



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



ARAZİ TOPLULAŞTIRMA PROJELERİNİN
KARBON AYAK İZİNE ETKİSİ KONYA
ALTINEKİN ÖRNEĞİ

Halime Nur KÖK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Aralık-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Halime Nur KÖK tarafından hazırlanan “ARAZİ TOPLULAŞTIRMA PROJELERİNİN KARBON AYAK İZİNE ETKİSİ KONYA ALTINEKİN ÖRNEĞİ” adlı tez çalışması 05/12/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Tayfun ÇAY
(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Danışman

Doç. Dr. Ela ERTUNÇ
(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Üye

Doç. Dr. Aslı BOZDAĞ
(Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi)

.....

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Halime Nur KÖK

Tarih: 05.12.2023

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARAZİ TOPLULAŞTIRMA PROJELERİNİN KARBON AYAK İZİNE ETKİSİ KONYA ALTINEKİN ÖRNEĞİ

Halime Nur KÖK

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Ela ERTUNÇ

2023, 59 Sayfa

Jüri

**Doç. Dr. Ela ERTUNÇ
Prof. Dr. TAYFUN ÇAY
Doç. Dr. Aslı BOZDAĞ**

Tarım, iklim değişikliğinden hem etkilenen hemde iklim değişikliğine neden olan önemli bir sektördür. Gelişen teknolojiye bağlı olarak tarımsal mekanizasyonun yaygınlaşması enerji kullanımı ve yakıt tüketiminde artışa neden olmaktadır. Bu artış, CO₂ ve diğer sera gazlarının atmosfere salınımını artırarak iklim değişikliğine yol açmaktadır. Traktörler, biçerdöverler ve diğer mekanizasyon ekipmanları fosil yakıtlarla çalıştığı için, bu ekipmanlar CO₂ emisyonlarının salınımını artırmaktadır. Uygulanabilir ve etkili bir arazi yönetim politikası ile CO₂ emisyon salınımları azaltılabilir. Bir arazi yönetim şekli olan Arazi Toplulaştırma (AT) projeleri de CO₂ emisyonlarının azaltılması için kullanılabilir önemli bir araçtır. Bu bağlamda AT projeleri sonucunda, işletme başına düşen parsel sayısı ve ortalama parsel büyüklüğü artar, parsel şekilleri ve büyüklükleri tarımsal mekanizasyona uygun hale gelir. Bu projeler aynı zamanda yol ağını değiştirirken işletme ve parsel arasındaki mesafeyi azaltmaktadır. Bu faktörler, yakıt tüketimini azaltarak ve CO₂ emisyonlarını düşürerek sürdürülebilir bir tarım sistemi oluşturulmasını desteklemektedir.

Bu tez çalışmasında arazi toplulaştırma projelerinin karbon ayak izine etkisi araştırılmıştır. Karbon ayak izi CO₂ emisyon değerlerinin bir göstergesidir ve CO₂ emisyonlarının azaltımı konusunda yol gösterici olmaktadır. Bu kapsamda tahıl ambarı olarak nitelendirilen Konya ili Altinekin ilçesinde bulunan Akçaşar Mahallesi, Borukkuyu Mahallesi ve Yenikuyu Mahallesi'nde yol ağına dayalı olarak hesaplamalar yapılmıştır. AT öncesi ve sonrası işletme merkezi-parcel arasındaki mesafeler ve yakıt tüketim miktarları tüm işletmeler için hesaplanmıştır. Hesaplanan yakıt tüketim miktarı kullanılarak Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC, The Intergovernmental Panel on Climate Change) metodolojilerinden Tier 1 yöntemi ile karbon emisyon değerleri ve ikinci bir yöntemle karbon eşdeğeri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre CO₂ salınım miktarında Akçaşar Mahallesi'nde %32, Borukkuyu Mahallesi'nde %25 ve Yenikuyu Mahallesi'nde %30 oranında azalma olduğu görülmüştür. Karbon eşdeğerlerinde ise Akçaşar Mahallesi'nde 940,57 kg CO₂'lık, Borukkuyu Mahallesi'nde 129,64 kg CO₂'lık ve Yenikuyu Mahallesi'nde 691,75 kg CO₂'lık azalma olmuştur. Sonuç olarak bu çalışma ile AT projelerinin karbon ayak izini azalttığı, ekolojiye olumlu katkı yaptığı ve sürdürülebilir tarım sistemini desteklediği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Arazi toplulaştırma, arazi yönetimi, iklim değişikliği, karbon ayak izi, karbon emisyonu, sera gazı, sürdürülebilir tarım

