD doları artırdığını ortaya koymuştur (Mardones, 2023). Son yirmi yılda, rüzgâr enerjisinin ABD enerji arzındaki payının artış gösterdiği gözlemlenmektedir. Bu bağlamda, yapılan bir araştırmada, ABD genelinde çok bölgeli girdi-çıktı etkileri (US-MRIO) incelenerek, toplam ekonomik etkinliğinin 26 milyar dolar olduğu tespit edilmiş, bu değerin 3 milyar dolarının, rüzgâr enerjisi kapasitesinin henüz kurulmadığı devletlerle ilişkilendirildiği ifade edilmiştir (Faturay *et al.* 2020). Yapılan benzer çalışmalarda, rüzgar enerjisinin yerel ekonomiler üzerindeki potansiyel etkileri değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, RES'in İngiltere'nin GSYH'sini artırdığını ve 2030 yılına kadar da istihdamı arttırabileceğini öngörmüşlerdir (Graziano *et al.* 2017). 2006–2010 dönemi itibarıyla, rüzgâr enerjisinin Çin'in Sincan bölgesine sağladığı ekonomik katkının yaklaşık 1,38 milyar 2009 yılı ABD doları düzeyinde olduğu ve bu katkının bölgenin GSYİH'nin %0,46'sına tekabül ettiği tespit edilmiştir (Ma *et al.* 2013). Başka bir çalışmada, Çin'in 2050 yılına kadar rüzgâr elektrik kapasitesini artırma konusunda öncü olacağını ve bu durumun ülke ekonomisini pozitif yönde etkileyeceği ifade edilmiştir (Dai *et al.* 2016). Ayrıca ABD'de yapılan araştırmalarda da RES'in istihdamda ve üretimde artış sağlayarak GSYİH'yi olumlu yönde etkileyeceği vurgulanmıştır (Slattery *et al.* 2011; Brown *et al.* 2012; Greene and Geisken 2013; Tegen *et al.* 2014; Shoeib *et al.* 2022). Başka bir araştırmacı bu gelişmenin çeşitli çevresel sorunlara yol açabileceğine dikkat çekip, güneş ve rüzgâr enerji santrallerinin kuş ölümlerine neden olabileceğini, ayrıca biyolojik çeşitliliği kısıtlayarak negatif dışsallıklara sebep olabileceğini öne sürmektedir (Dai *et al.* 2015). Hao *et al.* (2020) rüzgar enerjisinin en çevreci yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olduğunu ve olası çevresel etkilerinin azaltılması konusunda önemli bir potansiyele sahip olduğunu vurgularken; Nazir vd (2020) rüzgar enerjisinin hızla artan kullanımının ciddi endişelere yol açtığını belirtmişlerdir.

Araştırmalar, rüzgar enerjisi tesislerinin çevresel etkilerinin; zaman, mevsim, iklim, coğrafi konum ve ekosistem türü gibi çeşitli faktörlere göre değişkenlik gösterdiğini ve bu etkilerin kümülatif doğasının, arazi erozyonu ve bozulma gibi ekolojik sorunlarla etkileşerek insan sağlığı sorunlarıyla ilişkilenebilecek karmaşık davranışlara etki edebileceği vurgulanmıştır (Baumgartner and Quaas 2010; Davidson 2013; Farmer *et al.* 2015; Zerrahn 2017). Bu karmaşıklıkların varlığı, rüzgâr enerjisi gelişiminin çevresel etkilerini değerlendirmeyi zorlaştırmaktadır. Bu sebeple, birçok ülkenin rüzgâr enerjisi endüstrisi ve Ulusal Rüzgâr Enerjisi Koordinasyon Komitesi (UREKK) gibi paydaşlar, rüzgâr türbinleri ve bu teknolojinin ekolojik etkileri konusundaki farkındalığa büyük bir önem vermektedirler. Bu konuda yapılan tartışmaların temel odak noktası, rüzgâr türbinlerinin ışığının, kötü hava koşullarında veya sisli gecelerde göç eden kuşları çekmesini engellemektir (Zerrahn 2017). Ayrıca, güvenlik nedenleriyle minimum ışık kullanımı ve saha parlamasını engellemek için bilimsel yöntemlerin etkili biçimde uygulanması zorunlu görülmektedir (Zerrahn 2017). Yapılan araştırmalarda sektörün ihtiyaçlarını dikkate alarak, bu doğal enerji kaynağının olumsuz çevresel etkilerini en aza indirme ve politikaları standartlaştırma konusunda karar alıcıların, geliştiricilerin ve diğer paydaşların acilen adım atması gerekliliği vurgulanmıştır (Nazir *et al.* 2020). Başka bir çalışmada, yenilenebilir enerji sistemlerinin yaygınlaştırılmasında karşılaşılan piyasa başarısızlıkları, ekonomik, finansal, kurumsal, teknik ve sosyal engelleri belirlemişlerdir. Ayrıca, bilim insanları karada rüzgâr enerjisinin, rüzgâr çiftliklerinin geniş çaplı olarak uygulanmasına yönelik birçok engelle karşılaşılrsa da küresel ölçekte önemli bir yayılma elde ettiklerini belirtmişlerdir (Diogenes *et al.* 2020).

Dünyanın hızla artan nüfusu, teknolojik ilerlemeler ve artan üretim ihtiyacı, ekonomik büyümeyle birlikte enerjiye olan gereksinim ve talebi her geçen gün artırmaktadır (Adaçay 2014; Yerci 2015). Türkiye, zengin yenilenebilir enerji potansiyeline rağmen enerji ihtiyacının büyük bir kısmını ithal ederek dışa bağımlı hale gelmektedir. Ekonomik büyüme ile artan enerji talebi bu bağımlılığı daha da artırmaktadır. Fosil yakıt rezervlerinin sınırlı oluşu, çevresel etkiler ve sürdürülebilirlik kaygıları, Türkiye’yi yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltirken rüzgar enerjisi bu alanda giderek önem kazanmakta ve gelecekte de daha etkin kullanılması beklenmektedir (Bayrak ve Esen 2014; Berkmen 2015). Türkiye’de rüzgâr enerjisi alanındaki araştırmalar 1990’ların sonlarına doğru başlamasına rağmen, 2005 yılına kadar önemli bir gelişme yaşanmamıştır. 2005 yılında “yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanun” yürürlüğe girdikten sonra yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretimi önemli ölçüde artmıştır. 2012 yılında kurulu güç 2 bin 312 MWm olarak kaydedilirken, 2021 yılı Ocak ayı itibarıyla bu rakam 9 bin 305 MWm’ye ve 2022 yılında ise 10 bin 886 MWm’ye yükselmiştir (TUREK 2019; TÜREB 2021a; Enerji Atlası

2023). Bu veriye göre, Türkiye rüzgâr enerjisi santrali kurulumunda Avrupa'da 7. sırada ve dünya genelinde 12. sırada bulunmaktadır (GWEC 2019; Anonim 2020). Ancak, Türkiye'de enerji üretmeye elverişli rüzgâr hızlarına sahip bölgelerin sayısı sınırlıdır. Trakya'dan Ege Bölgesi'ne uzanan ve Güneybatı Anadolu'ya kadar devam eden coğrafi alan, bu potansiyeli barındıran bölgeler arasında yer almaktadır (Kantarci 2015; Çetinkaya 2017). Bu bağlamda, kurulu güç bakımından bölgeler değerlendirildiğinde, Marmara Bölgesi %43,9 ile birinci sırada, Ege Bölgesi %31,3 ile ikinci sırada ve İç Anadolu Bölgesi %9,62 ile üçüncü sıradadır (TÜREB 2023). RES, enerji üretimindeki avantajları, yenilenebilir nitelikte olmaları ve hava kirliliği ile küresel ısınmaya katkıda bulunmamaları açısından tüm ülkeler için avantajlı bir enerji üretim yöntemi olarak değerlendirilebilir (Saidur *et al.* 2011; Jenniches *et al.* 2019; Hennessy *et al.* 2020; Orgeta-Izquierdo and del Rio 2020; Shoeib *et al.* 2022). Ancak, planlama süreçlerine dikkat edilmeden gerçekleştirilen kurulumlar, kendine has çevresel ve ekolojik sistemlere verdiği zararlar yönünden dezavantajlı bir konumda bulunmaktadır (Saidur *et al.* 2011; Schuster *et al.* 2015; Aras vd 2017; Marques *et al.* 2020; Leroux *et al.* 2022). Örneğin; RES'lerin gürültü kirliliğine neden olması (Mattman *et al.* 2016; Milborrow 2016), türbinlerin 2 kilometre ve daha yakınındaki evlerin satış fiyatında %1,4'lük azalmaya sebep olduğu ve bu azalmanın 10 yıl sonrasında %2,2'ye çıkabileceği belirtilmiştir (Dröes and Koster 2016). Ayrıca, yapılan araştırmalarda RES'lerin orman kayıplarına, arazi erozyonuna, çevresel bitki örtüsüne olumsuz etkileri, göçmen kuşların doğal yaşamdaki dengesizliklerine, özellikle yarasa ve arı kolonilerinin yok olması gibi negatif dışsallıklara sebep olduğu belirtilmektedir (Kikuchi 2008; Saidur *et al.* 2011; McNew *et al.* 2014; Schuster *et al.* 2015; Zwart *et al.* 2016; Zerrahn 2017; Marques *et al.* 2020; Nazir *et al.* 2020; Gürbüz vd 2021; Guest *et al.* 2022; Leroux *et al.* 2022). Örneğin, 2012 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde rüzgâr enerjisi üretiminin yaklaşık olarak 600.000 ila 888.000 arası yarasayı, 214.000 ila 368.000 arası küçük kuşu ve 234.000 ila 573.000 arası her boyutta kuşun ölümüne neden olduğu tahmin edilmektedir (Hayes 2013; Smallwood 2013; Loss *et al.* 2013). Bilimsel verilere göre yılda 140.000 ile 500.000 arasında kuşun rüzgâr türbinlerine çarparak öldüğü ve bir türbinden kaynaklanan etkilerle yaklaşık 40 milyon böceğin öleceği tahmin edilmektedir (Trieb 2018). Öte yandan, günlük deneyim ve bilgilere dayanarak, rüzgâr çiftliklerinin arılar üzerinde potansiyel olumsuz etkilere sahip olabileceği konusunda ciddi endişeler ortaya çıkmıştır; bu etkiler, gölge yapma, parıltı, çarpışma veya barotravma ve dönen kanatların yanıp sönmesi gibi faktörler nedeniyle arıların yön bulma davranışlarını bozabilir (Long *et al.* 2011; Schuster *et al.* 2015; Zwart *et al.* 2016; Marques *et al.* 2020; Voigt 2021; Guest *et al.* 2022; Leroux *et al.* 2022; Fourrier *et al.* 2023). Aynı zamanda, kanat sesinin ve kaçak voltajın arılar üzerindeki olumsuz etkileri konusunda endişeler bulunmaktadır (Long *et al.* 2011; APiS UK 2013; Pustkowiak *et al.* 2018; Voigt 2021;

Guest *et al.* 2022; Fourrier *et al.* 2023). Diğer çalışmalar arıların rüzgâra karşı uçarken aşırı enerji harcadığını, topladığı nektarın büyük bir kısmını tükettiğini ve çiçek ziyaretlerini engellediğini göstermektedir (Baytekin 2020; Hennessy *et al.* 2020). Ayrıca, polen ve balözü taşıma sürecinde zorluk yaşadıkları, oluşan rüzgârın nektarın kurumasına ve polenlerin dağılmasına sebep olabileceği, bu durumun da arının nektarı toplayamamasına yol açabileceği ifade edilmektedir (Baytekin 2020).

Rüzgâr türbinleri, atmosferden kinetik enerjiyi alarak elektriğe dönüştüren mekanizmalar olarak işlev görür (Elibüyük ve Üçgül 2014; Trieb 2018; Danook *et al.* 2019). Bilim insanları, türbinlerin işleyişi sırasında göbek seviyesinde rüzgâr hızında bir azalmaya ve türbülansa neden olduğunu belirtmektedir (Baidya Roy *et al.* 2004). Ayrıca, türbinlerin rüzgârın yanı sıra yağış, sıcaklık ve buharlaşma gibi faktörlerde değişikliklere yol açtığı gözlemlenmiştir (Wang and Prinn 2010; Miller and Keith 2018; Danook *et al.* 2019). Yapılan çalışmalar, bu tür çevresel etkilerin bir rüzgâr çiftliği sahasından 20 kilometre uzağa kadar etkili olduğunu göstermektedir (Baidya Roy *et al.* 2004; Trieb 2018; Danook *et al.* 2019). Rüzgâr enerji santrallerinin, atmosfer akışı ve çevresindeki alan üzerinde doğal olarak etkileri bulunmaktadır (Miller and Keith 2018); bu durum beklenen bir olgudur. Bu bağlamda, endüstriyel sınıf rüzgar türbinlerinin artan inşasıyla bilim insanları, bu türbinlerin hem yerel hem de küresel düzeydeki etkilerini daha iyi anlamaya çalışmaktadır. Türbin pervaneleri boyunca hareket eden hava, göbek yüksekliğindeki rüzgar hızını azaltarak farklı özelliklere sahip üst ve alt hava kütlelerinin karışmasına yol açar; bu durum hava sıcaklığını ve nem içeriğini değiştirerek hava kütlesinin ısınmasına, soğumasına veya kurumasına neden olabilir (Baidya Roy *et al.* 2004). Başka bir deyişle türbülans süreci, geceleri yüzeye yakın bir ısınma etkisi yaparken, gündüzleri ise soğumaya neden olmaktadır. Bu olguyu destekleyen bir araştırmada yoğunluk farkından ötürü kuru havanın nemli havaya göre daha yüksek güç üretimine imkan sağladığını, nemli havanın ise türbinlerden daha düşük güç ürettiğini ortaya koymaktadır (Danook *et al.* 2019). Bu durumda, RES'lerin kurulduğu bölgedeki hava değişiklikleri, canlılar ve bitki örtüsü üzerinde kaçınılmaz etkilere yol açmaktadır. Örneğin, RES'lerin bulunduğu alanlarda arı kolonilerinin bitkilerden aldıkları nektar miktarı üzerinde etkisinin olması muhtemeldir.

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda RES'lerin hem yerli hem de göçmen kuş türleri üzerinde beslenme, üreme ve yuva yapma alanlarını kısıtlayarak olumsuz etkilere yol açmakta ve kuşların göç yolları üzerindeki türbinler bu etkiyi daha da artırmaktadır (Aşıkoğlu ve Tosunoğlu 2018; Birdlife International 2004; Gürbüz vd 2021). Ayrıca kuş, yaras ve böcek ölümlerini belgeleyen (Barrios ve Rodríguez 2004; De Lucas *et al.* 2008; Arnett *et al.* 2011; Pylant *et al.* 2016; Trieb 2018; Apoznański *et al.* 2018) bir çok çalışma bulunmaktadır. Örneğin;

Smallwood (2013) yapmış olduğu çalışmada Amerika Birleşik Devletleri'nde rüzgâr türbinlerinin yaklaşık 900.000 yarasa ve yaklaşık 600.000 kuş ölümüne neden olacağını tahmin etmektedir. Başka bir çalışmada rüzgâr türbinlerinden dolayı toplamda 1.200 ton böcek ölmekte olup bu sayı böceklerin %5'i veya her bir rüzgâr türbini başına 50 kg böceğe eşdeğerdir. (Trieb 2018). Hennessy *et al.* (2020) yaptığı bir çalışmada, rüzgâr hızının artışıyla birlikte arıların nektar kaynağına yaptığı ziyaret sayısının belirgin bir şekilde azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, rüzgâra karşı uçmanın arıların büyük miktarda enerji harcamasına sebep olduğu ve bu süreçte topladığı nektarın önemli bir kısmının tüketildiği belirtilmektedir. Baytekin (2020) araştırmasında da rüzgârın etkileri arasında nektarın kuruması, polenlerin dağılması ve arının nektarı alamaması gibi sonuçların olduğu görülmüştür. Bu çevresel etkilerin en aza indirilmesi ve özellikle yerleşim alanlarına uygun uzaklıklarda RES'lerin inşa edilmesi, bitki ve canlılar üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır. Birçok ülkede, bu etkilerin önlenmesi amacıyla RES'lerin yaşam alanlarına olan uzaklıklarını (Setback) belirleyen yasal düzenlemeler yapılmıştır. Örneğin; Kanada'nın Ontario eyaletinde rüzgar enerjisi projeleri için belirlenen minimum geri çekilme mesafesi 1500 metre iken, Almanya'nın Frankfurt kentinde bu mesafe mülk sınırına en az 1610 metre olarak belirlenmiştir. İskoçya'da, rüzgar türbinleri ile en yakın konut arasında en az 2 kilometre mesafe bulunması gerekmektedir. ABD'nin Oregon eyaletinde ise, kentsel büyüme sınırlarına en az 3220 metre, tekil evlerin bulunduğu alanlara ise en az 1610 metre mesafede kurulmaları zorunludur. ABD'nin North Carolina ve Avustralya'nın Victoria bölgesinde de bu projelerin ev sınırlarına minimum mesafesi sırasıyla 1610 metre ve 2000 metre olarak belirlenmiştir (Evrensel 2020). Almanya'nın iki bölgesinde yapılan bir çalışmada, yerleşim alanlarına 3 kilometre ve daha yakın mesafede bulunan RES'lerin, çevre ve doğal yaşam üzerinde ciddi olumsuz etkiler yarattığı belirtilmiştir (Meyerhoff *et al.* 2010). Yapılan başka bir çalışmada ise, RES'lerin yerleşim alanlarından en az 3,2 km uzaklıkta olması gerektiği önerilmektedir (Evrensel 2020). Ayrıca, yapılan çalışmalar türbin sayısının artmasıyla etkilenen alanın da genişleyeceğini belirtmektedir (Bergmann 2013). İnsan sağlığı, yerleşim alanlarının değeri ve habitatlar gibi temel alanlarda rüzgar enerjisi santrallerinden kaynaklanan olası olumsuz etkilerin ampirik ölçümünün sağlanması, karar vericilere ve sektör paydaşlarına, daha rasyonel yatırım kararları alabilmeleri bakımından kritik önem taşımaktadır. Bununla birlikte, ileride olası taraflar arası ihtilafların çözümünde tazminat miktarının somut verilere dayalı olarak belirlenebilmesi de mümkündür. Bu hususların bilincinde olunması, ilgili aktörler için büyük bir değer taşımaktadır.

Bu çalışma, söz konusu negatif dışsallıkların ampirik ve nicel olarak belirlenmesine dair bir örnek teşkil edecektir. Ayrıca, bu araştırma, RES'lerin arı kolonileri ve buna bağlı olarak

bal üretimi üzerindeki çarpan etkisine ilişkin marjinal dışsal maliyeti analiz etmeyi amaçlamaktadır. Türkiye'deki RES'lerin görece yeni olması, gelişmiş ülkelerde uygulanan setback sınırlamalarının bulunmaması ve literatürde bal üretiminde RES'lerin yol açabileceği olası refah kayıplarına dair somut verilerin yetersizliği, bu alandaki önemli bir boşluğa işaret etmektedir. Bu durum, çalışmanın özgünlüğünü artırmakta ve hem ulusal hem de uluslararası düzeyde bir ilk olma niteliği kazandırmaktadır. Literatürdeki bu boşluk birkaç temel nedene dayanmaktadır. Öncelikle, RES'lerin tarihsel olarak erken dönemlerde kurulduğu ve bal üretiminin yoğun olarak gerçekleştirildiği bazı ülkelerde, arıcılık faaliyetlerinin genellikle RES'lerin dışında kalan bölgelerde yoğunlaştığı anlaşılmaktadır. Bu durum, RES'lerle arıcılık arasındaki mekânsal örtüşmenin sınırlı kalmasına ve dolayısıyla olası etkileşimlerin göz ardı edilmesine neden olmuş olabilir. Ayrıca, RES'lerin arılar üzerindeki potansiyel etkilerine ilişkin bilimsel veri ve bulgular hâlâ yeterli düzeyde değildir. Bununla birlikte, bazı ülkelerde RES yatırımları görece yeni olup bu ülkeler küresel bal üretiminde belirleyici aktörler arasında yer almamaktadır. Tüm bu etkenler, konuya yönelik akademik çalışmaların sınırlı sayıda kalmasına ve literatürde belirgin bir boşluk oluşmasına yol açmış olabilir. Bu tez, RES'lerin arıcılık operasyonlarında bal verimi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını öne süren boş hipotezin geçerliliğini ampirik olarak test etme fırsatı sunmaktadır. Gaussian muamele etkisi (TE) modelini kullanarak (Barnow *et al.* 1980; Yen 2010; Chen *et al.* 2005; Kasteridis and Yen 2012, 2014; Yen *et al.* 2012; Shiferaw *et al.* 2014; Kebebe and Shibru 2017; Teklewold *et al.* 2017; Thornton *et al.* 2018; Kiani *et al.* 2021), RES'ler ve arıcılık işletmelerindeki bal verimi arasındaki ilişkiyi çözümlerken, aynı zamanda arıcıların ve kovanların çeşitli özelliklerini hem bal verim düzeylerine hem de RES'leri tercih etme eğilimine bağlamaktayız. Çalışmamız konunun ilk ampirik keşfini ortaya koyacak ve uluslararası literatürdeki bu eksikliği gidererek orijinal bir çalışma niteliği taşıyacaktır. Bu özgünlük, yöntem bölümünde detaylandırılmış çeşitli ekonometri teknikleri kullanılarak sağlanacaktır. Türkiye'deki rüzgâr enerjisi tesislerinin yeni doğası ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ulusal ve uluslararası düzeyde bal üretimi üzerindeki etkilerini somutlaştıran çalışmaların eksikliği göz önüne alındığında, mevcut çalışma bir boşluğu doldurmayı ve yeni bilgiler sunmayı vaat etmektedir. Bu bağlamda, Türkiye'de kıyı Ege şeridinin, kurulu gücün yaklaşık %31,3'ünü temsil ederek enerji sektöründe önde gelen bir konumda bulunması ve kovan varlığının %18,7'sini barındırarak arıcılık sektöründe önemli bir paya sahip olması dikkate alınmıştır. Aynı zamanda, bal üretimindeki %15,4'lük payıyla ülke genelinde üçüncü sırada yer almaktadır (TÜREB 2023; TÜİK 2023; TÜİK 2024). Bu sebeplerle, Türkiye'deki RES'lerin kurulu gücünün %17,7'sini oluşturan İzmir, %12,9'unu oluşturan Balıkesir, %6,9'unu oluşturan Manisa, %8,7'sini oluşturan Çanakkale, %3,5'ini oluşturan Aydın ve %2,2'sini oluşturan Muğla illeri (TÜREB

2021b) çalışma kapsamına alınmıştır. Bu iller, bal üretiminde de büyük öneme sahiptir ve bal üretim payları şu şekildedir: İzmir %2,6, Balıkesir %2,4, Manisa %0,7, Çanakkale %1,3, Aydın %3,9 ve Muğla %13,7 (TÜREB 2021b; GEKA 2019). Ayrıca, arıcılık işletmelerinde propolis, arı sütü, arı zehri ve polen gibi yan ürünlerin üretim miktarları düşük olup farklı mevsimlerde gerçekleştirilebilir. Örneğin, polen üretimi daha çok ilkbahar aylarında yoğunlaşırken, propolis üretimi yıl boyunca devam etmekle birlikte Mart-Nisan aylarında daha yaygındır. Bu nedenle, göçer arıcıların bu aylarda farklı bölgelerde faaliyet gösterebileceği göz önüne alınarak bu çalışma kapsamında yalnızca bal üretimi veya verim düzeyi ve bal üretiminden elde edilen gelir ele alınmıştır. Çalışmamızdan elde edilen bulgular, politika yapıcılara hem yerel hem de küresel düzeyde RES'lerin olası refah etkilerini daha iyi değerlendirebilmek ve bu doğrultuda kaynak tahsisi ile strateji geliştirmede daha bilinçli kararlar alabilmek için önemli bir fırsat sunmaktadır. Bu bulgular, Türkiye'ye benzer ülkeler için de bir örnek olabilir.

Problem Tanımlama

Yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilginin artmasıyla birlikte, RES'ler Türkiye'de hızla yaygınlaşmaktadır. Ancak uluslararası çalışmalar, RES'lerin yalnızca enerji üretimiyle sınırlı kalmadığını; gürültü kirliliği, ormansızlaşma, arazi erozyonu gibi çevresel etkilerin yanı sıra, doğal yaşam üzerinde de olumsuz sonuçlar doğurduğunu göstermektedir; ayrıca göçmen kuşlar, yarasalar ve arı kolonileri gibi türler üzerinde yarattığı etkiler, biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olmakta ve ekosistem dengesini tehdit etmektedir. (Kikuchi 2008; Saidur et al. 2011; McNew et al. 2014; Schuster et al. 2015; Zwart et al. 2016; Zerrahn 2017; Marques et al. 2020; Nazir et al. 2020; Gürbüz vd 2021; Guest et al. 2022; Leroux et al. 2022). Bu durum, sürdürülebilir enerji politikaları ile doğal yaşamın korunması arasında dikkatli bir denge kurulmasını zorunlu kılmaktadır. Dolayısıyla, RES'lerin çevresel ve ekolojik etkilerinin kapsamlı şekilde değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Arı kolonileri, yalnızca bal üretimi açısından değil, aynı zamanda tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından da kritik öneme sahiptir. RES'lerin yarattığı çevresel faktörler, arıların davranışlarını ve bal verimini olumsuz etkileyebilir. Türkiye'de arıcılık sektörü kırsal kalkınma açısından önemli bir yere sahip olmasına rağmen, RES'lerin bu sektöre etkilerini ele alan çalışmalar bulunmamaktadır. Bu çalışma, Türkiye'de RES bölgelerinde faaliyet gösteren bal üreticilerinin sosyo-demografik ve ekonomik özellikleri çerçevesinde, RES'lerin bal verimi ve bal üretiminden elde edilen gelir üzerindeki etkilerini ampirik olarak inceleyerek literatürdeki bu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

Çalışmanın Kapsamı

Türkiye'nin kıyı Ege şeridi, enerji sektöründe ve arıcılık sektöründe önemli bir rol oynamaktadır. Bu bölge, ülkenin kurulu enerji gücünün yaklaşık %31,3'ünü temsil ederken, kovan varlığının %18,7'sine ev sahipliği yapmaktadır. Ayrıca, bal üretimindeki %15,4'lük payı ile Türkiye genelinde üçüncü sırada yer almaktadır (TÜREB 2023; TÜİK 2023; TÜİK 2024). Bu nedenle, İzmir (%17,7), Balıkesir (%12,9), Manisa (%6,9), Çanakkale (%8,7), Aydın (%3,5) ve Muğla (%2,2) illerindeki RES kurulu gücü, çalışma kapsamında incelenmiştir (TÜREB 2021b). Bu iller, hem RES kurulu gücü bakımından yüksek değerlere sahip olmaları hem de arıcılık faaliyetlerinin yoğun olarak yürütüldüğü alanlar arasında yer almaları nedeniyle inceleme için seçilmiştir.

Çalışmanın Amaçları

Bu çalışmada, Ege Bölgesi'nde faaliyet gösteren ortalama bir arıcılık işletmesinin, rüzgar enerjisi santrali bulunmadığında olası bal üretimi veya verim düzeyi ve baldan üretiminden elde edilen geliri araştırılmıştır. Ayrıca, bu işletmelerin RES varlığında bal üretimi veya verimde ve bal üretiminden elde edilen gelirlerinde nasıl bir değişim yaşandığı ve bu etkinin büyüklüğü incelenmiştir.

Bu bağlamda, bal üreticilerinin RES bulunmadığı durumlarda ortalama olası bal üretim veya verim düzeyi ile bal üretiminden elde edilen gelir ve RES'in bulunduğu durumlarda ortalama bal üretim veya verim düzeyi ile bal üretiminden elde edilen gelir arasındaki fark belirlenmiştir. Her iki durum için de ortaya çıkan büyüklüklerin sıfırdan farklı olup olmadıkları istatistiksel olarak test edilmiştir. Ayrıca, bu iki durum arasındaki fark düzeyinin önemsiz olduğunu öne süren sıfır hipotezi istatistiksel olarak test edilmiştir. Bu sayede, RES'in bal üretimi veya verimi üzerindeki etkisi ortaya konulmuştur.

Bu çalışmanın genel amacı, Ege Bölgesi'ndeki RES'lerin bal üretimi veya verimi ve bal üretiminden elde edilen gelir üzerindeki etkisini ampirik olarak belirlemektir. Bu etki düzeyini belirlerken, arıcıların ve arıcılık işletmelerinin sosyo-demografik ve ekonomik karakteristiklerinin rolü de ortaya konulmuştur. Böylece, RES'lerin bal üretimi veya verimi ve bal üretiminden elde edilen gelir üzerindeki etkilerinin yanı sıra bu etkilerin arıcıların çeşitli özellikleriyle nasıl ilişkili olduğu da incelenmiştir.

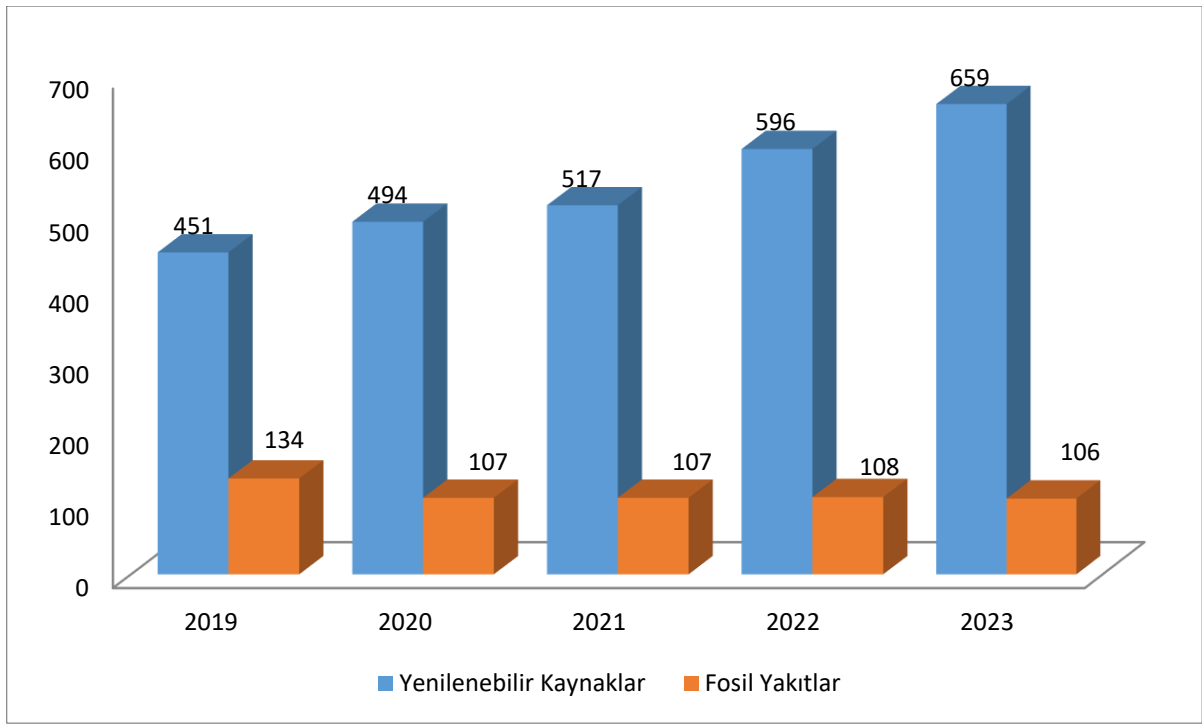
KURAMSAL TEMELLER

Mevcut Durum Analizi

Bu başlık altında dünyada mevcut küresel enerji yatırımı, genel enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı, rüzgârdan üretilen elektrik miktarının yıllar itibariyle değişimi, rüzgâr santrali kurulu gücünün (mw) ülkelere göre dağılımı ele alınmaktadır. Bununla birlikte Türkiye’de elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı, rüzgârdan üretilen elektrik miktarının yıllar itibariyle değişimi, çalışmanın yapıldığı Aydın, Manisa, İzmir, Çanakkale, Muğla ve Balıkesir illerindeki rüzgâr enerjisinden elde edilen elektrik miktarının yıllar içindeki değişimini, rüzgar enerjisi santralleri için kümülatif kurulum, RES’lerin bölgelere göre dağılımını ve İşletmedeki RES’lerin illere göre kurulu gücü ve dağılım yüzdeleri sunulmaktadır. Ayrıca dünya bal üretim miktarı, Türkiye’de yıllar itibariyle arıcılık durumu, bölgelere göre bal üretimi ve bal verimi, çalışmanın yapıldığı ege bölgesinde üretilen bal miktarı, çalışmanın yapıldığı Muğla, İzmir, Aydın, Çanakkale, Balıkesir ve Manisa illerinde 2023 yılında üretilen bal miktarı ve Türkiye’de 2019-2023 dönemlerinde arıcılığa verilen destek miktarı geniş bir şekilde ele alınmıştır.

Dünyada Rüzgâr Enerjisinin Mevcut Durumu

Enerji krizi, insan yaşamının temel bir parçası olan enerjinin, günlük hayatın yanı sıra üretimde de vazgeçilmez olduğu bir dönemde önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Ulaşım, eğitim, tarım, ısınma, aydınlatma ve güvenlik gibi hayati süreçlerde enerji yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Son dönemlerde dünya genelinde birçok ülke enerji kaynaklarına erişim konusunda zorluklarla karşılaştığından enerji krizi ana gündem olmaktadır (Arı ve Yılmaz 2023). Özellikle COVID-19 salgını ve 2022’de başlayan Rusya-Ukrayna savaşı, Avrupa ülkelerinin enerji tedarikinde ciddi sorunlara yol açarak ekonomik sarsıntılara neden oldu. Bu küresel enerji krizi, dünya genelinde sürdürülebilir enerjiye yönelik önemli çabaların ortaya çıkmasına sebep oldu. Bu zorlu dönem, uluslararası topluluğu temiz enerji kaynaklarına stratejik yatırımlar yapma ve çözümler geliştirme konusunda daha etkin bir çaba sarf etmeye yönlendirdi (IEA 2023; Arı ve Yılmaz 2023). Şekil 1’de 2019-2023 yılları arasında yenilenebilir ve fosil yakıtlara olan küresel enerji yatırımını göstermektedir.

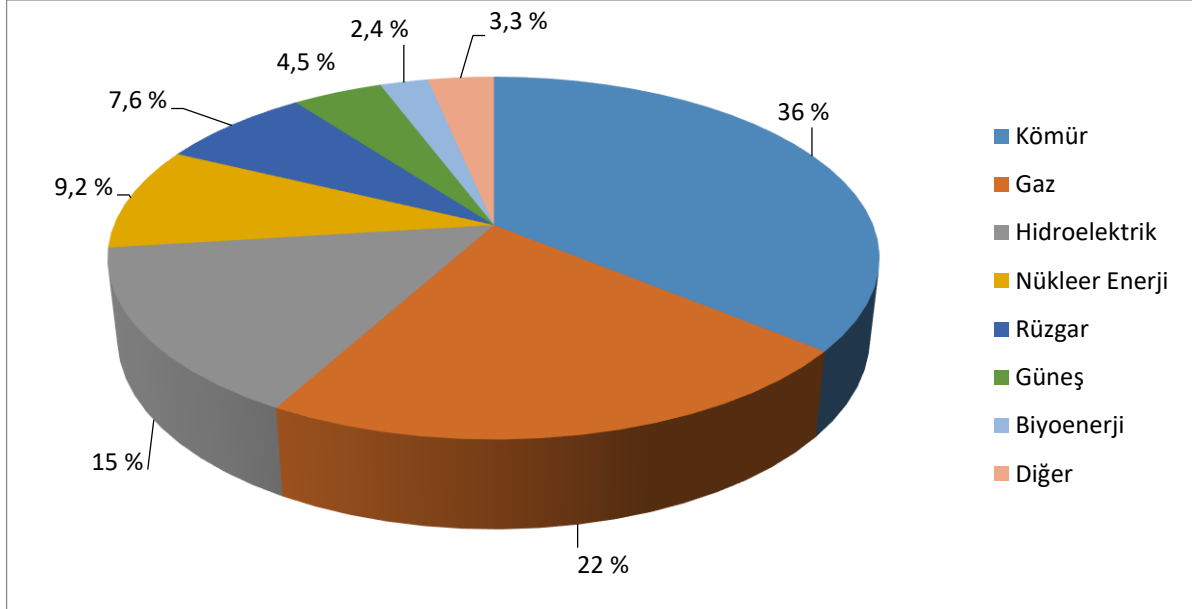


Şekil 1. 2019-2023 küresel enerji yatırımı (milyar ABD doları (2022)) (IEA, 2023)

2019 yılında, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik küresel yatırımlar 451 milyar ABD dolarını bulurken, bu rakam 2023 yılında 659 milyar ABD dolarına yükselmiştir. Bu dönemde, fosil yakıtlara yapılan yatırımlar ise 2019’da 134 milyar ABD doları iken, 2023 yılında 106 milyar ABD dolarına gerilemiştir. Bu veriler, uluslararası düzeyde artan bir eğilimin, enerji sektöründe sürdürülebilir kaynaklara olan ilginin arttığını ve fosil yakıtlara olan finansmanın azaldığını göstermektedir. Sonuç olarak, COVID-19 salgınının etkileri ve küresel enerji krizi, dünya genelinde temiz enerji alanındaki yatırımların artmasına yönelik bir güdü oluşturmuş ve sürdürülebilir enerji projelerine yönelik küresel çabaları güçlendirmiştir. Bu gelişmeler, enerji sektöründe dönüşümü hızlandırma ve gelecekteki enerji ihtiyaçlarını daha sürdürülebilir ve çevresel açıdan duyarlı bir şekilde karşılamayı amaçlamaktadır. 2022 yılında rüzgâr enerjisi üretimine yönelik yatırımlar, bir önceki yıl yaşanan yavaşlamanın ardından %20 oranında artarak yeniden ivme kazanmıştır. Bu gelişme, 2023 yılı için önemli kapasite artışı beklentilerini beraberinde getirmiştir. Rüzgâr enerjisine yapılan yatırımlar toplamda 185 milyar ABD dolarını aşarak, güneş enerjisi yatırımlarının ardından tüm enerji üretim teknolojileri arasında ikinci sırada yer almıştır. Bu etkinin hükümet hedefleri, güçlü politika destekleri ve yüksek rekabet gücü ile birlikte, rüzgâr enerjisi yatırımlarının gelecek yıllarda daha da büyümesinin beklendiğini göstermektedir (IEA 2023).

Şekil 2’de 2022 yılında dünyadaki genel enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımını vermektedir. Elektrik üretimindeki en büyük kaynak, enerji ile ilgili tüm karbon dioksit emisyonlarının dörtte birinden (%36) sorumlu olan kömürdür. Ancak, temiz enerji kaynakları

bir araya geldiğinde, dünya elektriğinin yüzde 39'unu oluşturmaktadır. Bu kaynaklar arasında hidroelektrik enerji (%15), nükleer enerji (%9), rüzgâr enerjisi (%7,6) ve güneş enerjisi (%4,5) bulunmaktadır. Bu durum, enerji sektöründeki dönüşüm çabalarının, dünya genelinde karbon ayak izini azaltma hedefine yönelik önemli bir adım olduğunu göstermektedir.

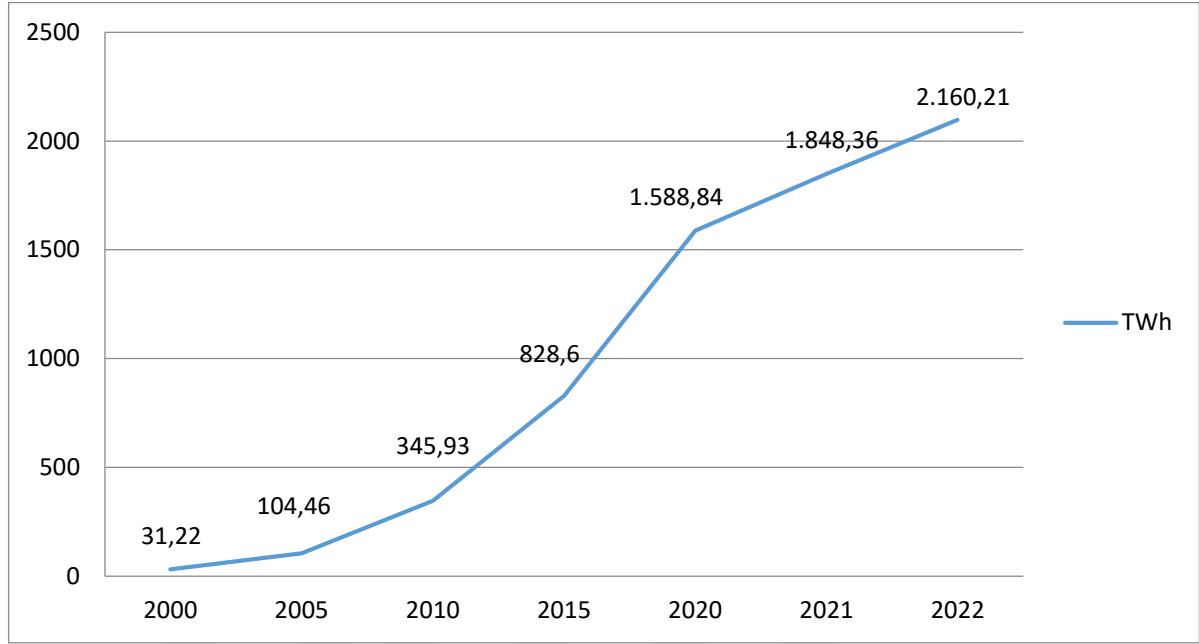


Şekil 2. Dünyada genel enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı (Global Electricity Review 2023)

2022 yılında küresel kömürle çalışan elektrik üretimi, COVID-19 sonrası ekonomik toparlanmanın etkisiyle %2 oranında artış göstermiştir. Bu oran, bir önceki yıl kaydedilen %8’lik büyüme oranının altında kalmakla birlikte, COVID-19 öncesindeki beş yıllık dönemin durağan seyreden yıllık ortalama büyüme hızını aşmıştır. Mutlak anlamda, kömür yakıtlı üretim, rekorunu ikinci yılda da sürdürerek yaklaşık 10.400 TWh’ye ulaşmıştır (IEA 2023). Dünya genelinde, Çin, Hindistan, Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya gibi önde gelen dört kömür enerjisi ülkesi, 2022 yılında küresel kömürle çalışan elektrik üretiminin dörtte üçünden fazlasını gerçekleştirmiştir (78% ve 7.933 TWh). İktisadi İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ülkelerinin çoğunda kömür enerjisi gerilerken, birçok ülke tamamen kömürsüz enerji üretimine yönelmektedir. Ancak, Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde gaz krizi nedeniyle bazı küçük geri adımlar görülmektedir. Bazı Asya ülkelerinde kömür tüketimi artsa da, temiz enerji patlaması hızla artan elektrik talebini karşılamaya başlamıştır. Uluslararası Enerji Ajansının (IEA) Sıfır Emisyon Senaryosu’na (SES) göre, dünya enerji karışımındaki kömür payını 2030 yılına kadar %12 seviyesine düşürülmesi gerekmektedir (Global Electricity Review 2023).

Şekil 3’te rüzgâr enerji santrallerinden üretilen toplam elektrik miktarını göstermektedir. 2000 yılında rüzgârdan üretilen elektrik miktarı 31 terawatt saat iken, bu rakam

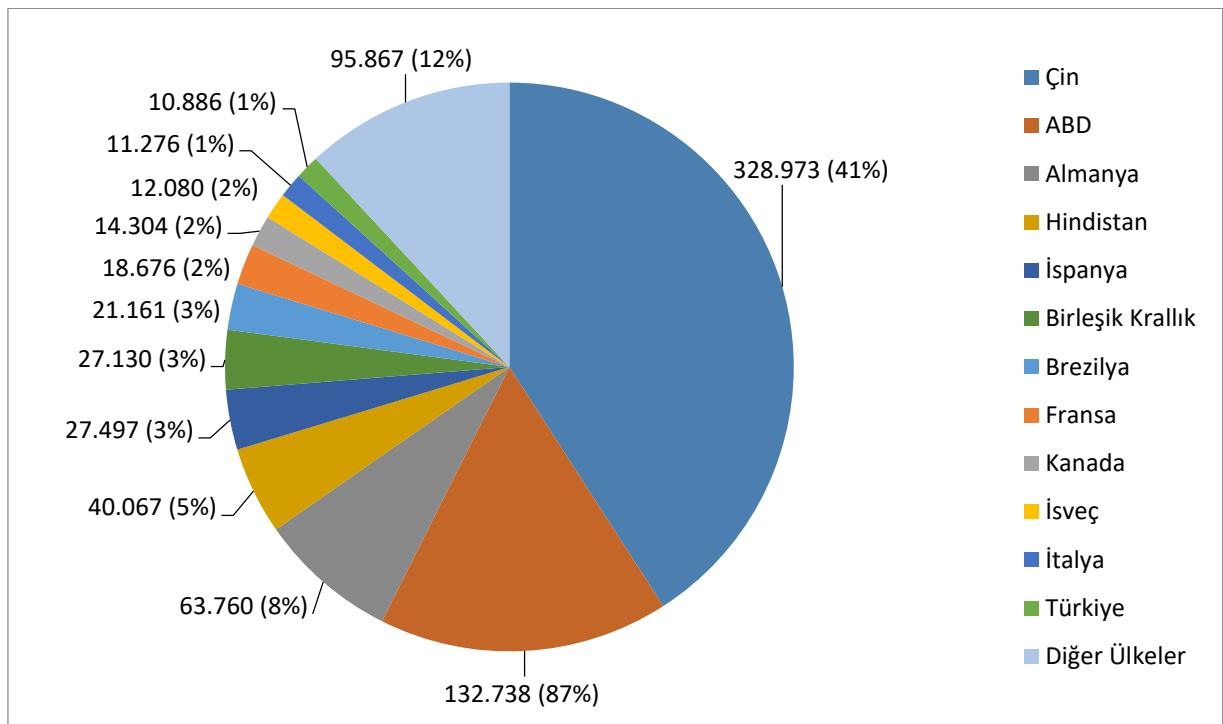
2015 yılında 828,6 terawatt saate yükselmiştir. Daha da dikkat çekici bir şekilde, 2020 yılında 2015 yılına göre yüzde 91’lik bir artışla bu değer 1.588,84 terawatt saate ulaşmıştır.



Şekil 3. Dünyada rüzgârdan üretilen elektrik miktarının yıllar itibariyle değişimi (TWh) (Global Electricity Review 2023)

2022 yılında küresel rüzgâr enerjisi üretimi, diğer enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında en yüksek mutlak artışı kaydetmiştir. Rüzgâr enerjisi üretimi, 2021 yılında gerçekleşen 1.848,36 TWh seviyesinden %17 oranında artarak (+312 TWh) 2022 yılında 2.160,21 TWh’ye ulaşmıştır (Global Electricity Review 2023). Söz konusu artışın yaklaşık %40’ı Çin kaynaklı olup, bunu %22’lik pay ile Amerika Birleşik Devletleri takip etmiştir. Avrupa Birliği’nde ise 2021 yılında gözlemlenen olağandışı uzun süreli düşük rüzgâr koşullarının ardından, 2022 yılında rüzgâr enerjisi üretimi %14 oranında artış göstererek toparlanma eğilimi sergilemiştir. Net Sıfır Senaryosu’nun (NSS) öngörülerine göre, 2030 yılı itibarıyla yaklaşık 7.400 TWh düzeyinde rüzgâr enerjisi üretimine ulaşılması hedeflenmekte olup, bu hedefin gerçekleştirilmesi için 2023–2030 döneminde yıllık ortalama yaklaşık %17 oranında bir kapasite artışı gerekmektedir (IEA 2023). Bu iddialı büyüme hedefi, rüzgâr enerjisinin küresel enerji portföyündeki stratejik önemini ortaya koymakta ve sürdürülebilir enerji dönüşümüne olan gereksinimi vurgulamaktadır. Bu dönüşüm sürecinde, teknolojik yenilikler, politika düzenlemeleri ve endüstriyel yatırımlar arasındaki etkileşim, belirlenen hedeflere ulaşmada kritik bir rol üstlenecektir. Bununla birlikte, söz konusu genişleme sürecinin çevresel, ekonomik ve sosyal etkileri de bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilerek, sürdürülebilir bir enerji geleceğine yönelik kapsamlı ve entegre stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Şekil 4'te küresel ölçekteki rüzgâr enerjisi santrali kurulu gücünün ülkelere dağılımını ortaya koymaktadır. Analizlere göre, dünya genelindeki rüzgâr santrali kurulu gücünün neredeyse yarısı, toplamda 328.973 (%41) megavatlık bir kapasite ile Çin tarafından sağlanmaktadır. Çin'i takiben, en büyük rüzgâr enerjisi kurulu gücüne sahip olan ülke ise 132.738 megavatlık bir güçle ABD olarak belirlenmiştir. Sırasıyla Almanya (63.760 MW), Hindistan (40.067 MW), İspanya (27.497 MW), Birleşik Krallık (27.130 MW), Brezilya (21.161 MW), Fransa (18.676 MW) ve Kanada (14.304 MW), küresel rüzgâr enerjisi kurulu gücü sıralamasında bu önemli aktörleri takip etmektedir. Türkiye, dünya genelindeki rüzgâr enerjisi santrali kurulu güç sıralamasında 10.886 megavatlık bir kapasite ile 12. sıradadır. Bu, toplam küresel kurulu gücün %1'ine tekabül etmektedir.

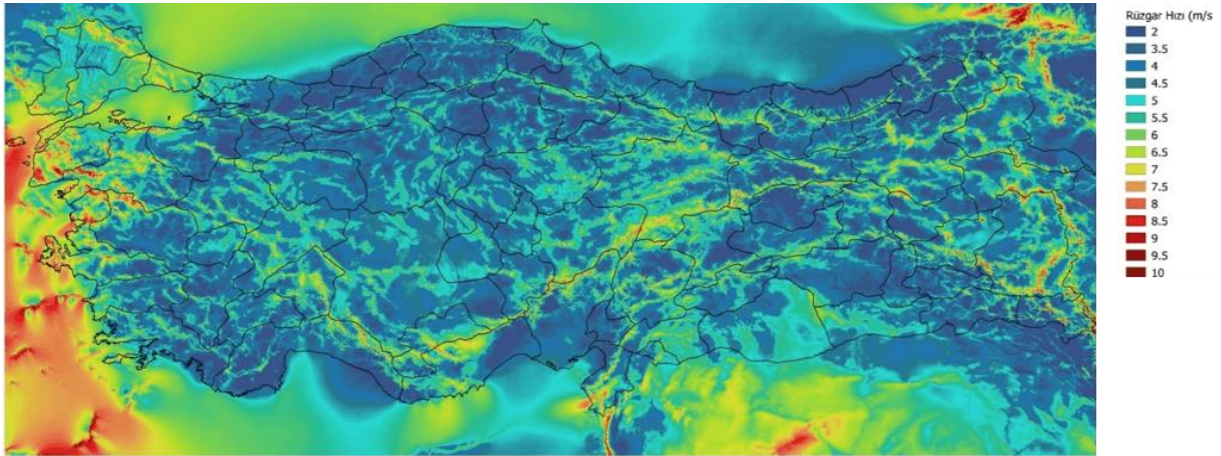


Şekil 4. Dünyadaki rüzgâr santrali kurulu gücünün (mw) ülkelere göre dağılımı (enerjiatlası 2023)

2023 yılına ait küresel yenilenebilir enerji kapasitesi ilaveleri, yaklaşık 510 gigawatt'a (%50'lik bir artışla) yükselerek son yirmi yıl içinde kaydedilen en yüksek büyüme oranına ulaşmıştır. Avrupa, ABD ve Brezilya'da gerçekleşen yenilenebilir enerji kapasite artışları, tarihlerinin en yüksek seviyelerine ulaşmıştır. Öte yandan, Çin'in bu alandaki ivmesi olağanüstüdür; 2023'te rüzgâr enerjisi ilaveleri bir önceki yıla göre %66 oranında artış göstermiştir. Bu veriler, küresel ölçekte yenilenebilir enerji sektöründeki dikkate değer büyüme ve gelişmeleri yansıtmaktadır (IEA 2023).

Türkiye’de Rüzgâr Enerjisinin Mevcut Durumu

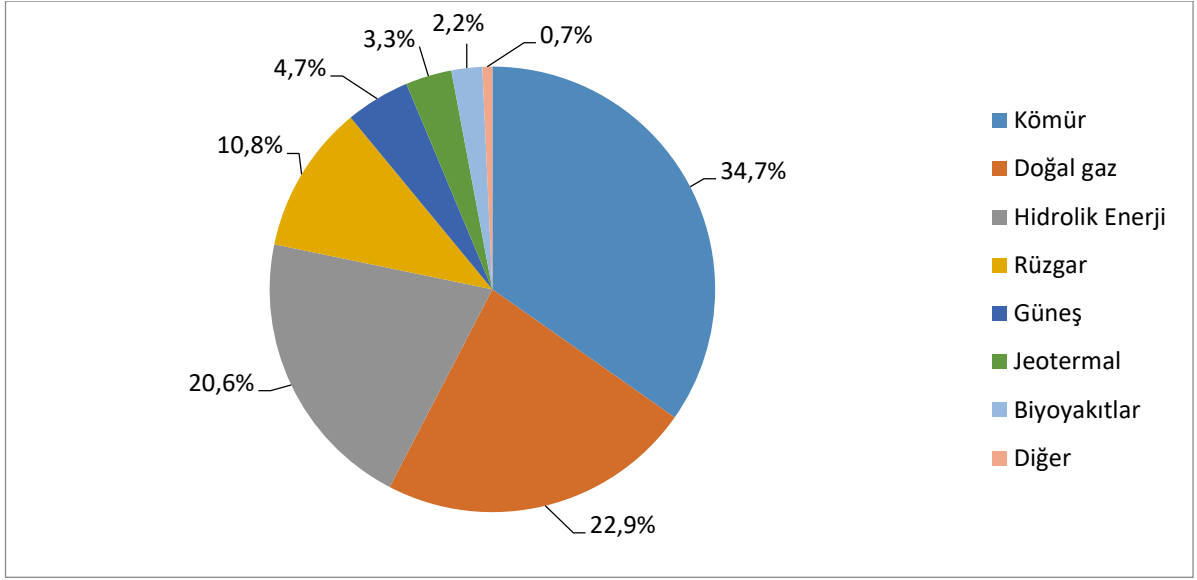
Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA-V1) verilerine göre, yer seviyesinden 50 metre yükseklikteki alanlarda, yıllık ortalama rüzgâr hızları 7,5 m/sn ve üzerinde olan bölgelerde kilometrekare başına 5 MW gücünde rüzgâr santralleri kurulabileceği kabul edilmektedir. Yapılan analizler sonucunda, Türkiye genelinde bu kriterlere uygun alanlarda kurulabilecek rüzgâr enerji santrallerinin toplam kapasitesinin 47,849 MW olduğu tespit edilmiştir. Bu potansiyel, Türkiye’nin toplam yüz ölçümünün %1,30’u kadar bir alanı temsil etmektedir (Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı).



Şekil 5. Türkiye’de yıllık ortalama rüzgâr hızı dağılımı haritası-100 metre (Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı)

Şekil 5’de verilen hız değerleri 100 metrede ölçülen değerlerdir. Haritada da görüldüğü gibi Ege Bölgesi, Marmara sahilleri ve özellikle Ege Denizi’nin kuzeydoğusu, Türkiye’nin en yüksek rüzgâr hızlarının gözlemlendiği bölgeleridir. Marmara Bölgesi’nin Avrupa yakasında ve bu bölgelerin Karadeniz kıyısında, yoğun rüzgâr şiddetleri gözlemlenmektedir. Özellikle Orta Karadeniz’in sahil bölgesi ile Akdeniz’in orta kesimlerindeki kıyı şeritleri, enerji sektörü açısından potansiyel araştırma alanları olarak öne çıkmaktadır (Durmuş vd 2022). Bu bölgeler, potansiyel enerji üretimi ve sürdürülebilir enerji kaynakları açısından stratejik öneme sahiptir. Bu nedenle, bu alanlarda gerçekleştirilecek araştırmalar, bölgesel enerji planlaması ve sürdürülebilir enerji projelerinin geliştirilmesinde kritik bir rol oynayabilir.

Şekil 6, 2022 yılında ülkemizdeki elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımını detaylı bir biçimde sunmaktadır. Bu dönemde, elektrik üretimindeki kaynakların dağılımında kömür, %34,7’lik bir oranla en fazla kullanılan enerji kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Kömürü, sırasıyla %22,9 ile doğal gaz, %20,6 ile hidrolik enerji, %10,8 ile rüzgâr enerjisi ve %4,7 ile güneş enerjisi izlemektedir. Bu veriler, enerji sektöründeki çeşitli kaynakların kullanımındaki dengenin, özellikle kömür ve doğal gaz gibi geleneksel fosil yakıtların hala önemli bir paya sahip olduğunu göstermektedir.

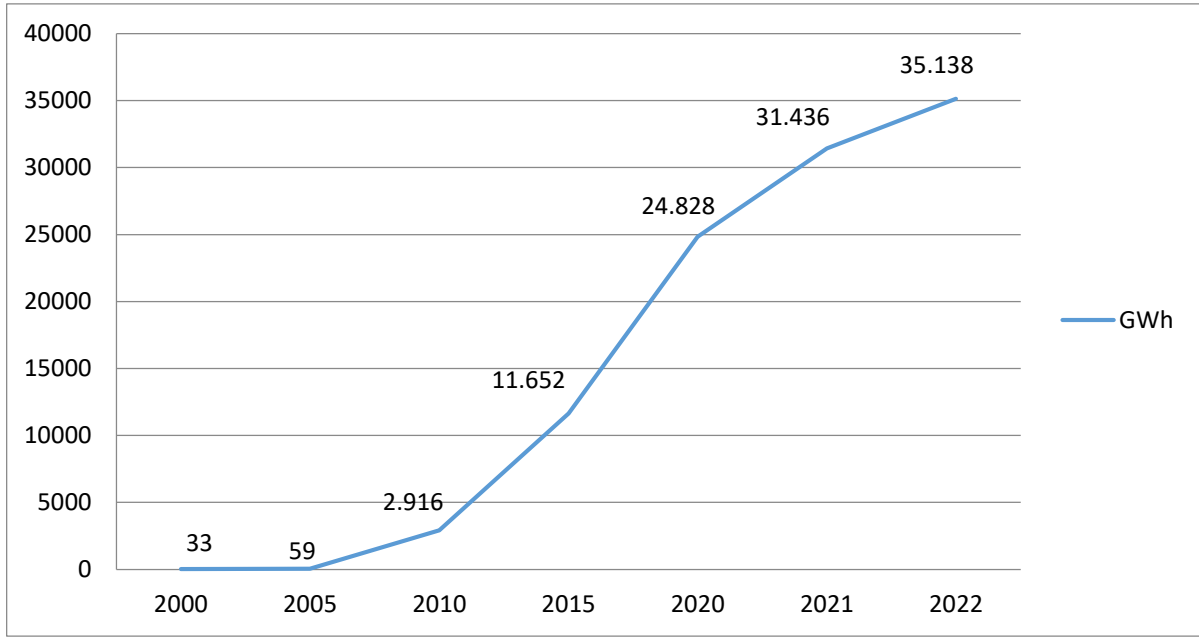


Şekil 6. Türkiye’de 2022 yılına göre elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı (IEA 2023)

Türkiye’nin enerji sektöründe gerçekleşen son gelişmelere rağmen, ülkenin kömürlü termik santral kapasitesini genişletme stratejileri devam etmektedir. Bu çerçevede, ülkenin ithal kömüre olan bağımlılığı artmış, kömür ithalat maliyetleri rekor düzeylere yükselmiş ve 2022 itibarıyla Rusya, temel kömür tedarikçisi konumuna yükselmiştir (Global Electricity Review 2023). Enerji politikalarındaki bu yöneliş, ekonomik ve stratejik açılardan değerlendirildiğinde, Türkiye’nin enerji arz güvenliği ve dışa bağımlılık riskleri gibi önemli konularda karşılaştığı zorlukları ortaya koymaktadır. Kömür kaynaklarına olan bağımlılığın sürdürülmesi, enerji portföyünün çeşitlendirilmesi ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçiş hedefleriyle çelişmektedir. Bu durum, Türkiye’nin enerji politikalarında sürdürülebilirlik ve yenilenebilir enerji kullanımına yönelik daha kapsamlı stratejilerin benimsenmesi gerekliliğini vurgulamaktadır. Kömüre dayalı enerji üretiminin etkilerini en aza indirme çabalarının, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik prensipleri ile uyumlu bir şekilde şekillendirilmesi, Türkiye’nin enerji dönüşümü sürecinde önemli bir adım olarak değerlendirilebilir.

Bununla birlikte Türkiye, güneş enerjisi alanında mevcut olan önemli potansiyeli tam anlamıyla değerlendirememekte olup, 2022 yılı itibarıyla elektrik üretiminde sadece %4,7’lik bir güneş enerjisi payına sahip olmuştur. Bu oran, Türkiye’nin güneş enerjisi kullanımında beklenenin gerisinde kaldığını ve bu alandaki potansiyelini tam olarak ortaya koymadığını göstermektedir. Bu bağlamda, Türkiye’nin güneş enerjisi konusundaki performansı, güneş enerjisi potansiyeli daha düşük olan ülkeler, örneğin Polonya (%4,6) ve Ukrayna (%5,3) ile benzer seviyelerde rekabet etmektedir (Global Electricity Review 2023). Bu durum, Türkiye’nin enerji portföyünde sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla odaklanma ihtiyacını ortaya koymaktadır.

Şekil 7, Türkiye’de rüzgâr enerjisi kullanımının yıllar içindeki değişimini göstermektedir. 2000 yılında rüzgârdan üretilen elektrik miktarı 33 gigawatt-saat (GWh) iken, bu miktar 2005 yılında 59 GWh’ye yükselmiş, 2010 yılında ise daha belirgin bir artışla 2.916 GWh’a ulaşmıştır. 2015 yılında rüzgâr enerjisi üretimi 11.652 GWh’a çıkarak önemli bir büyüme göstermiştir. 2020 yılında ise, 2015 yılına göre %113’lük bir artışla 24.828 GWh’a ulaşmıştır. 2021 yılında bu artış trendi devam ederek, yaklaşık %27’lik bir artışla 31.436 GWh seviyesine çıkmıştır. 2022 yılında ise yaklaşık %12’lik bir artışla rüzgâr enerjisi üretimi 35.138 GWh’a yükselmiştir.



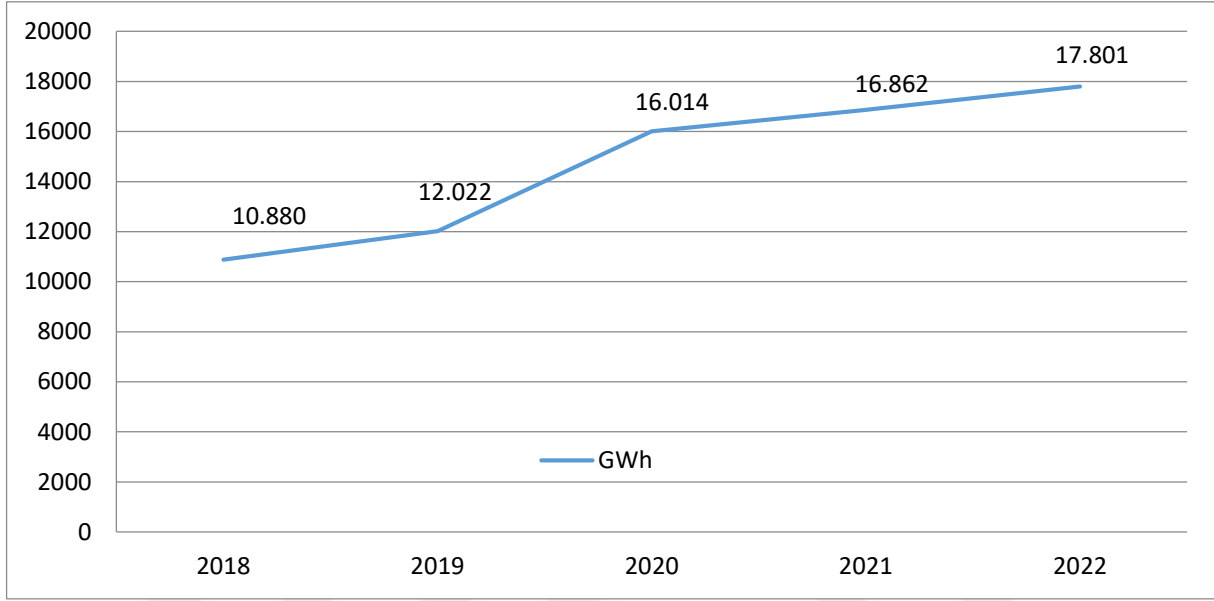
Şekil 7. Türkiye’de rüzgârdan üretilen elektrik miktarının yıllar itibariyle değişimi GWh (IEA 2023).

Bu veriler, Türkiye’nin rüzgâr enerjisi üretimindeki sürekli ve belirgin artışı yansıtmakta olup, sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelik artan ilgi ve yatırımların bir göstergesidir. Yıllara göre artan bu eğilim, ülkenin enerji portföyünde rüzgâr enerjisinin giderek daha önemli bir konuma sahip olduğunu göstermektedir.

Türkiye, rüzgâr enerjisi kullanımında Avrupa’daki birçok ülkeyi geride bırakarak önemli bir başarı elde etmiştir. 2022 itibarıyla ülkede rüzgâr enerjisinin toplam enerji üretimindeki payı %11’dir ve bu oran, G20 ülkeleri arasında Fransa (%8) ve İtalya (%7) gibi önemli ülkelerin üzerindedir (Global Electricity Review 2023).

Şekil 8 çalışmanın odaklandığı Aydın, Manisa, İzmir, Çanakkale, Muğla ve Balıkesir illerindeki rüzgâr enerjisinden elde edilen elektrik miktarının yıllar içindeki değişimini sunmaktadır. 2018 yılında söz konusu illerde rüzgâr enerjisinden üretilen elektrik miktarı 10.880 GWh iken, 2019’da bu rakam 12.022 GWh’ye yükselmiş ve 2020’de %33’lük bir artışla

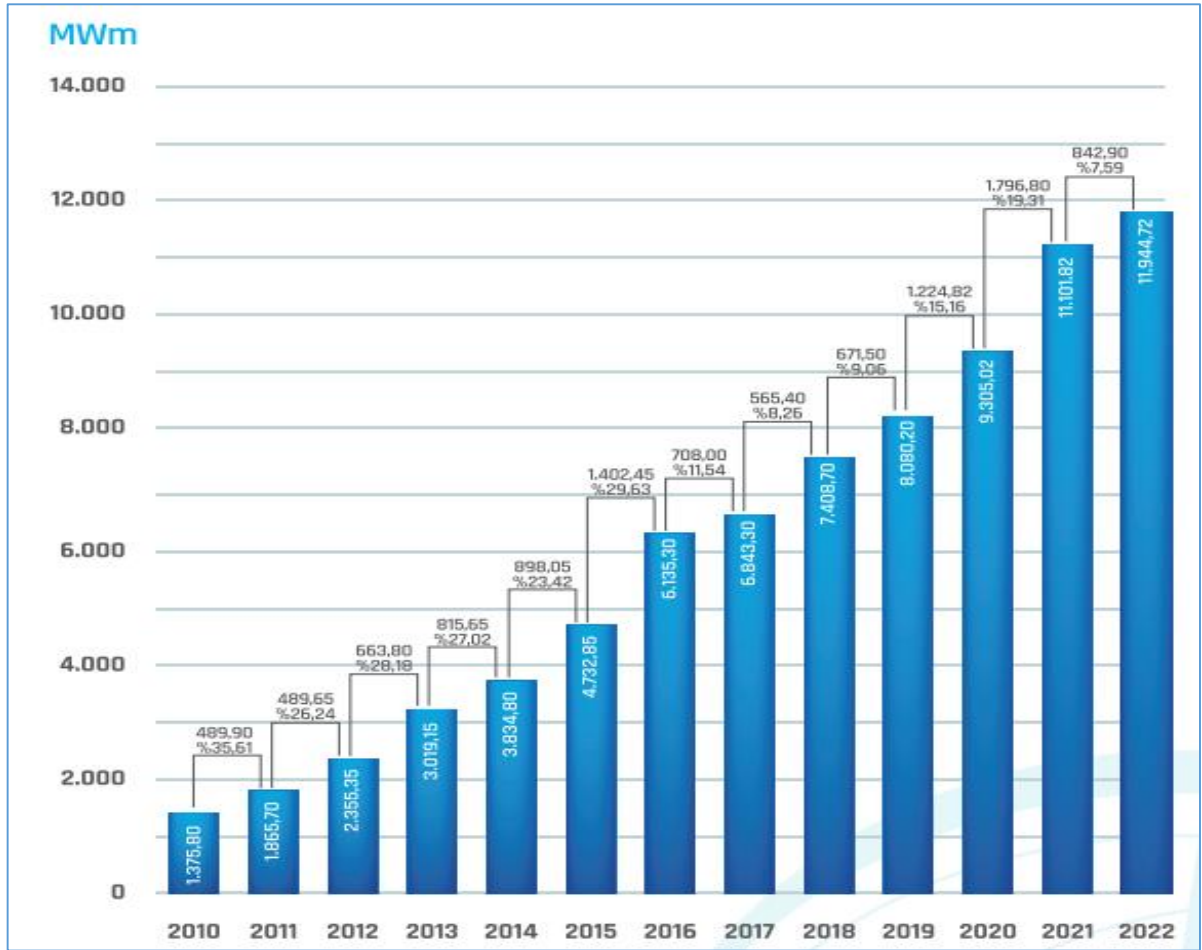
16.014 GWh seviyesine ulaşmıştır. 2021 ve 2022 yıllarında ise bu olumlu trend devam ederek, sırasıyla 16.862 GWh ve 17.801 GWh'ye ulaşmıştır. Bu veriler, bahsi geçen bölgelerde rüzgâr enerjisi üretiminin sürekli bir artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu artış, bölgenin doğal enerji potansiyelinin etkili bir şekilde kullanılması, teknolojik gelişmelerin ve enerji politikalarındaki desteklerin bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Bu bağlamda, bölgesel ölçekte sürdürülebilir enerji üretiminin artması, bölgenin enerji dengesi ve çevresel sürdürülebilirlik açısından olumlu bir katkı sağlamaktadır.



Şekil 8. Aydın, Manisa, İzmir, Çanakkale, Muğla ve Balıkesir illerinden rüzgârdan üretilen elektrik miktarının yıllar itibarıyla değişimi GWh (Global Electricity Review 2023)

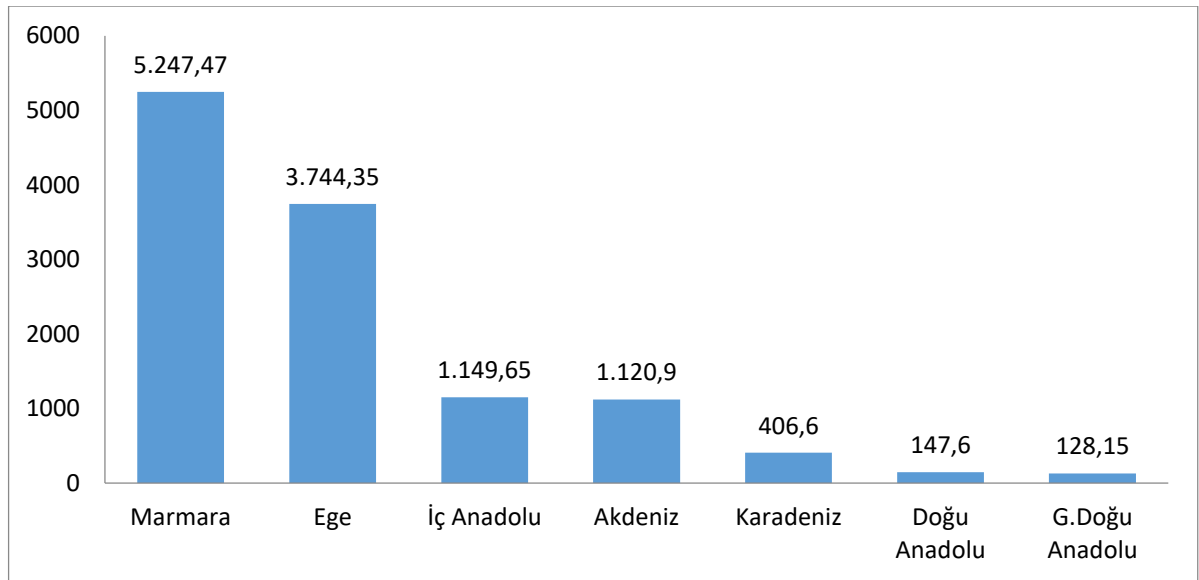
2020 yılında Türkiye genelinde rüzgâr enerjisi üretiminin büyük bir kısmı, Aydın, Manisa, İzmir, Çanakkale, Muğla ve Balıkesir illerinden kaynaklanmış olup, bu bölgeler toplam üretimin %64'ünü karşılamıştır. Ancak 2021 yılında bu oran yaklaşık %54'e düşmüş, 2022 yılında ise bu illerden elde edilen rüzgâr enerjisi miktarı Türkiye'nin toplam rüzgâr enerjisi üretiminin %51'ini oluşturmuştur. Bu durum, rüzgar enerjisi üretiminin coğrafi dağılımındaki değişiklikleri göstererek, rüzgar enerjisi potansiyelinin farklı bölgelerde çeşitlenmesine işaret etmektedir.

Şekil 9, 2010-2022 döneminde Türkiye'deki rüzgar enerjisi santrallerinin kümülatif kurulumunu (MWm) vermektedir. Türkiye'de geçmiş yıllarda gerçekleşen rüzgâr enerji santrali kurulumları, belirgin bir artış trendi sergileyerek, ülkenin rüzgâr enerjisi sektörünün dinamik bir büyüme sürecine girdiğini işaret etmektedir.



Şekil 9. Türkiye’deki rüzgar enerjisi santralleri için kümülatif kurulum(MWm) (TÜREB 2023)

Türkiye Rüzgâr Enerji Birliği’nin (TÜREB) raporuna göre, 2011 yılında %35,61’lik bir artışla toplam kurulu güç 1.855,70 MWm seviyesine ulaşarak, rüzgâr enerjisi sektöründe önemli bir büyüme kaydedilmiştir. 2016 yılında devreye alınan 1.402,45 MWm kapasiteli rüzgâr enerjisi santrali, Türkiye’nin enerji altyapısında önemli bir kırılma noktası oluşturarak ve toplam kurulu gücü 6.135,3 MWm’a ulaşmıştır. 2021 yılında devreye alınan 1.796,80 MWm’lık rüzgâr enerji santrali ile yani %19,31’lik bir artışla toplam kurulu güç 11.101,82 MWm seviyesine çıkarak sektöre önemli bir ivme kazandırmıştır. 2022 yılında ise %7,59’luk bir artışla toplam kurulu güç 11.944,72 MWm’ye ulaşarak, sektördeki büyümenin istikrarlı bir şekilde sürdüğünü göstermiştir. Şekil 10’da ülkemizdeki rüzgâr elektrik santrallerinin bölgelere göre dağılımını göstermektedir.



Şekil 10. Türkiye’deki RES’lerin Bölgelere Göre Dağılımı (MWm) (TÜREB 2023)

TÜREB’in raporuna göre, Türkiye genelinde enerji üretim potansiyeli her bölgede mevcut olup, rüzgâr enerjisi kurulu gücünün en yüksek olduğu bölge Marmara’dır; bu bölgede 5.247,47 MWm kurulu güce ulaşılmıştır. Marmara bölgesini ise 3.744,35 MWm kurulu güçle Ege Bölgesi izlemektedir. Bu iki bölgedeki kurulu güç, Türkiye genelindeki rüzgâr enerjisi kurulu gücünün toplamının %75’ini oluşturmaktadır. Bu durum, özellikle Marmara ve Ege bölgelerinin ülkedeki rüzgâr enerjisi potansiyelinin büyük bir çoğunluğunu barındırdığını ve enerji üretiminde önemli bir paya sahip olduğunu göstermektedir. Rüzgâr enerjisi kurulu gücünün en düşük olduğu bölgeler ise sırasıyla 128,15 MWm ile Güneydoğu ve 147,6 MWm ile Doğu Anadolu bölgeleridir. Bu durum, ülkedeki rüzgâr enerjisi potansiyelinin özellikle Marmara ve Ege bölgelerinde yoğunlaştığını, diğer bölgelerde ise daha sınırlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 1’de Türkiye’de bazı illerde rüzgâr enerjisi santrallerinin kurulu gücü ve dağılım yüzdeleri verilmektedir. En çok rüzgâr enerjisi santralleri bulunan illerimiz sırasıyla 1.873,83 MWm ile İzmir, 1.363,65 MWm ile Balıkesir, 917,35 MWm ile Çanakkale ve 727,55 MWm ile Manisa’dır.

Tablo 1. Türkiye’de İşletmedeki RES’lerin İllere Göre Kurulu Gücü ve Dağılım Yüzdeleri

İller	Rüzgar Enerji Santralleri (MWm)	Dağılım Yüzdeleri (%)
İzmir	1.873,83	17,70
Balıkesir	1.363,65	12,88
Çanakkale	917,35	8,67
Manisa	727,55	6,87
İstanbul	503,79	4,76

Tablo 1. (devamı)

Kırklareli	481,68	4,55
Hatay	437,85	4,14
Afyon	368,45	3,48
Aydın	365,60	3,45
Konya	328,20	3,10
Kayseri	274,35	2,59
Osmaniye	265,30	2,51
Diğer	2675,55	25,32

Kaynak: TÜREB (2021b)

Çalışmamızın yapıldığı İzmir, Aydın, Muğla, Manisa, Balıkesir ve Çanakkale illerindeki RES gücü Türkiye’deki toplam kurulu RES gücünün % 51,81’ini oluşturmaktadır. Bu da ülkedeki kurulu RES gücünün yarısından fazlası demektir (TÜREB 2021b).

Dünyada ve Türkiye’de Arıcılık

Arıcılık, doğal flora çeşitliliği ve iklim koşullarının etkisiyle şekillenen ve tarımsal faaliyetler arasında özel bir konuma sahip olan bir sektördür (Uzundumlu vd 2011; Çevrimli 2018). Bu sektör, bitkisel üretime sağladığı katkılar, hızlı gelir getirme potansiyeli, düşük sermaye gereksinimi ve arazi varlığından bağımsız olması gibi özelliklerle ayrıcalıklı bir konumdadır. Arıcılık işletmelerinin düşük maliyetli olması, diğer tarım alanlarına göre daha az iş gücü gerektirmesi, ürünlerin kolay saklanabilirliği ve değer fiyatla satılabilmesi, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki kırsal nüfusa iş, gelir ve sağlıklı beslenme fırsatları sunarak önemli bir rol üstlenmektedir (Uzundumlu vd 2011).

Türkiye bal üretimi için avantajlı bir konumda bulunmaktadır. Bu konum, çiçeklenme döneminin yıl boyunca yayılması ve zengin bir bitki örtüsüne sahip olması gibi olumlu etkenlerin bir araya gelmesiyle tanımlanabilir. Bu faktörlerin bir araya gelmesiyle arıcılık, Türkiye ile özdeşleşmiştir. Arıcılığın, insan sağlığına, tarımsal üretime ve ülke ekonomisine katkıları dikkate alındığında, Türkiye’deki arıcılık faaliyetinin büyük önem taşıdığı açıktır (Burucu 2023).

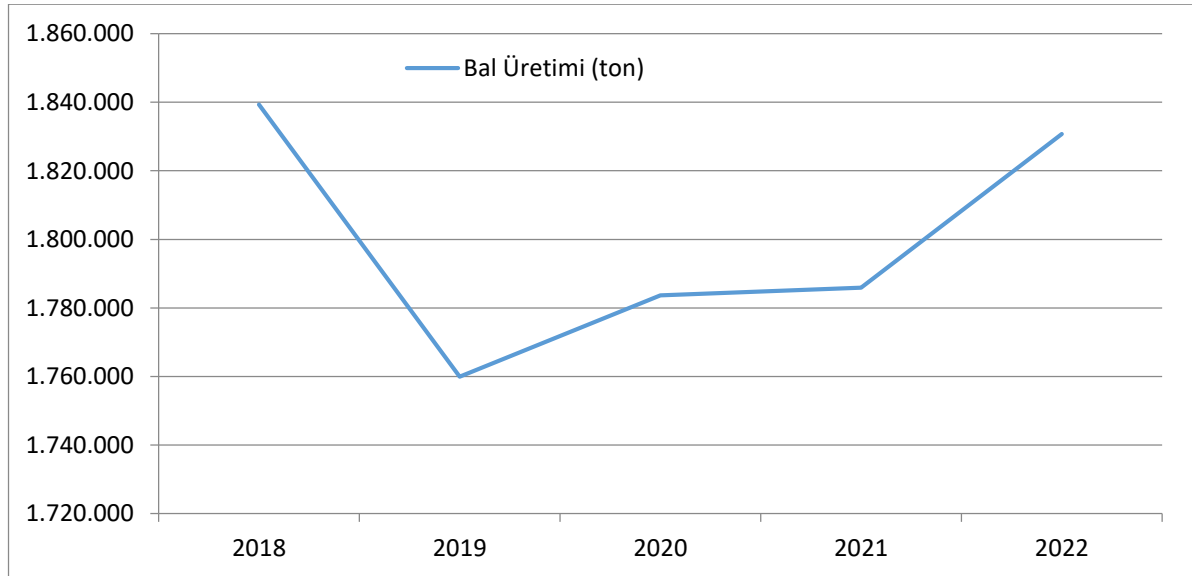
Dünya genelindeki bal üretiminin çeşitli kıtalara dağılımı incelendiğinde, %48,2’sinin Asya kıtasından, %22,8’inin Avrupa kıtasından, %18,6’sının Amerika kıtasından ve %8,5’inin Afrika kıtasından sağlandığı görülmektedir. Bu veriler, dünya bal üretiminin coğrafi açıdan çeşitli bölgeler arasında farklılık gösterdiğini ve Asya’nın bu alanda öne çıkan bir konuma sahip olduğunu göstermektedir (FAO 2024).

Tablo 2, 2018-2022 döneminde dünya bal üretiminin ülkelere göre dağılımını sunmaktadır. Bu tablo, farklı ülkelerin bal üretimindeki katkılarını ve bu dönemdeki değişimleri görsel olarak ortaya koymaktadır. Şekil 11 ise aynı dönemde dünya bal üretiminin genel değişimini göstermektedir. Bu şekil dünya çapında bal üretiminin yıllara göre nasıl değiştiğini ve belirli dönemlerdeki eğilimleri analiz etmemizi sağlamaktadır.

Tablo 2. 2018-2022 Dönemi Dünya Bal Üretimi (ton)

Ülkeler	2018	2019	2020	2021	2022
Çin	446.879	444.054	458.100	472.700	461.900
Türkiye	107.920	109.330	104.077	96.344	118.297
İran	72.796	72.851	74.293	77.152	79.534
Hindistan	63.826	64.514	65.250	66.278	74.204
Arjantin	79.468	78.909	72.441	71.318	70.437
Rusya	65.006	63.526	66.368	64.533	67.014
Meksika	64.253	61.986	54.165	62.080	64.320
Ukrayna	71.279	69.937	68.028	68.558	63.079
Brezilya	42.268	45.801	51.508	55.828	60.966
ABD	69.857	71.179	66.948	57.364	56.849
Kanada	43.089	39.295	37.723	40.720	33.745
Tanzanya	30.965	31.101	31.355	31.608	31.345
Dünya	1.839.333	1.759.933	1.783.647	1.785.852	1.830.768

Kaynak: (FAO, 2024)



Şekil 11. 2018-2022 dönemi dünya bal üretimi (FAO, 2024)

2019 yılında, dünya genelinde bal üretimi bir önceki yıla göre %4 oranında azalarak gerçekleşmiştir. Ancak, 2019 yılından itibaren bu trend tersine dönüp 2022 yılına kadar artış gözlenmiştir. Dünya bal üretimindeki 2019'daki azalışın ardından gözlenen artışın olası

sebepleri, iklim koşullarındaki iyileşmeler, tarım politikalarındaki ve desteklerindeki değişimler, teknolojik gelişmeler, pazar talebindeki artışlar ve arıcılıkla ilgili bilinçlendirme ve eğitim faaliyetlerindeki artışlar olabilir.

2022 yılında dünya bal üretimi bir önceki yıla göre %2,5 artış göstererek 1,8 milyon tonun üzerine çıkmıştır. 2022 yılında, dünya bal üretiminin %25’lik payıyla Çin, 462 bin ton üretimiyle en fazla bal üreten ülke konumundadır. Türkiye, %6,4’lük payıyla 118 bin ton üretimle ikinci sırada yer alırken, %4,3’lük payıyla İran ise 80 bin tonluk üretimiyle üçüncü sırada yer almaktadır. 2022 yılında bir önceki yıla göre bal üretim miktarı Çin’de %2,2 oranında azalırken Türkiye’de %22,8 ve İran’da ise %3 oranında artmıştır.

Türkiye’de Arıcılık Sektörünün Mevcut Durumu

Türkiye’nin arıcılık ve bal üretimi alanındaki temel dinamikleri arasında, iklim koşulları, coğrafi faktörler ve bitki örtüsü oldukça belirleyicidir. Bu unsurlar, Türkiye’nin arıcılık için elverişli bir ortam sunmasında kilit rol oynar. Ayrıca, dünya genelinde bulunan ballı bitki türlerinin ve çeşitlerinin yaklaşık %75’inin Türkiye sınırları içinde yer alması, ülkenin bu alandaki doğal zenginliğini ön plana çıkarmaktadır (Burucu ve Bal 2017). Türkiye’de 1991-2023 döneminde yıllara göre arıcılık durumu Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Türkiye’de Yıllara Göre Arıcılık Durumu

Yıl	Arıcılık yapan Köy sayısı (adet)	Arıcılık yapan işletme sayısı (adet)	Yeni Kovan Sayısı (adet)	Eski Kovan Sayısı (adet)	Toplam Kovan Sayısı (adet)	Bal Üretimi (ton)	Verim (kg/kovan)
1991	21 540	-	3 161 583	266 859	3 428 442	54 655	15,9
1996	22 329	-	3 747 578	217 140	3 964 718	62 950	15,9
2001	22 606	-	3 931 301	184 052	4 115 353	60 190	14,6
2006	22 305	-	4 704 733	146 950	4 851 683	83 842	17,3
2011	21 131	-	5 862 312	149 020	6 011 332	94 245	15,7
2016	-	84 047	7 679 482	220 882	7 900 364	105 727	13,4
2021	-	89 361	8 456 305	277 089	8 733 394	96 344	11,0
2022	-	95 386	8 734 938	249 738	8 984 676	118 297	13,2
2023	-	100 399	8 969 387	255 494	9 224 881	114 886	12,5

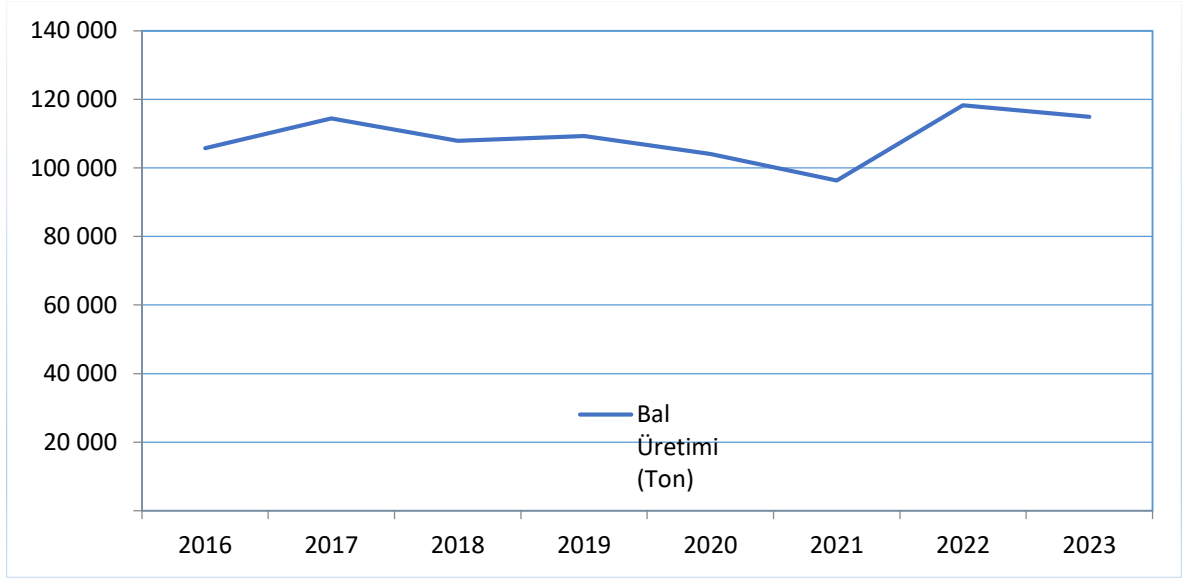
Kaynak: TÜİK, 2024 (2013 yılından itibaren arıcılık yapan köy sayısı arıcılık yapan işletme sayısı olarak değiştirilmiştir.)