ABSTRACT

MS THESIS

EFFECT OF LAND CONSOLIDATION PROJECTS ON CARBON FOOTPRINT THE CASE OF KONYA ALTINEKİN

Halime Nur KÖK

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Geomatic Engineering**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ela ERTUNÇ

2023, 59 Pages

**Jury
Assoc. Prof. Dr. Ela ERTUNÇ
Prof. Dr. Tayfun ÇAY
Assoc. Prof. Dr. Aşlı BOZDAĞ**

Agriculture is a significant sector that is both affected by and contributes to climate change. The widespread adoption of agricultural mechanization, driven by advancing technology, leads to increased energy usage and fuel consumption. This increase contributes to the emission of CO₂ and other greenhouse gases into the atmosphere, thereby causing climate change. Since tractors, combines, and other mechanization equipment operate on fossil fuels, these machines contribute to the increase in CO₂ emissions. CO₂ emissions can be reduced with a viable and effective land management policy. Land Consolidation (LC) projects, a form of land management, are also an important tool that can be used to reduce CO₂ emissions. In this context, as a result of LC projects, the number of parcels per enterprise, and average parcel size increases, parcel shapes, and sizes become suitable for agricultural mechanization. These projects also reduce the distance between the enterprise and the land while changing the road network. These factors support the creation of a sustainable agricultural system by reducing the fuel consumption and lowering CO₂ emissions.

In this thesis, the effect of land consolidation projects on carbon footprint is investigated. The carbon footprint is an indicator of CO₂ emissions and provides guidance for the reduction of CO₂ emissions. In this context, calculations were conducted utilizing the road network in Akçaşar, Borukkuyu, and Yenikuyu neighborhoods located in the Altnekin District of Konya Province, which is considered as a granary. The distances and fuel consumption amounts between the enterprise center and land before and after AT were calculated for all enterprises. Using the calculated fuel consumption amount, carbon emission values were calculated using the Tier 1 method from The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) methodologies, and carbon equivalence was calculated using the second method. The study's findings reveal that the amount of CO₂ emissions reduced by 32% in the Akçaşar Neighborhood, 25% in the Borukkuyu Neighborhood, and 30% in the Yenikuyu Neighborhood. In terms of carbon equivalents, there was a reduction of 940,57 kg CO₂ in Akçaşar Neighborhood, 129,64 kg CO₂ in Borukkuyu Neighborhood, and 691,75 kg CO₂ in Yenikuyu Neighborhood. As a result, this study shows that LC projects reduce the carbon footprint, contribute positively to ecology, and support sustainable agriculture systems.

Keywords: Carbon footprint, carbon emissions, climate change, greenhouse gas, land consolidation, land management, sustainable agriculture

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde büyük destek sağlayan, bilgi ve deneyimiyle rehberlik eden değerli danışmanım Doç. Dr. Ela ERTUNÇ'a içten teşekkürlerimi sunarım.

Kararlarımı destekleyip bu noktaya gelmeme katkıda bulunan, çalışma sürecimde anlayış ve sabırlarını esirgemeyen babam Mehmet Ali KÖK, annem Zeynep KÖK ve kardeşim Hasan Kök'e minnettarlığımı sunarım.

Desteklerini her daim hissettiğim, güç veren ve yanımda olduklarını bilerek çalışmalarına odaklanmamı sağlayan değerli kardeşim Meryem KÖK'e, dostlarım Öğr. Gör. Sümeyra KIRTIL AYSO ve Arş. Gör. Emre AYSO'ya içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, tez çalışmam sırasında veri temininde yardımcı olan Harita Mühendisi Hüseyin Deniz'e ve DSİ 4. Bölge Müdürlüğü AT ve TİGH Şube Müdürlüğü'ne de teşekkürlerimi sunarım.