Tablonun sağladığı verilere göre, Türkiye’de 1991-2023 döneminde arıcılık sektöründe gözlemlenen dinamiklere dair önemli bulgular elde edilmiştir. İşletme sayılarına odaklandığımızda, dönem içerisinde belirgin oynaklıkların mevcut olduğu ancak genel eğilimin

işletme sayısında artış olduğu görülmektedir. 2023 yılı itibariyle arıcılık yapan işletme sayısı, önceki yıla göre %5,3'lük bir artışla 100.399'a yükselmiştir. Kovan sayılarındaki artış da dikkat çekicidir. Yıllar itibariyle kovan sayısında yaşanan yükseliş, 2023 yılında %2,7'lik bir artışla 9.224.881 adede ulaşmıştır. Bal üretimine odaklandığımızda, miktar ve verim açısından dalgalanmaların yaşandığı görülmektedir. Genel eğilim, bal üretiminde artışlar olduğunu gösterse de, bal verimi bazı yıllarda artış, bazı yıllarda ise azalış göstermiştir.

Türkiye'de arıcılık sektörü, geçen yıllarda kaydedilen ilerlemelere rağmen, sürekli bir gelişim eğilimi sergilemektedir. Ancak, ülkemizdeki yetiştiricilik pratiklerinde yapılan hatalar ve küresel boyutta etkili olan çevresel faktörler ile iklim değişikliği gibi sorunlar, sektörün potansiyelini tam anlamıyla gerçekleştirmesini engellemektedir. Bu durum, üretimde artış eğilimlerine rağmen, kovan sayısındaki artış oranının beklentilerin altında kalmasına neden olmaktadır. Ayrıca, kovan başına düşen verimde gözlenen düşüşler de dikkat çekicidir (Burucu ve Bal 2017).

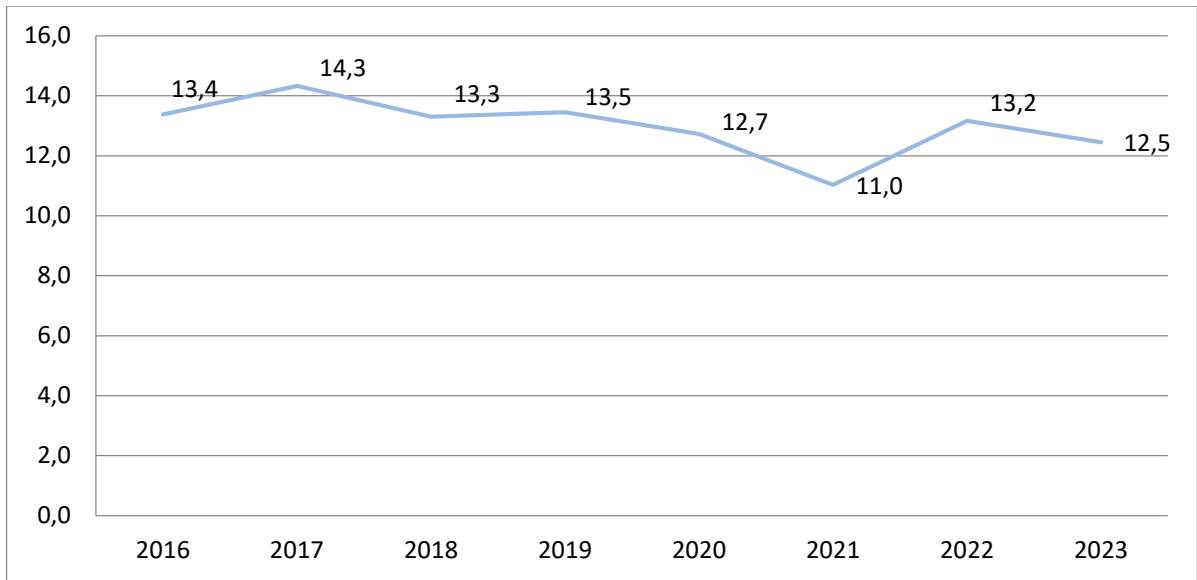
Şekil 12'de 2016-2023 dönemine ait bal üretimi verilirken Şekil 13'te de bu dönemde yıllar itibariyle bal veriminde meydana gelen değişim verilmiştir. 2016 yılı itibariyle Türkiye'de kaydedilen toplam bal üretiminin yaklaşık 106 bin ton olması, 2017 yılında yaşanan %8'lik bir artışla 114 bin tona ulaşması, sektördeki dönemsel değişimleri ortaya koymaktadır. Ancak, bu olumlu gelişmenin ardından, 2017 ile 2021 yılları arasında bal üretiminde genel bir düşüş trendi gözlenmiştir. 2017 yılından itibaren yaşanan bu düşüş, sektördeki dinamikleri anlamak ve analiz etmek adına önemli bir gözlemi temsil etmektedir. Bal üretimindeki genel düşüş eğiliminin istisnai bir durumla karşılaştığı 2022 yılı, bir önceki yıla göre %22,8'lik bir artışla 118 bin tonluk bir üretimle kaydedilmiştir. Bu belirgin artış, sektördeki potansiyel dalgalanmaların ve etmenlerin çeşitliliğini göstermek açısından önemlidir. Ancak, bu olumlu artışa rağmen, 2023 yılında bal üretiminde bir miktar azalma gözlenmiştir. 2022 yılına kıyasla %3'lük bir düşüşle yaklaşık 115 bin ton bal üretimi kaydedilmiştir. Bu azalış, sektördeki istikrarsızlık ve etkileyen faktörlerin çeşitliliğini yansıtmakta olup, bu durumun detaylı bir analizi, sektörün gelecekteki yönelimleri ve sürdürülebilirliği açısından önem arz etmektedir. Bu bağlamda, 2016-2023 yılları arasındaki bal üretimindeki dalgalanmalar, sektörün karşılaştığı zorluklar, başarıları ve potansiyel gelişim alanlarına dair daha derinlemesine bir anlayış elde etmek amacıyla daha kapsamlı bir analize ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 12. Türkiye’de 2016-2023 döneminde bal üretiminin yıllar itibariyle değişimi (ton) (TÜİK 2024)

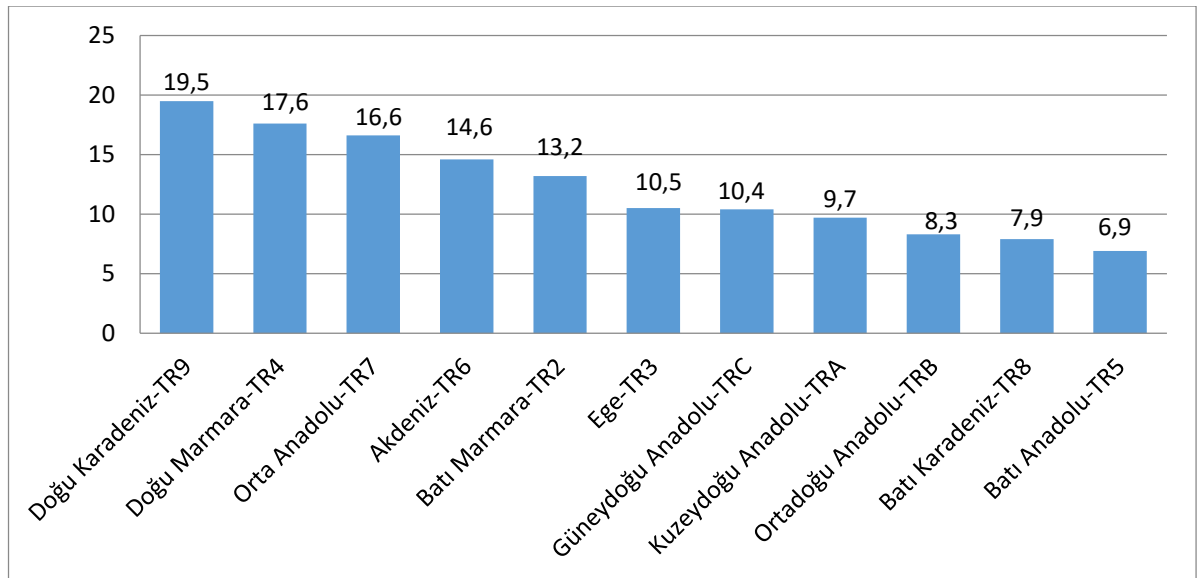
Türkiye’de arıcılık faaliyetlerinin çoğunlukla geleneksel yöntemlerle ve yeterli bilgiye dayanmayarak gerçekleştirilmesinin, bal verimini olumsuz etkilediği bilinmektedir. Literatürde, arıcıların hem pratik hem de teorik olarak eğitilmeleri gerektiğinin altı çizilmiştir (Kekeçoğlu vd 2007). Bu eğitim talebinin, arıcılar tarafından doğrudan ifade edildiği belirtilmektedir. Ayrıca, bazı arıcılar, aldıkları arıcılık eğitimleri sonucunda bal verimini önemli ölçüde artırarak, örneğin, ortalama 20 kg olan bal verimini 50 kg’a kadar çıkardıklarını belirtmişlerdir. Bu durum, bilinçli arıcılığın ve eğitimin bal verimindeki önemini vurgulamaktadır (Kekeçoğlu vd 2007). Ayrıca Türkiye’de koloni başına düşen verim düzeyinin düşüklüğü, mevcut arıcılık potansiyelinden tam olarak yararlanılamadığını ve arıcılık sektörünün önemli bazı zorluklarla karşı karşıya olduğunu göstermektedir (Uzundumlu vd 2011).

2022 yılında bir önceki yıla kıyasla bal veriminde %20’lik bir artış gözlemlenmiştir. Ancak, 2023 yılında bu artış eğilimi kırılmış ve bal veriminde %5’lik bir azalma kaydedilmiştir. Bal verimi ile bal üretimi arasındaki grafiklerde gözlemlenen eğilimler birbirine paralel bir ilişki sergilemektedir. Yani, bal üretimindeki artış veya azalışlar, aynı dönemde bal veriminde benzer bir eğilim göstermektedir. Bu durum, bal üretiminin genel etkililik ve verimlilik düzeylerindeki değişimlerin, üretim miktarı ile elde edilen verim arasında yakın bir korelasyona işaret etmektedir. Bu bağlamda, bal üretim ve verim grafiklerinin paralel seyretmesi, sektördeki çeşitli faktörlerin her iki değişken üzerinde benzer etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Bu ilişki, sektöre yönelik stratejilerin ve politikaların belirlenmesinde önemli bir rehberlik sağlamaktadır.



Şekil 13. Türkiye’de 2016-2023 döneminde bal veriminin yıllar itibariyle değişimi (kg/kovan) (TÜİK, 2024)

Şekil 14, Türkiye’de 2023 yılında bölgelere göre bal verimini göstermektedir. 2023 yılında bal veriminin en yüksek olduğu bölge, kovan başı 19,5 kg ile Doğu Karadeniz Bölgesi iken bu bölgeyi sırasıyla 17,6 kg ile Doğu Marmara, 16,6 kg ile Orta Anadolu, 14,6 kg ile Akdeniz ve 13,2 kg ile Batı Marmara bölgeleri takip etmektedir. Söz konusu bölgeler, Türkiye genelindeki ortalama bal verimi olan kovan başı 12,5 kg’ının üzerinde bir üretim gerçekleştirmektedir.



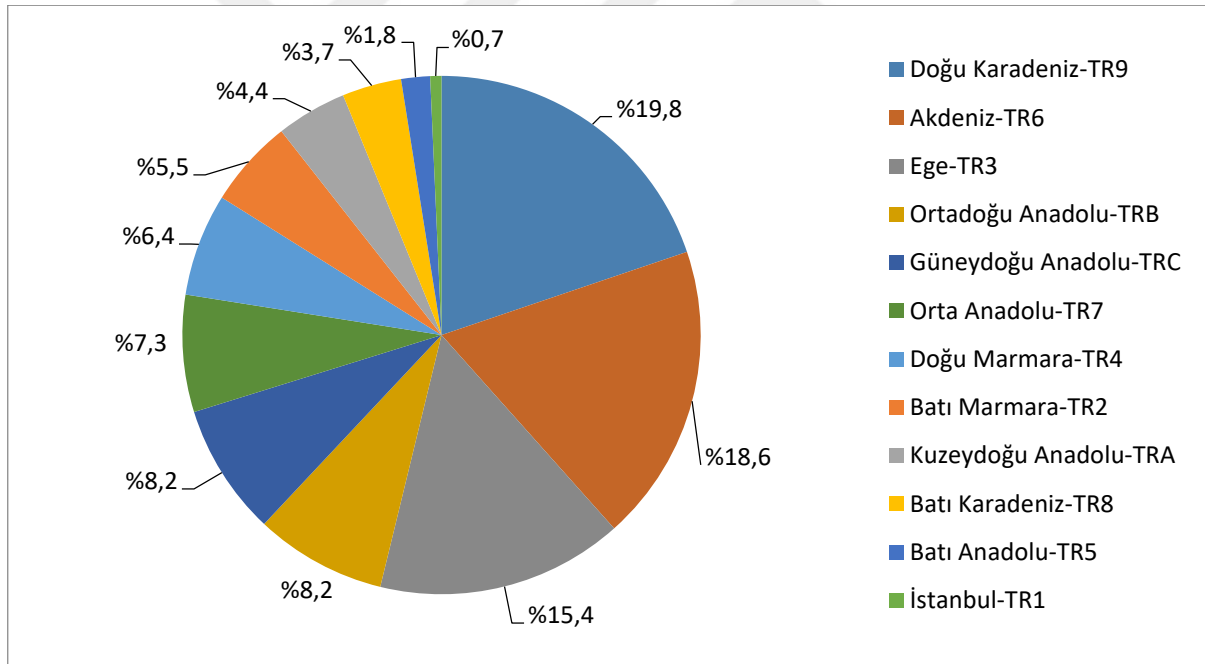
Şekil 14. Türkiye’de 2023 yılında bölgelere göre kovan başına bal verimi (kg/kovan) (TÜİK, 2024)

Aynı yıl bal veriminin en düşük olduğu bölge, kovan başına 6,9 kg ile Batı Anadolu olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, kovan başına 7,9 kg ile Batı Karadeniz 8,3 kg ile Ortadoğu Anadolu ve 9,7 kg ile Kuzeydoğu Anadolu bölgeleri de düşük bal verimi ile dikkat

çekmektedir. Bu bölgeler, Türkiye genelindeki ortalama bal verimi seviyesinin altında bulunmaktadır.

2020 yılına ilişkin Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine dayanarak yapılan hesaplamalara göre, dünya genelinde kovan başına düşen ortalama bal verimi yaklaşık olarak 18,8 kg olarak kaydedilmiştir (Burucu 2023). Bu veri, küresel ölçekte arıcılık sektörünün performansını yansıtmaktadır. Türkiye’de ise aynı dönemde kovan başına bal verimi 12,7 kg olarak gerçekleşmiştir. Bu rakam, Türkiye’nin dünya ortalamasının altında bir bal verimine sahip olduğunu göstermektedir. Türkiye’de arıcılık için uygun olan iklim koşulları ve zengin bitki örtüsüne rağmen, bal veriminin düşük olmasının sebepleri arasında Türkiye’deki iklim değişiklikleri, arı hastalıkları, tarımsal ilaç kullanımı, kovan kayıpları ve yetersiz arıcı bilinci gibi faktörler olabilir.

Şekil 15, 2023 yılında Türkiye’de üretilen bal miktarının bölgelere göre dağılımını göstermektedir. Türkiye’nin tabii şartları, konumu, iklim yapısı ve çeşitli bitki örtüsü, arıcılık faaliyetlerinin icrası için ideal bir ortam sunmaktadır.

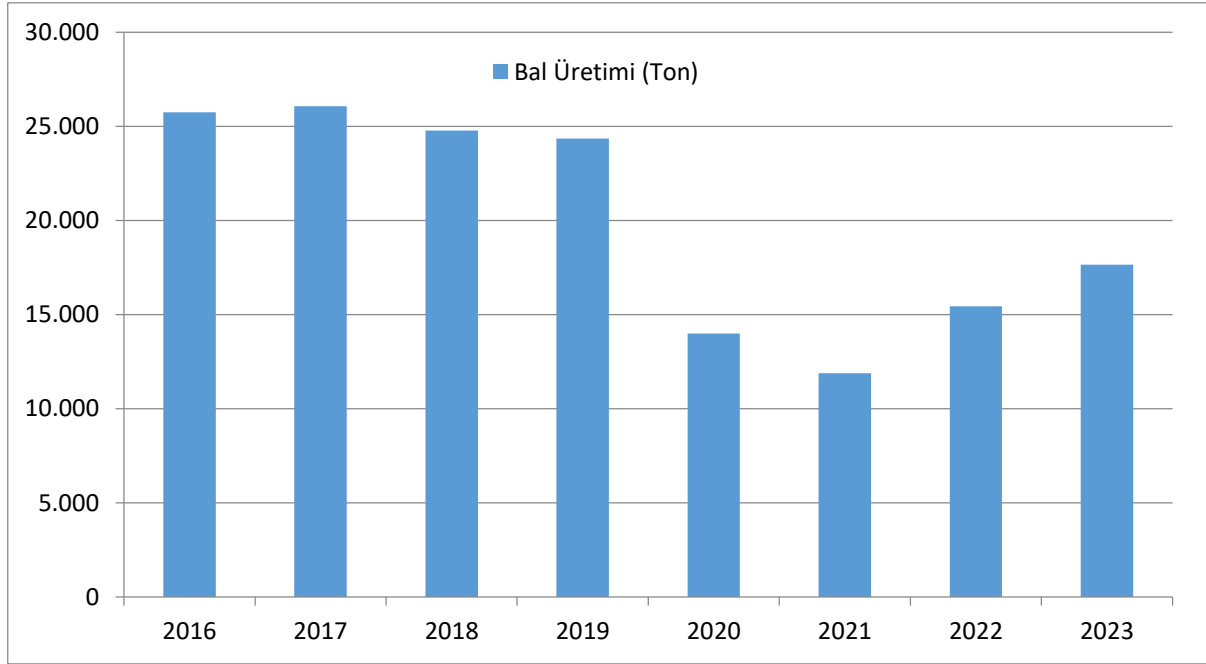


Şekil 15. Bölgelere göre Türkiye bal üretimi (2023,%) (TÜİK 2024)

Anadolu’nun özgün topografik özellikleri ve bitki örtüsünün çeşitliliği, çiçeklenmenin mevsimler boyunca farklı bölgelerde devam etmesini sağlayarak arıcılık faaliyetlerinin Türkiye’nin her bölgesinde yapılmasını ve sektörün genişlemesini sağlamaktadır (Çevrimli 2018). Bu bağlamda Türkiye’nin her bölgesinde bal üretimi gerçekleştirilmektedir. Elde edilen verilere göre Doğu Karadeniz Bölgesi 22 bin 774 ton üretim miktarı ile lider konumda yer almış olup, 2023 yılında Türkiye’nin toplam bal üretiminin %19,8’ini karşılamıştır. 21 bin 349 ton üretim ile Akdeniz Bölgesi %18,6’lık pay ile ikinci sırada, 17 bin 653 ton üretim ile Ege Bölgesi

ise %15,4'lük pay ile üçüncü sırada yer almıştır. Doğu Anadolu Bölgesinde arıcılık faaliyeti çok kısa bir dönemde yapılmasına rağmen %13'lük bir oranda bal üretimine katkı sağlamaktadır (TÜİK 2024).

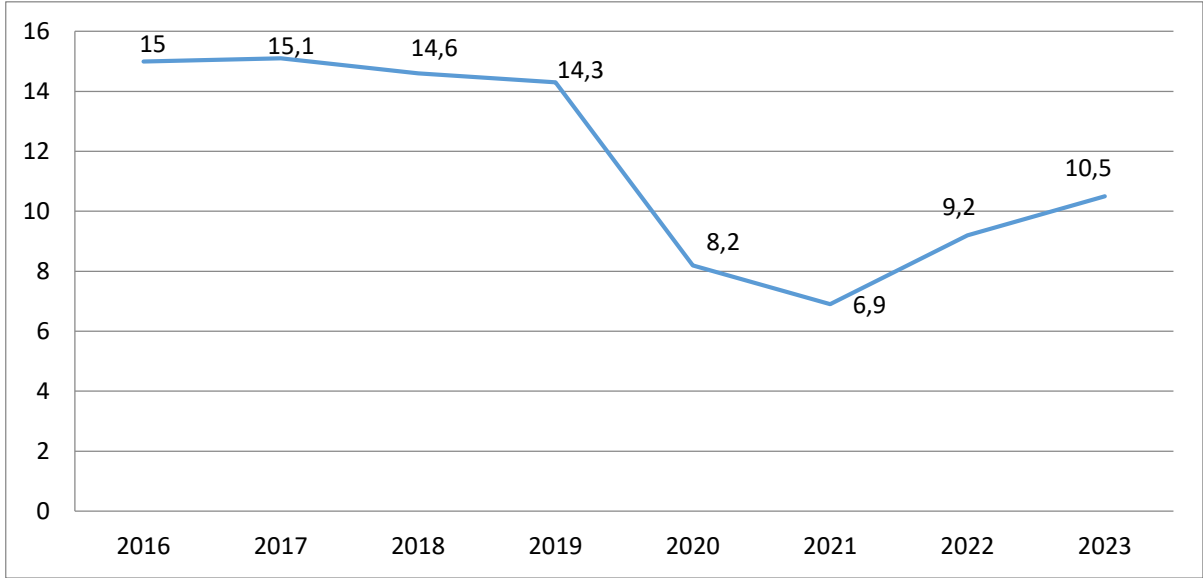
Şekil 16, 2016-2023 döneminde Ege Bölgesi'nde üretilen bal miktarının yıllara göre değişimini göstermektedir. Bu dönemde, Ege Bölgesi'nde üretilen bal miktarında belirgin oynaklıklar gözlemlenmektedir. Özellikle 2019 yılında 24 bin 355 ton olarak kaydedilen bal üretimi, 2020 yılında %74'lük bir düşüşle 13 bin 995 tona gerilemiştir.



Şekil 16. 2016-2023 dönemine ait Ege bölgesinde üretilen toplam bal miktarı (ton) (TÜİK 2024)

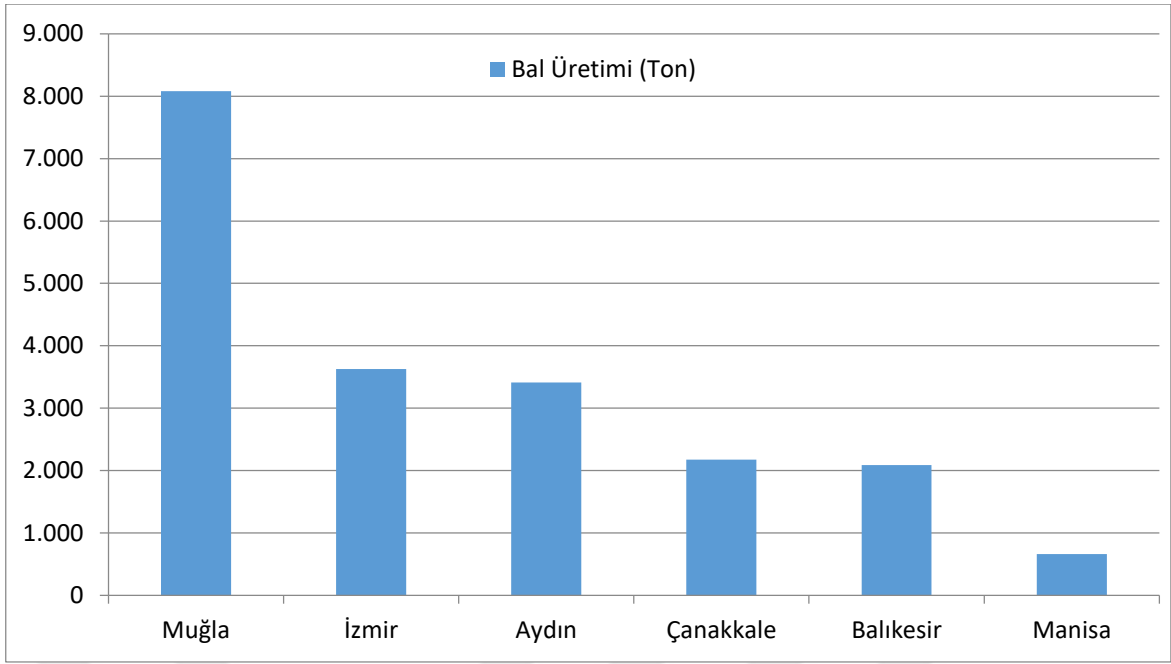
Muğla'da bal üretiminde yaşanan belirgin düşüş, çam balı üretimi için ihtiyaç olan koşnıl böceklerinin iklimsel faktörler ve 2021 yılındaki Akdeniz ve Ege kıyılarında yaşanan orman yangınları nedeniyle popülasyonlarının azalmasıyla ilişkilendirilmektedir. Bu durum, söz konusu bölgelerde çam balı üretiminde düşüş ve verim kayıplarına neden olmuştur. Bu gelişme, Türkiye'de arılı kovan varlığında %10,9'luk pay ile lider konumda olan Muğla'nın bal üretiminde dördüncü sıraya gerilemesine yol açmıştır (Burucu 2023). Böylece 2021 yılında bal üretimi miktarında yaşanan gerileme devam etmiştir. 2022 yılına gelindiğinde, bir önceki yıla kıyasla %30'luk bir artış yaşanmış ve bal üretimi 15 bin 446 tona ulaşmıştır. 2023 yılında ise bir önceki yıla oranla %14'lük bir artış kaydedilerek 17 bin 653 ton bal üretimi gerçekleşmiştir. Bu veriler, bölgedeki bal üretimindeki dalgalanmaların dikkate değer olduğunu ve özellikle 2019 ve 2020 yıllarındaki dramatik düşüşün bölgedeki sektördeki potansiyel etkilerini yansıttığını göstermektedir.

Şekil 17, 2016-2023 döneminde Ege Bölgesi'nde bal veriminin yıllara göre nasıl değiştiğini göstermektedir. Bölgedeki bal miktarındaki oynaklık, aynı dönemde bal veriminde de benzer bir eğilimi yansıtmaktadır. Örneğin, 2019 yılında kovan başına düşen bal miktarı 14,3 kg iken, 2020 yılında bu rakam %43'lük bir düşüşle kovan başına 8,2 kg'ye gerilemiştir. 2022 yılına gelindiğinde, bir önceki yıla oranla %33'lük bir artışla kovan başına düşen bal miktarı 9,2 kg olarak kaydedilmiştir. 2023 yılında ise, 2022 yılına göre %14'lük bir artışla kovan başına düşen bal miktarı 10,5 kg olmuştur.



Şekil 17. Ege bölgesinde 2016-2023 döneminde bal veriminin yıllar itibariyle değişimi (kg/kovan) (TÜİK 2024)

Şekil 18, çalışmanın yapıldığı Muğla, İzmir, Aydın, Çanakkale, Balıkesir ve Manisa illerinde 2023 yılında üretilen bal miktarı verilmiştir. Söz konusu iller arasında en yüksek üretimin, 8 bin ton 82 kg ile Muğla ilinde gerçekleştiği belirlenmiştir. Muğla'yı sırasıyla 3 bin ton 626 kg ile İzmir, 3 bin ton 414 kg ile Aydın, 2 bin ton 176 kg ile Çanakkale, 2 bin ton 88 kg ile Balıkesir ve 663 kg ile Manisa illeri izlemektedir. Bu bağlamda, 2023 yılında Muğla'nın ürettiği bal miktarının ülke genelindeki toplam bal üretiminin %7'sini temsil ettiği tespit edilmiştir.



Şekil 18. 2023 yılında Muğla, İzmir, Aydın, Çanakkale, Balıkesir, Manisa illerinde üretilen bal miktarı (ton) (TÜİK 2024)

Aynı dönemde, Muğla, İzmir, Aydın, Çanakkale, Balıkesir ve Manisa illerinin toplam bal üretimi, ülke genelinde üretilen balın %17'sini oluşturmaktadır. Bu veriler, bölgesel bazda üretilen bal miktarının genel üretim içindeki önemini vurgulamakta olup, bu illerin bal üretimine katkısını belirgin bir şekilde ortaya koymaktadır.

Türkiye’de Arıcılığa Yapılan Destek

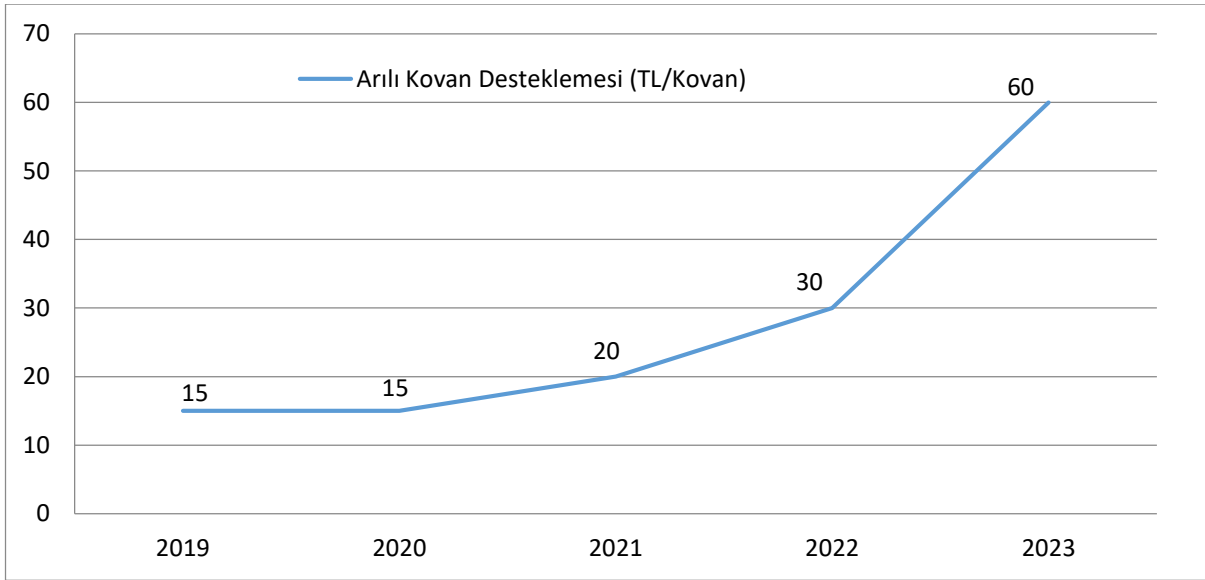
Arıcılık, Türkiye’de Anadolu insanının köklü bir geleneği olarak binlerce yıl boyunca sürdürülmüş bir faaliyettir. Ancak, arıcılığın modern anlamda gelişmesi ve yaygınlaşması, bilim ve teknolojiye paralel olarak son yüzyılda gerçekleşmiştir. Günümüzde arıcılık, tarımsal bir uğraş ve üretim dalı olarak kabul edilmekte olup, “bal arılarını kullanma ve yönetme sanatı” olarak tanımlanmaktadır. Arıcılık, diğer tarımsal faaliyetlerde olduğu gibi, en az maliyetle en yüksek geliri elde etmeyi hedefleyen bir amaca sahiptir. Bu doğrultuda, arıcılık faaliyetleri teknik ve bilimsel bilgiye dayalı olarak yürütülmekte ve sürekli olarak geliştirilmektedir. Arıcılık, sadece doğal kaynaklardan faydalanmayı değil, aynı zamanda bilimin ve teknolojinin sunduğu olanakları da kullanmayı gerektiren bir alandır (TOB 2023a).

Türkiye’de, arıcılık sektörü desteklenen alt sektörler arasında yer almaktadır. Geçmişten günümüze kadar, Türkiye’nin arıcılık sektörünü geliştirmeye yönelik olarak çeşitli destekleme araçlarının kullanıldığı gözlemlenmektedir. Bu araçlar arasında, süzme bal desteği, ana arı desteği, damızlık ana arı desteği, bombus arısı desteği ve kovan başına sağlanan destek gibi önemli destekleme mekanizmaları yer almaktadır (Çukur ve Çukur 2021).

Türkiye’de arıcılığın gelişimini teşvik etmek amacıyla uygulanan güncel arıcılık destekleri belirlenmiştir. Bu destekler, arıcılık faaliyetlerine katkı sağlayarak sektörün istikrarını ve verimliliğini artırmayı hedeflemektedir. Destekler, üretici ve yetiştiricilerin ihtiyaçlarına göre farklı kategorilere ayrılmıştır. Üretici ve yetiştiricilerin örgütlü yapılara üyelik durumuna göre belirlenen destek miktarları, sektöre katılımı teşvik etmek ve örgütlenmeyi teşvik etmek amacıyla farklılaştırılmıştır. 2023 yılında örgütlere üye olan üreticilere kovan başına 60 Türk Lirası (TL) ödeme yapılırken, örgüte üye olmayanlara bu destek miktarı 40 TL olarak belirlenmiştir (TOB 2023b). Bu yaklaşım, arıcılık faaliyetlerinin koordineli ve etkili bir şekilde yürütülmesini teşvik ederek sektördeki işbirliğini artırmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, damızlık ana arı ve bombus arıları gibi önemli unsurların desteklenmesi de sektörün geleceği açısından büyük önem taşımaktadır. Damızlık ana arılarının üretimi ve kullanımını teşvik etmek amacıyla 2023 yılında adet başına 200 TL destek sağlanırken, bombus arıları için koloni başına 60 TL destek sunulmaktadır (TOB 2023b). Sonuç olarak, Türkiye’de uygulanan arıcılık destekleri sektörün sürdürülebilirliğini sağlamak ve rekabet gücünü artırmak amacıyla özenle belirlenmiştir. Bu destekler, sektördeki tüm paydaşların katılımını teşvik ederek arıcılığın daha etkili bir şekilde yönetilmesini ve büyümesini sağlamayı amaçlamaktadır.

Arıcılık sektörüne yönelik desteklemelerin 2003 yılından itibaren başlamış olmasına rağmen, hayvancılık sektöründe uzun bir geçmişe sahip olan ve günümüze kadar süregelen destekleme politikalarının arıcılık sektörüne yeterince katkı sağlamamaktadır (Çevrimli 2018). Yapılan araştırmalarda, arıcılık işletmelerinin çoğunluğunun mevcut destekleme politikasını yeterli bulmadıkları ve kovan başına sağlanan destek miktarının artırılması talebinde bulundukları tespit edilmiştir (Çevrimli ve Sakarya 2018; İnci vd 2022; Semerci ve Topal 2023).

Şekil 19, Türkiye’de arıcılığı desteklemek amacıyla 2019-2023 döneminde kovan başına sağlanan mali destek miktarlarını göstermektedir. İlgili dönemde, arıcılık sektörünün gelişimine katkıda bulunmak üzere belirlenen destek politikaları çerçevesinde, kovan başına tahsis edilen mali kaynaklar incelenmektedir. Analiz, 2019 ve 2020 yıllarında kovan başına 15 TL olarak belirlenen destek miktarının, 2021 yılında 20 TL’ye yükseldiğini, 2022 yılında ise 30 TL’ye çıktığını göstermektedir. Bu artış eğilimi, 2023 yılında daha belirgin bir şekilde görünmektedir, zira kovan başına sağlanan destek miktarı 60 TL’ye ulaşmıştır. Bu veriler, söz konusu dönemde arıcılık sektörüne yönelik devlet politikalarının, mali destek yoluyla sektörün gelişimini teşvik etme amacına yönelik olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, arıcılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliği ve katma değerinin artırılması hedeflenmektedir.



Şekil 19. Türkiye’de 2019-2023 dönemi arıcılık kayıt sistemine kayıtlı üreticilere kovan başına yapılan destekleme (Bakanlar Kurulu Kararı 2019; 2022; 2023)

İklim değişiklikleri ve küreselleşme gibi faktörlerin yanı sıra tarımsal uygulamaların artan yoğunluğu, arıcılık sektöründe yeni hastalıkların ortaya çıkmasına ve mevcut arı hastalıklarının şiddetlenmesine katkıda bulunmaktadır. Bu etkenler, çevresel koşulların da etkisiyle arı popülasyonlarını son derece zorlayıcı bir stres altında bırakmaktadır. Son birkaç yılda özellikle belirgin hale gelen bu durum, arı kolonilerindeki artışa rağmen bal verimindeki düşüşü tetiklemektedir (Burucu 2023).

Arıcılık endüstrisinde yaşanan stres faktörleri ve buna bağlı sonuçlar, sektörün sürdürülebilirliği ve kârlılığı üzerinde ciddi endişelere neden olmaktadır. Bu endişeleri ele almak için arıların maruz kaldığı stres faktörlerinin ve sonuçlarının araştırılması, önemli bir adımdır. Bu bağlamda, arıcılık sektörünün sürdürülebilirliğini güçlendirmeyi hedefleyen çeşitli destekler sunulmalıdır. Eğitim, araştırma, finansal teşvikler, çevre koruma ve pazarlama alanlarını içeren bu desteklerin, özellikle mali desteklerin artırılması yoluyla sektörün sağlamlığını ve rekabet gücünü güçlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle, arıcılar için sağlanan desteklerin etkin bir şekilde koordine edilmesi ve uygulanması, sektörün geleceği açısından hayati öneme sahiptir.

Literatür Taraması

Fosil yakıtların atmosfere yaydığı sera gazları, çevre kirliliği ve sağlık sorunlarına neden olurken, bu durum sosyal ve çevresel açıdan sürdürülemezliğe yol açmaktadır. Türkiye gibi fosil yakıtlara bağımlı ülkeler enerji güvenliği sorunları yaşamakta ve yakıt fiyatlarının artışlarından olumsuz etkilenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına öncelik verilmesi, bu sorunların çözümüne önemli katkı sağlayacaktır (Karaca ve Erdoğan 2012). Ayrıca

Türkiye’deki ekonomik büyüme artan bir enerji ihtiyacına yol açmaktadır. Böylece ülkede birincil enerji kaynak bakımından dışa bağımlılık, enerji güvenliği endişelerini beraberinde getirmektedir. Bu durum yenilenebilir enerjiye olan ilgiyi artırmaktadır (Erdoğan vd 2018). Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ekonomik büyümeye olumlu etkileri de mevcuttur (Magnani and Vaona 2013; Omri 2013; Çınar ve Yılmaz 2015). Örneğin, yenilenebilir enerji tüketiminde % 1’lik bir artışın ekonomik büyümeyi % 0,91 oranında bir artışa (Demirgil ve Birol 2020), kişi başına düşen GSYİH’da kısa vadede yaklaşık olarak %0,31 oranında, uzun vadede ise %0,39 oranında bir artışa neden olmaktadır (Bayraç ve Çildir 2017). Bu etki, yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarının etkilerinden daha büyüktür (Çınar ve Yılmaz 2015). Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlara kıyasla geniş çaplı sosyoekonomik avantajlar sunması, daha fazla istihdam oluşturmaları ve çevre dostu olması gibi sebeplerle son yıllarda giderek daha fazla tercih edilmektedir (Güllü ve Kartal 2021). Yenilenebilir kaynakların içinde önemli bir yere sahip olan rüzgâr enerji santralleri de hem bölgesel düzeyde (Osterberg and Distler 2003; Munday *et al.* 2011; Okkonen and Lehtonen 2016) hem de ülke düzeyinde (Lecca *et al.* 2017; Graziano 2017) ekonomik etkileri mevcuttur. Literatürde RES’lerin bölgesel ve ulusal düzeyde ekonomiye katkısı, temiz enerji üretimi ve hava kalitesinin iyileştirilmesi gibi olumlu yönlerin yanı sıra, gürültü kirliliği, görsel etkiler, kuş ve yaban hayatına etkileri, arazi kullanımı gibi olumsuz etkilerini ele alan birçok çalışma mevcuttur. Bu bölümde 2003 yılından 2023 yılına kadar olan bazı çalışmalar ele alınmıştır. Bu çalışmalar, öncelikle rüzgâr enerji santrallerinin ülke ekonomilerine katkısını, GSYİH üzerindeki olumlu etkilerini ve istihdama olan katkılarını ele almaktadır. Ardından, bu santrallerin karbondioksit gibi küresel ısınmaya neden olan zararlı emisyonların azaltılmasındaki etkinliği ve çevresel sürdürülebilirliğe sağladığı önemli katkılar incelenmektedir. Çevre üzerindeki olumlu etkiler de değerlendirildikten sonra, son olarak rüzgâr enerji santrallerinin yarasa, kuş, böcek ve arı gibi yaban hayatına olan etkileri ele alınmıştır.

RES’lerin ekonomik yapıya etkisi

RES’lerin inşası ve işletimi, ülke ekonomisine hem canlılık katar hem de üretilen enerji ile dış ticaret açığını ve enerji ithalatını azaltır. Aynı zamanda, RES’lerin üretimi, ülke içinde istihdamı olumlu yönde etkilerken, çiftliklerin konumlandığı bölgelerde işletilmesiyle bölgedeki işsizlik oranının düşürülmesi mümkündür (Karaca ve Erdoğan 2012). Örneğin, Osterberg and Distler (2003) araştırmalarında, ABD’nin Iowa bölgesinde faaliyete geçen RES sayesinde, Iowa’daki çiftçi ve toprak sahiplerinin önemli ölçüde gelir sağladığını ve her bir türbin için bir Iowa çiftçisine yıllık 2.000 ile 4.500 dolar arası kira ödemesi yapılırken, Clear

Gölü ve Storm Gölü yakınlarındaki yaklaşık 115 arazi sahibine ise yılda 640.000 doların üzerinde bir ödeme yapıldığını ifade etmektedirler.

Taylor *et al.* (2004) yaptıkları araştırmada rüzgâr tesisinin işletilmesinin ekonomiye katkısı, yıllık 100 MW kapasiteli bir tesis için yaklaşık olarak 13,8 milyon dolar, 200 MW kapasiteli bir tesis için ise yaklaşık olarak 27,6 milyon dolar ek gelir getireceğini belirtmişlerdir. Bu artışlar, rüzgâr tesisi işletmesinin dolaylı ve uyarılmış etkileri nedeniyle yerel ekonomide yıllık yaklaşık olarak 93 milyon ile 185 milyon dolar arasında ek üretimi tetikleyecektir. Ayrıca, tesisin büyüklüğüne bağlı olarak, rüzgâr santralının işletilmesiyle 22 ila 44 arasında tam ve yarı zamanlı iş fırsatı oluşacağı; tesise destek veren sektörlerde ise 71 ila 142 ek istihdam sağlanacağı belirtilmiştir. Bu sektörlerdeki gelirlerde ise 2 ila 4 milyon dolar arasında artış öngörülmektedir.

Torgerson *et al.* (2006) Umatilla County'deki rüzgâr enerjisi gelişiminin, yerel ekonomide 40 milyon dolarlık bir potansiyele sahip olduğunu vurgulamışlardır. Bu gelişimin, bölgesel endüstri sektörlerinin yüzde 90'ından fazlasını etkileyerek geniş bir etki alanına yayıldığı belirtilmiştir. Ayrıca, kamu ve özel sektör işbirliği ile rüzgâr enerjisi projelerinin ekonomik etkilerinin önemli ölçüde artırılabilirliği üzerinde durulmuştur. Bu potansiyel, özellikle kırsal topluluklarda uzun vadeli ekonomik istikrarın sağlanmasına önemli bir katkı sunabilir.