Halime Nur KÖK
KONYA-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ	1
1.1 Küresel Isınma ve İklim Değişikliği	6
1.2 Ulusal ve Uluslararası İklim Değişikliği Tedbirleri ve Girişimleri	7
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	27
3.1. Çalışma Alanı	27
3.2. IPCC Metodolojisi	28
3.3. Hesaplama Yöntemi	31
3.4. Verilerin Değerlendirilmesi	35
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	37
4.1. Arazi Topplulaştırma Verilerinden Elde Edilen Sonuçlar	37
4.2. Yakıt Tüketimi, Karbon Ayak İzi ve Karbon Eşdeğeri.....	41
4.3. Tartışma.....	49
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	51
5.1. Sonuçlar.....	51
5.2. Öneriler	52
KAYNAKLAR	54

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

C	: Karbon
CH ₄	: Metan
CO	: Karbon monoksit
CO ₂	: Karbondioksit
Da	: Dekar
EF	: Emisyon faktörü
Gg	: Gigagram
GgCO ₂	: Gigagram karbondioksit
ha	: Hektar
HFC	: Hidroflorokarbon
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
kt	: Kiloton
L	: Litre
NF ₃	: Azot triflorür
NH ₃	: Amonyak
NMVOC	: Metan olmayan uçucu organik bileşikler
NO _x	: Azot oksit
N ₂ O	: Diazot monoksit
O ₃	: Ozon
PFC	: Perfloro karbon
SF ₅ CF ₃	: Triflorometilkükürt pentaflorür
SF ₆	: Kükürt hekzaflorür
SO ₂	: Kükürtdioksit
t	: Ton
tC	: Ton Karbon
TJ	: Tera Joule
%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
°	: Derece

Kısaltmalar

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AT	: Arazi Toplulaştırma
ATT	: Arazi Toplulaştırma Tüzüğü
AYM	: Avrupa Yeşil Mutabakatı
Bg	: Beygir gücü
BM	: Birleşmiş Milletler
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım
CE	: Karbon Eşdeğeri
COP	: Taraflar Konferansı
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
DAP	: Doğu Anadolu Projesi
DOKAP	: Doğu Karadeniz Projesi
DSİ	: Devlet Su İşleri
EPA	: ABD Çevre Koruma Ajansı
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
GWP	: Küresel Isınma Potansiyeli
IPCC	: Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
KOP	: Konya Ovası Projesi
LPG	: Sıvılaştırılmış petrol gazı
OECD	: Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü
TİGH	: Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri
TRGM	: Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı
UNFCCC	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
YMEP	: Yeşil Mutabakat Eylem Planına
WMO	: Dünya Meteoroloji Örgütü

1. GİRİŞ

Yakın bir gelecekte dünya nüfusunun 8 milyara ulaşması beklenirken, bu büyümeyle beslenmenin devam edebilmesi için bugünkü gıda üretimini yaklaşık %60 oranında artırmak gerekecektir. Ancak, bu büyüme göz önüne alındığında, çoğu insanın şehirlerde yaşadığı ve kırsal alanlardan şehirlere göçün sürekli arttığı bir gerçektir. Bu, hızla artan tüketim taleplerine karşılık gelecek bir üretim potansiyelinin olmadığını göstermektedir. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler toprağın tarımsal verimliliğinin azalmasıyla karşı karşıya kalmış ve arazilerin tarım, mera, orman vb. amaçlar dışında kullanılması, sürdürülebilirliğin ve verimliliğin azalmasına neden olurken (Korkmaz, 2007) ekoloji de olumsuz yönde etkilenmektedir.