Reategui and Tegen (2008) tarafından Colorado'da gerçekleştirilen araştırma, rüzgâr enerjisi gelişiminin önemli ekonomik etkilere sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu gelişimin inşaat ve işletme dönemlerinde istihdam, emlak vergisi, arazi sahiplerinin geliri ve yerel ekonomik faaliyetler üzerinde belirgin etkileri olduğu vurgulanmaktadır. Araştırma sonucunda 1000 MW'lık rüzgâr enerjisinin inşaat aşamasında yaklaşık olarak 225 milyon dolarlık ekonomik aktivite oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Bu miktarın 133,6 milyon doları doğrudan ekonomik aktivitelerden kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, yıllık tekrarlanan yerel ekonomik aktivitelerde yaklaşık 35 milyon dolarlık bir katkı sağlanmaktadır. Bu miktarın 19,3 milyon doları doğrudan ekonomik faaliyetlere aittir. Öte yandan, Toke *et al.* (2008) kırsal alanlarda rüzgâr santrallerinin ekonomik faydalarının sınırlı olmasıyla birlikte, Birleşik Krallık'ta rüzgâr enerjisi projelerine karşı halk arasında çeşitli engellerin olduğunu ve anlaşmazlıkların yaşandığını vurgulamışlardır.

Blanco and Rodrigues (2009) AB ülkelerinde rüzgâr enerjisinin istihdama doğrudan olumlu etkilerini tematik bir araştırmaya dayanarak ortaya koyarken, Jaraite *et al.* (2017) 15 AB ülkesi için panel ekonometri tekniklerini kullanarak, rüzgâr ve güneş enerjisinin yaygınlaştırılmasının kısa vadede iş büyümesine neden olduğunu ancak uzun vadede böyle bir

etkisinin olmadığını ve Armeanu *et al.* (2017) AB ülkelerinde rüzgâr enerjisi santrallerinin yoğun olarak kullanıldığı durumlarda kişi başına düşen GSYİH'nın olumlu yönde etkilendiğini tespit etmişler.

Munday *et al.* (2011) Galler'de yapmış oldukları araştırmada, yeni rüzgâr enerjisi projelerinin, istihdam, kira getirisi, ucuz elektrik gibi ekonomik getiriler ve çevresel gelişmelerin ötesinde toplum faydası düzenlemelerinin de içermesini gerektiğini rapor etmişler.

Brown *et al.* (2012), ABD'nin rüzgârlı bölgeleri olarak adlandırılan on iki eyalette, 2000 ile 2008 yılları arasında rüzgâr enerjisi santrallerinin ekonomik büyümeye olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda rüzgâr türbinlerinin konumunu etkileyen faktörler dikkate alındığında, bu bölgelerde toplam gelirden yaklaşık 11.000 dolarlık bir artış olduğu tespit edilmiştir.

Karaca ve Erdoğan (2012) yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin fosil yakıtlara göre daha düşük dışsal maliyetlere sahip olduğunu göstermektedir. Türkiye'de rüzgâr enerjisi sektöründe yapılan yatırımlar, türbin üretimi ve santral işletmeciliği ile oluşturulacak istihdam, ülkedeki işsizlik sorununun çözümüne önemli bir katkı sağlayacaktır. Ülkemizde rüzgâr enerjisi kullanımının teşvik edilmesi, fosil yakıtların yerine geçmesiyle toplamda 56,7 milyon ton karbondioksit salınımını engelleyerek, dışsal maliyetler dâhilinde enerji üretimi 56 milyon TL daha ekonomik olacağı ve kayıtlı işsizlik %5 azalarak yaklaşık 112 bin kişiye istihdam olanağı sağlayacağını ifade etmişler.

Ma *et al.* (2013) yaptıkları araştırmada, Çin'in Sincan Uygur Özerk Bölgesi'nde rüzgâr enerjisinin karbondioksit emisyonlarını ve hava kirleticilerini azaltarak ekonomik faydalar sağladığını belirtmişlerdir. 2006-2010 döneminde, rüzgâr enerjisinin Sincan'ın GSYH'sinin %0,46'sını oluşturarak 2009'da yaklaşık 1,38 milyar ABD Doları ekonomik fayda sağladığı görülmüştür.

Thompson (2014) tarafından yapılan araştırma, Nebraska Üniversitesi-Lincoln İşletme Araştırma Bürosu ile birlikte yürütülmüştür. Çalışma, Nebraska'daki rüzgâr santrallerinin inşaa ve işletme süreçlerinden kaynaklanan ekonomik etkileri değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Özellikle, 10 veya daha fazla rüzgâr türbinine sahip çiftliklere odaklanarak, bu tür projelerin ekonomi üzerindeki etkilerini detaylı bir şekilde incelemektedir. Yapılan araştırma sonuçlarına göre, mevcut rüzgâr santrallerinin işletilmesi, eyalet genelinde yılda tahmini 137 işi destekleyerek 8 milyon dolarlık ücret ve maaş, 21 milyon dolarlık üretim ve 6 milyon dolarlık vergi geliri sağlamaktadır. Bu ekonomik etkilerin önemli bir kısmı, rüzgâr santrallerinin bulunduğu ilçe veya ilçe dışında meydana geldiği belirtilmektedir. Bu 10 çiftliğin inşası, eyalet genelinde neredeyse 950 iş yılı üretmiş olup, bu süreçte 54 milyon dolar ücret ve maaş kazancı,

132 milyon dolar üretim değeri ve 72 milyon dolar vergi geliri elde edilmiştir. Yerel ekonomik etkiler ise; 636 iş yılı, 36 milyon dolar ücret ve maaş kazancı, 91 milyon dolar üretim ve 1,9 milyon dolar vergi geliri potansiyeli şeklinde olup daha sınırlı olduğu görülmektedir. Aynı yıl Tegen *et al.* (2014) ABD'nin Indiana eyaletindeki ilk 1.000 MW'lık rüzgâr enerjisi geliştirme projesini inceleyen bir çalışma sunmaktadır. Bu projeler, 2008 ile 2011 arasında gerçekleştirilen inşaat dönemleri boyunca Indiana genelinde 4.400 den fazla tam zamanlı eşdeğer işe destek sağlamıştır. Ayrıca, inşaat süreçleri sırasında devam eden işlerle birlikte yaklaşık 260 Indianalı işini sürdürmekte ve bu süreçler boyunca eyalette 570 milyon doların üzerinde ekonomik aktiviteye katkıda bulunmuştur. Çalışmaya göre, projelerin faaliyet dönemlerinde yılda yaklaşık 40 milyon dolarlık ekonomik faaliyeti desteklediği gözlemlenmiştir. Ayrıca yıllık emlak vergilerinden 8 milyon dolardan fazla gelir elde edilmiş ve rüzgâr enerjisi projeleri için arazi kiralayan Indiana arazi sahiplerine yılda yaklaşık 4 milyon dolar gelir sağlanmıştır. Bu bulgular, Indiana'daki rüzgâr enerjisi projelerinin hem istihdam hem de ekonomik katkılar açısından önemli bir etki yarattığını göstermektedir.

Lehmann and Söderholm (2015) yaptıkları bir çalışmada, yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimdeki payının zamanla arttığı ancak bu artışın sınırlı kaldığı vurgulanmıştır. Araştırmacılar, 2013 yılında AB'nin 27 üyesinden 16'sında elektriğin %20 veya daha azının rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir kaynaklardan üretildiğine dikkat çekmişlerdir.

Loomis *et al.* (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da önceki çalışmalara paralel sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışma Illinois'deki 50 MW'ı aşan 23 rüzgâr projesinin ekonomik etkilerini detaylı bir şekilde analiz etmektedir. Söz konusu projeler, eyaletin rüzgâr enerjisi üretim kapasitesinin %99'unu temsil eden 3.334,91 MW'lık bir kapasiteyi kapsamaktadır. İnceleme sonucunda, bu projelerin inşaat dönemleri boyunca 19.047 tam zamanlı eşdeğer iş yarattığı ve toplam maaş bordrosunun 1,1 milyar doları aştığı belirlenmiştir. Bu santraller, Illinois'nin kırsal bölgelerinde 814 kalıcı iş ve toplam yıllık maaş bordrosu olarak 48 milyon dolarlık destek sağlamaktadır. Ayrıca, rüzgâr santrallerinin Illinois'ye yıllık 28,5 milyon dolar emlak vergisi getirisi sağladığı ve Illinois arazi sahiplerine rüzgar santrali projeleri için kiralanan arazilerinden yılda 13 milyon dolar ekstra gelir elde etmelerini sağladığı belirlenmiştir. 23 rüzgâr santrali projesinin ömür boyu toplam ekonomik faydasının tahmini ise 5,98 milyar dolar olarak öne çıkmaktadır.

Xia and Song (2017) yaptıkları araştırmada 2005-2011 yılları arasında Çin'in yerel ekonomisinde rüzgâr enerjisi kapasitesinin GSYİH üzerinde küçük ama istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, elde edilen bulgular kişi başına 1 MW rüzgâr enerji tesisinin GSYİH'da 2246 Renminbi (RMB) artışa yol açacağını göstermiştir.

Mikulić *et al.* (2018) ise Hırvatistan’da rüzgâr enerji santrali kurulumunu teşvik eden enerji politikalarının dolaylı ve tetikleyici ekonomik etkilerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda RES’lere yapılan yatırımlar ekipman tedarikçileri ve ilgili yüklenicilerin ekonomik faaliyetlerine, istihdama ve hane gelirine olumlu katkıda bulunduğunu belirtmiştir.

Taşkın vd (2020) Geycek rüzgâr santrali civarında yapmış oldukları araştırmada, bölgede teknolojik taşıma kapasitesinin ve kalifiyeli insanın yetersiz olmasından dolayı RES’lerin sağlamış olduğu ekonomik etkilerin sınırlı olduğunu, ancak teknik bilgi ihtiyacının ve teknik iş malzemelerinin yerelden karşılama oranı arttıkça ekonomik etkilerin daha da artacağı öngörmüşlerdir. Öte yandan Güllü ve Kartal (2021) yapmış oldukları çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarının istihdamı pozitif yönde etkilediği ve rüzgâr enerjisinin en çok istihdam oluşturan enerji kaynakları içinde ikinci sırada yer aldığını belirtmişlerdir.

Shoeib *et al.* (2022) 1990 yılından 2015 yılına kadar, ABD’nin tüm ilçelerinde biriken rüzgâr enerjisi kapasitesindeki artışların etkilerini araştıran bir çalışma yapmışlar. Bu çalışma sonucunda rüzgâr enerjisinin, kırsal ilçeler için çevresel ve altyapısal olumsuz etkilerini minimumda tutarak gelir sağlayabilecek bir çözüm olarak görüldüğü, metropol ilçelerde ise daha yüksek gelir seviyeleri, istihdam oranları ve azalan yoksulluk oranları gibi olumlu ekonomik etkileri olduğu sonucuna varmışlardır.

Mardones (2023) Şili’de yapmış olduğu araştırmada rüzgâr ve güneş sistemleri gibi yenilenebilir enerjilere yönelik yatırım ve üretim artışının, termoelektrik enerjideki azalmayı fazlasıyla telafi ettiği ve net ulusal üretimi 977 milyon ABD doları artırdığını ifade etmiştir.

RES’lerin çevreye etkisi

Dünya genelinde olduğu gibi, Türkiye’de de elektrik üretimi fosil yakıtlara dayanmakta fakat ülkede yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payı artmaktadır. Fosil yakıtlı elektrik üretimi, önemli ölçüde sera gazı emisyonlarına ve dolayısıyla olumsuz çevresel etkilere yol açmaktadır (Dikmen 2019). Rüzgâr enerjisi, doğal, çevre dostu ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak nitelendirilebilir. Bunun temel sebeplerinden biri, rüzgâr enerjisinin yakıt olarak tükenmeyen bir kaynağa dayanmasıdır. Ayrıca, bu enerji türünün elektrik üretimi sürecinde sera gazı emisyonlarına yol açmaması, çevresel açıdan önemli bir avantajdır. Bu özellikler, rüzgâr enerjisinin enerji sektöründe hızla gelişen ve tercih edilen bir alan haline gelmesini sağlamaktadır (Şenel ve Koç 2016). Rüzgâr enerjisi özellikle karbondioksit (CO_2) gibi zararlı emisyonların azaltılmasında etkili olup, çevresel sürdürülebilirliğe önemli katkılar sunar (Mikulić *et al.* 2018).

Holtinen and Tuhkanen (2004) İskandinav ülkelerinde rüzgâr enerjisinin CO_2 azaltımına etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonuçları, rüzgâr enerjisinin genellikle kömür yakıtlı enerji üretiminin yerini aldığını ve tüm yakıtların rüzgâr enerjisi üretimi ile değiştirilmesi durumunda, her kilovatsaat başına 700 ila 620 gram arasında bir CO_2 azalımının mümkün olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Finlandiya'nın Kyoto Protokolü hedeflerine ulaşmak için kömür yakıtlı enerji üretiminin yasaklandığını, yeni rüzgâr enerjisi kapasitesinin özellikle elektrik üretiminde doğal gazın yerini alacağını ve bu durumun her kilovatsaat başına ortalama 300 gram CO_2 azalımı sağlayacağını belirtmektedirler.

Denholm *et al.* (2005) tarafından gerçekleştirilen araştırmada ortaya konulan bulgular, rüzgâr enerjisi ve enerji depolama entegrasyonunun Amerika Birleşik Devletleri'nin orta batısında uygulanabilir çeşitli sistemler aracılığıyla, en verimli fosil yakma teknolojilerine kıyasla beş kat daha etkili birincil enerji verimliliği sağladığını göstermektedir. Bu sistemler aynı zamanda, mevcut en düşük emisyon yayan fosil teknolojinin %20'sinden daha düşük sera gazı emisyon oranlarına ve önemli ölçüde düşük azot oksit (NO_x) ve kükürt dioksit (SO_2) emisyonlarına sahiptir.

Saidur *et al.* (2011) yapmış oldukları çalışmada rüzgâr enerjisinin çevresel etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda rüzgâr türbinlerinin, karbon, azot oksitleri ve kükürt dioksit gibi kirletici maddeler üretmeyen temiz bir enerji kaynağı olduğu, konvansiyonel enerji kaynaklarının yerine geçerek CO_2 , NO_x ve SO_2 gibi emisyonların azaltılmasına katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir, ki bu emisyonlar asit yağmurları ve küresel ısınma gibi çevresel sorunlara neden olan etkenler olarak bilinmektedir.

Leung and Yang (2012) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, rüzgâr türbinlerinin, sera gazları salınımına neden olmaksızın atmosferin kirlenmesini engellediği ve aynı zamanda nükleer enerji gibi radyoaktif atıkların gelecek nesiller için potansiyel bir sorun teşkil etmediği belirlenmiştir. Bu özellikleriyle rüzgâr enerjisi, çevresel açıdan zararsız bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

Cullen (2013) Texas'taki büyük bir elektrik şebekesinde rüzgâr enerjisinin karbondioksit emisyonlarını azaltma etkisi, rüzgâr enerjisinin doğal dalgalanmasının etkisi kullanılarak nicel olarak hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda yüksek kirlilik maliyetlerinin olduğu durumlarda rüzgâr enerjisinin emisyonları dengelediğini ve bu dengelemenin yenilenebilir enerji teşviklerinin maliyetini aştığını göstermektedir.

Dikmen (2019) çalışmasında 2017 yılında Türkiye'de güneş ve rüzgâr enerjisinin elektrik üretimine olan etkileri, sera gazı emisyonları ve çevresel maliyetlerin azalması

açısından araştırılmıştır. Araştırma, RES'lerin birim elektrik üretimi başına 538,59 kg CO_2 -eş daha az sera gazı emisyonuna sebep olduğunu, bu değerin doğal gaz yakıtlı santrallere göre %96,74 daha düşük olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte RES'lerin güneş enerjisi santrallerine kıyasla birim elektrik üretimi başına 54,59 kg CO_2 -eş daha az sera gazı emisyonuna sahip olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca RES'lerde elektriğin çevre maliyeti, kömür yakan termik santrallere kıyasla birim elektrik üretimi başına 185,1 € daha düşük, doğal gaz yakan termik santrallere göre ise 83,1 € daha düşük olduğu rapor edilmiştir.

Odoi-Yorke *et al.* (2023) Gana'da devreye alınan 10 MW'lık rüzgâr santrali yıllık yaklaşık 3.038 ton CO_2 emisyonunu azalttığı bunun da elektrik şebekesine kıyasla CO_2 emisyonlarında yaklaşık %33 tasarruf sağladığını ifade etmektedirler. Benzer bir sonuç da Şili'de bulunmuştur. Kömürle işleyen termoelektrik santrallerin yerine rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı çözümlerin kullanılması, ülke genelinde CO_2 emisyonlarını %37 oranında azaltacaktır. Ayrıca, bu şehirlerdeki erken ölümlerin azalmasının toplumsal sağlık boyutundaki yararı, 27 milyon ABD doları olarak tespit edilmiştir (Mardones 2023).

Öte yandan, rüzgâr enerjisi, temiz ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak öne çıksa da, doğal alanlarda yapılan her türlü faaliyetin, bu alanlarda yaşayan türler üzerinde farklı derecelerde olumsuz etkilere yol açtığı gözlemlenmektedir. RES sahalarının yer seçimi ve ön etüt çalışmalarının yeterince dikkate alınmadığı durumlarda, rüzgâr enerji türbinlerinin hem yerli hem de göçmen kuş türleri üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Aşıkoğlu ve Tosunoğlu 2018). Bu alanlarda RES'lerin kurulması, kuş türlerinin beslenme, üreme ve yuva yapma gibi temel faaliyetler için kullandığı habitatları sınırlandırarak, bölgede üreyen kuş türlerinin üreme alanlarından ayrılmasına yol açarak rahatsızlık etkisi oluşturmaktadır (Birdlife International 2004). Yabani kuşlar, yarasalar ve arılar gibi birçok canlının ölümüne neden olan türbinler kuşların göç yolları üzerinde kurulmasıyla bu olumsuz etkiyi daha da arttırmaktadır (Gürbüz vd 2021). Rüzgâr enerjisi tesislerinin kuş ve yarasa türleri üzerindeki etkilerini belgeleyen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bazı çalışmalar kuşların çarpışma ölümlerini belgelerken (Barrios and Rodríguez 2004; De Lucas *et al.* 2008), bazı çalışmalar ise yarasaların ölümlerini belgelemişlerdir (Arnett *et al.* 2011; Pylant *et al.* 2016; Apoznański *et al.* 2018). Ayrıca rüzgâr türbinlerin yerleşim alanlarından uzak tutulması önem arz etmektedir. Bu türbinlerin konut bölgelerine yakın bir konumda bulunması durumunda, gürültü, titreşim ve estetik kaygılar gibi olumsuzluklarla karşılaşma olasılığı bulunmaktadır. Bununla birlikte, rüzgâr türbinlerinin yerleşim alanlarına yakın bölgelerde kurulmasının, insanların zihinsel ve

fiziksel sağığına ek olarak çevresel açıdan olumsuz etkileri de beraberinde getirebileceğı belirtilmiştir (Gürbüz vd 2021).

Smallwood (2013) yapmış olduğı çalışmada ABD’de rüzgâr türbinlerinin yaklaşık 900.000 yarasa ve yaklaşık 600.000 kuş ölümüne neden olacağını tahmin etmektedir. Aynı yıl ABD’de Hayes (2013) ve Loss *et al.* (2013) de çalışmalarında buna paralel sonuçlar elde etmişlerdir.

Şenel ve Koç (2016) yaptıkları çalışmada RES’lerin olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi için bazı önerilerde bulunmuştur. Buna göre, RES’lerin yer seçiminde kuş göç yolları, sit alanları ve milli parklar gibi korunan bölgelerden uzak alanların tercih edilmesi gerekir. Bunula birlikte gürültü etkisi dikkate alınarak türbinlerin yerleşim yerlerinden en az 200 metre uzağı yerleştirilmesi ve haberleşme sinyallerini etkilememesi için fiberglas veya kompozit malzemeden üretilmiş kanatların kullanılması gerektiğı belirtilmiştir. Ayrıca, parıltı etkisini azaltmak amacıyla kanat yüzeyinin açık mat gri renkte olması ve görüntü etkisini en aza indirmek için boru tipi kulelerin tercih edilmesi gerektiğı rapor edilmiştir.

Aşıkoğlu ve Tosunoğlu (2018) RES’lerin kurulduğı noktalardan uzaklaşan kuş türlerinin üreme faaliyetlerinin arttığını, bu etkinin RES sahalarının kuş türleri üzerindeki potansiyel etkilerinin habitat kaybı ve rahatsız olma etkisine dayandığını tespit etmişler. Aynı yıl Trieb (2018) çalışmasında, rüzgâr türbinleri nedeniyle toplamda 1.200 ton böceğın öldüğünü belirtmiştir. Bu, böcek popölasyonunun %5’ine tekabül etmektedir.

Yıldız (2019) yenilenebilir enerji kaynakları üzerindeki çevresel etkileri incelediğı çalışmasında, RES’lerin doğal yaşamı olumsuz etkilerinden korumak adına doğru konumlandırılmasının kritik olduğunu vurgulamıştır. Bu santrallerin yerleşim alanlarından uzak tutulması, halkın olumsuz etkilerden kaçınmasını sağlayacaktır. Ayrıca, kuş göç yolları, doğal alanlar ve koruma bölgeleri üzerine kurulmamaları önemlidir. Çevresel etkilerin azaltılması ve flora-fauna envanterinin belirlenmesi de göz önünde bulundurularak, yöre halkının bilgilendirilmesi ve onayının alınması gerekmektedir. Ayrıca türbinlerin arazi yapısına uygun bir şekilde yerleştirilmesi gerektiğı ve doğal çevreye uyumlu olmaları da dikkate alınarak türbinlerin sayısı ve büyüklüğü, alanın taşıma kapasitesine uygun olmalıdır sonucuna varmıştır.

Yaşa (2020) RES’lerin bulundukları bölgelerdeki ornitofauna üzerine etkilerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, çalışma alanında yaşanan habitat kaybının tesisin küçük ölçeğı ve sınırlı türbin sayısı nedeniyle genel etkisinin düşük olduğı rapor edilmiştir. Ses ve RES’lerin kuş davranışları üzerindeki etkileri incelendiğinde, bazı türlerde etkiler gözlemlense de bu durumun genel kuş topluluğı üzerinde belirgin bir etkisi olmadığı ve türbinlere çarpma sonucu herhangi bir kuş ölümü kaydedilmediğı belirtilmiştir.

Gürbüz vd (2021)' de rüzgâr türbinlerinin çevresel etkileri üzerine bir araştırma yapmışlar. Bu çalışmada türbinlerin gürültü, estetik kaygılar, elektromanyetik etkiler ve doğal yaşam üzerindeki olumsuz etkileri ele alınmıştır. Araştırma sonucunda yaban hayvanların (kuşlar, yarasalar ve arılar gibi) rüzgâr türbinlerinden minimum seviyede etkilenmeleri için yanıp sönen ışığın sürekli ışığa tercih edilmesi gerekmektedir. Sürekli ışık kullanılması durumunda ise kırmızı ışığın tercih edilmesi gerektiği sonucuna varmışlar. Ayrıca ekosistemin önemli parçalarından olan kuşlar ve yarasaların rüzgar türbinlerinden kaynaklanan ölümlerini engellemek amacıyla, ses ve ışık uyarıcıları içeren bir prototip tasarlayıp üretmişler.

Thess and Lengsfeld (2022)'in çalışması, rüzgâr enerjisinin yılda yaklaşık 100.000 ton veya 100 trilyon böceğin kaybına yol açabileceğini tahmin etmektedirler. Bu teorik araştırma, rüzgâr santrallerinin yerel hava koşulları ve toprak yapısı üzerindeki etkilerini inceleyerek, ortalama hava hızı, sıcaklık, nem ve yağıştaki değişikliklerin yaban hayatı ve tarım üzerinde potansiyel etkilerine dair kanıtlar sunmaktadır. Son olarak, rüzgâr türbinlerinin yaydığı ses ve ses altı gürültünün, özellikle zaman içinde ölçülebilir sağlık etkileri gösterirse, insanları ve çevrelerinde yaşayan yabani hayvanları olumsuz etkileyebilecek bir potansiyel taşıdığına vurgu yapmaktadırlar.

Fourrier *et al.* (2023) tarafından yürütülen çalışmada ise, rüzgâr türbinlerinin bal arıları üzerindeki potansiyel etkileri incelenmiştir. Araştırmacılar, genç çiftleşmiş kraliçe tarafından bırakılan yumurta aktivitesi, koloni ağırlığındaki artış, kovan düzeyindeki arı davranışları ve bireysel düzeyde kovan dışına çıkan arıların yuvalarına dönme yeteneği üzerine odaklanmışlardır. Çalışma sonuçları, rüzgâr türbinlerinin arı ölümleri veya çiftleşme uçuşları sırasında üreme kastına herhangi bir etkisi olmadığını, aynı zamanda kovan dışına dönen arıların yuvalarına dönme yeteneğinde bir değişiklik olmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca, kolonilerin davranışı, gelişimi ve işlevselliği üzerinde herhangi bir olumsuz etki gözlemlenmemiştir. Bu elde edilen sonuçlar, belirtilen deneysel koşullar altında rüzgâr türbinlerinin bal arısı kolonileri üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmadığını desteklemektedir.

Yapılan çalışmalar, RES'lerin temiz enerji üretimi ve hava kalitesini artırma gibi olumlu yönlerinin yanı sıra; gürültü kirliliği, kuşlar ve diğer yaban hayatı üzerindeki olumsuz etkileri ele almaktadır. Ayrıca RES'lerin ülke ekonomilerine katkısı, GSYİH üzerindeki olumlu etkileri, istihdam yaratma potansiyeli ve karbondioksit gibi sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik katkıları da vurgulanmıştır. Bununla birlikte, rüzgâr türbinlerinin yarasa, kuş, böcek ve arı gibi yaban hayatı türleri üzerindeki etkileri de literatürde yer almaktadır. Ancak mevcut literatürde, RES'lerin bal verimi üzerindeki etkilerine dair ampirik bir bulguya

rastlanmamaktadır. Bu tez, RES'lerin bal verimi üzerindeki etkisini inceleyerek, bu alandaki boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. Bu çalışma, konuyla ilgili ilk ampirik bulguları sunarak uluslararası literatüre özgün bir katkı sağlamayı amaçlamaktadır.



MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışma materyalini, Türkiye'nin Ege Bölgesi'nde yer alan İzmir, Aydın, Muğla, Manisa, Balıkesir ve Çanakkale illerinde gerçekleştirilen anket çalışmaları oluşturmaktadır. Her ilde, RES bulunan bölgelerden 25 ve RES bulunmayan bölgelerden 25 olmak üzere toplam 50 aracıyla yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Böylece, altı ilde toplam 300 aracıdan elde edilen anket verileri analiz sürecinde kullanılmıştır.

Yöntem

Anket sayısının belirlenmesinde uygulanan yöntem

Mevcut çalışma ülkenin kurulu rüzgâr üretim kapasitesinin yaklaşık %55'ini ve ülkenin arıcılık faaliyetlerinin %20'sini barındıran Türkiye'nin ege kıyısında yapılan kapsamlı bir ankete dayanmaktadır. Başlangıçta, tabakalı örnekleme tekniği kullanılarak anket yapılacak işletme sayısını belirlenmeye çalışılmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB) her il için sadece genel kovan sayılarını sağlamış, istatistikleri işletme başına kovan sayısını içermemiştir. Bu sınırlama, tabakalı örneklemeyi uygulanamaz hale getirip ve mevcut verilere dayalı oransal örnekleme yönteminin benimsenmesine yol açtı. Bu yöntemle hesaplanan 135 kişilik örneklem büyüklüğü, olası hataları azaltmak amacıyla %10 oranında arttırılarak yaklaşık 150 kişiye çıkarılmıştır. İller arasındaki kovan sayılarındaki küçük farklılıkları ve önceki çalışmalardan elde edilen varsayımları göz önünde bulundurarak, toplam anketler iller arasında eşit olarak dağıtılmıştır. Böylece, her ilde rüzgâr çiftliklerine yakın işletmelere odaklanarak 25 anket yapılmıştır. Anket, çalışmanın ilerleyen bölümlerinde ayrıntılı olarak açıklanan belirli avantajlardan dolayı RES'lerin yakınında ikamet eden sabit arıcılar hedef alındı. Aynı yerde bir arıcılık işletmesinin hem RES hem de RES olmayan koşullarda eşzamanlı olarak faaliyet göstermesi mümkün olmadığından, karşıt durumu temsil etmek için RES alanları dışındaki benzer işletmeler seçildi. Bu RES-dışı işletmelerin, RES'lerin yokluğunda RES işletmelerinin üretim seviyelerini veya verimlerini yansıtacağı varsayıldı. Literatüre (Baidya Roy *et al.* 2004; Trieb 2018; Danook *et al.* 2019) göre, 10-20 km çapındaki bir alanın RES etki alanı olarak kabul edildi. Böylece, RES çiftliklerinin çevresinde 10 km'lik bir yarıçap RES bölgesi olarak tanımlandı. Bu doğrultuda, her ilin RES bölgesinden 25 ve RES olmayan bölgelerinden ek olarak 25 anket yapılarak toplamda 300 anket gerçekleştirildi. Anketler, sezonun birinci ve ikinci bal hasadı ile örtüşen Eylül ve Ekim aylarında yapılmıştır.

Analizlerde uygulanan yöntem

“Muamele” terimi, herhangi bir alanda uygulanan bir programın, örneğin bir rehabilitasyon veya iyileştirmenin, ampirik olarak etkisini ölçmek için kullanılır. Bu rehabilitasyon veya iyileştirme, ekonomide olabileceği gibi, sağlıkta bir ilacın etkisini belirlemek gibi diğer alanlarda da kullanılabilir. Günümüzde muamele etkilerinin tahmini, özellikle yenilikçi tanımlama yöntemlerinin gelişmesiyle birlikte popüleritesini artırmıştır. “Muamele” genellikle iş eğitimi programları, sürücü eğitim seansları, çiftçilerin rehabilitasyon programlarına katılımı veya devlet okullarındaki standart testlerin düzenlenmesi gibi bazı hükümet politikalarıyla ilişkilendirilebilir (Barnow *et al.* 1980; Yen 2010; Chen *et al.* 2005; Kasteridis and Yen 2012,2014; Yen *et al.* 2012; Shiferaw *et al.* 2014; Kebebe and Shibus 2017). Ancak daha genel olarak, kurumsal bir çerçevede veya bireylerin ekonomik kararlarını etkileyen fiziksel çevrede bir değişiklik olduğunda da değerlendirilebilir (Ghalib *et al.* 2015; Mora-Rivera *et al.* 2019). Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri’nde Gıda Pulu Programı’nın besin maddesi üzerindeki etkilerini inceleyen ve çeşitli sağlık sonuçları üzerindeki etkilerini değerlendiren (Chen *et al.* 2005; Yen 2010; Yen *et al.* 2009;2012; Kasteridis and Yen 2012, 2014) muamele tahmin modelleri bulunmaktadır. Benzer şekilde, kırsal alanlarda mikro finansın hane halkı yoksulluğunu azaltmadaki rolü (Ghalib *et al.* 2015), gelişmiş buğday çeşitlerinin benimsenmesinin hane halkı gıda güvenliği üzerindeki etkisi (Shiferaw *et al.* 2014), alternatif geçim kaynaklarının hane halkı refahı üzerindeki etkisi (Kebebe and Shibus 2017), işçi dövizlerinin iç turizme etkisi (Mora-Rivera *et al.* 2019), iklim değişikliğinin ürün çeşitlendirme kararları üzerindeki etkisi (Kiani *et al.* 2021) ve kooperatif üyeliğinin çiftçi gelirine olan olumlu etkisini ölçen (Wang *et al.* 2023) çalışmalar ekonomi literatüründe geniş bir yelpazede yer bulmuştur.

Çalışmada “muamele” terimi, RES bölgesinde arıcılık faaliyetlerini sürdüren arıcılık işletmeleri için kullanılmıştır. Genellikle muamele terimi pozitif etkileri ortaya koymak için kullanılsa da, uygulamaya konulan bir aktivitenin (örneğin RES’lerin) diğer faaliyetler (arıcılık, habitatlar, konut değerleri vb.) üzerindeki negatif etkilerini belirlemeye yönelik çalışmalar literatürde maalesef ihmal edilmiştir. Bu bağlamda, ülke genelinde uygulamaya konulan RES’lerin bal üretimi veya verimi üzerindeki pozitif veya negatif dışsallıklarını ortaya çıkarmak ve bu bağlamda “muamelenin” her iki yönünü ampirik olarak ilk kez belirlemek, bu tezin literatürde bir yenilik getirmesine olanak tanıyacaktır.

RES’lerin etkisi, RES bölgesinde arıcılık faaliyetlerini sürdüren arıcıların gözlemlenen bal üretim miktarı veya verim düzeyleri ile aynı bölgede RES’ler inşa edilmemiş olsaydı elde edecekleri bal üretim miktarı (yani karşı olgusal sonuç) arasındaki fark olarak tanımlanır

(Rosenbaum and Rubin 1983; Heckman and Vytlačil 2007; Ghalib *et al.* 2015; Kebebe and Shibru 2017; Mora-Rivera *et al.* 2019). Etki değerlendirme literatüründe iyi bilindiği üzere, incelenen bir birey veya ekonomik birim belirli bir zaman diliminde veya yatay kesitte iki durumdan sadece birinde bulunabileceğinden, mevcut durumun karşı olgusal sonuçları gözlemlenemez. RES bölgesinde arıcılık yapmayan ancak sosyo-demografik ve ekonomik açıdan RES bölgesindeki arıcılara benzeyen bir grup arıcının (karşılaştırma grubu veya kontrol grubu) bal üretim veya verim düzeylerini ölçmek, RES bölgesindeki arıcıların karşı olgusal durumlarını değerlendirmek için en yakın yaklaşımı sağlar. Doğal olarak, RES dışı bölgelerdeki arıcılar, RES bölgesindeki arıcıların karşı olgusal durumlarını yansıtmak için kullanılır. Ancak, bir karşılaştırma grubu bulmak etki değerlendirmesinde önemli bir zorluktur. Bu çalışmada olduğu gibi deneysel olmayan çalışmalarda, RES bölgesindeki arıcılar ile RES dışı arıcılar RES bölgesine rastgele atanmazlar (Heckman and Vytlačil 2007; Kebebe and Shibru 2017).

Esas itibarıyla, muamele senaryoları, muamelenin (örneğin, bu çalışmada arıcıların rüzgar enerjisi santralleri bölgesine yakın olma kararı) karar vericiye dışsal olup olmamasına göre iki ana kategoriye ayrılabilir (Teklewold *et al.* 2017; Thornton *et al.* 2018; Kiani *et al.* 2021). İlk senaryoda, tüm gözlemlenebilir faktörler kontrol edildikten sonra, muamelenin sonuç üzerindeki (örneğin, üretim hacmi, verim, saatlik ücretler, mülk değerleri, sağlık durumu, gelir, vb.) etkisi göz ardı edilebilir. Bu senaryo genellikle gözlemlenebilirler üzerine seçim olarak adlandırılır (Teklewold *et al.* 2017; Thornton *et al.* 2018; Kiani *et al.* 2021). Önemli nokta, bireylerin veya birimlerin muameleyi kendilerinin seçmesi veya rastgele atanması durumunda, durumun tamamen gözlemlenebilir hale gelmesidir. Bu nedenle, sıradan regresyon analizleri, muamelenin sonuç üzerindeki etkisini (örneğin, bu çalışmada bal verimini) ortaya çıkarmak için yeterlidir. Buna karşılık, ikinci senaryoda, belirli bir muameleye atanma hem gözlemlenebilir hem de gözlemlenemez faktörler tarafından etkilenir. Bu senaryo, sonuç değişkeniyle doğrudan bağlantılıdır (örneğin, bir arıcının ‘yetenek’ veya ‘cesaret’ gibi gizli özellikleri hem RES’lere yakın olma kararını hem de sonuç değişkeni bal verimini etkileyebilir). Bu durum literatürde sıklıkla gözlemlenemeyenler üzerine seçim veya muamele endojenliği olarak tanımlanır (Teklewold *et al.* 2017; Thornton *et al.* 2018; Kiani *et al.* 2021). Burada, muameleyi belirleyen gözlemlenmeyen faktörler (örneğin, muamele artık değerleri) ile sonucu etkileyen faktörler (örneğin, sonuç artık değerleri) arasında doğal bir bağlantı vardır. Muamelenin sonuç üzerindeki etkisini doğru bir şekilde değerlendirmek, bu karmaşık ilişkiyi istatistiksel olarak kontrol etmeyi gerektirir. Bu karmaşıklıkları tanıyarak ve bunlara göre ayarlamalar yaparak, araştırmacılar politika müdahalelerinin veya ekonomik kararların gerçek etkilerini daha doğru bir şekilde izole edebilir ve anlayabilirler. Böylece, bulgularının geçerliliği ve güvenilirliği artırılmış olur.

Bu çalışmada, gözlemlenemeyen (endojenlik) seçimlere odaklanılmaktadır. Muamele değişkeni sürekli veya sayısal değerli olabilirken, çoğu çalışma ikili sonuçlara odaklanmıştır (Barnow *et al.* 1980; Yen 2010; Chen *et al.* 2005; Kasteridis and Yen 2012, 2014; Yen *et al.* 2012; Shiferaw *et al.* 2014; Kebebe and Shibus 2017; Mora-Rivera *et al.* 2019; Kiani *et al.* 2021). Analiz kapsamında, muamele değişkenini (üretim yeri seçimi, RES bölgesi seçimi) ikili bir yapıya (0/1) indirgenerek modellenmiştir. Muamele değişkeninin endojenliğini muamele etkisi modeli kullanılarak ele alınmıştır. Wooldridge (2010)'in temel gösterimini benimseyerek, w değişkenini arıcıların RES bölgesinde bal üretip üretmediklerini gösteren gösterge değişkeni olarak tanımlansın. Dolayısıyla, eğer sıradan bir arıcı i RES bölgesinde üretim yapıyorsa, yani veri gerçekten o bölgeden alınmışsa, $w_i = 1$ aksi takdirde $w_i = 0$ olur. Ayrıca, y_1 'in RES bölgesindeki sıradan bir arıcılık işletmesinin bir sezondaki bal üretimini veya verimini, y_0 'ın ise aynı dönemde RES bölgesinde olmamış olsaydı aynı işletmenin üretimini veya verimini ifade ettiği varsayılın. Bunlar, ilgili popülasyona atıfta bulunan varsayımsal matematiksel temsilcilerdir. Muamele tahminindeki temel ikilem veya zorluk burada ortaya çıkar; çünkü genellikle herhangi bir arıcı için bu durumlardan yalnızca biri kesitsel bir veri setinde gözlemlenebilir. Herhangi bir arıcılık işletmesi i için, kesitte yalnızca bir sonuç gözlemlenebilirken, diğeri gözlemlenemeyen bir karşı olgusal senaryo olarak kalır. Tek bir arıcılık işletmesinin aynı anda hem RES bölgesinde üretim yapması hem de yapmaması mümkün olmadığından, y_1 ve y_0 'nin eşzamanlı olarak gözlemlenmesi imkansızdır. y_0 , karşı olgusal mantığa dayanarak, sıradan bir arıcının RES bölgesinde üretim yapmadığı durumda bal üretimi veya verim düzeyinin ne olacağını temsil eden gözlemlenemeyen durumu ifade eder. Ancak, muamele öncesi tüm özellikler (sosyo-demografik ve ekonomik faktörler) bakımından olabildiğince benzer arıcılardan oluşan bir karşılaştırma (kontrol) grubu oluşturularak ve bu grubun RES bölgesi dışında üretim yapmasını sağlayarak, muamele etkisi analizi yoluyla karşı olgusal y_0 düzeyini tahmin etmek mümkündür (Barnow *et al.* 1980; Yen 2010; Chen *et al.* 2005; Kasteridis and Yen 2012, 2014; Yen *et al.* 2012; Shiferaw *et al.* 2014; Kebebe and Shibus 2017; Kiani *et al.* 2021).

Gözlemlenen çıktılar (örneğin, bal üretimi veya verim düzeyi) ile yalnızca teorik olarak var olanlar arasında ayırım yapmak önemlidir. Örneğin, $y_1|w=1$, RES bölgesindeki sıradan bir arıcının gözlemlenen bal üretimi veya verim düzeyini temsil ederken, $y_0|w=1$, RES'in yokluğunda karşı olgusal bal üretimi veya verim düzeyini temsil eder. Benzer şekilde, $y_0|w=0$, RES bölgesi dışındaki bir arıcının üretim veya verim düzeyini ifade ederken, $y_0|w=1$, bu bölgelerde RES kurulmuş olsaydı karşı olgusal üretim düzeyini yansıtır. Bu, $y_0|w=1$ hakkında bilgiyi $y_1|w=1$ 'den ve $y_1|w=0$ hakkında bilgiyi $y_0|w=0$ 'dan türettiğimiz anlamına gelir. Bunun gerçekleşmesi için aşağıda belirtilen birkaç önemli koşulun karşılanması gerekmektedir.

Temelde iki popülasyon parametresi vardır: Ortalama Muamele Etkisi (average treatment effect, ATE) ve muameleye konu olanlar üzerindeki ortalama muamele etkisi (average treatment effect on treated, ATT). Kısaca, bunlar RES’in bal üretimi veya verimi üzerindeki ortalama etkileri (ATE) ve RES bölgesindeki arıcılar için ortalama bal üretimi veya verim düzeyi anlamına gelir. Matematiksel temsiller ise şu şekildedir:

$$\begin{aligned} ATE | x &= \tau_{ate}(x) = E(y_1 - y_0 | x) \\ ATT | x &= \tau_{att}(x) = E(y_1 - y_0 | x, w = 1) \end{aligned} \quad (1)$$

İstatistiksel açıdan y_1 , y_0 ve w ilgili popülasyon içinde dağılım gösteren temel rastgele değişkenlerdir. Dolayısıyla, denklem (1)’deki bekleme operatörü E , bu popülasyon dağılımını temsil eder. Ayrıca, denklem (1)’deki dikey çizgi “koşulluğu” ifade eder ve bağımsız değişkenler kümesi x ’e bağlıdır. Bu bağlamda, bağımsız değişkenler kümesi x , işletmenin ve işletmecinin sosyo-demografik ve ekonomik özelliklerini içerir. Doğal florayı daha iyi kullanmak ve bal üretimini veya verimini artırmak amacıyla rüzgâr enerjisi santrali bölgesinde üretim yapma kararıyla karşı karşıya kalan rasyonel bir arıcılık işletmesi göz önünde bulundurulsun. Arıcılık işletmesinin RES bölgesini seçmenin sağladığı fayda U_1 ve bu bölgeyi benimsememenin sağladığı fayda U_0 olarak adlandırılınsın. Arıcılık işletmesi, $U_1 > U_0$ olduğu durumda RES bölgesini tercih edecektir. Burada, $w = U_1 - U_0$, arıcılık işletmesine RES bölgesini seçmenin sağladığı net faydayı temsil eder. Ayrıca, w , arıcının ve işletmenin gözlemlenen özelliklerinin yanı sıra, yer seçim kararını etkileyen ölçüm hataları ve diğer gözlemlenemeyen faktörleri içeren hata terimi epsilon (ε_1) tarafından türetilmiş bir gizli fayda değişkenidir (Barnow *et al.* 1980; Yen 2010; Chen *et al.* 2005; Kasteridis and Yen 2010; Yen *et al.* 2012; Kiani *et al.* 2021).

$$\begin{aligned} z_i' \alpha + \varepsilon_{1i} &> 0 \text{ ise } w = 1 \\ z_i' \alpha + \varepsilon_{1i} &\leq 0 \text{ ise } w = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Burada, α , arıcılığın yer seçim kararını etkileyen bağımsız değişkenler z ’ye karşılık gelen bir parametre vektörüdür. Çıktı denklemi y , muamele değişkeni w tarafından şu şekilde etkilenir:

$$\log y_i = x_i' \beta + \gamma w_i + \varepsilon_{2i} \quad (3)$$

Burada, $\log(y)$, arıcıların üretim veya verim seviyesinin doğal logaritmasını temsil eder. x , üretim veya verim seviyelerini etkileyen arıcıların ve işletmelerinin sosyo-demografik ve ekonomik faktörlerini içeren bir kümedir ve β , regresyon değişkenlerine karşılık gelen tahmin edilmesi gereken bir parametre vektörüdür. Ayrıca, ε_2 hata terimi, ölçüm hataları dâhil olmak üzere üretim veya verim seviyesini etkileyen diğer tüm faktörleri kapsar. Bu arada, her iki

denklemdaki hata terimlerinin ϵ , sıfır ortalamalı ve belirli standart sapmalara sahip normal dağıldığı ve kovaryans matrisinin aşağıdaki gibi olduğu varsayılmaktadır:

$$\begin{bmatrix} \epsilon_{1i} \\ \epsilon_{2i} \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho\sigma \\ \rho\sigma & 1 \end{bmatrix} \right) \quad (4)$$

Burada; ρ iki hata terimi arasındaki korelasyon katsayısını ifade etmekte olup parametrik olarak ölçülecektir. Şimdi, $w=1$ olduğunda $\kappa=1$ ve $w=0$ olduğunda $\kappa=-1$ olacak şekilde $\kappa_i = 2w_i - 1$ olacak şekilde bir ikilik gösterge değişkeni tanımlansın. n örnekli arıcılık işletmeleri için en yüksek olabilirlik fonksiyonu (MLE) aşağıdaki gibidir (Kasteridis and Yen 2012, 2014; Yen *et al.* 2012; Kiani *et al.* 2021):

$$\begin{aligned} L &= \prod_{d_i=0} y_i^{-1} \sigma^{-1} \phi \left(\frac{\log y_i - x_i' \beta - \gamma d_i}{\sigma} \right) \Phi \left(- \frac{z_i' \alpha + \rho \sigma^{-1} (\log y_i - x_i' \beta - \gamma d_i)}{(1 - \rho^2)^{1/2}} \right) \\ &\times \prod_{d_i=1} y_i^{-1} \sigma^{-1} \phi \left(\frac{\log y_i - x_i' \beta - \gamma d_i}{\sigma} \right) \Phi \left(\frac{z_i' \alpha + \rho \sigma^{-1} (\log y_i - x_i' \beta - \gamma d_i)}{(1 - \rho^2)^{1/2}} \right) \\ &= \prod_{i=1}^n y_i^{-1} \sigma^{-1} \phi \left(\frac{\log y_i - x_i' \beta - \gamma d_i}{\sigma} \right) \Phi \left(\kappa_i \frac{z_i' \alpha + \rho \sigma^{-1} (\log y_i - x_i' \beta - \gamma d_i)}{(1 - \rho^2)^{1/2}} \right) \end{aligned} \quad (5)$$

Burada, y_i^{-1} ifadesi, $\log y_i$ değişkeninden y_i değişkenine yapılan Jacobian dönüşümünü temsil eder. RES bölgesini seçme olasılığı ile bal üretimi veya verimin koşullu ve koşulsuz ortalama seviyeleri şu şekilde ölçülecektir (Kasteridis and Yen 2012, 2014; Yen *et al.* 2012; Kiani *et al.* 2021):

$$\begin{aligned} \Pr(w_i = 1) &= \Phi(z_i' \alpha) \\ E(y_i | w_i = 1) &= \exp(x_i' \beta + \gamma w_i + \sigma^2 / 2) \left(\frac{\Phi(z_i' \alpha + \rho \sigma)}{\Phi(z_i' \alpha)} \right) \\ E(y_i | w_i = 0) &= \exp(x_i' \beta + \sigma^2 / 2) \left(\frac{\Phi(-z_i' \alpha - \rho \sigma)}{\Phi(-z_i' \alpha)} \right) \\ E(y_i) &= \Pr(w_i = 1) * E(y_i | w_i = 1) \end{aligned} \quad (6)$$

Dışsal değişkenlerin RES bölgesini seçme olasılığı ve koşullu ortalama üretim/verim seviyeleri üzerindeki marjinal etkileri, denklem (6)'daki her eşitliğin ilgili regresörlere göre farklılaştırılmasıyla elde edilir. Bu çalışmada marjinal etkilerin standart hatalarını elde etmek için delta yöntemi kullanılacaktır. Bu arada, RES bölgesini seçmenin bal üretimi/verimi üzerindeki etkisi (treatment effect, TE), Denklem (6)'daki iki koşullu ortalama arasındaki farka eşittir ve ortalama muamele etkisi, bu denklem (Kasteridis and Yen 2012, 2014; Yen *et al.* 2012; Kiani *et al.* 2021):

$$TE_i = E(y_i | w_i = 1) - E(y_i | w_i = 0)$$

$$ATE = n^{-1} \sum_{i=1}^n TE_i \quad (7)$$

Ek olarak, aşağıdaki denklemleri karşılaştırarak, sırasıyla gerçek ve karşı-olgusal senaryolarda RES'i benimseyenler ve benimsemeyenler için muamele etki ve muamele dışı etki (ATU) (RES dışı) şu şekilde hesaplanacaktır:

$$ATT = n^{-1} \sum_{i=1}^n TE_i (w_i = 1)$$

$$ATU = n_0^{-1} \sum_{i=1}^{n_0} E(y_i | w_i = 1) - \exp(\log y_{0i}) \quad (8)$$

burada n ve n_0 sırasıyla toplam örnek boyutunu ve RES olmayan grup için örnek boyutunu temsil eder. Muamele etkilerinin büyüklüğü ve işareti gama (γ), sigma (σ) ve ρ 'ya bağlıdır ve bu nedenle önceden belirlenemez. Bu arada, modeldeki tanımlama sorununun üstesinden gelmek için, bal üretim/verim denkleminde değil, RES'lerin seçilme olasılığında bazı bağımsız değişkenler kullanılacaktır (ve bunun tersi de geçerlidir).

Açıklayıcı değişkenlerin kullanılma gerekçeleri

Çalışmada, arıcılık faaliyetleri için yer seçimini etkileyen faktörler incelenmekte ve bu faktörlerin bal verimi üzerindeki etkileri, özellikle rüzgar enerji santrallerine yakınlığın rolünü merkeze alarak analiz edilmektedir. Araştırma, yer seçimini etkileyen faktörler ile bu faktörlerin bal verimi üzerindeki etkisini, kuramsal çerçeve, önceki çalışmalar ve ampirik veriler doğrultusunda değerlendirmektedir. Uygulanan yöntem, hipotezlerin test edilmesini ve değişkenlerin geçerliliği ile uygulanabilirliğini güvence altına alacak şekilde tasarlanmıştır.

Bu çalışma, bu unsurların arıcılık uygulamaları üzerindeki etkilerine dair önemli bilgiler sunarak, bu değişkenlerin işletme tercihleri ve bal verimi üzerindeki etkisini incelemektedir. Türkiye'nin Ege bölgesindeki altı ili odağına alan araştırma, rüzgar santralleri ile arıcılık uygulamaları arasındaki coğrafi farklılıklara dikkat çekmektedir. Ayrıca, farklı kuşakların—Bebek patlaması kuşağı (1965'ten önce doğanlar), X Kuşağı (1965-1980 arasında doğanlar) ve Y Kuşağı (1980'den sonra doğanlar)—arıcılık kararları ve üretkenlik üzerindeki etkileri incelenmektedir. Farklı kuşakların bakış açıları, insanların rüzgar türbinlerinin arıcılık üzerindeki etkilerini nasıl algıladığını şekillendirebilir. Örneğin, Bebek Patlaması Kuşağı bu teknolojilere temkinli yaklaşabilir, geleneksel uygulamalara olası zararlar konusunda endişe duyabilir. Buna karşılık, Y Kuşağı sürdürülebilirliğe olan güçlü bağlılıklarını yansıtarak bu tür girişimlerin çevresel faydalarını ve olumlu etkilerini vurgulama eğilimindedir. X Kuşağı ise

genellikle rüzgar türbini teknolojisinin hem risklerini hem de avantajlarını değerlendirerek daha dengeli bir bakış açısı benimser. Rüzgar türbinlerinin arıcılık üzerindeki etkilerini tam anlamıyla kavrayabilmek için her kuşağın teknoloji ve çevre sorunlarına yönelik tutumlarının karar verme süreçlerini nasıl etkilediğini göz önünde bulundurmak gereklidir. Uluslararası literatür, arıcıların yaşının; iklim değişikliği ve teknolojik yeniliklere verdikleri tepkileri şekillendiren başlıca etkenlerden biri olduğunu ortaya koymaktadır (Kumsa and Gorfı 2014; Degu *et al.* 2022). Ayrıca pek çok araştırma, yaş faktörünün bal üretim stratejilerinde ve tarımsal karar alma süreçlerinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir (Affognon *et al.* 2015; Dinka and Kumsa 2016; Malkamäki *et al.* 2016; Kiros and Tsegay 2017). Dolayısıyla, kuşak perspektiflerinin arıcılık kararlarına olan etkisini analiz ederken, her grubun teknolojiyi kabul etme ve çevresel değişimlere tepki verme biçimlerinin genel tutumlarını nasıl şekillendirdiğini dikkate almak önemlidir.

Ayrıca, eğitim düzeyi ve medeni durumun arıcılık uygulamaları üzerindeki etkileri de değerlendirilmektedir. Örneğin, daha yüksek eğitim seviyesine sahip arıcılar, rüzgar santralleri yakınında faaliyet göstermenin avantaj ve dezavantajlarını daha iyi anlayarak bunlarla başa çıkma konusunda daha donanımlıdır. Bu bilgi, bilinçli alan seçimlerini kolaylaştırmakta ve teknik becerileri geliştirmekte, dolayısıyla daha verimli uygulamalar ve daha yüksek bal üretimi sağlamaktadır. Benzer şekilde, medeni durum da alan seçimi ve bal verimi üzerinde etkili olabilir; evli arıcılar, aile sorumlulukları nedeniyle daha uygun konumları tercih edebilirler. Yapılan araştırmalar hem eğitim durumunun hem de medeni durumun bal verimi, iklim değişikliğine duyarlılık ve yeni teknolojilere adaptasyon gibi arıcılığın temel unsurlarını şekillendirmede kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Girma and Gardebroek 2015; Affognon *et al.* 2015; Dinka and Kumsa 2016; Alemu *et al.* 2016; Amulen *et al.* 2017; Meilby and Cross 2019; Tadesse *et al.* 2021; Degu *et al.* 2022; Deksis *et al.* 2024). Aile desteği, işletme ölçeği ve verimliliği artırarak daha büyük ve başarılı arıcılık girişimlerine olanak sağlayabilir. Ayrıca, bireylerin arıcılık hakkında bilgi edinme şekli, kovanlarını nerede kuracaklarına ve ne kadar bal üreteceklerine dair kararlarını önemli ölçüde etkileyebilir. Etkili eğitim yaklaşımları, hem alan seçimi hem de bal hasadının miktarı açısından daha iyi tercihler yapılmasına katkı sağlayabilir.

Öte yandan arıcılık faaliyetlerini etkileyen araç sahipliği gibi pratik faktörler de değerlendirilmektedir. Araç sahibi olmak, arıcıların kovanlarına erişimini ve genel üretkenliklerini önemli ölçüde etkileyebilir. Bir aracın varlığı, arıcıların rüzgar santralleri yakınındaki izole bölgelere ulaşmasını kolaylaştırarak düzenli bakım ve hasadı mümkün kılar; bu da bal üretimini artırabilir. Buna karşın, vücut kitle indeksi (VKİ), arıcının sağlık durumu

ve operasyonel kararları üzerindeki etkilerine dair ipuçları verebilir. Yüksek bir VKİ, fiziksel açıdan zorlu ortamlarda çalışmayı engelleyebilecek sağlık sorunlarına işaret edebilirken, düşük bir VKİ genellikle daha iyi bir sağlık durumu ve zorlayıcı koşullarda çalışma isteğiyle ilişkilendirilir ve bu da potansiyel olarak artan bal üretimine yol açabilir. Analiz ayrıca farklı tarım kayıt türlerinin ve kooperatif üyeliklerinin bal verimi üzerindeki etkilerini de incelemektedir. Bir kooperatifin parçası olmak, ortak kaynaklara, teknik desteğe ve eğitime erişim sağlayarak rüzgar santrali bölgelerinde faaliyet göstermeyi kolaylaştırabilir ve genellikle daha yüksek bal verimine yol açabilir. Çeşitli çalışmalar, bu tür etkenlerin arıcılık sistemlerinin dayanıklılığını, verimliliğini ve yenilik geliştirme yeteneğini artırmada önemli bir rol oynadığını olarak ortaya koymaktadır (Gebrehiwot 2015; Tadesse *et al.* 2021; Degu *et al.* 2022; Deksis *et al.* 2024). Buna ek olarak, tarım sigortası, kredi bazlı borçlar ve devlet yardımı gibi finansal faktörler de değerlendirilmektedir. Örneğin, önemli devlet fonları, rüzgar santrali bölgeleriyle ilişkili riskleri ve maliyetleri hafifletmeye yardımcı olabilir ve arıcıların daha iyi ekipman ve malzemelere yatırım yapmasını sağlayarak üretimi artırabilir. Mevcut literatür, krediye erişimin üreticiler üzerinde hem yapısal hem de psikolojik etkiler yarattığını ve bunun risk alma toleransını artırarak yenilikçi uygulamalara açıklığı güçlendirdiğini göstermektedir (Ejigu 2009; Tarekegn and Ayele 2020; Tadesse *et al.* 2021; Degu *et al.* 2022; Deksis *et al.* 2024).

Ayrıca, arıcılığa özgü unsurları, örneğin arı yetiştirme ve besleme uygulamaları, arıcıların yaşlarına göre deneyimleri ve kovanların ana yollara yakınlığı gibi faktörler de incelenmektedir. Bu çeşitli bileşenleri entegre ederek, farklı faktörlerin arıcılık uygulamaları ve bal verimleri üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde analiz ediliyor. Bu değişkenlerin arıcılık faaliyetlerinin performansını belirlemede önemli rol oynadığı ortaya konulmuştur (Sahle *et al.* 2018; Tadesse *et al.* 2021). Bu derinlemesine yaklaşım, arıcılık yöntemleri ile çevresel faktörler arasındaki karmaşık ilişkiyi anlamayı hedefler ve daha etkili ve sürdürülebilir arıcılık uygulamalarına katkıda bulunur. Son olarak, arıcılıkta modernizasyon ve ölçek ekonomilerini temsil eden araç ve ekipmanların miktarı, çeşitliliği ve kalitesi, rüzgar türbinlerinin yakınında kovan yerleştirme kararını ve elde edilen bal verimini önemli ölçüde etkileyebilir. Modern yalıtımlı kovanlar ve gelişmiş izleme sistemlerine yatırım yapan arıcılar, kolonilerini yakındaki türbinlerden gelen gürültü ve titreşimler gibi stres faktörlerinden koruyacak şekilde daha iyi donanımlıdır, bu da arıların üretkenliğini sağlar. Bu tür stratejik yatırımlar, çevresel zorlukları hafifletir ve bal üretimini artırır, bu da ölçek ekonomilerinin net bir ölçüsünü sağlar. Buna karşılık, yetersiz ekipman, arıları türbin kaynaklı kesintilere karşı savunmasız bırakabilir ve bu da bal veriminde azalmaya neden olabilir. Sonuç olarak, bir arıcılık operasyonunun başarısı, lokasyondan bağımsız olarak, gelişen koşullara uyum sağlama ve bu koşullarda başarılı olma

yeteneğine bağılıdır. Ayrıntılı tanımlayıcı istatistikler, varyans şişirme faktörü (VIF) dâhil olmak üzere, bulgular ve tartışma bölümünde ve ilgili tablolarda (Tablo 4 ve 5) sunulmuştur.



BULGULAR VE TARTIŞMA

Anket Sonuçları

Tablo 4, modelin bağımlı ve bağımsız değişkenlerinin ortalamalarını sunmaktadır. Çalışma, her ilden (İzmir, Aydın, Muğla, Manisa, Balıkesir, Çanakkale) eşit sayıda katılımcı içermekte olup, her biri toplam katılımcıların %16,7'sini temsil etmektedir. Araştırmaya katılan arıcıların demografik dağılımı şu şekildedir: Katılımcıların %31,7'si 1965 öncesinde, %62,3'ü 1965-1980 yılları arasında, %6'sı ise 1980 sonrasında doğmuştur. Bu verilere göre arıcıların genel olarak orta yaş grubunda olduğunu söylenebilir. Karahan ve Özbakır (2020) tarafından yapılan bir araştırmada arıcıların yaş ortalamasının 45,7 olduğu, Kadirhanoğulları (2016) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise arıcıların yaş ortalamasının 52 olduğu, benzer şekilde Aksoy vd. (2022) yaptıkları çalışmada arıcıların ortalama yaşını 52.3 bulmuşlardır. Arıcıların %51,3'ünün ilkokul mezunu, %12,7'si ortaokul mezunu, %19,7'si lise mezunu ve %16,3'ü yüksek öğrenim mezunudur. Katılımcıların %91,3'ü evli, %83'ünün arabası vardır, %41,7'si çiftçi kayıt sistemine dahildir ve %94,3'ü bir arıcılık kooperatifinin üyesidir. Yapılan başka çalışmalarda, arıcıların %47'sini ilköğretim mezunu olduğu (Karahan ve Özbakır 2020), %87,2'sinin birlik üyesi olduğu (Özbakır vd 2016) ve %57,2'sinin kooperatife üye olduğu (Uzundumlu vd 2011) belirlenmiştir. Araştırmaya katılan arıcıların %77,7'si arıcılık dışında başka bir işe sahip, %49,3'ü arıcılıkla birlikte bitki ve hayvansal üretimi yapmakta, %85,3'ü göçebe arıcılık yaparken, %37,7'sinin tarımsal krediye dayalı borcu bulunmaktadır. Ayrıca, %85,7'si bal üretimi dışında diğer arıcılık ürünleri de üretmektedir. Katılımcıların %48'inin geçim kaynağı arıcılıktır ve %43'ü arıları için tarımsal sigorta yaparken, %44,3'ü tarımsal kredi kullanmıştır. Karahan ve Özbakır (2020) tarafından yapılan araştırmada arıcıların %46,7'sinin asıl mesleğinin arıcılık olduğu belirlenmiştir. Kaya ve Topuz (2023)'ün çalışmasında ise, arıcıların %62'si için arıcılık asıl iş iken, %38'i arıcılığı ek iş olarak yapmaktadır. Özbakır vd (2016)'ın Adıyaman ilinde yaptığı çalışmasına göre, arıcıların %53,5'i göçebe arıcıdır. Karahan ve Özbakır (2020)'ın güneydoğu anadolu bölgesinde yaptığı çalışmada ise bu oran %77,8 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4. Bağımlı ve Açıklayıcı Değişkenlerin Betimleyici İstatistikleri

Değişkenler	Tanımlayıcı	Ortalama (Std. VİF Sapma)	
Bağımlı Değişkenler			
Bal Verimi	Kovan başına bal üretimi	15,148 (7,167)	-
Gelir	Arıcılık faaliyetinden elde edilen gelir (Türk Lirası/1000)	278,123 (257,228)	-
Kukla veya Kategorik değişkenler			
İzmir	İzmir’de arıcılık yapılıyorsa 1, yapılmıyorsa 0	0,167 (0,373)	2,687
Aydın	Aydın’da arıcılık yapılıyorsa 1, yapılmıyorsa 0	0,167 (0,373)	2,608
Muğla	Muğla’da arıcılık yapılıyorsa 1, yapılmıyorsa 0	0,167 (0,373)	3,242
Manisa	Manisa’da arıcılık yapılıyorsa 1, yapılmıyorsa 0	0,167 (0,373)	2,588
Balıkesir	Balıkesir’da arıcılık yapılıyorsa 1, yapılmıyorsa 0	0,167 (0,373)	2,049
Çanakkale	Çanakkale’da arıcılık yapılıyorsa 1, yapılmıyorsa 0 (referans grubu)	0,167 (0,373)	-
Yaş Grubu < 1965	Birey 1965’ten önce doğmuşsa 1, değilse 0	0,317 (0,466)	-
Yaş Grubu 1965-1980	Birey 1965 - 1980 yaş grubundaydı 1, değilse 0	0,623 (0,485)	1,413
Yaş Grubu >1980	Birey 1980’den sonra doğmuşsa 1, değilse 0	0,060 (0,238)	1,686
İlkokul	Birey ilköğretim mezunu ya da hiç resmi eğitim almamış ise 1, diğer durumlar için 0 (Referans grup)	0,513 (0,501)	-
Ortaokul	Birey ortaokul mezunu ise 1, değilse 0	0,127 (0,333)	1,315
Lise	Birey lise mezunu ise 1, değilse 0	0,197 (0,398)	1,509
Üniversite	Birey üniversite diplomasına sahipse, yüksek lisans ve doktora dahil, 1; değilse 0	0,163 (0,370)	1,786
Dul/boşanmış	İşletmeci dul veya boşanmış ise 1, aksi takdirde 0 (referans grup)		-
Evli	Birey evli ise 1, değilse 0	0,913 (0,282)	2,324
Hiç evlenmemiş	Birey hiç evlenmemişse 1, değilse 0	0,047 (0,211)	2,550
Başkalarından öğrenme	Arıcılık başkalarından öğreniliyorsa 1, aksi takdirde 0 (Referans)	0,240 (0,428)	-
Atadan öğrenme	Arıcılık atadan miras kaldıysa 1, değilse 0	0,490 (0,501)	2,053
Kurslarla öğrenme	Arıcılık kurslar aracılığıyla öğrenildiyse 1, değilse 0	0,270 (0,445)	1,766
Araba	Kişinin arabası varsa 1, değilse 0	0,830 (0,376)	1,176
AKS	Arıcılık kayıt sistemine dahil ise 1, kayıtlı değilse 0	0,223 (0,417)	1,252
ÇKS	İşletme çiftçi kayıt sistemine dahil ise 1, değilse 0	0,417 (0,494)	1,599
Kooperatif üyesi	Arıcılık faaliyeti ile ilgili kooperatif/birlik üyeliği varsa 1, değilse 0	0,943 (0,232)	1,360
Arıcılık işi dışında	İşletmecinin arıcılık dışında bir işi varsa 1, yoksa 0	0,777 (0,417)	1,620

Tablo 4. (devamı)

Bitkisel ve hayvansal üretim	Arıcılık dışında bitkisel ve hayvansal üretimle ilgili bir faaliyet varsa 1, yoksa 0	0,493 (0,501)	1,911
Göçebe	Eğer birey göçebe ise 1, değilse 0	0,853 (0,354)	1,888
Sigorta	Arılara yönelik tarım sigortası varsa 1, yoksa 0	0,430 (0,496)	1,749
Kredi bazlı borç	Tarımsal krediye dayalı borç varsa 1, değilse 0	0,377 (0,485)	2,400
Diğer arı ürünleri üretimi	Bal üretimi dışında arıcılık ürünleri üretimi varsa 1, yoksa 0	0,857 (0,351)	1,218
Kredi kullanımı	İşletmeci yıl içinde tarımsal kredi kullanmışsa 1, kullanmamışsa 0	0,443 (0,536)	2,583
Geçim kaynağı	Arıcılık geçim kaynağıysa 1, değilse 0	0,480 (0,500)	2,225
Diğer kraliçe ırkı	Kraliçe ırkı Kafkas, Karniyol, İtalyan veya Muğla dışındaysa 1, değilse 0	0,360 (0,481)	2,126
Diğer çalışan ırk	İşçi ve damızlık arı ırkı Kafkas, Karniyol, İtalyan veya Muğla ırklarından farklıysa 1, değilse 0	0,440 (0,497)	2,369
Kraliçe değişimi	Kolonilerde ana arı değişimi yapılıyorsa 1, aksi takdirde 0	0,107 (0,309)	1,153
Haftalık besleme	Koloniler haftalık olarak beslenirse 1, aksi halde 0	0,423 (0,495)	1,341
Beslenme	Koloniler hem kek hem de şekerle besleniyorsa 1, aksi takdirde 0	0,777 (0,417)	1,212
Sürekli değişkenler:			
Mesafe	Kovanların bulunduğu yerin ana yola uzaklığı (km)	2,910 (2,132)	1,176
Deneyim oranı	Girişimcinin deneyim yaşının oranı	0,393 (0,191)	1,599
Çalışma oranı	Ailede çalışan birey sayısının toplam aile büyüklüğüne oranı	0,452 (0,369)	1,150
Sübvansiyon miktarı	Yıl boyunca arıcılık faaliyetleri için devlet destek miktarı (Türk Lirası) / 10.000	6,971 (4,842)	2,562
Malzeme oranı	İşletmede kovan başına kullanılan toplam malzeme sayısı	0,127 (0,148)	2,320
Vücut kitle indeksi	Arıcının vücut kitle indeksi (ağırlığın boyun karesine bölümü)	26,71(3,436)	1,211
Sağım sayısı	Bir yıldaki toplam sağım sayısı	2,477 (0,901)	1,593
Toplam gözlem sayısı		300	

Önemli bir not olarak, arıcıların %49'u mesleği atadan, %27'si kurslarla ve %24'ü başkalarından öğrenmiştir. Ayrıca, arıcıların %42,3'ü kolonilerini haftalık olarak beslerken, %77,7'si kolonilerini beslemek için hem kek hem de şeker kullanmaktadır. Kutlu ve Kılıç (2020) tarafından yapılan bir araştırmada, arıcıların %37'sinin arıcılığı aileden, %32'sinin diğer arıcılardan, %23'ünün kurslardan ve %8'inin literatürlerden öğrendiği belirtilmiştir. Aynı araştırmada, sonbaharda arıcıların büyük bir kısmının (%88,4) şurupla, kış mevsiminde ise çoğunlukla (%87,8) kekle besleme yaptıkları ve besleme yapmayanların oranının düşük olduğu

tespit edilmiştir. Diğer değişkenlerin istatistiksel değerleri Tablo 4’de detaylı olarak sunulmuştur. Ayrıca, bağımsız değişkenler arasındaki çoklu doğrusallık, VIF skorları kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüm VIF skorları 10’un altında olduğundan, bağımsız değişkenler arasında anlamlı bir çoklu doğrusallık bulunmadığı doğrulanmıştır.

Tablo 5, modele dâhil edilen ikili veya çok düzeyli kategorik değişkenler için kovan başına ortalama bal verimini sergilemektedir. Bu değişkenler arasındaki bal verimi farklılıkları değerlendirildi; ikili değişkenler için t istatistiklerini ve üç veya daha fazla düzeyli değişkenler için varyans analizi (ANOVA) F istatistiklerini kullanarak hesaplanmıştır. Bu değerler, hem genel veri seti için hem de RES olan ve olmayan bölgeler için hesaplanmıştır. Yorumlamalar istatistiki olarak önemli çıkan parametreler için yapılmıştır.

Tablo 5. Ortalama Bal Verimi ve Her Kategorik Değişken İçin İstatistiksel Testler

Değişken	Genel veri seti		RES bölgesi		RES dışı bölgesi	
	Bal verimi	T-testi/F -değeri	Bal verimi	T-testi/F -değeri	Bal verimi	T-testi/F -değeri
Şehirler		2,450 **		2,564**		0,836
İzmir	15,940		15,691		16,189	
Aydın	12,252		12,008		12,497	
Muğla	15,913		17,863		13,963	
Manisa	14,949		15,515		14,383	
Balıkesir	15,061		15,109		15,012	
Canakkale	16,773		18,770		14,777	
Yaş grubu türleri		3,458 **		2,905*		1,017
Yaş Grubu < 1965	13,582		13,711		13,475	
Yaş Grubu 1965-1980	15,937		16,946		14,918	
Yaş Grubu >1980	15,217		14,724		16,499	
Eğitim seviyeleri		0,122		0,116		0,146
İlkokul	15,018		15,974		14,241	
Ortaokul	15,704		15,978		15,365	
Lise	15,328		16,061		14,398	
Üniversite	14,910		15,042		14,749	
Medeni hal		0,661		0,923		1,448
Dul/boşanmış	12,981		10,184		13,541	
Evli	15,197		16,020		14,325	
Hiç evlenmemiş	16,039		13,520		18,559	
Öğrenme türleri		5,349 ***		7,690***		0,211
Başkalarından öğrenme	16,360		17,777		14,943	

Tablo 5. (devamı)

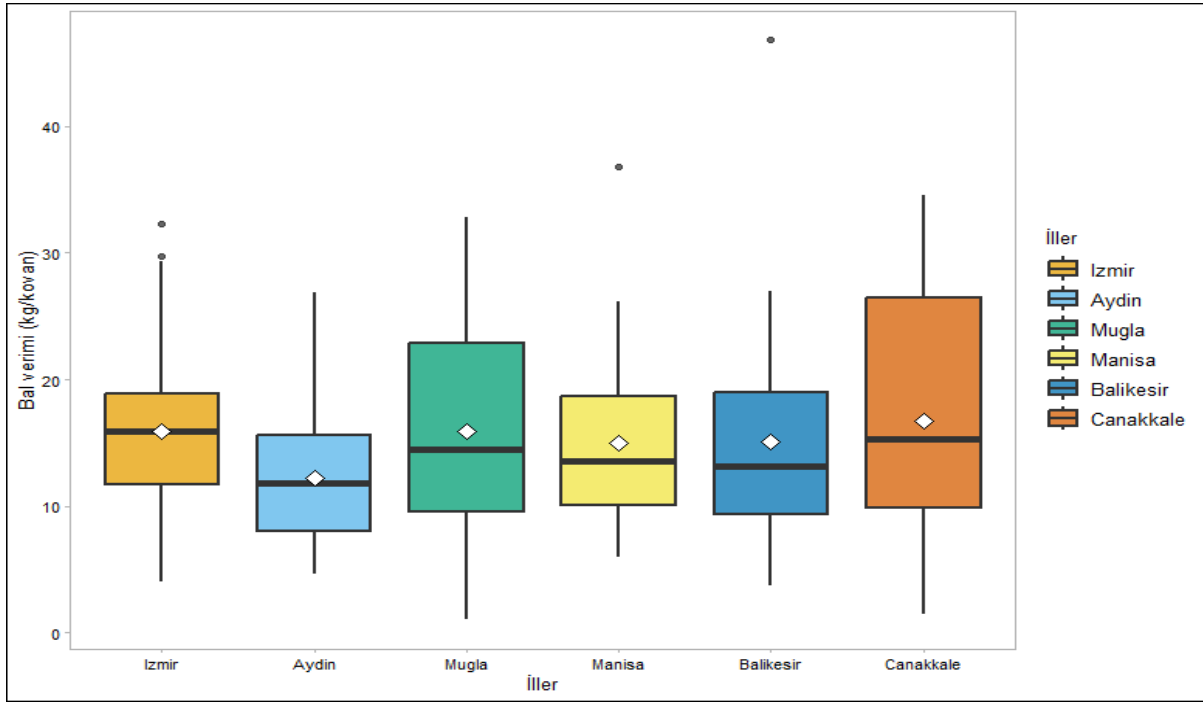
Atadan öğrenme	15,742	16,907	14,529	
Kurslarla öğrenme	12,993	11,946	13,964	
Araba		1,209	0,799	0,802
Evet	15,363	16,017	14,683	
Hayır	14,097	14,769	13,544	
AKS		1,677*	1,259	0,972
Evet	16,430	17,203	15,475	
Hayır	14,780	15,375	14,219	
ÇKS		0,648	1,380	-0,162
Evet	15,469	17,047	14,381	
Hayır	14,919	15,197	14,558	
Kooperatif üyesi		0,596	0,093	0,804
Evet	15,196	15,838	14,550	
Hayır	14,347	15,613	13,222	
Arıcılık işi dışında		-0,416	0,410	-1,083
Evet	15,050	15,980	14,160	
Hayır	15,487	15,338	15,661	
Bitkisel ve hayvansal üretim		0,478	1,220	-0,572
Evet	15,349	16,632	14,166	
Hayır	14,952	15,101	14,791	
Göçebe		3,717***	4,503	0,933
Evet	15,680	16,716	14,660	
Hayır	12,051	10,909	13,302	
Sigorta		0,648	0,476	0,490
Evet	15,464	16,185	14,776	
Hayır	14,910	15,566	14,230	
Kredi bazlı borç		1,476	1,385	0,806
Evet	15,939	16,981	15,019	
Hayır	14,670	15,195	14,105	
Diğer arı ürünleri üretimi		2,515**	1,213	2,232**
Evet	15,543	16,085	14,978	
Hayır	12,790	14,036	11,804	
Kredi kullanımı		3,366*	0,797	1,788*
Evet	16,026	16,494	15,578	
Hayır	14,494	15,367	13,600	

Tablo 5. (devamı)

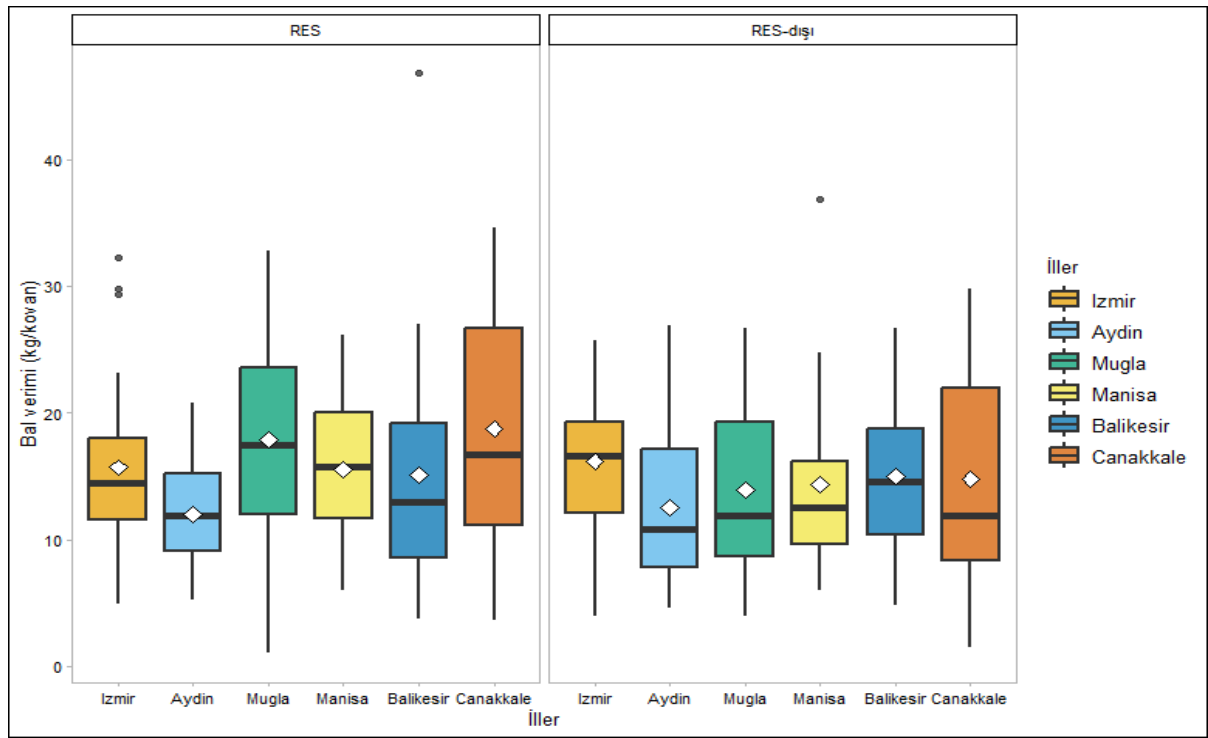
Geçim kaynağı		2,360**	2,164**	1,045
Evet	16,159		17,150	15,083
Hayır	14,214		14,502	13,948
Diğer kraliçe ırkı		0,657	1,141	-0,384
Evet	15,518		16,760	14,181
Hayır	14,940		15,270	14,624
Diğer çalışan ırk		2,376**	2,852***	0,346
Evet	16,271		17,810	14,685
Hayır	14,266		14,224	14,306
Kraliçe değişimi		1,210	0,830	0,691
Evet	16,739		17,262	15,867
Hayır	14,958		15,605	14,349
Haftalık besleme		-0,184	-0,384	-0,025
Evet	15,060		15,570	14,453
Hayır	15,213		16,044	14,481
Beslenme		-0,866	-0,513	-0,731
Evet	14,955		15,643	14,273
Hayır	15,818		16,448	15,169
Rüzgar çiftliği bölgesi		1,643 *	—	—
Evet	15,826		—	—
Hayır	14,470		—	—

Ege Bölgesi'nde altı ilde kovan başına bal verimi incelendiğinde, en yüksek verimin Çanakkale'de olduğu, Çanakkale'yi sırasıyla İzmir, Muğla, Balıkesir ve Manisa izlerken, en düşük verimin ise Aydın'da bulunduğu tespit edilmiştir. Özellikle rüzgâr enerjisi santralleri bulunan bölgelerde, Çanakkale'nin bal verimi en yüksek olup, Muğla yakın bir verimlilik göstermektedir; buna karşın, en düşük verim yine Aydın'da gözlemlenmiştir. Rüzgâr enerjisi santralleri bulunmayan bölgelerde ise İzmir, bal verimliliğinde ilk sırada, onu Balıkesir takip etmektedir; en düşük verim yine Aydın'da kaydedilmiştir. İzmir ve Aydın illeri dışındaki dört ilde (Çanakkale, Muğla, Manisa, Balıkesir), RES bölgelerindeki bal verimi, RES dışı bölgelere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Özellikle Çanakkale ve Muğla illerinde, RES bölgelerindeki bal verimi, RES dışındaki bölgelere göre önemli ölçüde daha fazla tespit edilmiştir. Örneğin, Çanakkale ilinde RES bölgesinde kovan başına ortalama bal üretimi 18,77 kg olarak belirlenmişken, aynı ilde RES dışı alanlarda bu değer 14,78 kg'dır. Benzer şekilde, Muğla ilinde RES bölgelerinde kovan başına düşen bal üretimi 17,86 kg iken, RES dışındaki bölgelerde bu miktar 13,96 kg olarak kaydedilmiştir. Genel olarak, bu illerdeki bal verimine bakıldığında,

RES bölgelerindeki verimin, RES dışı bölgelere göre belirgin şekilde daha yüksek olduğu görülmektedir. Rüzgâr enerji santrallerinin bulunduğu bölgelerde gözlemlenen yüksek bal verimi, doğrudan santrallerin varlığından değil; bu santrallerin genellikle tarımsal faaliyetlerin sınırlı olduğu, insan etkisinin düşük, bitki çeşitliliğinin ise yüksek olduğu uzak ve yüksek rakımlı alanlarda konumlanmasından kaynaklanıyor olabilir. Ancak, bu hipotezlerin doğruluğunu kesin olarak belirlemek için detaylı bilimsel araştırmalar ve analizler gereklidir. Bu sonuçlar, varyans analizi (F-testi) ile doğrulandı; iller arasında bal veriminde anlamlı istatistiksel farklılıklar olduğunu göstermektedir.



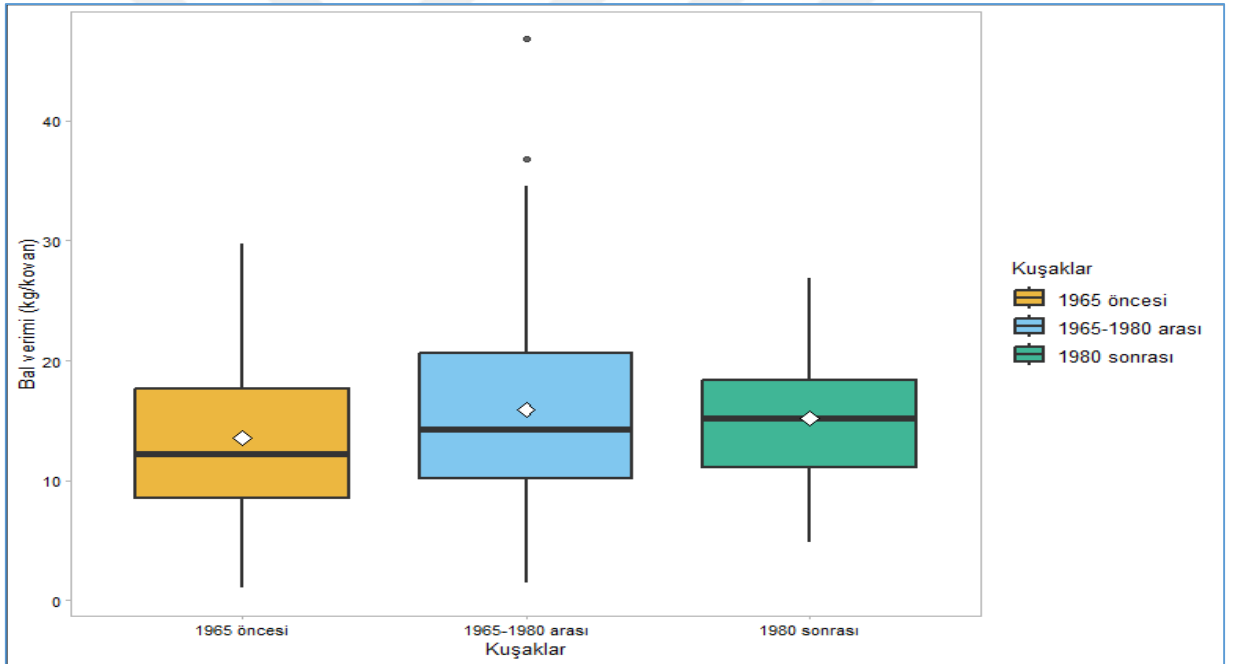
Şekil 20. Ege bölgesindeki şehirlerarasında kovan başına bal üretimi dağılımları



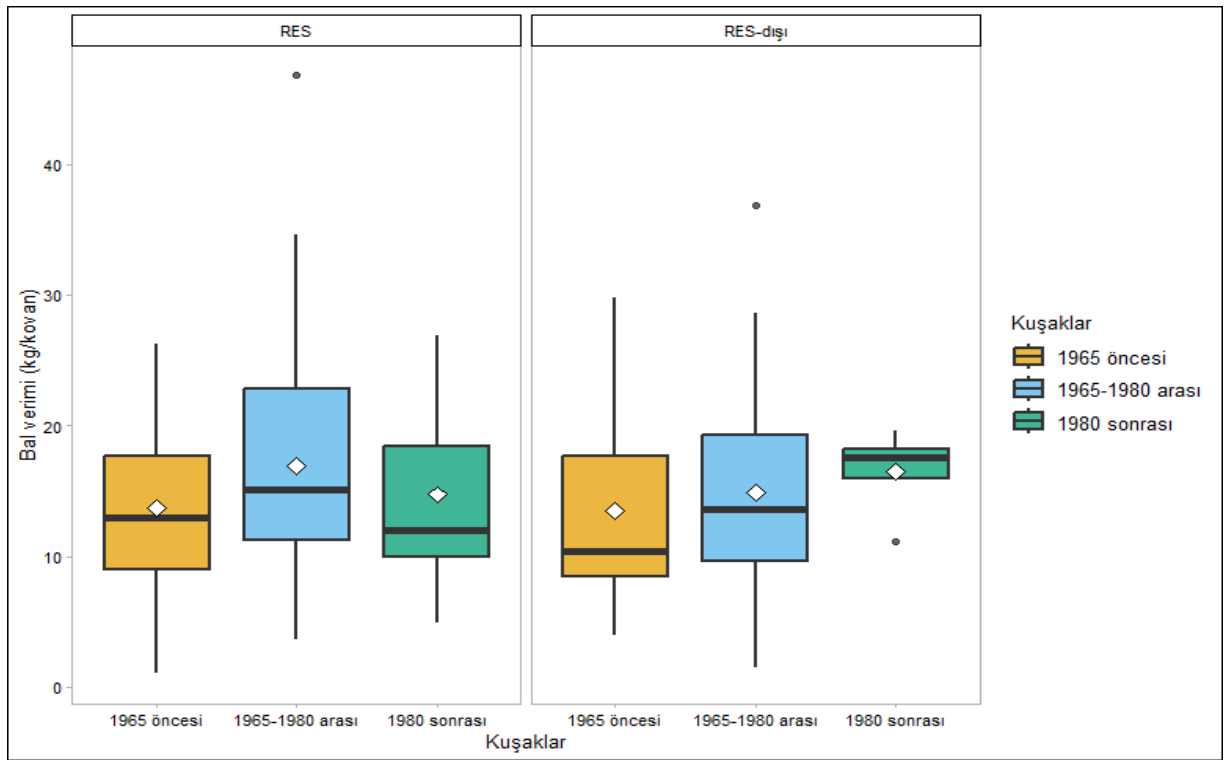
Şekil 21. Ege bölgesindeki şehirler ve rüzgâr çiftlikleri arasında kovan başına bal üretimi dağılımları

Ayrıca, Şekil 20 ve Şekil 21, yalnızca yukarıdaki bulguları doğrulamakla kalmaz aynı zamanda İzmir, Aydın, Muğla, Manisa, Balıkesir ve Çanakkale illeri arasında bal verimi bakımından belirgin farklılıklar olduğu görülmektedir. Ortalama ve medyan değerler açısından Muğla, Çanakkale ve İzmir illeri yüksek verim düzeyleriyle öne çıkarken, Aydın ili en düşük verim değerlerine sahip olmasıyla dikkat çekmektedir. Verim dağılımı incelendiğinde, Muğla ve Çanakkale'de gözlemlenen geniş yayılım, bu illerdeki kovanlar arasında verim bakımından heterojenliğin yüksek olduğunu göstermektedir. Öte yandan, Aydın ilinde daha dar bir dağılım aralığına rastlanması, üretimin daha homojen ancak düşük düzeyde gerçekleştiğini göstermektedir. İzmir ili ise Çanakkale'den sonra en yüksek verime sahip olup daha istikrarlı ve homojen bir üretim sergilemektedir. Her ilin benzersiz ekolojik ve bitki örtüsü manzarası, bu bal üretimindeki farklılıkları etkileyen ana faktörlerdir. Bu ilginç veri, yerel çevrelerin bal verimine olan etkisini vurgulamanın yanı sıra, rüzgâr çiftliklerinin varlığının kritik etkisini de altını çizerek, farklı bölgelerde bal üretimini optimize etmek için hedeflenmiş stratejilere yol açmaktadır. Ayrıca, istatistiksel analiz, farklı yaş gruplarındaki arıcılar arasında bal veriminde önemli bir varyasyon yakalıyor; tüm veri seti (F -değeri = 3,458, $p < 0,05$) ve rüzgâr çiftliği bölgeleri (F -değeri = 2,905, $p < 0,10$) arasında dikkate değer farklılıklar gözlemleniyor. RES bölgesinde 1965-1980 arasında doğan arıcıların bal verimi 16,95 kg ile daha yüksek iken RES dışı bölgede 1980'den sonra doğan arıcıların bal veriminin daha yüksek olduğu görülmektedir. Özellikle orta yaşlı (örneğin, X-kuşağı) ve genç (örneğin, Y-kuşağı) arıcıların tutarlı olarak

daha yüksek bal verimi elde ettiğini gösteriyor. Genel veri seti incelendiğinde, 1965–1980 yılları arasında doğan arıcıların kovan başına ortalama 15,94 kg bal ürettikleri görülmektedir. 1980 sonrası doğan arıcıların ise kovan başına ortalama bal üretimi 15,22 kg olarak hesaplanmıştır. Buna karşın, 1965 yılından önce doğan arıcıların kovan başına ortalama bal verimi 13,58 kg ile daha düşük düzeyde kalmıştır. Bununla birlikte, deneyimli olmalarına rağmen yaşlı arıcıların (örneğin, bebek patlaması kuşağı) daha az bal üretme eğiliminde oldukları göz önüne alındığında, bu durumun yaşlanmayla ilişkilendirilen fiziksel aktivitenin azalması nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Son yıllarda gerçekleştirilen uluslararası araştırmalar, yaş faktörünün arıcıların iklim değişikliğine verdikleri tepkiler ile teknolojiye adaptasyon düzeyleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Tarekegn and Ayele 2020; Degu *et al.* 2022; Deksisia *et al.* 2024). Bununla birlikte, yaşın bal üretimine ilişkin tarımsal karar alma süreçlerinde de belirleyici bir değişken olduğu vurgulanmaktadır (Dinka and Kumsa 2016; Malkamäki *et al.* 2016; Kiros and Tsegay 2017).