Ulusal kalkınmanın önemli bir unsuru ve kırsal kalkınma çabalarının itici gücü (Ertunç ve Uyan, 2022) olan tarım sektörü, iklim değişikliği için son derece karmaşık bir sorundur. Çünkü tarım sektörü hem iklim değişikliklerinin etkilerine karşı son derece savunmasızdır hem de küresel sera gazı emisyonlarının önemli bir bileşenidir (OECD, 2022). Dünyadaki sera gazı emisyonlarının %25'i hayvancılık faaliyetleri ve tarımsal faaliyetlerden oluşmaktadır (Vurarak ve Bilgili, 2015). Tarımsal gübre kullanımı, ürün yetiştirme ve toprak yönetimi, çiftçilerin eksik bilgi ve becerileriyle birleşen özel çevresel koşullarla birleştiğinde, sera gazı emisyonlarını artırmaktadır. Aynı şekilde, arazi yönetimi uygulamaları da karbon ayak izi ve sera gazı emisyonlarını etkileyen önemli faktörler arasındadır (Yao ve diğ., 2021). Karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), diazot monoksit (N₂O), gazları tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan üç ana sera gazıdır (Kayıkçıoğlu ve Okur, 2012). Ülkemizde sera gazı emisyon oranlarının %7,1'ini N₂O, %11,3'ünü CH₄ ve %80,2'si CO₂ gazları oluşturmaktadır (TÜİK, 2023). %78'i tarımsal kaynaklı (TÜİK, 2023) olan N₂O emisyonlarının %60'ından fazlasının, büyük bir kısmı organik ve inorganik gübrelerin kullanılmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Şentürk ve diğ., 2023). CO₂ emisyonunun %0,3'ü tarım ve atık sektörlerinden, CH₄ emisyonlarının %61,4'ü tarım sektöründen kaynaklanmaktadır (TÜİK, 2023). Tarımsal faaliyetler sonucu oluşan CO₂ emisyonunun düşük olması bitkisel fotosentez kaynaklı CO₂ tüketiminden kaynaklanmaktadır (Kayıkçıoğlu ve Okur, 2012). Tarımsal kaynaklı diğer faaliyetler savan ve tarımsal atıkların yakılması, biyokütlenin açık alanlarda yakılması (Şahin ve Onurbaş Avcıoğlu, 2016), yanlış sulama yöntemlerinin uygulanması, geleneksel toprak işleme yöntemleri ve tarımsal mekanizasyonun artması (Polat ve Manavbaşı, 2012) olarak sıralanabilir.

Tarımda sera gazı emisyonlarını azaltma ve emisyonu neden olan faaliyetleri araştırmak sürdürülebilir tarım ve çevre için oldukça önemlidir (Yerli ve diğ., 2019). Bu nedenle öncelikli olarak tarımsal çalışmaların sürdürülebilirliğini desteklemek ve tarımda karşılaşılan yapısal sorunları çözmek gerekmektedir. Tarımsal arazilerin şekilsiz, küçük ve dağınık yapıda olması bu sorunların en önemlileri arasındadır (Ertunç, 2018). Çünkü küçük ve bozuk olan araziler üretim süresini artırmakta (sürüm, ekim, ilaçlama, gübreleme, hasat vb.), arazinin değerini etkilemekte, modern tarım yöntemlerinin uygulanmasını zorlaştırmakta, işçilik ve üretim maliyetini artırmaktadır. Ayrıca, parçalanmış küçük araziler tarımda mekanizasyon ve tarım arazisi altyapısının inşasına engel teşkil etmektedir (Lu ve diğ., 2018). Teknolojinin gelişmesiyle artan traktör vb. tarım makineleri, ekim ve hasat dönemi arasındaki bütün tarımsal üretim sürecinde rol oynamaktadır (He ve diğ., 2019). Tarımsal faaliyetlerde kullanılan tarım makinelerinden kaynaklanan sera gazları insan sağlığı, çevre ve tarımda sera gazı oluşumu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Rashid ve diğ., 2013; Yerli ve diğ., 2019). Traktörlerde kullanılan motorlarda dizel yakıtın yanması sonucu normal koşullarda açığa çıkan azot, azot oksit ve karbondioksit gazları ile su buharı ilgili bilimsel çalışmalarda tamamı karbondioksit gazı olarak nitelendirilmektedir. Gerçekte ise, yakıt tamamen yanmayarak karbon ve karbon bileşimli gazlar açığa çıkmaktadır. Dizel yakıtların yanma kalitesi ile CO₂ emisyon miktarları arasında da doğrusal bir ilişki vardır (Polat ve Manavbaşı, 2012). Yakıt tüketimindeki artış CO₂ emisyonunu da aynı oranda artırmaktadır. Yüksek yakıt tüketimi çevrenin daha fazla zarar görmesine yol açarken, traktörler uygun ve optimum koşullar altında kullanıldığında çevre üzerinde daha az olumsuz etki bırakır (Juostas ve Janulevičius, 2009). Bu nedenle, çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesi (He ve diğ., 2019) ve tasarlanmasında yakıt tasarrufu protokolleri, yakıtla bağlı ekim sistemlerinde karbondioksit emisyon değerlerinin azaltılmasında önemli bir araç olabilir (Koga ve diğ., 2003). Traktör vb. tarım makinelerinden kaynaklanan sera emisyon miktarı, motor yükü, sürüş şekillerine, traktördeki yükleme miktarına (Rashid ve diğ., 2013), ayrıca arazinin topografik yapısına, parsel dağılımına ve parsel büyüklüklerine bağlıdır.