Şekil 22. Ege bölgesindeki arıcıların yaş gruplarına göre kovan başına bal üretimi dağılımları

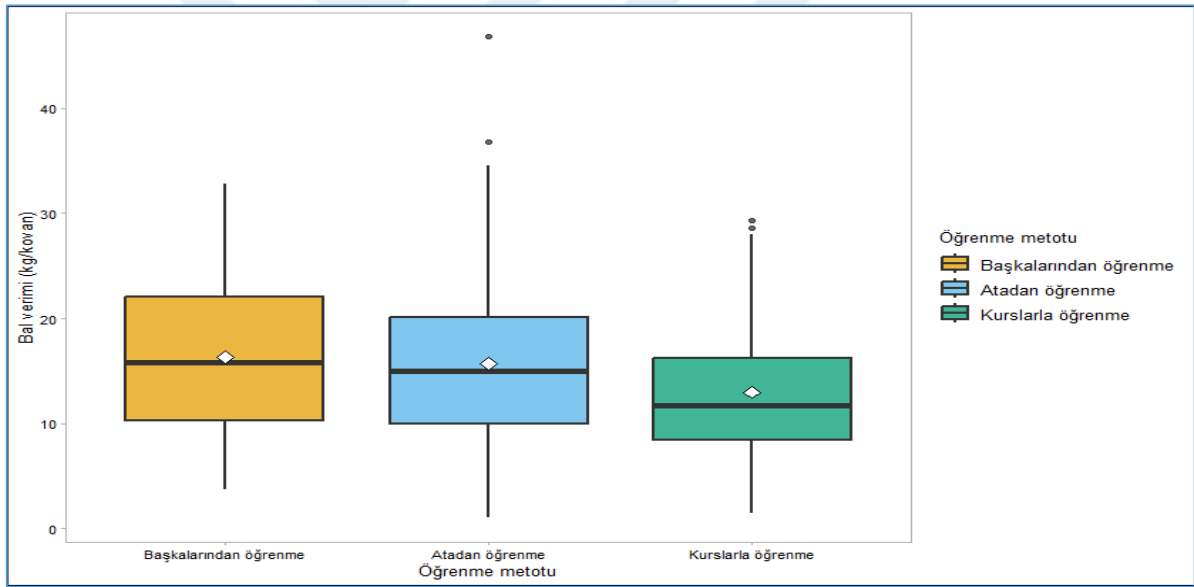


Şekil 23. Ege bölgesindeki arıcıların yaş grupları ve rüzgâr çiftlikleri arasında kovan başına bal üretimi dağılımları

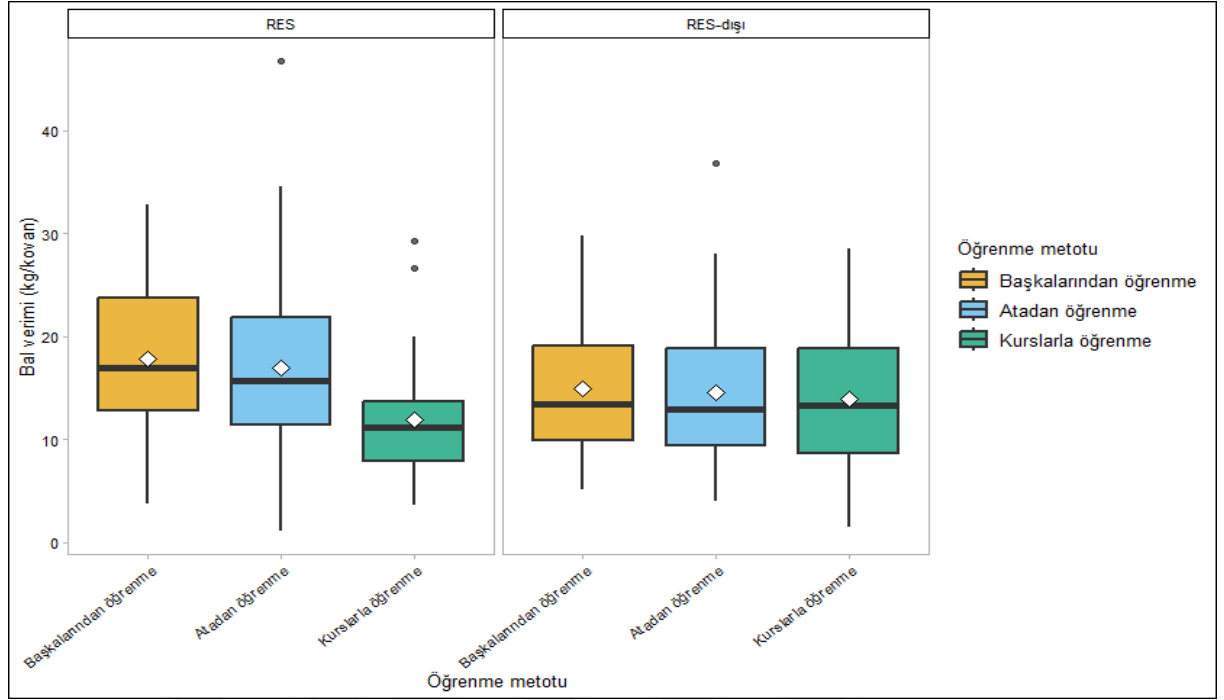
Şekil 22 ve Şekil 23, böyle bir dinamiği canlı bir şekilde yansıtmaktadır. 1980 sonrası kuşağı, bal veriminde en homojen üretim grubunu temsil etmektedir. Bu da üretimin görece daha tutarlı bir biçimde gerçekleştiğini göstermektedir. 1965–1980 arası doğan arıcılar, bal veriminde belirgin değişkenliği göstermektedir. Bu kuşakta yer alan üreticiler arasında ciddi bir verim farklılığı olduğunu ortaya koymaktadır. 1965 öncesi doğan kuşak ise, belirli bir düzeyde heterojenlik göstermekle birlikte, üretimin büyük ölçüde düşük verim aralığında toplandığı ve sınırlı sayıda yüksek verim değerine rastlandığı bir yapıya sahiptir. Bu çarpıcı bulgu, yaş ve hareketliliğin bal üretimine olan kritik etkisini vurgulayarak, arıcılık uygulamalarını optimize etme konusunda önemli bilgiler sunmaktadır.

Mesleği atadan ve başkalarından öğrenen arıcılar, kurslar yoluyla öğrenenlere kıyasla kovan başına bal üretiminde önemli ölçüde daha fazla bal üretmektedirler. Bu çarpıcı fark, genel verilerde (F -değeri = 5,349, $p < 0,01$) belirgin bir şekilde ortaya çıkmakta ve rüzgâr çiftliği bölgelerinde (F -değeri = 7,690, $p < 0,01$) daha da belirgin hale gelmektedir. Örneğin, genel veri seti incelendiğinde, arıcılığı başkalarından öğrenen bireylerin, kurslarla öğrenen meslektaşlarına kıyasla kovan başına ortalama 3,37 kg daha fazla bal elde ettikleri görülmektedir. Bu fark, RES bölgesinde daha da belirginleşerek 5,83 kg'a ulaşmaktadır. Benzer şekilde, arıcılığı atadan öğrenen arıcıların da aynı bölgede, kurslarla öğrenenlere göre kovan başına ortalama 4,96 kg daha fazla bal ürettikleri tespit edilmiştir. Bu rüzgâr çiftliği bölgelerindeki farklılık özellikle dikkat çekicidir, bu bölgeler dışında bal üretim seviyeleri daha

homojendir (Şekil 24-25). Bu çarpıcı fark, deneyimli mentorlar ve atadan arıcılığı öğrenenlerin, genellikle formal eğitim yoluyla kazanılan teorik bilgiye kıyasla, yetiştirilme süreçlerinin bir parçası olarak kazandıkları değerli pratik deneyimden kaynaklanmaktadır. Bu pratiğe dayalı öğrenenlerin elde ettiği dikkate değer başarı, gerçek dünya deneyiminin derin etkisini göstermektedir. Bu etkileyici kanıtlar, bal üretim verimliliğini azamileştirmede akademik öğretimden çok deneyimsel öğrenmenin kritik avantajını güçlü bir şekilde ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, sürdürülebilir arıcılık faaliyetlerinin teşvik edilmesi için, arıcıların yetkinliklerini artırmaya yönelik, uygulamalı ve mentorluk temelli eğitim yaklaşımlarının geliştirilip yaygınlaştırılması gerekmektedir (Hinton *et al.* 2022). Ayrıca atadan ve başkalarından öğrenen arıcılar, hem bal veriminde hem de verimdeki varyasyonda daha yüksek değerler gösteriyorlar. Bu durum, farklı öğrenme kaynaklarından edinilen bilgilerin arıcılık uygulamalarındaki yansımadır. Öte yandan, kurslarla öğrenenler verimliliği en düşük, ancak grup içi varyansları daha az bu da standart yöntemlerle eğitildiklerini ve sonuçların birbirine daha yakın olduğunu gösterir (Şekil 24).

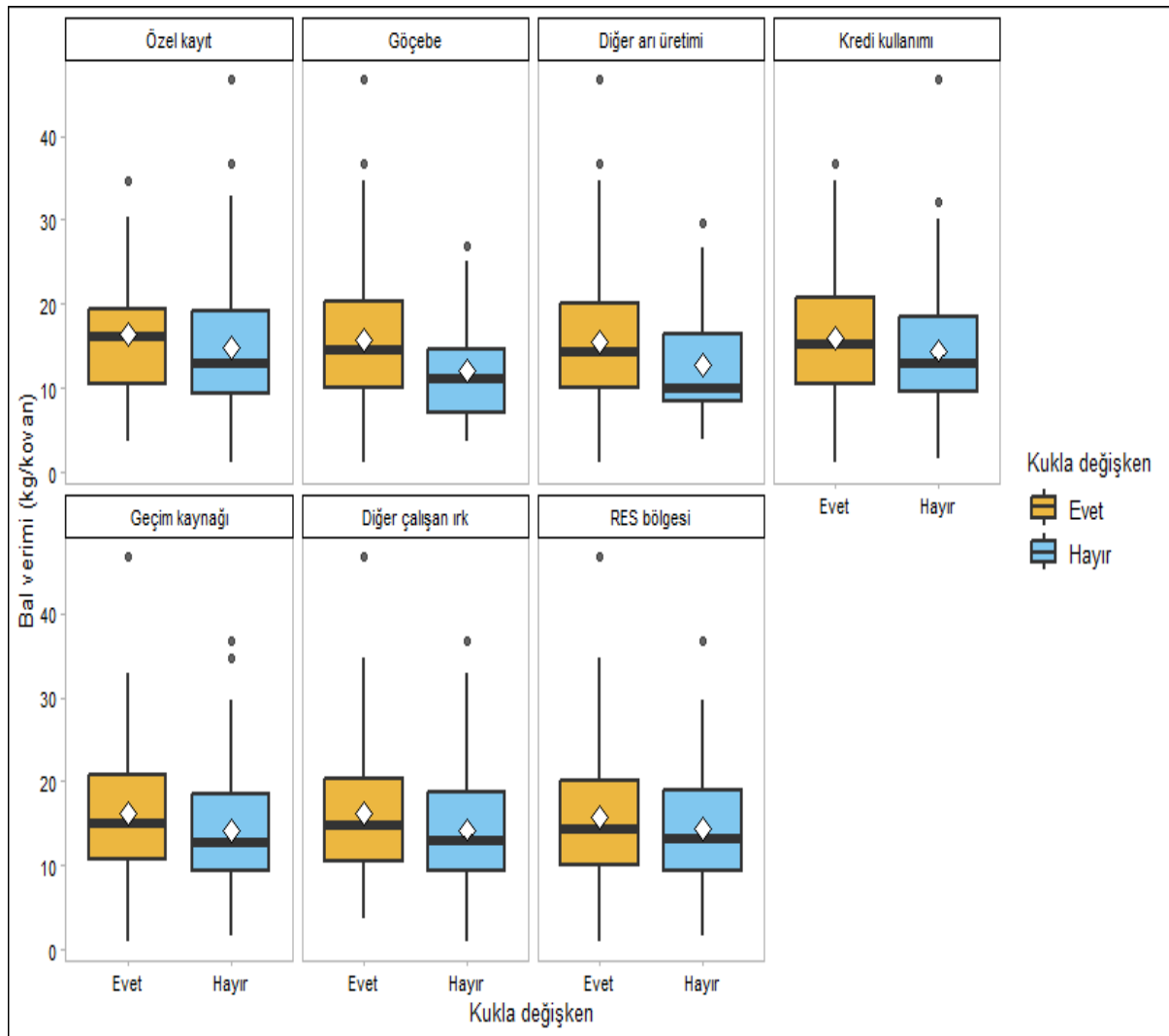


Şekil 24. Ege bölgesindeki öğrenme türlerine göre kovan başına bal üretimi dağılımları



Şekil 25. Ege bölgesindeki öğrenme türleri ve rüzgâr çiftlikleri arasında kovan başına bal üretimi dağılımları

Öte yandan, kovan başına bal üretimi ile bazı ikili değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler belirlenmiştir. Şekil 26'da gösterildiği gibi, rüzgâr çiftliği bölgeleri de dâhil olmak üzere tüm gözlemler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Örneğin, arıcılık kayıt sistemine dahil olan arıcılar kovan başına ortalama 16,43 kg bal üretimi yaparken arıcılık kayıt sistemine dahil olmayan arıcılar ise ortalama 14,78 kg bal üretimi yapmaktadır (t -değeri=1,667, $p<0,10$). Bu da sistemli kayıt tutmanın bal verimliliğini artırmadaki kritik rolünü vurgulamaktadır.



Şekil 26. Ege bölgesindeki farklı iki değerli değişkenlere göre kovan başına bal üretimi dağılımları

Göçebe arıcılar, göçebe olmayan meslektaşlarına göre daha yüksek bal verimleri elde etmektedir. Bu fark genel verilerde (t -değeri=3,717, $p<0,01$) ortaya çıkmakta RES bölgelerinde ise daha da belirgin hale gelmektedir. Örneğin, genel verilerde göçebe bir arıcının ortalama bal verimi 15,68 kg iken göçebe olmayan arıcının bal verimi 12,05 kg olarak hesaplanmıştır. Bu da göçebe arıcılığın esnekliğinin ve hareket kabiliyetinin bal üretimini önemli ölçüde artırabileceğini göstermektedir. Şekil 26’da görüldüğü gibi göçebe arıcılık yapanların ortalama bal verimi daha yüksek, ancak varyans da yüksektir. Göçebe arıcılık genel olarak yüksek verim getirirse de riskleri de olabilir. Balın yanı sıra ek arı ürünleri üretenlerin genellikle daha yüksek bal verimlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu fark hem genel verilerde (t -değeri=2,515, $p<0,05$), hem RES bölgelerinde hem de RES dışı bölgelerde (t -değeri=2,232, $p<0,05$) belirgin bir şekilde görülmektedir, bu da ürün çeşitlendirmenin bal üretimini artırıcı şekilde katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Faaliyetleri için kredi kullanan arıcılar, kredi işlemleri yapmayanlara göre daha iyi verim elde etmektedirler. Bu fark genel verilerde (t -değeri=3,366,

$p < 0,10$) olduğu gibi RES dışı bölgelerinde de (t -değeri=1,788, $p < 0,10$) görülmektedir. Örneğin genel verilerde kredi kullanan bir arıcı kredi kullanmayan arıcıya göre ortalama bal verimi 1,5 kg daha fazladır. Bu da arıcılık verimliliği üzerinde finansal yatırımın olumlu etkisini vurgulamaktadır. Ayrıca, arıcılığı ana geçim kaynağı olarak gören arıcılar genel verilerde (t -değeri=2,360, $p < 0,05$) ve özellikle rüzgâr çiftliği bölgelerinde (t -değeri=2,164, $p < 0,05$) daha yüksek kovan başı verimleri elde etmektedir. Bu durum, muhtemelen tek gelir kaynaklarından maksimum faydayı sağlama çabalarından kaynaklanmaktadır. Bu tutum, bal üretimini maksimize etmeye yönelik daha güçlü bir taahhüdü ve belki daha yoğun yönetim uygulamalarını yansıtabilir. Aynı şekilde alternatif çalışma ırklarına sahip arıcılar da genel gözlemlerde (t -değeri=2,376, $p < 0,05$) ve özellikle rüzgâr çiftliği bölgelerinde (t -değeri=2,852, $p < 0,01$) belirgin şekilde daha yüksek verimler deneyimlemektedir, bu da çeşitli arı genetiği ve belirli çevresel koşulların potansiyel faydalarını işaret etmektedir. İlginç bir şekilde, rüzgâr çiftliklerine yakın çalışan arıcılar, uzakta olanlara göre daha iyi verimler elde etmektedir (t -değeri=1,643, $p < 0,10$). Rüzgâr çiftliği bölgelerinde faaliyet gösteren arıcılar kovan başına ortalama 15,83 kg bal üretirken, bu bölgelerin dışında kalan arıcıların üretimi kovan başına ortalama 14,47 kg ile sınırlı kalmaktadır. Rüzgâr çiftliği bölgelerinde gözlemlenen yüksek bal verimi, doğrudan santrallerin varlığından değil; bu santrallerin genellikle tarımsal faaliyetlerin sınırlı olduğu, insan etkisinin düşük, bitki çeşitliliğinin ise yüksek olduğu uzak ve yüksek rakımlı alanlarda konumlanmasından kaynaklanıyor olabilir. Bu durum, RES'lerin arıcılık faaliyetleri üzerinde olumsuz bir etki yaratmadığını göstermektedir. Tarekegn *et al.* (2018) tarafından da belirtildiği üzere, bal üretimi çoğunlukla yerleşim yerlerinden uzak, sık orman örtüsüne sahip bölgelerde, yüksek ağaçlara yerleştirilen geleneksel kovanlarla yürütülen bir faaliyettir. Bu üretim yapısı göz önünde bulundurulduğunda, enerji verimliliği açısından yüksek rakımlarda konumlandırılan RES bölgelerinde bal üretiminin daha yoğun olması olası bir durumdur. Bu durumu destekleyen çeşitli araştırmalar literatürde yer almaktadır. Örneğin, Fourrier *et al.* (2023), rüzgâr türbinlerinin, besin arayışı sırasında ve kovana dönüş sürecinde arıların bilişsel ve mekânsal yön bulma yetileri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde, Pustkowiak *et al.* (2018), insan etkisiyle değişime uğramış peyzajlarda rüzgâr çiftliklerinin yayılımının çevresel çatışmalara veya ekosistem işleyişine olumsuz bir etkide bulunmadığını rapor etmiştir. Ayrıca, rüzgâr çiftliklerine yakın arıcılar, yalnızca rüzgâr çiftliği alanından nektarla sınırlı kalmazlar ve çevredeki bölgelerden de faydalanabilirler, bu da kesin sonuçlar çıkarmayı zorlaştırır. Genel olarak, başarılı arıcılık, dikkatli kayıt tutma, göçebe uygulamalar, kredi yatırımı, mesleğe bağlılık ve avantajlı çevresel koşulların bir kombinasyonu ile etkilenir. Bu faktörler, yüksek bal verimi elde etmeye ve arıcılık operasyonlarını optimize etmeye katkıda bulunur.

Yapılan analizler sonucunda, istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte, aşağıdaki bulgular elde edilmiştir. Arıcıların eğitim durumları incelendiğinde, eğitim seviyesi ile bal verimi arasındaki ilişkinin ters U şeklinde olduğu gözlemlenmiştir. Genel verilerde, eğitim seviyesi arttıkça, arıcıların bal verimi ortaokul seviyesine kadar artmakta, ancak bu seviyeden sonra eğitim arttıkça bal verimleri azalmaktadır. Aynı eğilim RES bölgelerinde de görülmektedir. RES bölgesindeki arıcıların bal verimi, lise mezuniyetine kadar artmakta, ancak lise mezuniyetinden sonra düşüş göstermektedir. Bununla birlikte en düşük bal veriminin üniversite mezunlarında olduğu görülmektedir. Medeni duruma göre incelendiğinde, genel verilerde evlenmemiş arıcıların bal üretiminin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık, rüzgâr çiftliği bölgelerinde evli arıcıların bal üretiminin belirgin şekilde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca araştırmada elde edilen bulgulara göre, arabası olan arıcıların bal verimi, arabası olmayanlara kıyasla daha yüksektir. Çiftçi kayıt sistemine dahil arıcılar, dahil olmayanlara göre daha yüksek bal verimine sahiptir. Kooperatif üyeliği olan arıcılar, üye olmayan arıcılardan daha yüksek verim elde etmektedir. Arıcılığın yanı sıra başka bir işte çalışan arıcıların bal verimi, sadece arıcılıkla uğraşanlara kıyasla daha düşüktür. Diğer bitkisel ve hayvansal üretimi de yapan arıcılar, sadece arıcılıkla uğraşanlara göre daha yüksek verim elde etmektedir. Arılara yönelik tarım sigortası olan arıcılar, sigortası olmayanlara kıyasla daha yüksek bal verimine sahiptir. Kredi bazlı borcu olan arıcılar, borcu olmayanlara göre daha yüksek verim elde etmektedir. Kolonilerde ana arı değişimi yapan arıcılar, değişim yapmayanlara kıyasla daha yüksek verim elde etmektedir. Kolonileri haftalık besleyen arıcıların bal verimi, haftalık beslemeyenlere göre daha düşüktür. Son olarak, arılarını hem kek hem de şekerle besleyen arıcıların bal verimi, bu yöntemleri kullanmayanlara kıyasla daha düşük bulunmuştur (Tablo 5).

Çalışmada, sürekli değişkenlerle kovan başına bal verimi arasındaki korelasyon analizi (Şekil 27) bazı dikkat çekici bulgular ortaya koymaktadır. Özellikle, bal verimi ile sağlanan teşvik miktarı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki gözlenmektedir. Bu, arıcılık için teşviklerin artırılmasının doğrudan bal üretimini artırabileceğini veya tersine, daha yüksek bal üretiminin daha fazla teşviki çekebileceğini önermektedir. Destek mekanizmalarından etkin biçimde faydalanan arıcıların bal verimliliğini artırabildikleri görülmektedir (Karakaya et al., 2023). En belirgin korelasyon ise -0,561 gibi dikkat çekici bir değerde, kullanılan araç sayısı ile sağlanan teşvik miktarı arasında gözlemlenmiştir ve bu faktörler arasındaki önemli etkileşimi vurgulamaktadır.

Bal verimi	0.013 (0.819)	0.068 (0.242)	0.001 (0.986)	0.137 (0.018)	-0.062 (0.288)	-0.063 (0.275)	0.401 (0.000)	1 (0.000)
Sağım sayısı	-0.011 (0.854)	0.088 (0.130)	0.008 (0.892)	0.28 (0.000)	-0.344 (0.000)	0.024 (0.673)	1 (0.000)	
Vücut kitle indeksi	0.065 (0.260)	0.057 (0.326)	0.052 (0.367)	0.071 (0.219)	-0.01 (0.865)	1 (0.000)		
Malzeme oranı	-0.004 (0.942)	-0.343 (0.000)	-0.048 (0.404)	-0.561 (0.000)	1 (0.000)			
Sübvansiyon miktarı	-0.044 (0.445)	0.386 (0.000)	0.086 (0.137)	1 (0.000)				
Çalışma oranı	-0.043 (0.461)	0.041 (0.482)	1 (0.000)					
Deneyim oranı	0.056 (0.334)	1 (0.000)						
Mesafe	1 (0.000)							
	Mesafe	Deneyim oranı	Çalışma oranı	Sübvansiyon miktarı	Malzeme oranı	Vücut kitle indeksi	Sağım sayısı	Bal verimi

Şekil 27. Ege bölgesindeki kovan başına bal üretimi ile diğer sürekli değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları

Muamele etkileri modelinden elde edilen sonuçlar (Bal Verimi)

Tablo 6, hem bal verimi hem de bal üretiminden elde edilen gelir ile alan seçimi arasındaki bağımlı ilişkiye dair maksimum olabilirlik fonksiyonunun parametre değerlerini sunmaktadır. Hem kovan yerlerinin belirlenmesinde hem de bal verimi değişkenini açıklamada kullanılan açıklayıcı değişkenlerin eşzamanlı istatistiksel anlamlılığı, Wald istatistiği kullanılarak gösterilmiştir. Kovan alanı seçim kararlarında kullanılan açıklayıcı değişkenler, yalnızca toplu olarak anlamlı (Wald-değeri = 39,60, serbestlik derecesi (df) = 30, $p < 0,10$) olmakla kalmayıp, aynı zamanda bal verimindeki değişkenliği açıklamada da vazgeçilmez bir rol oynamaktadır (Wald-değeri = 149,30, df = 34, $p < 0,01$). Bununla birlikte, rüzgar çiftliklerine yakın yerleşim kararını etkileyen gözlemlenmeyen faktörlerin korelasyon katsayısı pozitif olmasına rağmen, istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu, bu belirsiz veya kontrol edilemeyen faktörlerin alan seçimi üzerinde pozitif (veya negatif) bir etki yaratması durumunda, bu etkilerin bal üretimi üzerinde de benzer bir etki yaratacağını, ancak bu etkinin kesin etkisinin belirsiz kaldığını ima etmektedir. Parametrelerin yönü ekonomik teoriyle uyumlu olsa da, bu tahmin edilen parametreler bağımsız değişkenlerin bal verimi ve gelir üzerindeki birim (örneğin marjinal) etkilerini yansıtmamaktadır. Bu nedenle, marjinal veya birim değerler Tablo 7 ve Tablo 8’de sunulmuştur. Takip eden tartışma bu marjinal etkileri referans alacaktır.

Tablo 6. Bal Verimi, Gelir ve Rüzgâr Enerjisi Santrali Yer Seçimi Kararları İçin Muamele Etkileri Modelinin Maksimum Olabilirlik Tahminleri

Değişkenler	Bal Verimi				Gelir			
	Yer seçimi kararı		Miktar		Yer seçimi kararı		Değer	
	Katsayı	Std. Hata	Katsayı	Std. Hata	Katsayı	Std.Hata	Katsayı	Std. Hata
Sabit terim	-1,449	1,018	1,873 ***	0,313	-1,521 **	0,730	3,908 ***	0,381
İzmir	-0,008	0,302	0,192	0,125	-0,016	0,352	0,022	0,125
Aydın	0,112	0,302	-0,070	0,115	0,106	0,358	-0,115	0,125
Mugla	0,300	0,323	0,102	0,125	0,295	0,392	-0,060	0,137
Manisa	0,120	0,313	0,127	0,102	0,112	0,377	-0,105	0,137
Balıkesir	-0,028	0,270	0,118	0,105	-0,031	0,305	0,110	0,112
Yaş Grubu < 1965	0,118	0,179	0,088	0,069	0,124	0,174	0,087	0,065
Yaş Grubu 1965-1980	0,641	0,418	0,001	0,136	0,650 *	0,391	0,053	0,168
Deneyim oranı	0,273	0,524	0,165	0,146	0,299	0,478	0,675 ***	0,198
Çalışma oranı	-0,313	0,218	0,095 *	0,052	-0,314	0,214	-0,096 *	0,045
Ortaokul	0,137	0,259	0,071	0,078	0,137	0,268	0,033	0,081
Lise	0,254	0,228	-0,030	0,070	0,248	0,238	-0,059	0,095
Üniversite	0,299	0,260	-0,172 *	0,097	0,287	0,282	-0,169	0,115
Evli	1,010 *	0,523	0,028	0,124	1,001 **	0,456	-0,016	0,125
Hiç evlenmemiş	0,651	0,705	0,102	0,153	0,653	0,609	0,065	0,190
Araba	0,092	0,210	-0,037	0,067	0,087	0,209	0,036	0,082
AKS	0,195	0,195	0,135 **	0,068	0,195	0,195	0,238 ***	0,078
ÇKS	-0,508 ***	0,193	-0,001	0,059	-0,510 ***	0,193	-0,074	0,068
Kooperatif üyesi	0,415	0,404	-0,174	0,122	0,432	0,375	-0,080	0,210
Arıcılık işi dışında	-0,119	0,214	0,091	0,084	-0,119	0,214	-0,053	0,077
Sübvansiyon miktarı	0,056 **	0,027	-0,003	0,007	0,058 **	0,027	0,087 ***	0,012
Bitkisel ve hayvansal üretim	0,008	0,202	-0,019	0,065	0,001	0,202	0,102	0,085
Göçebe	-0,063	0,271	0,132	0,100	-0,035	0,269	0,433 ***	0,114
Sigorta	-0,094	0,195	-0,080	0,060	-0,087	0,197	-0,035	0,065
Kredi kullanımı	0,283	0,211	0,087	0,069	0,280	0,211	-0,094	0,079
Kredi bazlı borç	-0,444 **	0,239	-0,014	0,074	-0,446 *	0,238	0,102	0,087
Diğer arı üretimi	0,028	0,243	0,167 **	0,078	0,030	0,232	0,218 **	0,099
Malzeme oranı	1,087	0,884	—	—	1,306 *	0,768	—	—
Mesafe	-0,121 ***	0,039	—	—	-0,122 ***	0,039	—	—
Atadan öğrenme	-0,061	0,215	—	—	-0,066	0,216	—	—
Kurslarla öğrenme	-0,091	0,238	—	—	-0,091	0,230	—	—
Başkalarından öğrenme	—	—	0,045	0,074	—	—	0,077	0,071

Tablo 6. (devamı)

Geçim kaynağı	—	—	-0,051	0,071	—	—	-0,116	0,087
Diğer kraliçe ırkı	—	—	0,213 ***	0,076	—	—	0,059	0,085
Vücut kitle indeksi	—	—	-0,007	0,009	—	—	-0,010	0,009
Sağım sayısı	—	—	0,187 ***	0,039	—	—	0,131***	0,036
Kraliçe değişimi	—	—	0,015	0,097	—	—	0,037	0,119
Haftalık besleme	—	—	-0,014	0,053	—	—	0,124 *	0,064
Beslenme	—	—	-0,026	0,065	—	—	-0,100	0,078
Log-likelihood	-1154,721	—	—	—	—	—	—	—
σ	0,456	0,034	—	—	0,500	0,031	—	—
ρ	0,023	0,083	—	—	0,053	0,085	—	—

Not: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,10$ Wald testleri denklemdeki tüm değişkenlerin ortak önemi içindir.

Mevcut modelde olasılık bazında yer seçim değişkeni ve düzey bazında ise bal verimi ve gelir değişkeni bulunmaktadır. Tartışma olabildiğince istatistiksel olarak anlamlı bulunan değişkenler üzerinde olacaktır. Çalışmada öncelik, bal üretimi açısından yer seçiminin (RES bölgelerinin tercih edilmesi) ve bu tercihin bal verimi (kg/kovan) üzerindeki etkisinin değerlendirilmesine verilmiştir. Çanakkale ili referans alındığında İzmir ve Balıkesir illeri hariç diğer iller bal üretimi için yer seçim kararı olasılığını olumlu etkilemelerine karşın herhangi bir il istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. İzmir ve Balıkesir illeri dışındaki diğer illerde üretim yapan çiftçiler RES bölgesini seçme eğilimi öncelikleri ise de RES dışı bölgeyi de seçme olasılıkları eşit düzeydedir denilebilir. Benzer şekilde, referans il ile diğer iller arasında bal verimi açısından önemli bir farklılık gözlenmemektedir. Ancak, Tablo 5'te vurgulandığı gibi Aydın ilinin istisnai düşük üretim seviyesi bu model tarafından da doğrulanmaktadır. Tablo 5'den farklı olarak, burada iller arasında istatistiksel bir fark olmaması, iller arasındaki ve iller ile diğer bağımsız değişkenler arasındaki karmaşık ilişkilerden kaynaklanabilir ve bu durum istatistiksel anlamlılığı gölgede bırakmış olabilir.

Tablo 7. Dışsal Değişkenlerin Bal Verimi Üzerindeki Marjinal Etkileri

Değişken	Yer seçimi kararı		Koşullu Miktar		Koşulsuz Miktar	
	Katsayı	Std.Hata	Katsayı	Std. Hata	Katsayı	Std. Hata
Kategorik ve kukla değişkenler:						
İzmir	-0,303	12,051	3,081	2,135	1,487	2,387
Aydın	4,470	12,004	-1,040	1,659	0,121	1,850
Mugla	11,849	12,558	1,550	1,997	2,677	2,327
Manisa	4,775	12,423	1,976	1,672	1,768	2,172
Balıkesir	-1,101	10,778	1,840	1,708	0,740	1,962
Yaş grubu 1965-1980	4,690	7,142	1,294	1,018	1,336	1,151

Tablo 7. (devamı)

Yaş Grubu >1980	24,220*	14,112	-0,041	2,066	3,609	2,308
Ortaokul	5,464	10,270	1,085	1,238	1,407	1,740
Lise	10,083	8,956	-0,469	1,029	1,252	1,459
Üniversite	11,806	10,104	-2,469*	1,333	0,347	1,555
Evli	35,644**	14,189	0,302	1,858	5,417***	2,012
Hiç Evlenmemiş	24,481	23,467	1,546	2,520	4,792	3,731
Atadan öğrenme	-2,444	8,588	0,006	0,030	-0,364	1,279
Kurslarla öğrenme	-3,643	9,459	0,009	0,037	-0,543	1,410
Araba	3,652	8,367	-0,572	1,032	0,276	1,413
AKS	7,764	7,734	2,088*	1,092	2,300 *	1,389
ÇKS	-20,019***	7,423	0,037	0,914	-2,989**	1,214
Kooperatif üyesi	16,153	14,997	-2,882	2,153	1,401	2,799
Arıcılık işi dışında	-4,732	8,489	1,347	1,256	-0,003	1,339
Bitkisel ve hayvansal üretim	0,328	8,061	-0,284	0,975	-0,092	1,319
Göçebe	-2,522	10,824	1,895	1,355	0,601	1,583
Sigorta	-3,761	7,769	-1,184	0,897	-1,151	1,207
Kredi bazlı borç	-17,542*	9,273	-0,170	1,130	-2,713 *	1,406
Diğer arı ürünleri üretimi	1,104	9,676	2,356**	1,050	1,325	1,422
Kredi kullanımı	11,291	8,412	1,275	1,041	2,333 *	1,270
Geçim kaynağı	—	—	0,680	1,120	0,340	0,559
Diğer kraliçe ırkı	—	—	3,242***	1,204	1,619***	0,607
Diğer çalışan ırkı	—	—	-0,766	1,051	-0,383	0,523
Kraliçe değişimi	—	—	0,227	1,467	0,113	0,733
Haftalık besleme	—	—	-0,202	0,793	-0,101	0,396
Beslenme	—	—	-0,390	0,991	-0,195	0,496
Sürekli değişkenler:						
Mesafe	-4,837***	1,536	0,012	0,044	-0,720***	0,227
Deneyim oranı	10,885	20,889	2,451	2,178	2,859	3,446
Çalışma oranı	-12,487	8,685	1,457*	0,786	-1,148	1,374
Sübvansiyon miktarı	2,229**	1,076	-0,053	0,104	0,308 *	0,174
Malzeme oranı	43,351	35,280	-0,109	0,383	6,456	5,262
Vücut kitle indeksi	—	—	-0,104	0,141	-0,052	0,070
Sağım sayısı	—	—	2,801 ***	0,584	1,399***	0,306
Ortalama tedavi etkisi (ATE)	2,139***	0,694	-	-	-	-
Tedavi edilen tedavi (ATT)	2,130***	0,677	-	-	-	-
Tedavi edilmeyen tedavi (ATU)	-	0,841	-	-	-	-
	2,830***					

Not: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,10$

Bebek patlaması kuşağına kıyasla, X Kuşağı ve Y Kuşağı arıcıları RES bölgelerini tercih etme eğilimindedir. Özellikle, Y Kuşağı arıcılarının rüzgâr enerji santrali bölgelerini tercih etme olasılığı yaklaşık olarak %24 daha fazladır, bu istatistiksel olarak anlamlı bir bulgudur. Bu bağlamda özellikle orta yaşlarda (41-56 yaş aralığı) bulunan arıcıların eski deneyim ve tecrübeleri ile birlikte kendi arıcılık üretim çiftliklerini RES bölgesinde kurma olasılıkları yüksek olacaktır. Evli arıcılar diğer medeni durumda olan arıcılara göre RES bölgesinde arıcılık yapma olasılığı yaklaşık %36 daha fazladır. Öte yandan, arıcılık kayıt sistemine dahil arıcılar, dahil olmayanlara kıyasla rüzgâr enerji santrali bölgelerinde arıcılık yapma olasılıklarında yaklaşık olarak %7,76 daha fazla eğilim gösterirler. Bunun aksine, çiftçi kayıt sistemine kayıtlı arıcılar, kayıtlı olmayan meslektaşlarına kıyasla rüzgâr enerji santrallerinde arıcılık yapma olasılıklarında yaklaşık olarak %20 daha az eğilim gösterirler.

İlginç bir şekilde arıcılık desteklerinden yararlanan arıcıların destek miktarının bir birim Türk Lirası artması ile RES bölgesini seçme olasılığı yaklaşık %2,23 oranında arttırmaktadır. Büyük olasılıkla RES bölgeleri doğal flora ve nektar açısından zengin bir kültüre sahip olması RES bölgesinden vazgeçme olasılığı azalmaktadır. Tarımsal krediye dayalı borcu olan arıcıların ise olmayanlara göre RES bölgesinde arıcılık yapma olasılıkları yaklaşık yüzde 18 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Tarımsal kredi borcu olan arıcılar, RES bölgelerinde arıcılık yapma olasılıklarının düşük olmasına neden olan faktörler arasında finansal zorluklar, büyük arazilere erişim eksikliği, teknik bilgi ve altyapı engelleri ile zaman ve enerji kısıtlamaları bulunabilir.

Kovanların ana yollardan uzak konumlanması, RES bölgelerini seçme olasılığını yaklaşık %5 oranında azaltmaktadır. Arı kovanlarının konumları ile rüzgâr enerjisi santrallerinin bulunduğu bölgeler arasındaki negatif ilişkinin temel sebepleri arasında, rüzgâr türbinlerinden kaynaklanan gürültü ve titreşimin arı kolonileri üzerinde potansiyel bir olumsuz etki yaratması, çevresel etkileşim sonucunda arıların tercihlerinde değişiklik yaşanması, görsel olarak etkileyici olan rüzgâr türbinlerinin arıların alıştığı çevresel koşulları değiştirmesi ve elektromanyetik alanların arı davranışlarını etkileme olasılığı bulunmaktadır (APiS UK 2013; Trieb 2018; Gürbüz vd 2021).

Bu çalışmada, seçili bağımsız değişkenler dikkate alındığında bal veriminin nasıl değiştiği (koşullu bal verimi) ile herhangi bir değişken göz önünde bulundurulmaksızın rastgele seçilen bir arıcının bal veriminin ortalama düzeyi (koşulsuz bal verimi) incelenmiştir. Bu iki yaklaşım aracılığıyla bal verimi ile değişkenler arasındaki istatistiksel ilişki değerlendirilmiştir. Örneğin, formal eğitimi olmayan arıcılarla karşılaştırıldığında, yüksek eğitilmiş arıcıların koşullu bal verimi yaklaşık olarak 2,5 kg daha düşüktür. Muamele etki modeli, üniversite eğitimi almış arıcılar arasındaki düşük bal verimi düzeylerini güçlü bir şekilde doğrulamaktadır

(Tablo 5). Bu analiz, bu bulgunun istatistiksel olarak anlamlı olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Uzundumlu vd (2011), ilkokul eğitimi almış arıcıların daha yüksek kovan başına bal verimi elde ettiğini rapor etmişlerdir. Başka bir çalışma, ilkokul, ortaokul ve lise eğitimi almış arıcıların daha yüksek bal verimi elde ettiğini bulmuştur (Keleş *et al.* 2019). Bu durum, ilkokul eğitimi almış arıcıların arıcılığı sadece bir hobi olarak değil, uzmanlaşmış bir alan olarak gördükleri ve deneyim ve bilgilerini kullanarak daha yüksek bal verimleri elde ettikleri anlamına gelebilir (Uzundumlu vd 2011). Ayrıca, yüksek eğitilmiş arıcılar yoğun programları veya diğer iş yükleri nedeniyle arıcılığa yeterli zaman ayırmayabilirler.

Arıcıların medeni durumuna bakıldığında evli arıcıların koşulsuz bal verimi açısından dul/boşanmış meslektaşlarına kıyasla 5,4 kg daha yüksek bir verime sahiptirler. Evli arıcılar, geçim endişeleri ve aile bireylerine bakma yükümlülükleri nedeniyle bal sezonunda daha yüksek verim elde etme önceliğine sahiptirler. Bu durum, ev halkının geçimini desteklemek açısından önemli bir faktör olabilir.

Arıcılık kayıt sistemine dahil arıcılar, dahil olmayanlara kıyasla koşullu bal verimi 2,09 kg, koşulsuz bal verimi ise 2,3 kg daha fazladır. Bunun yanında birliğe üye olmanın koşulsuz bal verimini pozitif yönde etkilemesine rağmen istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır. Arıcının sertifika almış olması ve arıcılık birliğine üye olması bal verimini pozitif yönde etkileyen faktörlerdir (Sezgin ve Kara 2014). Arıcılık kayıt sistemine dahil arıcılar, daha etkili yönetim ve planlama sağlayarak yüksek bal verimine ulaşabilirler. Kayıtlar, koloni sağlığını kontrol etmeyi, besleme stratejilerini düzenlemeyi ve işletme performansını değerlendirmeyi kolaylaştırır, böylece potansiyel sorunlara hızlı müdahale edebilirler. Öte yandan çiftçi kayıt sistemi bulunmayanlar ile karşılaştırıldığında çiftçi kayıt sistemi bulunanların koşulsuz bal verimi yaklaşık olarak 3 kg daha düşüktür. Arıcılık kayıt sistemi dahil arıcıların bal veriminin, çiftçi kayıt sistemine kayıtlı arıcılara kıyasla daha yüksek olmasının olası nedeni, arıcılık faaliyetlerinin bu grupta daha uzmanlaşmış ve odaklı bir şekilde yürütülmesidir. AKS'ye kayıtlı arıcılar genellikle arıcılığı birincil üretim faaliyeti olarak benimsemekte ve bilgi, tecrübe ile teknik uygulamalara daha fazla önem vermektedir. Buna karşılık, ÇKS'ye kayıtlı arıcılar çoğunlukla arıcılığı bitkisel üretime ek gelir sağlayan ikincil bir faaliyet olarak sürdürmekte ve arıcılığa ayrılan zaman, kaynak ve ilgi düzeyi sınırlı kalabilmektedir. Bu durum, bal veriminde gözlemlenen farklılıkları açıklayabilecek önemli bir faktör olarak değerlendirilebilir.

Arıcılık yapan ve tarımsal kredi borcu olan kişiler genel olarak (örneğin, koşulsuz olarak) bal verimlerinin 2,71 kg daha düşük olduğunu belirtmektedir. Finansal zorluklar, büyük arazi parçalarına erişimde kısıtlılık, teknik bilgi eksikliği, altyapı engelleri ve zaman kısıtlamaları gibi faktörler, etkili arıcılık yapma olasılığını azaltabilir. Kredi borcundan

kaynaklanan finansal yükler, kovan bakımı ve temel ihtiyaçlar için kaynakların sınırlandırılmasına neden olabilirken, borç stresi de yönetim verimliliğini olumsuz etkileyebilir. Ayrıca, kötü kredi yönetimi, kovanların bakımı ve bal üretimi için gerekli kaynaklara erişimi daha da zorlaştırabilir. Bununla birlikte, kredi kullanan arıcılar, kredi kullanmayanlara göre koşulsuz bal veriminde yaklaşık olarak 2,3 kg daha yüksek bir artış elde edebilirler. Kredi kullanan arıcıların bal veriminin daha yüksek olması, finansal desteklerin üretim verimliliğini artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Ancak bu etkinin sürdürülebilir hale gelmesi için, verilen kredilerin amacına uygun kullanımı düzenli olarak izlenmeli ve kredinin hangi alanlarda kullanıldığına dair şeffaf ve denetlenebilir bir takip sistemi oluşturulmalıdır. Bu kapsamda, tarımsal kredi politikalarının yalnızca finansman sağlamaya değil, aynı zamanda kaynakların etkin ve üretim odaklı kullanımını teşvik etmeye yönelik olarak yeniden yapılandırılması önem arz etmektedir. Diğer yandan, işletmelerini sadece bal üretimiyle sınırlı kalmayacak şekilde çeşitlendiren arıcılar, diğer arı ürünlerini de ürettiğinde, koşullu bal verimlerinin ürün üretmeyenlere göre yaklaşık olarak 2,36 kg daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu önemli farklılık, çeşitlendirmenin potansiyel faydalarını vurgulamaktadır. Bu avantajı tam anlamıyla kullanabilmek için, arıcıların mum, arı sütü ve propolis gibi çeşitli arı ürünlerinin üretimini keşfetmeleri ve yatırım yapmaları kesinlikle önerilmektedir. Ayrıca, arıcıların ürün yelpazesini genişletmelerine yardımcı olacak kapsamlı eğitim ve kaynak sağlanması, genel verimli kaynak tahsisini ve kârlılığı önemli ölçüde artırabilir. Aynı paralelde, Ege bölgesinde, Kafkas, Karniyol, İtalyan ve Muğla dışındaki arı ırklarını kullanan arıcılar önemli ölçüde daha yüksek bal verimi elde etmektedirler; koşullu verimler etkileyici bir şekilde 3,24 kg ve koşulsuz verimler 1,62 kg daha fazladır. Bal verimi üzerinde etkili olan faktörler arasında iklim koşulları, parazitler ve hastalıklar, arıcıların yönetim uygulamaları, arı ırkının özellikleri ve bitki çeşitliliği yer almaktadır (Karadaş ve Birinci 2018; Çelik ve Yılmaz 2019). Her faktör koloni sağlığı ve bal üretimini etkileyebilir. Yapılan bir çalışma, kaskas arılarının buckfast, karniyol ve Erzurum gibi diğer arılara göre daha düşük bal verimine sahip olduğunu bulmuştur (Cengiz ve Erdoğan 2017). Bu çalışmada dikkat çeken önemli bir farklılık, alternatif arı ırklarının büyük potansiyelini ortaya koymaktadır. Bu avantajdan tam anlamıyla faydalanabilmek için, arıcıların arı stoklarını çeşitlendirmeleri ve bu ırkların yönetimi konusunda uzmanlaşmış eğitimlere katılmaları tavsiye edilmektedir. Ayrıca, araştırma ve üretim programlarına yapılacak yatırımlar bal üretimini önemli ölçüde artırabilir ve sektörü yeni zirvelere taşıyabilir.

Sürekli değişkenlere odaklanarak, kovanların ana yollardan uzak konumlanması rüzgâr enerjisi santralleri olmayan bölgelere göre kovan başına koşulsuz bal veriminde 0,72 kg azalmaya neden olmaktadır. Arıcılar kovanlarını şehir dışı alanlara ve yollardan uzak bölgelere yerleştirmeyi tercih ederek negatif etkileri en aza indirme çabası içindedirler. Bu yaklaşım, sera

gazları, hava ve gürültü kirliliği, egzoz emisyonları, şehir ve endüstriyel kirleticiler gibi faktörleri azaltma çabalarını yansıtmaktadır (Maris *et al.* 2008). Buna karşın, Sarı vd (2020) yol ve yerleşim yerlerinden uzaklığının arıcılık uygunluğu üzerinde doğrudan bir etkisi olmadığını bulmuşlardır. Öte yandan, bal üretimine dâhil olan her bir aile üyesi, koşullu bal verimini yaklaşık olarak 1,5 kg artırmaktadır. Aile üyelerinin arıcılık faaliyetlerine katılımı, işbirliği ve deneyim paylaşımı, bal verimi ve arıcılık işletmesinin sürdürülebilirliğine olumlu katkıda bulunabilir. Bu avantajı değerlendirmek için, daha fazla aile katılımını teşvik etmek ve genel üretkenliği artırmak için ilgili eğitim sağlamak faydalı olacaktır. Son olarak, hükümet mali desteğinde her bir birim artış için her kovanda 0,31 kg daha fazla bal üretimi yapılmaktadır. Bu durum, Tablo 5'teki verilerle doğrulanmaktadır. Hükümet desteği ve kredi alan arıcılar arasında daha yüksek verim elde edilmesine katkıda bulunan faktörler arasında modern arıcılık ekipmanlarına yapılan yatırımlar, etkili eğitim ve danışmanlık hizmetlerine erişim, kovan sağlığı ve hastalık kontrolü için kaynaklar, pazarlama stratejilerine yapılan yatırımlar ve kaliteli kovan yönetimini destekleyen teknoloji kullanımı yer almaktadır. Türkiye'nin Bingöl ilinde yapılan bir çalışmada arıcılara göre, arıcılık sektörünün gelişmemesinin sebepleri arasında % 29,9 ile desteklemenin yetersiz olması yer almaktadır (Söğüt vd 2019). Arıcılar, yer seçimlerini iyileştirerek ve bal üretiminde artan finansal teşviklerden yararlanarak bal verimini artırabilirler. Ayrıca, daha ileri araştırmalar finansal desteğin arıcılık stratejilerini ve genel üretim verimliliğini nasıl etkilediğini inceleyebilir. Özellikle, yıllık sağım sayısının artırılması bal üretiminde önemli bir artışa yol açmakta, koşullu verimlerin 2,8 kg ve koşulsuz verimlerin 1,4 kg artmasına neden olmaktadır. Arılarda sağım sayısının artmasının bal verimini artırmasının temel sebepleri arasında, düzenli kontrol ve izleme ile arı sağlığının korunması, beslenmenin iyileştirilmesi, kovan popülasyonunun kontrol altında tutulması, arıların petek oluşturma sürecine uyarılması ve kovanın genel güçlenmesi olabilir. Bununla birlikte aşırı bal sağımı da arılarda büyük bir strese de neden olabilmektedir (Kavak 2016). Bal verimini optimize etmek ve stresi en aza indirmek için arıcılar iyi yapılandırılmış bir hasat programı uygulamayı ve gelişmiş kovan yönetim tekniklerine yatırım yapmayı düşünmelidirler.

Ortalama muamele etkisi analizine göre, RES bölgelerinde arıcılık yapmanın bal verimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve olumlu bir etkisi olduğu ortaya konmuştur. Hem muamele grubundaki bireyler (rüzgâr çiftliği bölgelerinde arıcılık yapanlar) hem de kontrol grubundaki bireyler (bu bölgelerde faaliyet göstermeyenler) açısından değerlendirildiğinde, elde edilen tüm istatistiksel göstergeler anlamlılık düzeylerini karşılamakta ve sonuçların güvenilirliğini desteklemektedir. Özellikle, popülasyondan rastgele seçilen tipik bir arıcının RES bölgesinde faaliyet göstermesi durumunda, kovan başına elde edeceği ortalama bal veriminin yaklaşık 2,14 kg daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca, hali hazırda RES

bölgelerinde faaliyet gösteren arıcılara ilişkin hesaplanan ATT değeri de 2,13 kg'lık bir artışı göstermektedir. Bu bulgu, RES bölgelerinde yer alan arıcıların, bu konumda olmaktan dolayı kayda değer bir verim artışı sağladıklarını göstermekte; dolayısıyla RES bölgelerinin arıcılık açısından yalnızca teorik değil, pratik düzeyde de avantaj sunduğunu teyit etmektedir. Buna karşın, ATU değeri, RES bölgeleri dışında arıcılık yapan arıcıların, eğer bu bölgelerde faaliyet göstermiş olsalardı ortalama 2,83 kg daha fazla bal elde edebileceklerine işaret etmektedir. Bu sonuç, RES dışı bölgelerde arıcılık yapan bireylerin potansiyel olarak önemli bir verim kaybı yaşadığını göstermektedir.

Sonuç olarak, elde edilen bulgular RES bölgelerinde arıcılık yapmanın bal verimi üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, RES bölgelerinin arıcılık faaliyetleri üzerinde olumsuz bir etki yaratmadığını göstermektedir. Yani rüzgâr enerjisi altyapılarının ekolojik üretim faaliyetleriyle bir arada var olabileceğini ve uygun çevresel koşullar sağlandığında arıcılık açısından da verimli sonuçlar doğurabileceğini göstermektedir. Bu bulgular, arıların yön bulma yeteneklerinin rüzgâr türbinlerinden olumsuz etkilenmediğini gösteren son çalışmalarla (Pustkowiak *et al.* 2018; Fourrier *et al.* 2023) uyumludur. Literatürdeki önemli çalışmalara atıfta bulunarak, rüzgâr türbinlerinin yiyecek arayan arıların kovana geri dönme konusundaki bilişsel ve mekansal yönelim becerileri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını belirtmiş (Fourrier *et al.* 2023), çevresel anlaşmazlıklar ve insan etkisi altında değişen manzaralarda rüzgâr çiftliklerinin büyümesinin zararlı bir etkisi olmadığını göstermiştir (Pustkowiak *et al.* 2018). Bu çalışmalar, biyoçeşitliliği artırmak ve olası olumsuz etkileri azaltmak için küçük ve marjinal habitatların korunmasının önemini vurgulamışlardır. Ayrıca, rüzgâr türbinlerinin altına tozlayıcı dostu, bölgeye özgü bitkiler yetiştirilmesini önermişlerdir. Elde edilen sonuçlar arıcıların türbinlerden kaynaklanan gürültü ve elektromanyetik yayımların olumsuz etkilerine rağmen, zengin fauna ve flora sahip yüksek rakımlı bölgelere ilgi gösterebileceğini de ortaya koymaktadır. Bu tercih, bal verimi kaybının rüzgar enerjisi santrallerine bağlı olmadığını, ancak arıcılık için ideal konumların seçiminin önemini vurgulamaktadır. Bal üretimini artırmak için, arıcılar kovan yerlerini seçerken yer özelliklerini dikkatlice değerlendirmeye devam etmeli ve çeşitli, zengin çevrelerin ekolojik faydalarını göz önünde bulundurmalarıdır.

Muamele etkileri modelinden elde edilen sonuçlar (Gelir)

Arıcılık, düşük sermaye gereksinimi, düşük teknik bilgi birikimi ve kırsal alanlardaki mevcut arazi kullanımına uygun olması nedeniyle birçok kırsal hane gelirini arttırmaya ve çeşitlendirmeye önemli ölçüde katkı sağlayan sürdürülebilir bir faaliyettir (Bunde and Kibet 2016; Vaziritabar and Esmacilzade 2016). Bundan dolayı arıcılık faaliyeti, kırsal bölgelerde

yaşayan birçok ailenin temel geçim kaynağını oluşturarak, bu ailelerin ekonomik istikrarını ve yaşam kalitesini önemli ölçüde artırmaktadır. Arıcılıkla uğraşan üreticiler, balın yanı sıra polen, propolis ve balmumu gibi çeşitli arı ürünlerinden elde ettikleri gelirlerle ekonomik anlamda önemli bir kazanç sağlamaktadır (Çukur ve Demirbaş 2016). Sosyo-ekonomik faktörler, arıcılık sektöründe geliri etkileyen önemli unsurlar arasında öne çıkmaktadır (Beula and Anandhy 2020). Bu sosyoekonomik faktörler arasında yaş, eğitim düzeyi, hanehalkı büyüklüğü, arıcılık deneyimi, arıcılık dışı gelir, kovan sayısı ve arıcılık türü (sabit veya göçebe) vb. bulunmaktadır (Dogan ve Adanacioglu 2021).

Türkiye’de arıcılık üretim faaliyeti, bitkisel üretime katkıda bulunması, kırsal bölgelerde alternatif bir gelir kaynağı oluşturması ve bu bölgelerdeki gelir düzeylerini artırma potansiyeli taşıması nedeniyle büyük önem arz etmektedir (Doğan ve Adanacioğlu 2020).

Arıcılık, işsiz ve eksik istihdam edilen kişilere tam istihdam ve ek gelir sağlar; ancak arıcılığın kırsal alanlarda kazançlı istihdam ve gelir fırsatlarını artırabilecek kullanılmayan potansiyeli henüz değerlendirilmemiştir (Beula and Anandhy 2020). Bu bağlamda arıcılıktan elde edilen geliri arttırmak için var olan potansiyeli kullanmak çok önemlidir. Ayrıca bal üretiminden elde edilen gelir üzerindeki faktörlerin doğru tespit edilip bu yönde politikaların geliştirilmesi elzemdir. Bu bölümde, bal üretimi açısından yer seçim kararının (örneğin, RES bölgesini tercih etmenin) bal satış geliri üzerindeki etkisi, hem belirli bağımsız değişkenler kontrol edilerek (koşullu) hem de herhangi bir değişken dikkate alınmaksızın (koşulsuz) analiz edilmiştir. Bu yaklaşım, yer seçiminin gelir düzeyine etkisini daha kapsamlı ve karşılaştırmalı bir biçimde değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır.

Tablo 8’e bakıldığında Çanakkale ili referans alındığında, İzmir ve Balıkesir illeri dışındaki diğer iller, bal üretiminden elde edilen gelir için yer seçim kararı olasılığını olumlu etkilemekle birlikte, hiçbir il istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Aydın, Muğla ve Manisa illerinde üretim yapan arıcıların öncelikli tercihi RES bölgesini seçmek olsa da, RES dışı bölgeyi seçme olasılıkları da eşit düzeydedir. 1965’ten önce doğan arıcılara kıyasla, X kuşağı ve Y Kuşağı arıcılarının RES bölgelerini tercih etme olasılıkları daha yüksektir. Özellikle, Y kuşağı arıcıları RES bölgesini yaklaşık %25 daha fazla tercih etme olasılığına sahiptir ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 1965’ten önce doğan arıcılar ile karşılaştırıldığında, 1980’den sonra doğan arıcıların koşulsuz bal geliri ortalama 64.000 TL daha yüksektir. Genç arıcılar, modern teknolojilerin kullanımı, güncel bilgiye erişim, fiziksel kapasite, yenilikçilik, dijital pazarlama yetkinlikleri ve işbirliği ağları sayesinde bal üretiminden daha yüksek gelir elde edebilirler.

Tablo 8. Dışsal Değişkenlerin Gelir Üzerindeki Marjinal Etkileri

Değişken	Olasılık		Koşullu Değer		Koşulsuz Değer	
	Katsayı	Std. Hata	Katsayı	Std. Hata	Katsayı	Std. Hata
Kategorik ve kukla değişkenler:						
İzmir	-0,642	14,056	5,301	30,353	1,132	38,654
Aydın	4,231	14,240	-26,128	26,174	-3,939	35,671
Muğla	11,667	15,253	-14,682	30,029	18,681	40,602
Manisa	4,473	14,967	-24,001	29,444	-2,293	38,051
Balıkesir	-1,228	12,157	26,712	27,909	10,269	34,340
Yaş grubu 1965-1980	4,925	6,910	19,580	14,993	21,017	17,113
Yaş Grubu >1980	24,512*	13,122	10,168	40,712	64,312*	37,148
Ortaokul	5,437	10,627	7,106	19,324	16,492	26,868
Lise	9,845	9,349	-14,493	20,625	14,810	23,825
Üniversite	11,349	10,996	-38,163	23,658	4,481	27,067
Evli	35,409**	12,515	-8,351	31,804	80,654***	27,779
Hiç Evlenmemiş	24,548	20,234	13,252	47,646	66,692	46,552
Atadan öğrenme	-2,619	8,607	0,258	0,962	-5,965	19,603
Kurslarla öğrenme	-3,611	9,175	0,359	1,044	-8,230	20,914
Araba	3,476	8,330	7,907	18,769	11,858	20,872
AKS	7,768	7,694	58,526***	20,845	49,925**	22,046
ÇKS	-20,091***	7,432	-15,008	16,028	-53,785***	19,112
Kooperatif üyesi	16,774	13,820	-21,127	53,104	31,622	39,390
Arıcılık işi dışında	-4,753	8,509	-12,107	18,360	-17,432	22,053
Bitkisel ve hayvansal üretim	0,035	8,058	23,862	19,369	12,007	20,891
Göçebe	-1,393	10,708	87,186***	19,498	41,150**	20,215
Sigorta	-3,469	7,830	-7,710	15,979	-11,889	19,617
Kredi bazlı borç	-17,602*	9,206	25,897	21,482	-29,197	23,717
Diğer arı ürünleri üretimi	1,181	9,261	46,995**	19,869	25,844	19,295
Kredi kullanımı	11,176	8,406	-22,885	18,885	14,571	20,272
Geçim kaynağı	-	-	17,970	16,614	8,980	8,331
Diğer kraliçe ırkı	-	-	-26,528	19,748	-13,256	9,803
Diğer çalışan ırkı	-	-	13,711	20,044	6,852	9,994
Kraliçe değişimi	-	-	8,656	28,427	4,326	14,211
Haftalık besleme	-	-	29,219*	15,263	14,601*	7,586
Beslenme	-	-	-23,894	19,206	-11,940	9,651
Sürekli değişkenler:						
Mesafe	-4,870***	1,542	0,480	0,802	-11,092***	3,506
Deneyim oranı	11,915	19,081	155,917***	46,885	105,639*	54,722
Çalışma oranı	-12,513	8,524	-21,030*	11,401	-39,625*	20,157
Sübvansiyon miktarı	2,328**	1,076	20,114***	2,828	15,470***	3,536

Tablo 8. (devamı)

Malzeme oranı	52,119*	30,650	-5,139	9,509	118,711*	69,882
Vücut kitle indeksi	-	-	-2,365	1,988	-1,182	0,986
Sağım sayısı	-	-	30,476***	7,985	15,229***	4,058
Ortalama tedavi etkisi (ATE)	38,653**	15,511 -		-	-	-
Tedavi edilen tedavi (ATT)	42,430**	16,827 -		-	-	-
Tedavi edilmeyen tedavi (ATU)	-24,391	18,538 -		-	-	-

Not: ***p < 0,01, **p < 0,05, *p < 0,10

Evli arıcıların, diğer medeni duruma sahip arıcılara kıyasla, RES bölgesinde arıcılık yapma olasılığı %35 daha fazla olup yıllık koşulsuz bal geliri açısından dul/boşanmış meslektaşlarına kıyasla yaklaşık 81.000 TL daha yüksektir. Bu değerler istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durum, evli insanların genellikle daha fazla sorumlulukları olması ve acil ihtiyaçları karşılamak için gelirlerini artırmaya daha fazla eğilim göstermeleri nedeniyle olabilir (Adeokun *et al.* 2022).

Arıcılık kayıt sistemine dahil arıcıların dahil olmayanlara kıyasla yıllık koşullu bal geliri ortalama 58.500 TL, koşulsuz bal geliri ise ortalama 50.000 TL daha fazladır. Arıcılık kayıt sistemine dahil arıcıların bal gelirinin daha fazla olmasının arkasındaki nedenler arasında, daha iyi verimlilik analizi yapabilmeleri, maliyetleri kontrol edip yönetebilmeleri, stratejik karar alma becerileri ve daha etkili pazarlama yöntemlerini benimsemeleri yer alabilir. Öte yandan, çiftçi kayıt sistemine dâhil arıcıların RES bölgesini tercih etme olasılıkları %20,1 daha düşüktür ve çiftçi kayıt sistemine dâhil olmayanlar ile karşılaştırıldığında çiftçi kayıt sistemine dâhil arıcıların yıllık koşulsuz bal geliri ortalama 53.800 TL daha düşük olduğu görülmektedir. Arıcılık kayıt sistemine dahil üreticilerin arıcılığı birincil tarımsal faaliyet olarak sürdürmeleri, üretim sürecine daha fazla emek ve kaynak ayırmalarına olanak tanırken; çiftçi kayıt sistemine kayıtlı arıcıların arıcılığı çoğunlukla ikincil veya tamamlayıcı bir faaliyet olarak yürütmeleri, gelir düzeylerinde gözlenen düşüklüğün temel nedenlerinden biri olarak değerlendirilebilir.

Göçebe olmayan arıcılarla karşılaştırıldığında, göçebe arıcıların bal gelirinde belirgin bir fark olduğu gözlemlenmiştir. Göçebe arıcıların yıllık koşullu bal gelirinin ortalama 87.000 TL ve koşulsuz bal gelirinin ise ortalama 41.000 TL daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler, göçebe arıcılığın bal üretimindeki ekonomik avantajlarını ve potansiyel gelir artışını vurgulamaktadır. Uzundumlu vd (2011) arıcıların göçebe olması bal verimini pozitif yönde etkilediğini tespit etmişler. Göçebe arıcıların daha fazla gelir elde etmesinin nedenleri, nektar bakımından zengin bölgelere erişim, olumsuz iklim koşullarından kaçınma ve pazar taleplerine uygun üretim yapma gibi faktörleri içerebilir.

Tarımsal krediye dayalı borcu olan arıcıların, borcu olmayan arıcılara kıyasla RES bölgesinde arıcılık yapma olasılıklarının yaklaşık %18 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, tarımsal kredi borçlarının arıcıların tercihlerini ve faaliyet alanlarını etkileyebileceğini göstermektedir. Borç yükü altında olan arıcıların, finansal kısıtlamalar ve risk algıları nedeniyle RES bölgeleri gibi yüksek konumlu alanlardan kaçınmaları olasıdır.

Bal üretimi dışında diğer arıcılık ürünleri üreten arıcıların, üretim yapmayan arıcılara kıyasla yıllık koşullu bal gelirinin ortalama 47.000 TL daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durum, diğer arıcılık ürünlerinin üretiminin, bal gelirini olumlu yönde etkileyebileceğini ve arıcıların genel ekonomik performansını artırabileceğini göstermektedir. Arıcılık genellikle bal ve bal mumu üretimiyle ilişkilendirilse de, aslında arı sütü, arı ekmeği, arı zehiri, polen, propolis ve apiterapi gibi çeşitli ürünleri içeren bir sektördür, ki bu ürünler genellikle daha yüksek gelir getirir (Aksoy vd 2022). Kovanlarını haftalık olarak beslenen arıcıların, beslenmeyen arıcılara kıyasla yıllık koşullu bal gelirinin 29.000 TL ve koşulsuz bal gelirinin yaklaşık 15.000 TL daha fazla olduğu görülmektedir. Bu bulgular, düzenli beslemenin kovanların bal verimini ve dolayısıyla ekonomik getirilerini önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Beslenen bal arısı kolonilerinden elde edilen arı sütü veriminin, besleme yapılmamış bal arısı kolonilerinden elde edilen arı sütü verimine göre daha yüksek olması (Bayrak 2020), arıcılık geliri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabilir. Beslenen arıların daha yüksek gelir elde etmesinin sebepleri arasında güçlü ve verimli kolonilerin oluşumu, nektar ve polen eksikliğinin giderilmesi, hastalık ve zararlılarla mücadele ve beslenmenin ek besin maddeleri sağlaması gibi faktörler bulunabilir.

Sürekli değişkenler açısından değerlendirildiğinde, arı kovanlarının bulunduğu yerin ana yola uzaklığının artması, RES bölgesinde arıcılık yapma olasılığını yaklaşık %5 azaltmaktadır. Ayrıca, kovanların ana yola uzaklığının artması, yıllık koşulsuz bal gelirini 11.000 TL azaltmaktadır. Bu bulgular, kovanların konumunun, özellikle ana yola olan uzaklığının, arıcılık faaliyetlerinin yer seçimi ve bal geliri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir.

Arıcıların deneyim yaşının oranı ile bal geliri arasında pozitif bir ilişki gözlemlenmektedir. Deneyim yaş oranının artması, yıllık koşullu bal gelirini 156.000 TL, koşulsuz bal gelirini ise 105.600 TL artırmaktadır. Arıcıların deneyim yaşının artmasıyla birlikte bilgi ve tecrübe birikimi, gelişmiş üretim teknikleri, daha iyi ekipman ve teknoloji kullanımı, güçlü müşteri ilişkileri, pazar bilgisi, stratejik kararlar ve yüksek kalite ürün elde etme gibi faktörler bal gelirinin artmasına neden olabilir. Arıcıların eğitim düzeyi ve deneyim yılları, arıcılıktan elde edilen geliri etkileyen ana faktörlerdir (Adeokun *et al.* 2022). Buna karşılık, ailede çalışanların oranı ile bal geliri arasında da negatif bir ilişki vardır. Ailede

Çalışanların oranının artması, yıllık koşullu bal gelirini ortalama 21.000 TL, koşulsuz bal gelirini ise 39.600 TL azaltmaktadır. Ailede alışanların oranının artmasıyla bal gelirinin azalmasının temel sebepleri arasında, aile üyelerinin genellikle profesyonel arıcılık eēitimi almamış olması, arıcılık dışında başka sorumluluklarının olması, verimlilik düşüşü, yetersiz iş bölümü ve iletişim yönetim zorlukları yer alabilir. Meshesha and Gardebroek (2011) bulgularımızın aksine bal üretimine katılan aile yesi sayısının bal üretiminden elde edilen geliri olumlu yönde etkilediēini bulmuşlar.

Arıcılık desteklerinden yararlanan arıcılar için destek miktarındaki her bir birim Türk Lirası artışı, RES bölgesini tercih etme olasılıēını %2,3 artırmaktadır. Devlet desteēinin artması, bal üretiminden elde edilen geliri de olumlu yönde etkilemektedir. Yıl içerisinde arıcılık faaliyetleri için devlet desteēinden yararlanan arıcıların, destek almayanlara kıyasla yıllık koşullu bal gelirinin 20.000 TL, koşulsuz bal gelirinin ise yaklaşık 15.500 TL daha yüksek olduēu görülmektedir. Devlet desteklerinden yararlanan arıcılar, yatırım yaparak gerekli ekipmanı temin edebilir, eēitim ve danışmanlık hizmetlerinden yararlanarak bilgi ve becerilerini artırabilir, hastalık ve zararlılarla mücadelede destek alarak arılarını daha saēlıklı tutabilir ve kalite kontrol ile pazarlama desteēi sayesinde ürünlerini daha iyi koşullarda ve fiyatlarla satabilirler. Bu faktörler, bal gelirlerinin artmasına katkıda bulunabilir.

İşletmede kovan başına kullanılan malzeme miktarındaki her bir birimlik artış, RES bölgesinde arıcılık yapma olasılıēını %52 artırmaktadır. Ayrıca, arıcıların kovan başına kullandıkları malzeme miktarındaki bir birimlik artış, yıllık koşulsuz bal gelirini yaklaşık 119.000 TL artırmaktadır. Bu bulgular, malzeme kullanımının arıcılık faaliyetlerinin hem yer seçimini hem de bal gelirini önemli ölçüde etkilediēini göstermektedir. Arıcılıkta kullanılan malzeme miktarının artması, üretim kapasitesinin büyümesini, ürün eřitliliēinin genişlemesini, verimliliēin artmasını saēlayarak pazarlama olanaklarını artırır ve dolayısıyla geliri artırabilir.

Bir yıldaki toplam saēım sayısındaki artışın, yıllık koşullu bal gelirini 30.000 TL ve koşulsuz bal gelirini 15.000TL artırdıēı tespit edilmiştir. Bu artışların her ikisi de istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgular, yıllık saēım sayısının artırılmasının arıcıların gelirlerinde bir iyileşmeye yol aabileceēini ve saēım sıklıēının bal üretiminde ekonomik açıdan önemli bir faktör olduēunu ortaya koymaktadır. Daha sık saēılan arılar, bal üretimini artırırken, kalite kontrolünü ve arı kolonilerinin saēlıēını koruyarak daha verimli bir üretim gerçekleşebilir ve dolayısıyla daha yüksek gelir elde etme olanaēı sunabilir.

Son olarak araştırma kapsamında uygulanan etki deēerlendirme analizleri sonucunda, RES bölgelerinde faaliyet gösteren arıcıların gelir düzeylerinin, bu bölgelerde bulunmayan

meslektaşlarına kıyasla önemli ölçüde farklılaştığı tespit edilmiştir. ATE değeri 38.653 olarak hesaplanmış ve bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulgu, genel örneklem düzeyinde değerlendirildiğinde, RES bölgelerinde arıcılık faaliyetinde bulunmanın, arıcı gelirlerini ortalama 38.653 TL artırıcı yönde etkide bulunduğunu ortaya koymaktadır. Diğer bir ifadeyle, tüm arıcılar (hem RES bölgesinde bulunanlar hem de bulunmayanlar) dikkate alındığında, RES bölgesinde faaliyet göstermek, kâr ya da gelir açısından anlamlı bir avantaj sunmaktadır. Bu genel eğilimi destekler nitelikte olarak, ATT değeri ise 42.430 olarak belirlenmiş ve bu sonuç da istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durum, hâlihazırda RES bölgelerinde arıcılık yapan üreticilerin, bu bölgelerde bulunmaları sayesinde ortalama olarak 42.430 TL daha yüksek gelir elde ettiklerini göstermektedir. Bu bağlamda, rüzgâr çiftliklerinin bulunduğu alanların, arıcılık faaliyetleri açısından potansiyel olarak daha avantajlı çevresel veya coğrafi koşullar sunduğu ya da bu bölgelerde ekolojik dengenin arıcılık açısından elverişli biçimde korunduğu söylenebilir. Aynı zamanda, rüzgâr enerjisi altyapılarının arıcılık faaliyetleri üzerinde olumsuz bir baskı oluşturmadığı ve hatta bazı durumlarda dolaylı biçimde pozitif etkiler yarattığı da değerlendirilebilir. Öte yandan, ATU değeri -24.391 TL olarak hesaplanmış olmakla birlikte, bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu, rüzgâr çiftliği bölgeleri dışında kalan arıcıların, eğer RES bölgesinde faaliyet göstermiş olsalar dahi, gelir düzeylerinin bu fark kadar değişip değişmeyeceğinin belirsiz olduğunu göstermektedir. ATU değerinin negatif işaretli olması, yüzeysel olarak bakıldığında bu arıcıların RES dışı bölgelerinde faaliyet göstermeleri durumunda gelirlerinin azalabileceğine işaret ediyor gibi görünse de, istatistiksel anlamlılık düzeyinin altında kalması nedeniyle bu bulgudan kesin bir yargıya varmak mümkün değildir.

Sonuç olarak, elde edilen bulgular, RES bölgelerinde arıcılık yapmanın arıcı gelirleri üzerinde genel olarak pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, RES'lerin arıcılık faaliyetleri üzerinde olumsuz bir etki yaratmadığını göstermektedir. RES'lerin genellikle enerji verimliliğini artırmak amacıyla yüksek rakımlı alanlara kurulması ve bu alanların bitki çeşitliliği açısından zengin olması, arıcılık açısından daha elverişli çevresel koşullar sunmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Enerji, yaşamın devamlılığı ve sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanması için vazgeçilmez bir unsurdur. Teknolojinin sürekli değişimi ve gelişimi, enerjiye olan talebin her geçen gün artmasına neden olmaktadır. Fosil enerji kaynaklarının yaydığı sera gazlarının doğaya, atmosfere ve insan sağlığına ciddi zararlar vermesi nedeniyle, birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülke, çevre dostu özellikleri nedeniyle rüzgâr enerji santralleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir. Ancak, bu enerji santrallerinin hızla artan kullanımı, ciddi çevresel sorunlara yol açmaktadır. Bundan dolayı yapılan araştırmalar, yarasa, kuş ve böcek ölümlerinin yanı sıra yerel fauna ve flora üzerindeki değişim ve kayıpları incelemektedir. Ayrıca, türbinlerden yayılan elektromanyetik sinyallerin arıların navigasyon sorunlarına yol açabileceği endişesi vardır. Türbin kanatlarının çarpışmalara ve türbülansa neden olarak arı ölümlerine yol açabileceği ve türbinlerin havadaki kurutma etkisinin yerel ekolojii olumsuz etkileyip arı kolonilerinin besin bulmasını zorlaştırabileceği endişeleri bulunmaktadır.

Bu bağlamda, çalışma, Türkiye'nin Ege Bölgesi'nde yer alan İzmir, Aydın, Muğla, Manisa, Balıkesir ve Çanakkale illerindeki arıcıların RES alanlarında faaliyet gösterme kararlarını, bal verimlerini ve bal üretiminden elde ettikleri geliri incelemek amacıyla bir muamele etkileri modeli kullanarak gerçekleştirilen öncü bir araştırmadır. Elde edilen bulgular, RES bölgelerinde faaliyet gösteren arıcıların, daha yüksek ortalama bal verimi ve daha yüksek gelir elde ettiklerini ortaya koymaktadır. Rüzgâr çiftliği bölgelerinde faaliyet gösteren arıcılar kovan başına ortalama 15,83 kg bal üretirken, bu bölgelerin dışında kalan arıcıların üretimi kovan başına ortalama 14,47 kg ile sınırlı kalmaktadır. Bu bulgular, RES'lerin arıcılık faaliyetleri üzerinde olumsuz bir etki yaratmadığını göstermektedir. Aynı zamanda, rüzgar enerjisi ile tarımsal üretimin özellikle arıcılık faaliyetleri bağlamında uyumlu ve sürdürülebilir bir şekilde bir arada var olabileceğine işaret etmektedir. Rüzgar santrallerinin uygun alanlara, ekolojik ve tarımsal hassasiyetler gözetilerek yerleştirilmesi durumunda, çevre dostu enerji üretimi ile tarımsal faaliyetler birbirini dışlamadan sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlayabilir.

Araştırma bulgularına göre, arıcının yaşı ile bal verimi arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Özellikle orta yaşlı ve genç arıcıların, yaşlı arıcılara kıyasla daha yüksek kovan başı bal verimi elde ettikleri gözlemlenmiştir. Nitekim, orta yaş grubundaki arıcıların ortalama kovan başı bal verimi 15,94 kg iken, yaşlı arıcılarda bu değer 13,58 kg olarak belirlenmiştir. Bu durum, üretim sürecinde fiziksel kapasite, teknolojik adaptasyon ve yeniliklere açıklık gibi

faktörlerin verimlilik üzerindeki etkisine işaret etmekte; dolayısıyla, arıcılık faaliyetlerinde genç ve orta yaş gruplarının daha etkin biçimde desteklenmesinin sektörel verimlilik açısından önemli olduğunu göstermektedir. Araştırma kapsamında elde edilen veriler, arıcılığın öğrenilme biçiminin bal verimi üzerinde belirleyici bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Mesleği atadan öğrenen arıcıların kovan başı ortalama bal verimi 15,74 kg, başkalarından öğrenenlerin bal verimi 16,36 kg olarak belirlenmiştir. Buna karşın, arıcılığı kurslar aracılığıyla öğrenen arıcılarda bu değer 12,99 kg ile daha düşük seviyede kalmıştır. Bu durum, uygulamalı ve deneyim temelli bilgi edinmenin bal üretim performansı açısından daha etkili olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, arıcılık eğitim programlarının teorik içeriklerin yanı sıra pratik uygulamalarla desteklenmesinin önemine işaret etmektedir.

Ayrıca araştırma bulguları, çeşitli yapısal ve üretimsel özelliklerin kovan başı bal verimi üzerinde anlamlı farklılıklar yarattığını ortaya koymaktadır. Arıcılık kayıt sistemine dahil olan üreticilerin, dahil olmayanlara kıyasla kovan başı ortalama 1,65 kg daha fazla bal elde ettikleri tespit edilmiştir. Bu durum, kayıtlı üreticilerin daha düzenli bilgiye, destek mekanizmalarına ve teknik kapasiteye erişiminin verimliliği artırıcı bir rol oynadığını göstermektedir. Bu çerçevede, kayıt dışı üreticilerin kayıt altına alınmasını teşvik edecek destek politikalarının geliştirilmesi önem arz etmektedir. Göçebe arıcılık yapan üreticilerin yerleşik üreticilere göre ortalama 3,63 kg daha yüksek kovan başı bal verimi elde etmesi, floral zenginliği yüksek bölgelere erişimin üretim performansına doğrudan katkı sağladığını göstermektedir. Bu bulgu doğrultusunda, göç yollarının planlı biçimde yönetilmesi, taşımacılık altyapısının iyileştirilmesi ve göçebe arıcıların konaklama alanlarına ilişkin yasal ve kurumsal düzenlemelerin güçlendirilmesi önerilmektedir. Balın yanı sıra polen, propolis, arı sütü gibi ek arı ürünleri üreten arıcıların, yalnızca bal üretimi yapanlara göre kovan başı 2,75 kg daha fazla bal elde etmeleri, üretim çeşitliliğinin genel verimlilik üzerinde pozitif etkileri olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda, arıcıların ek ürün üretimine yönlendirilmesini sağlayacak eğitim programları ve teşvik edici destekler geliştirilmelidir. Arıcılık faaliyetleri için kredi kullanan üreticilerin, kredi kullanmayanlara göre kovan başı 1,5 kg daha yüksek bal verimi elde etmeleri, finansmana erişimin üretim sürecindeki teknik iyileştirmeleri kolaylaştırdığını göstermektedir. Bu nedenle, arıcılara yönelik düşük faizli ve esnek geri ödemeli kredi mekanizmalarının yaygınlaştırılması önerilmektedir. Ancak, kredi borcu bulunan arıcıların üretim motivasyonlarının düşmesi ve buna bağlı olarak bal veriminde azalma yaşandığı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu durumu önlemek amacıyla, sağlanan kredilerin arıcılık faaliyetlerinde verimli ve yerinde kullanımını sağlamak üzere etkin denetim mekanizmaları kurulmalı; kredinin ekipman alımı, kovan modernizasyonu, gezginci arıcılık lojistiği gibi üretimi doğrudan artırıcı alanlarda kullanılması teşvik edilmelidir. Arıcılığı ana geçim kaynağı olarak sürdürenlerin, bu faaliyeti ek gelir

kaynağı olarak görenlere kıyasla yaklaşık 2 kg daha fazla bal üretmeleri, profesyonel düzeyde yapılan arıcılığın verimlilik açısından daha avantajlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, tam zamanlı arıcılık yapan üreticilere yönelik özel destek programlarının geliştirilmesi, sektörün profesyonelleşmesini teşvik edebilir. Alternatif arı ırkları kullanan arıcıların, geleneksel ırklarla çalışanlara kıyasla ortalama 2 kg daha fazla bal verimi elde etmeleri, genetik çeşitliliğin ve ırk seçiminin verimlilik üzerindeki etkisini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, iklim ve flora koşullarına uygun yerel ve dayanıklı ırkların yaygınlaştırılması yönünde ıslah ve bilgilendirme çalışmalarına öncelik verilmelidir. Son olarak, bal üretimi ile sağlanan teşvik miktarı ve kovan başına kullanılan araç ve ekipman sayısı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Bu bulgu, teknolojik donanımın ve teşviklerin üretim kapasitesi üzerinde doğrudan etkili olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, ekipman desteklerinin çeşitlendirilmesi ve teşvik sistemlerinin performansa dayalı bir yapıya kavuşturulması önerilmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, çalışma bulguları RES bölgelerinde arıcılık yapmanın arıcılık faaliyetleri ve bal verimi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmadığını ortaya koymaktadır. Aksine, RES bölgelerinde faaliyet gösteren arıcıların kovan başı bal verimlerinin istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde farklılaştığı gözlemlenmiştir. Bu durum, söz konusu bölgelerin yüksek rakımlı ve flora çeşitliliği zengin alanlarda konumlanmasından kaynaklanan çevresel avantajlarla ilişkilendirilebilir. RES'lerin doğrudan bir olumsuz etkisinin tespit edilmemesi, arıcılık açısından bu bölgelerin uygun üretim ortamları sunduğunu ve ekosistem hizmetlerinden etkin biçimde yararlandığını göstermektedir. Bu çerçevede, RES bölgelerinde arıcılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliğine yönelik herhangi bir kısıtlamaya gidilmesi gereksiz görünmektedir. Ancak, rüzgâr türbinlerinin çevresel etkilerine yönelik bilimsel araştırmaların artırılması büyük önem taşımaktadır. Özellikle bal arıları gibi tozlayıcı türler üzerindeki olası ekolojik ve üretimsel etkilerin yerel ekosistemler bağlamında daha ayrıntılı incelenmesi gerekmektedir. Bu tür çalışmalar, gelecekte sürdürülebilir enerji ve tarım politikalarının daha bütüncül ve etkili şekilde geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada, her ilden eşit sayıda arıcının örnekleme dâhil edilmesi kararı, veri eksiklikleri ve saha koşullarındaki zorluklar gibi pratik nedenlere dayanmaktadır. Bu yöntem, iller arası karşılaştırma yapmayı kolaylaştırırsa da, Türkiye genelinde arıcılık faaliyetlerinin yoğunluğu ve coğrafi dağılımı büyük farklılıklar gösterdiğinden, elde edilen bulguların genellenebilirliğini sınırlamış olabilir. Bu durum, örnekleme yönteminin bazı kısıtları olduğunu göstermektedir. İleride daha sağlıklı ve temsiliyeti yüksek örneklemeler yapılabilmesi için, göçer arıcıların sezonluk yer değişimlerini il tarım müdürlüklerine bildirmelerini zorunlu kılan

bir veri sisteminin kurulması büyük önem taşımaktadır. Böyle bir sistem, oransal veya tabakalı örnekleme gibi daha uygun yöntemlerin kullanılmasına olanak tanır. Ayrıca, bu sayede tedavi etkisinin ölçümünde eğilim skoru eşleştirmesi ya da parametrik modelleme gibi daha gelişmiş istatistiksel yöntemler de uygulanabilir. Bu da hem elde edilen verilerin doğruluğunu artırır hem de analizlerin daha güvenilir sonuçlar üretmesini sağlar. Bunun yanı sıra, gelecekte planlanacak veya tasarlanacak bilimsel araştırmalarda, kontrol gruplarının rüzgâr enerji santrallerinin etkisi dışında kalan; ancak topografik (örneğin yükselti, eğim, yön, vadi, tepe ve düzlük yapıları), coğrafi (örneğin iklim tipi, hâkim rüzgâr yönleri ve şiddeti, deniz seviyesine yakınlık, enlem-boylam konumu) ve ekolojik (örneğin bitki örtüsü, ekosistem tipi, habitat sağlığı ve çevresel stres faktörleri) bakımdan benzer (homojen) özellikler taşıyan alanlardaki arıcılardan oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Bu yöntemsel tercih, çevresel değişkenliklerin etkisini en aza indirerek (homojen bir yapı), yalnızca rüzgâr enerji santrallerine yakınlığın arıcılık faaliyetleri üzerindeki olası etkilerini daha net bir şekilde ortaya koyma imkânını araştırmacılara sunacaktır. Bu öneri, yalnızca metodolojik veya teknik bir ayrıntıdan ibaret değildir. Aksine, kırsal alanların karmaşık çevresel yapıları ve farklı sosyoekonomik bağlamları göz önünde bulundurulduğunda, bilimsel analizlerin geçerliliğini artırmak ve elde edilen bulguların politika yapım süreçlerine gerçekçi katkılar sunmasını sağlamak açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, daha rafine (homojenlik sağlanmış) ve bağlamsal olarak duyarlı araştırma tasarım ve planları, yalnızca niteliği artmış akademik değer taşımakla kalmaz; aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma ve çevresel adalet açılarından da anlamlı çıktılar veya ön görüler üretmenin anahtarı olabilir.

KAYNAKLAR

- Adaçay, F.R., 2014. Türkiye için enerji ve kalkınmada perspektifler. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 87-103.
- Adeokun, M.O., Omosekeji, R.B., Alpheus, D.O., Ogundeji, R.O. and Chukwu, C.N., 2022. Socio-economic characteristic and factors affecting honey production income in selected Local Government in Ibadan metropolis. *Journal of Research in Forestry, Wildlife and Environment*, 14(1), 60-64
- Affognon, H.D., Kingori, W.S., Omondi, A.I., Diiro, M.G., Muriithi, B.W., Makau, S. and Raina, S.K., 2015. Adoption of modern beekeeping and its impact on honey production in the former Mwingi District of Kenya: assessment using theory-based impact evaluation approach. *Int. J. Trop. Insect Sci.* 35, 96-102.
- Ahmad, T. and Zhang, D., 2020. A critical review of comparative global historical energy consumption and future demand: The story told so far. *Energy Reports*, 6, 1973-1991.
- Aksoy, A., Özbek, E. ve Özdemir, F.N., 2022. Türkiye'de gezginci arıcılık sektörüne ekonomik bir bakış. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(4), 1051-1061.
- Alemu, A.E., Maertens, M., Deckers, J., Bauer, H. And Mathijs, E., 2016. Impact of supply chain coordination on honey farmers' income in Tigray, Northern Ethiopia. *Agric. Food Econ.* 4, 1-21.
- Amulen, D.R., D'Haese, M., Ahikiriza, E., Agea, J.G., Jacobs, F.J., de Graaf, D.C., et al., 2017. The buzz about bees and poverty alleviation: Identifying drivers and barriers of beekeeping in sub-Saharan Africa. *PLoS ONE* 12(2): e0172820.
- Anonim, 2020. "Enerji Atlası" <https://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-ruzgar-enerjisi.html> (Son Erişim Tarihi: 20.02.2024)
- APİS UK, 2013. "Bees and wind turbines", Beekeeping Sciences and News, September 24.
- Apoznański, G., Sánchez-Navarro, S., Kokurewicz, T., Pettersson, S. and Rydell, J., 2018. Barbastelle bats in a wind farm: are they at risk?. *European Journal of Wildlife Research*, 64, 1-10.
- Aras, S., Elibüyük, U. ve Üçgül, İ., 2017. "Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevre üzerine olumlu ve olumsuz etkileri. 9", Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi (pp.276-279), Antalya, Turkey. <https://avesis.sdu.edu.tr/yayin/a2994cca-2511-4b18-851c-f71138197e21/yenilenebilir-enerji-kaynaklarinin-cevre-uzerine-olumlu-ve-olumsuzetkileri>
- Arı, F. ve Yılmaz, V., 2023. Türkiye'de Ve Dünya'da Enerji Kaynaklarının Genel Görünümü Ve Alternatif Enerji Kaynaklarının Önemi. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (34), 496-519.
- Armeanu, D.Ş., Vintilă, G. and Gherghina, Ş.C., 2017. Does renewable energy drive sustainable economic growth? multivariate panel data evidence for EU-28 countries. *Energies*, 10(3), 381
- Arnett, E.B., Huso, M.M., Schirmacher, M.R. and Hayes, J.P., 2011. Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy facilities. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(4), 209-214.

- Aşıkoğlu, Y.C., ve Tosunoğlu, M., 2018. Rüzgâr Enerji Santral Sahalarındaki Kuşların Üreme Faaliyetlerinin Araştırılması. *Turkish Journal of Bioscience and Collections*, 2(1), 12-26.
- Baidya Roy, S., Pacala, S.W. and Walko, R.L., 2004. “Can large wind farms affect local meteorology?”. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 109, (D-19).
- Bakanlar Kurulu Kararı Tarımsal Destekleme Birim Fiyatları, 2019. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/10/20191024-3.pdf> (26.04.2024)
- Bakanlar Kurulu Kararı Tarımsal Destekleme Birim Fiyatları, 2022. <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/20.5.6243.pdf> (26.04.2024)
- Bakanlar Kurulu Kararı Tarımsal Destekleme Birim Fiyatları, 2023. <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/20.5.7613.pdf> (26.04.2024)
- Barnow, B.S., Cain, G.G. and Goldberger, A.S., 1980. Issues in the analysis of selectivity bias. *Evaluation Studies*, 5,43–59. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED202979.pdf>
- Barrios, L. and Rodriguez, A., 2004. Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. *Journal of applied ecology*, 41(1), 72-81.
- Baumgärtner, S. and Quaas, M., 2010. Sustainability economics—General versus specific, and conceptual versus practical. *Ecological Economics*, 69(11), 2056-2059.
- Bayraç, H.N. and Çildir, M., 2017. AB Yenilenebilir Enerji Politikalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(13), 201-212.
- Bayrak, G., 2020. *İkame yemlerle beslenen bal arısı kolonilerinden hasat edilen arı sütlerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin incelenmesi* (Master's thesis, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi).
- Bayrak, M. ve Esen, Ö. 2014. Türkiye’nin Enerji Açığı Sorunu ve Çözümüne Yönelik Arayışlar. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 28(3).
- Bayraktar, Y. ve Kaya, H.İ., 2016. “Yenilenebilir enerji politikaları ve rüzgâr enerjisi açısından bir karşılaştırma: Çin, Almanya ve Türkiye örneği”, *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2(4), 1-18.
- Baytekin, H., 2020. “Arı ve rüzgar”, <https://www.tarim.com.tr/Ara.aspx?ara=Ar%c4%b1%20ve%20r%c3%bczgar> (Son Erişim Tarihi.01.06.2021)
- Behçet, R., Gül, H., Oral, H. ve Oral, F., 2014. Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Bakımından Malatya İlinin Doğu Anadolu Bölgesindeki Yeri. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(1), 65-73.
- Bergmann, A., 2013. “ Encyclopedia of energy, natural resource and environmental economics”, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12--375067-9.00101-7> (Son Erişim Tarihi.18.02.2021).
- Berkmen, V., 2015. “Avrupa Birliği’nin rüzgar enerjisi politikaları ve Türkiye karşılaştırması”, 1-3.
- Beula, K. and Anandhy, A., 2020. A Study on Honey Production and Marketing by the Marthandam Beekeepers’ Co-Operative Society in Kanniyakumari District. *International Journal of Economics*, 8(2), 33-40.
- BirdLife International. 2004. Threatened birds of the world 2004. CD-ROM. BirdLife International, Cambridge, UK.

- Blanco, M.I. and Rodrigues, G., 2009. Direct employment in the wind energy sector: An EU study. *Energy policy*, 37(8), 2847-2857.
- Brown, J.P., Pender, J., Wiser, R., Lantz, E. and Hoen, B., 2012. Expost analysis of economic impacts from wind power development in US counties. *Energy Economics*, 34(6), 1743-1754.
- Bunde, A. O. and Kibet, K., 2016. Socio-Economic factors influencing adoption of modern bee keeping technologies in Baringo County, Kenya. *International Journal of Science and Research*, 5(6), 960-969.
- Burucu, V. and Bal, H.S.G., 2017. Türkiye’de arıcılığın mevcut durumu ve bal üretim öngörüsü. *Tarım ekonomisi araştırmaları dergisi*, 3(1), 28-37.
- Burucu, V., 2023. Arıcılık Ürün Raporu. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Menu/37/Urun-Raporlari> (Erişim tarihi: 10.03.2024).
- Çelik, H. and Yılmaz, İ., 2019. Iğdır ili şartlarında yetiştirilen bal arılarında verimini etkileyen bazı faktörler. *J. Agric.* 2, 40-49.
- Cengiz, M.M. and Erdogan, Y., 2017 Comparison of wintering ability and colony performances of different honeybee (*Apis mellifera* L.) genotypes in Eastern Anatolian/Turkey conditions. *Kafkas Univ. J. Vet. Sci.* 23.
- Çetinkaya, M., 2017. “ Kırşehir ilinde yer alan RES’lerin bitkisel üretim açısından etkisinin değerlendirilmesine yönelik çiftçi yaklaşımları”, (Master's Thesis, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Bölümü).
- Çevrimli, M. B. and Sakarya, E., 2018. Arıcılık işletmelerinin yapısal özellikleri ve sorunları; Ege Bölgesi örneği. *Eurasian J Vet Sci*, 34(2), 83-91.
- Çevrimli, M.B., 2018. Türkiye arıcılık sektöründe mevcut durum, sorunlar ve çözüm önerileri. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15(1), 58-67.
- Chen, Z.; Yen, S.T. and Eastwood, D.B., 2005. Effects of Food Stamp Participation on Body Weight and Obesity. *Am. J. Agric. Econ.* 87, 1167–1173.
- Çınar, S. and Yılmaz, M., 2015. Yenilenebilir enerji kaynaklarının belirleyicileri ve ekonomik büyüme ilişkisi: Gelişmekte olan ülkeler örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(1), 55-78.
- Çukur, F. and Demirbaş, N., 2016. AB ve Türkiye’de Arıcılık Faaliyetine Yönelik Gıda Güvenliği Uygulamaları: Sorunlar ve Öneriler. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 22(2), 87-95.
- Çukur, T. and Çukur, F., 2021. ARIMA modeli ile Türkiye bal üretim öngörüsü. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 31-39.
- Cullen, J., 2013. Measuring the environmental benefits of wind-generated electricity. *American Economic Journal: Economic Policy*, 5(4), 107-133.
- Dai, H., Xie, X., Lu, J. and Masui, T., 2016. Green growth: the economic impacts of largescale renewable energy development in China, *Appl. Energy* 162, 435–449.
- Dai, K., Bergot, A., Liang, C., Ning-Xiaing, W. and Huang, Z., 2015. Environmental issues associated with wind energy – A review. *Renewable Energy*, 911-921.
- Danook, S.H., Jassim, K.J. and Hussein, A.M., 2019. “The impact of humidity on performance of wind türbine”. *Case Studies in Thermal Engineering*, 14, 100-156.

- Davidson, M., 2013. Politics of Power in China: Institutional Bottlenecks to Reducing Wind Curtailment Through Improved Transmission. *International Association for Energy Economics*, 41-42.
- De Lucas, M., Janss, G. F., Whitfield, D. P. and Ferrer, M., 2008. Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of applied ecology*, 45(6), 1695-1703.
- Degu, T.K., Amare Woldeamanuel, A. and Gurmessa Toba, B., 2022. Beekeepers' adaptation to climate change and variability in Ada Berga District, Oromia, Ethiopia. *Int. J. Environ. Stud.* 79(6), pp.1035-1047.
- Deksisa, K., Gemechu, A. and Tolera, T., 2024. Does cluster beekeeping improve the efficiency of honey production in participant households in southwestern Ethiopia?. *Heliyon* 10(19).
- Demirgil, B. and Birol, Y.E., 2020. Yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye için bir Toda-Yamamoto nedensellik analizi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 68-83.
- Denholm, P., Kulcinski, G.L. and Holloway, T., 2005. Emissions and energy efficiency assessment of baseload wind energy systems. *Environmental science & technology*, 39(6), 1903-1911.
- Dikmen, A.Ç., 2019. Türkiye'de güneş ve rüzgar enerjisinden elektrik üretiminin sera gazı emisyonları ve çevre maliyetinin azalmasına katkıları. *Electronic Turkish Studies*, 14(2).
- Dinka, J. and Kumsa, T., 2016. Factors affecting honey production in Ambo district, west Shewa zone, Oromia regional state, Ethiopia. *International Journal of Economics and Business Management*, 2(2), 170-182.
- Diogenes, J.R.F., Claro, J., Rodrigues, J.C. and Loureiro, M.V., 2020. "Barriers to onshore wind energy implementation: Asystematic review", *EnergyResearch & SocialScience*, 2214-6296.
- Doğan, N. and Adanacioğlu, H., 2020. İşletme İçi Ve Dışı Faktörlerin Arıcılık İşletmelerinin Üretim Faaliyetlerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi: Gümüşhane İli Kelkit İlçesi Örneği.
- Dogan, N. and Adanacioglu, H., 2021. Performance evaluation of beekeeping farms: a case study from Gümüşhane, Turkey.
- Dröes, M.I. and Koster, H.R.A., 2016. "Renewable energy and negative externalities: the effect of wind turbines on house prices", *Journal of Urban Economics*, 9(6), 121-141.
- Durmuş, Z., Aslan, S. N. and Esen, V., 2022. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisinin Mevcut Durumu ve Geleceği.
- Ejigu, K., Gebey, T. and Preston, T.R., 2009. Constraints and prospects for apiculture research and development in Amhara region, Ethiopia. *Livest. Res. Rural Dev.* 21, 172.
- Elibüyük, U. ve Üçgül, İ. 2014. Rüzgâr türbinleri, çeşitleri ve rüzgâr enerjisi depolama yöntemleri. *Yekarum*, 2(3).
- Enerji Atlası, 2023. Ülkelere göre rüzgâr enerjisi. <https://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-ruzgarenerjisi.html> (18.12.2023)
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024. <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-ruzgar> (11.02.2024).

- Erdoğan, S., Dücan, E., Şentürk, M. and Şentürk, A., 2018. Türkiye’de yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine ampirik bulgular. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(2), 233-246.
- European Commission, 2011. Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the regions. *Energy Roadmap 2050*. COM(2011) 885 final, Brussels
- Evrensel, 2020. “Rüzgar elektrik santrallerinin çevresel etkileri” <https://www.evrensel.net/haber/299818/reslerin-cevre-ve-saglik-etkileri> (20.05.2021).
- FAO, 2024. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (14.03.2024).
- Farmer, D., Hepburn, C., Mealy, P. and Teytelboym, A., 2015. “A Third wave in the economics of climate change”, *Environmental and Resource Economics*, 62, 329–357.
- Faturay, F., Vunnava, V.S.G., Lenzen, M. and Shing, S., 2020. “Using a new USA multi-region input output (MRIO) model for assessing economic and energy impacts of wind energy expansion in USA”, *Applied Energy*, (261), 1.
- Fourrier, J., Fontaine, O., Peter, M., Vallon, J., Allier, F., Basso, B. and Decourtye, A., 2023. Is it safe for honey bee colonies to locate apiaries near wind turbines?. *Entomologia Generalis*, 799-809.
- Gebrehiwot, N.T., 2015. Honey production and marketing: the pathway for poverty alleviation the case of Tigray Regional State, Northern Ethiopia. *Zenith Int. J. Bus. Econ. Manag. Res.* 5, 342–365.
- GEKA, 2019. “Arıcılık ürünleri sektör analizi”, Güney Ege Kalkınma Ajansı Raporu. https://geka.gov.tr/uploads/pages_v/guney-ege-bolgesi-aricilik-urunleri-sektor-raporu.pdf (05.07.2022).
- Ghalib, A., Malki, I. and Imai, K., 2015. “Microfinance and household poverty reduction: Empirical evidence from rural Pakistan”, *Oxford Development Studies*, 43(1), 84–104.
- Girma, J. and Gardebroek, C., 2015. The impact of contracts on organic honey producers' incomes in southwestern Ethiopia. *For. Policy Econ.* 50, 259-268.
- Global Electricity Review, 2023. <https://ember-climate.org/topics/> (Erişim Tarihi: 22.02.2024).
- Graziano, M., Lecca, P. and Musso, M., 2017. Historic paths and future expectations: the macro economic impacts of the offshore wind technologies in the UK. *Energy Policy*, 108 (C), 715-730. doi:10.1016/j.enpol.2017.06.042.
- Greene, J. S. and Geisken, M., 2013. Socioeconomic impacts of wind farm development: a case study of Weatherford, Oklahoma. *Energy, Sustainability and Society*, 3, 1-9.
- Guest, E.E., Stamps, B.F., Durish, N.D., Hale, A.M., Hein, C.D., Morton, B. P. ... and Fritts, S.R., 2022. An updated review of hypotheses regarding bat attraction to wind turbines. *Animals*, 12(3), 343.
- Güllü, M. and Kartal, Z., 2021. türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının istihdam etkisi. *Sakarya İktisat Dergisi*, 10(1), 36-65.
- Gürbüz, E.Y., Altıntaş, A., Sürücü, B. and Tuncer, A.D., 2021. Rüzgar türbinlerinin yaban hayatına etkilerinin incelenmesi. *Politeknik Dergisi*, 1-1.
- Güzel, S., 2014. “Rüzgar enerjisi potansiyel hesaplamasında kullanılan bilgisayar

- programlarının karşılaştırılması”, (Doctoral Dissertation, Enerji Enstitüsü).
- GWEC, 2019. “Global wind energy” <https://gwec.net/wp-content/uploads/2019/04/GWEC-Global-Wind-Report-2018.pdf> (Son Erişim Tarihi 10.02.2021).
- Hao, S., Kuah, T.H.A., Rudd C.D., Wong K.H., Lai N.Y.G., Mao, J. and Liu X., 2020. “Acircular economy Approach to green energy: Wind turbine, waste, and material recovery”, *Science of the Total Environment*, (702).
- Hayes, M.A., 2013. “Bats killed in large numbers at United States wind energy facilities”. *BioScience*, 63(12), 975-979.
- Heckman, J.J. and Vytlačil, E.J., 2007. In: James, J.H., Edward, E.L. (Eds.), Chapter 70 econometric evaluation of social programs, part I: causal models, structural models and econometric policy evaluation. Elsevier, *Handbook of Econometrics*, pp. 4779–4874.
- Hennessy, G., Harris, C., Eaton, C., Wright, P., Jackson, E., Goulson, D. and Ratnieks, F.F., 2020. “Gone with the wind: effects of wind on honey bee visit rate and foraging Behaviour”, *Animal Behaviour*, 161, 23-31.
- Hinton, J., Schouten, C., Stimpson, K., and Lloyd, D., 2022. Financial support services for beekeepers: a case study of development interventions in Fiji's Northern Division. *J. Agribus. Dev. Emerg. Econ.* 12, pp.304-319
- Holtinen, H. and Tuhkanen, S., 2004. The effect of wind power on CO2 abatement in the Nordic Countries. *Energy Policy*, 32(14), 1639-1652.
- IEA, 2003. International energy agency. Power generation investment in electricity production (20.02.2023).
- IEA, 2021. Electricity Information: Overview, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/electricity-information-overview>, Licence: CC BY 4.0 (24.05.2024).
- IEA, 2023. International energy agency. <https://www.iea.org/energy-system/electricity#sources-of-electricity> (22.02.2024).
- IEA, 2024. International Energy Agency <https://www.iea.org/news/growth-in-global-energy-demand-surged-in-2024-to-almost-twice-its-recent-average> (22.02.2025).
- İnci, H., Karakaya, E. and Topluk, O., 2022. Bingöl ili arıcılık işletmelerinin yapısal özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(4), 996-1013.
- Irena, 2015. Renewable energy capacity statistic. <https://www.irena.org/publications/2015/Jun/Renewable-Energy-Capacity-Statistics-2015>. (24.06.2023).
- Irena, 2016. Renewable energy statistic. <https://www.irena.org/publications/2016/Jul/Renewable-Energy-Statistics-2016> (24.06.2021)
- Irena, 2017. “Renewable energy benefits leveraging local capacity for onshore wind”. <https://www.irena.org/publications/2017/Jul/Renewable-Energy-Statistics-2017> (24.06.2021)
- Irena, 2023. International Renewable Energy Agency. Renewable Energy Statics. <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Wind-energy> (24.07.2023).
- Jaraite, J., Karimu, A. and Kazukauskas, A., 2017. Policy-induced expansion of solar and wind power capacity: Economic growth and employment in EU countries. *The Energy Journal*, 38(5).

- Jenniches, S., Worrell, E. and Fumagalli, E., 2019. “ Regional economic and enviromental impaccts of wind power developments: a case study of a German region” *Energy Policy*, (132), 499-514.
- Kadirhanoğulları, İ.H., 2016. IĞDIR İLİ ARICILARININ SOSYO-EKONOMİK DURUMU. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 16(1), 2-11.
- Kantarci, M.D., 2015. “ Rüzgar enerji santrallerinin (RES) ekolojik etkileri üzerine değerlendirmeler. 6. Uluslararası Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu”, 7-9 Ekim, İzmir.
- Karaca, C. and Erdoğan, M M., 2012. Türkiye’de rüzgar çiftliklerinden elektrik üretilmesiyle sağlanabilecek çevresel ve ekonomik kazançlar. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 12(23), 156-188.
- Karadas, K. and Birinci, A., 2018. Identification of risk factors affecting production of beekeeping farms and development of risk management strategies: A new approach. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 47, e20170252.
- Karahan, Ş. and Özbakır, G.Ö., 2020. Güneydoğu Anadolu’da arıcılık faaliyetlerinin ve bal tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4), 1148-1158.
- Karakaya, E., İnci, H. and Topluk, O., 2023. Determination of the factors affecting the Honey Production per Colony in Bingöl Beekeeping enterprises. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 33(3), 429-440.
- Karık, F., Sözen, A. and İskender, Ü., 2015. “Türkiye’de rüzgar enerjisinde mevcut durum”, *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*, 1(2), 219-233.
- Kasteridis, P. and Yen, S.T., 2012. Smoking Cessation and Body Weight: Evidence from the Behavioral Risk Factor Surveillance Survey. *Health Serv. Res.* 47, 1580–1602.
- Kasteridis, P. and Yen, S.T., 2014. Occasional Smoking and Body Weight Among Adults. *Appl. Econ. Perspect. and Policy*, 36, 479-503.
- Kavak, G., 2016. Son Yillarda Görülen Koloni Kayıpları Ve Muhtemel Sebepleri. *Uludağ Bee J.* 15, 33-40.
- Kaya, Ö. and Topuz, B.K., 2023. Arıcılık işletmelerinin sürdürülebilirliğinin sosyal boyutunun ölçülmesi: Iğdır ili örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(2), 299-310.
- Kebebe, E. and Shibus, F., 2017. Impact of alternative livelihood interventions on household welfare: Evidence from rural Ethiopia. *For. Policy Econ.* 75, 67–72. doi.org/10.1016/j.forpol.2016.12.001
- Kekeçoğlu, M., Gürcan, E.K. and Soysal, M.İ., 2007. Türkiye Arı Yetiştiriciliğinin Bal Üretimi Bakımından Durumu, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2):227-236.
- Keleş, O.C., Demir, N. and Eyduran, E.E., 2019. Trabzon İli’nde IPARD Programı Kapsamındaki Arıcılık Hibelerinin Etkinliğinin Belirlenmesi. In *SETSCI- Conference Proceedings*, (Vol. 11, pp. 203-207). SETSCI-Conference Proceedings.
- Kiani, A.K., Sardar, A., Khan, W.U., He, Y., Bilgic, A., Kuslu, Y. and Raja, M.A.Z., 2021. Role of Agricultural Diversification in Improving Resilience to Climate Change: An Empirical Analysis with Gaussian Paradigm. *Sustainability*, 13,(17), 9539.
- Kikuchi, R., 2008. Adverse impacts of wind power generation on collision behaviour of birds and anti-predator behaviour of squirrels. *Journal For Nature Conservation*, 16(1), 44-55.

- Kiros, W. and Tsegay, T., 2017. Honey-bee production practices and hive technology preferences in Jimma and Illubabor zone of Oromiya regional state, Ethiopia. *Acta Univ. Sapientiae Agric. Environ.* 9, 31–43.
- Kober, T., Schiffer, H.W., Densing, M. and Panos, E., 2020. Global energy perspectives to 2060–WEC's World Energy Scenarios 2019. *Energy Strategy Reviews*, 31, 100523.
- Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, H.D. and Avcı, E.D., 2005. “Türkiye’nin geleneksel ve yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli ve çevresel etkilerinin karşılaştırılması”, Mersin Üniversitesi.
- Kumsa, T. and Gorfı, B., 2014. Beekeeping as integrated watershed conservation and climatic change adaptation: an action research in Boredo watershed. *J. Earth Sci. Clim. Change* 5, p.1.
- Kutlu, M.A. and Kılıç, Ö., 2020. Malatya arıcılık faaliyetlerinin genel durum tespiti çalışması. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(1), 737-745.
- Lecca, P., McGregor, P.G., Swales, K.J. and Tamba, M., 2017. The importance of learning for achieving the UK's targets for offshore wind. *Ecological Economics*, 135, 259-268.
- Lehmann, P. and Söderholm, P., 2015. “Technology-neutral or technology-specific? Designing support schemes for renewable energies cost-effectively”, In IAAE Energy Forum, (Special Issue Quarter 2015 issue), 13-15.
- Leroux, C., Kerbirıou, C., Le Viol, I., Valet, N. and Barré, K., 2022. Distance to hedgerows drives local repulsion and attraction of wind turbines on bats: Implications for spatial siting. *Journal of Applied Ecology*, 59(8), 2142-2153.
- Leung, D.Y. and Yang, Y., 2012. Wind energy development and its environmental impact: A review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 16(1), 1031-1039.
- Long, C.V., Flint, J.A. and Lepper, P.A., 2011. Insect attraction to wind turbines: does colour play a role?. *European Journal of Wildlife Research*, 57, 323-331.
- Loomis, D.G., Hayden, J., Noll, S. and Payne, J.E., 2016. Economic impact of wind energy development in Illinois. *Journal of Business Valuation and Economic Loss Analysis*, 11(1), 3-23.
- Loss, S.R., Will, T. and Marra, P.P., 2013. “The impact of free-ranging domestic cats on wildlife of the United States”. *Nature communications*, 4(1), 1-8.
- Ma, Z., Xue, B., Geng, Y., Ren, W., Fujita, T., Zhang, Z., ... and Xi, F., 2013. Co-benefits analysis on climate change and environmental effects of wind-power: A case study from Xinjiang, China. *Renewable energy*, 57, 35-42.
- Magnani, N. and Vaona, A., 2013. Regional spillover effects of renewable energy generation in Italy. *Energy Policy*, 56, 663-671.
- Malkamäki, A., Toppinen, A. and Kanninen, M., 2016. Impacts of land use and land use changes on the resilience of beekeeping in Uruguay. *For. Policy and Econ.* 70, 113-123.
- Mardones, C., 2023. Economic, environmental, and social assessment of the replacement of coal-fired thermoelectric plants for solar and wind energy in Chile. *Journal of Cleaner Production*, 411, 137343.
- Maris, N., Mansor, S. and Shafri, H., 2008. Apicultural site zonation using GIS and Multi-Criteria Decision analysis. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 31(2), 147-162.

- Marques, A.T., Santos, C.D., Hanssen, F., Muñoz, A.R., Onrubia, A., Wikelski, M. ... and Silva, J.P., 2020. Wind turbines cause functional habitat loss for migratory soaring birds. *Journal of Animal Ecology*, 89(1), 93-103.
- Mattmann, M., Logar, I. and Brouwer, R., 2016. "Wind power externalities: a meta-analysis", *Ecological Economics*, (127), 23-36.
- McNew, L.B., Hunt, L.M., Gregory, A.J., Wisely, S.M. and Sandercock, B.K., 2014. "Effects of wind energy development on nesting ecology of greater prairie-chickens in fragmented grasslands", *Conservation Biology*, 28(4), 1089-1099.
- Meilby, H. and Cross, P., 2019. Sticky business-Why do beekeepers keep bees and what makes them successful in Tanzania?. *J. Rural Stud.* 66, pp.52-66.
- Meshesha, J.G. and Gardebroek, K., 2011. *Impact of contract farming on household income of smallholder farmers: the case of organic honey production in South West Ethiopia, Sheka zone* (Doctoral dissertation, Msc. Thesis, Wageningen University and Research Centre).
- Meyerhoff, J., Cornelia, O. and Hartje, V., 2010. "Landscape externalities from onshore wind power", *Energy Policy*, (38), 82-92.
- Mikulić, D., Lovrinčević, Ž. And Keček, D., 2018. Economic effects of wind power plant deployment on the Croatian economy. *Energies*, 11(7), 1881.
- Milborrow, D., 2016. "Wild energy economics", Reference Module in earth Systems and Environmental Sciences, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09712-8> (Son Erişim Tarihi: 20 Şubat 2021).
- Miller, L.M. and Keith, D.W., 2018. Climatic impacts of wind power. *Joule*, 2(12), 2618-2632.
- Mora-Rivera, J., Ceron, H. and Garcia, F., 2019. The impact of remittances on domestic tourism in Mexico. *Annals of Tourism Research*, 76, 36-52.
- Muller, N.Z. and Mendelsohn, R., 2007. "Measuring the damages of air pollution in the United
- Munday, M., Bristow, G. and Cowell, R., 2011. Wind farms in rural areas: How far do community benefits from wind farms represent a local economic development opportunity?. *Journal of Rural Studies*, 27(1), 1-12.
- Nazir, M.S., Ali, N., Bilal, M. and Iqbal, H.M., 2020. "Potential environmental impacts of wind energy development—a global perspective", *Current Opinion In Environmental Science & Health*.
- Odoi-Yorke, F., Adu, T.F., Ampimah, B.C. and Atepor, L., 2023. Techno-economic assessment of a utility-scale wind power plant in Ghana. *Energy Conversion and Management: X*, 18, 100375.
- OECD, 2022. "Ülkelerdeki desteklemeler". *Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü Envanteri*.
- Okkonen, L. and Lehtonen, O., 2016. Socio-economic impacts of community wind power projects in Northern Scotland. *Renewable Energy*, 85, 826-833.
- Omri, A., 2013., CO2 emissions, energy consumption and economic growth nexus in MENA countries: Evidence from simultaneous equations models. *Energy economics*, 40, 657-664.
- Orgeta-Izquierdo, M. and del Rio, P., 2020. "An analysis of the socioeconomic and environmental benefits of wind energy deployment in Europe", *Renewable Energy*, 1067-1080.

- Osterberg, D. and Distler, E., 2003. Wind power and Iowa economy. *Iowa Research Online*, (10:1), 1-17.
- Özbakır, G.Ö., Doğan, Z. and Öztokmak, A., 2016. Adıyaman ili arıcılık faaliyetlerinin incelenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(2), 119-126.
- Özgener, Ö., 2002. “Türkiye’de ve Dünya’da rüzgar enerjisi kullanımı”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4(3), 159-173.
- Pustkowiak, S., Banaszak-Cibicka, W., Mielczarek, Ł.E., Tryjanowski, P. and Skórka, P., 2018. The association of windmills with conservation of pollinating insects and wild plants in homogeneous farmland of western Poland. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 6273-6284.
- Pylant, C.L., Nelson, D.M., Fitzpatrick, M.C., Gates, J.E. and Keller, S.R., 2016. Geographic origins and population genetics of bats killed at wind-energy facilities. *Ecological Applications*, 26(5), 1381-1395.
- Ranjit, R. and Jadhav, H.T., 2013. “A comprehensive review on the grid integration of doubly fed induction generator”. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 49, 8-18.
- Reategui, S. and Tegen, S., 2008. *Colorado'nun ilk 1000 megavatlık rüzgar enerjisinin ekonomik kalkınmaya etkileri*. EERE Yayın ve Ürün Kütüphanesi, Washington, DC (Amerika Birleşik Devletleri).
- Rosenbaum, P.R. and Rubin, D.B., 1983. “Assessing sensitivity to an unobserved binary covariate in an observational study with binary outcome”, *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 45(2), 212-218.
- Sahle, H., Enbiyale, G., Negash, A. And Neges, T., 2018. Assessment of honey production system, constraints and opportunities in Ethiopia. *Pharm Pharmacol Int J*, 6, pp.42-47.
- Saidur, R., Rahim, N.A., Islam, M.R. and Solangi, K.H., 2011. Environmental impact of wind energy. *Renewable and sustainable energy reviews*, 15(5), 2423-2430.
- Sarı, F., Ceylan, D.A., Özcan, M.M. and Özcan, M.M., 2020. A comparison of multicriteria decision analysis techniques for determining beekeeping suitability. *Apidologie*, 51, 481-498.
- Schuster, E., Bulling, L. and Köppel, J., 2015. Consolidating the state of knowledge: a synoptical review of wind energy’s wildlife effects. *Environmental management*, 56, 300-331.
- Sebri, M., 2015. Use renewables to be cleaner: Meta-analysis of the renewable energy consumption–economic growth nexus. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 657-665.
- Semerci, A. and Topal, A.Y., 2023. Çanakkale İli Arıcılık İşletmelerinin Sosyo- Ekonomik Analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(2), 380-397.
- Şenel, M.C. and Koç, E., 2016. Rüzgâr türbinlerinde çevresel etkilerin değerlendirilmesi. *Rüzgâr Enerjisi Dergisi*, 1, 11-14.
- Sezgin, A. and Kara, M., 2011. Arıcılıkta Verim Artışı Üzerinde Etkili Olan Faktörlerin Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma: Tra2 Bölgesi Örneği. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 15(4), 31-38.
- Shiferaw, B., Kassie, M., Jaleta, M. and Yirga, C., 2014. Adoption of improved wheat varieties and impacts on household food security in Ethiopia. *Food policy*, 44, 272-284.

- Shoeib, E.A.H., Renski, H.C. and Infield, E.H., 2022. Who benefits from Renewable Electricity? The differential effect of wind power development on rural counties in the United States. *Energy Research & Social Science*, 85, 102398.
- Simla, T. and Stanek, W., 2020. "Reducing the impact of wind farms on the electric power system by the use of energy storage", *Renewable Energy*, 145, 772-782.
- Slattery, M., Lantz, E. and Johnson, B.L., 2011. "State and local economic impacts from wind energy projects: Texas case study", *Energy Policy*, 39(12), 7930-7940.
- Smallwood, K.S., 2013. "Comparing bird and bat fatality-rate estimates among North American wind-energy projects". *Wildlife Society Bulletin*, 37(1), 19-33.
- Söğüt, B., Şeviş, H.E., Karakaya, E. and İnci, H., 2019. Arıcılık işletmelerinde mevcut durum, temel sorunlar ve çözüm önerileri üzerine bir araştırma (Bingöl İli örneği).
- Tadesse, B., Tilahun, Y., Woyamo, W., Bayu, M. and Adimasu, Z., 2021. Factors influencing organic honey production level and marketing: evidence from southwest Ethiopia. *Heliyon* 7.
- Tarekegn, K. and Ayele, A., 2020. Impact of improved beehives technology adoption on honey production efficiency: empirical evidence from Southern Ethiopia. *Agric Food Sec.* 9 (1): 7.
- Tarekegn, K., Haji, J. and Tegegne, B., 2018. Factors affecting market supply of honey in Chena district, Kaffa zone, Southern Ethiopia. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 10(3), 99-109.
- Taşkın, E., Yılmaz, M. and Kılıç, Ç., 2020. Rüzgâr enerji santrallerinin ekonomik etkileri ve sosyal kabul: Mucur örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 18(2), 296-319.
- Taylor, G., Widner, L. And Nelson, J.R., 2004. Economic Impacts Of Proposed Wind Energy Developments In The State Of Idaho.
- Tegen, S., Keyser, D., Flores-Espino, F. and Hauser, R., 2014. *Economic Impacts from Indiana's First 1,000 Megawatts of Wind Power* (No. NREL/TP-5000-60914). National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States).
- Teklewold, H., Mekonnen, A., Kohlin, G. and Di Falco, S., 2017. Does Adoption Of Multiple Climate-Smart Practices Improve Farmers'climate Resilience? Empirical Evidence From The Nile Basin Of Ethiopia. *Climate Change Economics*, 8(01), 1750001.
- Thess, A.D. and Lengsfeld, P., 2022. Side Effects of Wind Energy: Review of Three Topics—Status and Open Questions. *Sustainability*, 14(23), 16186.
- Thompson, E., 2014. The Economic and Tax Revenue Impact of the Nebraska Wind Energy Industry.
- Thornton, P.K., Rosenstock, T., Förch, W., Lamanna, C., Bell, P., Henderson, B. and Herrero, M., 2018. A qualitative evaluation of CSA options in mixed crop-livestock systems in developing countries. *Climate smart agriculture: Building resilience to climate change*, 385-423.
- TOB, 2023a. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Hayvancilik/Arıcılık>. (28.04.2024)
- TOB, 2023b. Tarımsal Destekleme Birim Fiyatları. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Tarımsal-Destekler/Hayvancilik-Desteklemeleri/Arıcılık/Arili-Kovan> (26.04.2024)
- Toke, D., Breukers, S. and Wolsink, M., 2008. Wind power deployment outcomes: How can we account for the differences?. *Renewable and sustainable energy reviews*, 12(4), 1129-1147.

- Torgerson, M., Sorte, B. and Nam, T., 2006. Umatilla County's economic structure and the economic impacts of wind energy development: an input-output analysis.
- Trieb, F., 2018. "Interference of flying insects and wind parks. study report", Deutsches Zentrum für Luft-und Raumfahrt (DLR).
- TÜİK, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu, TÜİK. <http://www.TÜİK.gov.tr>.
- TÜİK, 2024. Türkiye İstatistik Kurumu, TÜİK <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim Tarihi: 10.03.2024).
- TÜREB, 2021a. Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği İstatistikleri <https://tureb.com.tr/lib/uploads/55081baf3b9a1091.pdf> (17.06.2022)
- TÜREB, 2021b. "Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu", <https://tureb.com.tr/lib/uploads/203243c7bdacc121.pdf> (31.01.2024).
- TÜREB, 2023. "Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu", <https://tureb.com.tr/lib/uploads/cf7fb43d079ace5t.pdf> (31.01.2024).
- TÜREK, 2019. "8. Türkiye rüzgar enerjisi kongresi sonuç raporu". 05-06 Kasım 2019, Ankara <https://turek2019.com/> (15.01.2021)
- Uzundumlu, A., Aksoy, A. and Işık, H.B., 2011. Arıcılık işletmelerinde mevcut yapı ve temel sorunlar; Bingöl ili örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(1), 49-55.
- Vaziritabar, S. and Esmaeilzade, S.M., 2016. Profitability and socio-economic analysis of beekeeping and honey production in Karaj state, Iran. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(4), 1341-1350.
- Voigt, C.C., 2021. Insect fatalities at wind turbines as biodiversity sinks. *Conservation Science and Practice*, 3(5), e366.
- Wang, C. and Prinn, R.G., 2010. Potential climatic impacts and reliability of very large-scale wind farms. *Atmospheric chemistry and physics*, 10(4), 2053-2061.
- Wang, J., Zhao, Z. and Gao, L. 2023. Research on the Impact of Cooperative Membership on Forest Farmer Household Income and Assets—Case Study from Liaoning Herbal Medicine Planting Cooperatives, China. *Forests*, 14(9), 1725.
- WHO, 2022. <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts/types-of-pollutants>. (20.06.2022).
- WindEurope, 2022. Wind energy in Europe, 2021 statistics and the outlook for 2022–2026. <https://windeurope.org/intelligence-platform/reports/> (20.12.2022).
- Wooldridge, J.M., 2010. *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT press.
- WWEA, 2022. Worl Wind Energy Association. <https://wwindea.org/worldwide-windpower-boom-continues-in-2022>.
- WWEA, 2023. Worl Wind Energy Association. <https://wwindea.org/wwea-half-year-report-2023-additional-momentum-for-windpower-in-2023>.
- Xia, F. and Song, S., 2017. "Evaluating the economic impact of wind power development on local economies in China", *Energy Policy*, 263-270.
- Yaşa, B., 2020. Rüzgâr enerjisi santrallerinin (res) faaliyet gösterdiği bölgedeki (Kocaeli-Kandıra) ornitofauna üzerine etkileri= Effects of wind power plants (wpp) on ornithofauna in the region of activity (Kocaeli-Kandıra).
- Yen, S.T., 2010. The effects of SNAP and WIC programs on nutrient intakes of children. *Food Policy*, 35(6), 576-583.

- Yen, S.T., Bruce, D.J. and Jahns, L., 2012. “Supplemental Nutrition Assistance Program participation and health: evidence from low-income individuals in Tennessee”, *Contemporary Economic Policy*, 30 (1), 1.12.
- Yen, S.T., Chen, Z. and Eastwood, D.B., 2009. “Lifestyles, demographics, dietary behaviors, and obesity: a switching regression analysis”, *Health Services Research*, 44 (4), 1345- 1369.
- Yerci, V., 2015. “Türkiye denizlerindeki rüzgâr enerjisi potansiyeli ve deniz üstü rüzgâr santralleri kurulabilecek bölgelerin belirlenmesi”, (Master's Thesis, Mevlana Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü).
- Yıldız, S., 2019. *İzmir'de kurulu bazı rüzgar enerji santrallerinin çevresel etkileri* (Master's thesis, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Zerrahn, A., 2017. “Wind power and externalities”, *Ecological Economics*, 141, 245-260.
- Zwart, M.C., Dunn, J.C., McGowan, P.J.K. and Whittingham, M.J., 2016. Wind farm noise suppresses territorial defense behavior in a songbird. *Behavioral Ecology*, 27(1), 101–108.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı :	Mehmet Selim YILDIZ
Doğum tarihi :	
Doğum Yeri :	
Uyruğu :	
Tel :	
E-mail :	
Eğitim	
Lise :	Naci Gökçe Lisesi
Lisans :	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Matematik Bölümü
Lisans :	Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi: İlköğretim Matematik
Yüksek lisans :	Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi-Matematik
Yüksek Lisans :	Kafkas Üniversitesi-Matematik Eğitimi
Doktora :	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce :	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	
Yıldız, M. S., Bilgic, A., Demir, N., Aksoy, A., & Keskin, Ş. (2025). Green energy's sweet surprise: unraveling the hidden links between wind farms and honey production. <i>Journal of Cleaner Production</i> , 519, 146043. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.146043	