Arazi parçalanması, birbirinden uzak ve rastgele küçük dağılmış parsellerin olduğu ve tarımsal üretimde kârlılığı etkileyen bir sorundur (Janus ve Ertunç, 2020). Tarım işletmelerinde hızlı (tarım reformu) veya yavaş (miras yoluyla) (Hirionen ve Riekkinen, 2016) olarak meydana gelen parçalanma ile üretimde verim düşmekte, ekime değmeyecek küçük parseller oluşmakta ve mekanizasyon zorlaşmaktadır (Güzel, 2021). Ayrıca parçalı, dağınık ve düzensiz arazilere sahip işletmelerden verimli üretim yapması

beklenemez. Araziye ulaşım eksikliği, arazinin parçalı olması nedeniyle zaman kaybına yol açar ve arazinin şekli, makine faaliyetlerini sınırlar. Arazi parçalanmalarını önlemek ve tarımsal altyapıyı iyileştirmek, üretimde verimliliğin artırmak için Arazi Toplulaştırma (AT) çalışmaları önemli araçlardan biridir (Ertunç ve diğ., 2018).

Arazi parçalanması, dünya çapında bir olgudur. Bu bağlamda, arazi toplulaştırması, parçalanmış tarımsal işletmelerden oluşan kırsal araziyi kapsamlı bir şekilde ele alarak, arazi parçalanmasının etkin bir şekilde çözümlenmesini amaçlar. Hedefleri ülkeden ülkeye değişiklik göstermekle birlikte, genel amacı parçalanmış arazinin kullanımını geliştirerek, daha uygun arazi kullanımlarına yönelik düzenlemeler yapmak ve bu sayede tarımsal verimliliği artırmaktır (Grammatikopoulou ve diğ., 2013). AT, tarım arazilerinin doğal ve yapay etkilerle bozulmasını ve parçalanmasını önlemek, parçalanmış arazilerde ise doğal özellikleri, kullanım bütünlüğü ve mülkiyet hakları gözetilerek birden fazla arazi parçasının birleştirilip ekonomik, ekolojik ve daha işlevsel yeni parsellerin oluşturulmasını, bu parsellerin arazi özellikleri ve alanı değerlendirilerek kullanım şekillerinin belirlenmesini ve arazi gelişimi hizmetlerinin sağlanması olarak tanımlanır (T.C. Resmî Gazete, 2019).

Tarım arazilerindeki parçalılık, işletmenin sahip olduğu parsel sayısı ile ölçülmektedir (Ertunç, 2018). Türkiye'de tarım işletmelerinin çoğunluğu küçük ölçekli ve araziler parçalı bir yapıya sahiptir. Bu nedenle AT, verimliliği artırmak ve uluslararası ölçekte rekabet edebilme yeteneğini geliştirmek için önemli bir gereksinim olarak ön plana çıkmaktadır. Örneğin, AB ülkelerinde ortalama işletme büyüklüğü yaklaşık 16 hektar (ha) iken, Türkiye'de sadece 6 ha'dır. Tarım işletmeleri incelendiğinde, Türkiye'de işletme başına düşen ortalama parsel sayısı 11'in üzerindedir ve ortalama parsel büyüklüğü yaklaşık 1,09 ha'dır. Diğer yandan AB ülkelerinde, ortalama parsel büyüklüğünün 1,8 ha ile 4 ha arasında değiştiği bir arazi yapısı mevcuttur. Dolayısıyla, Türkiye'nin tarım sektöründe gelişmiş ülkelerle aynı seviyeye ulaşabilmesi için arazi toplulaştırması önemli bir adımdır ve hem parsel sayısı hem de parsel büyüklükleri açısından daha verimli bir yapı oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla Türkiye'de AT, 1961 yılında başlamış 2022 yılında GAP Arazi Toplulaştırma ve TİGH Projesi, KOP İlleri Arazi Toplulaştırma ve TİGH Projesi, DAP İlleri Arazi Toplulaştırma ve TİGH Projesi, DOKAP İlleri Arazi Toplulaştırma ve TİGH Projesi, Arazi Toplulaştırma ve TİGH Projesi ve Tarla İçi Drenaj ve Islahı Projesi kapsamında 759.365 ha alan toplulaştırılarak tescil işlemleri tamamlanmıştır (DSİ, 2022). 2023 ağustos ayı itibarıyla

6,86 milyon ha alanının toplulaştırma çalışmaları tamamlanmış ve 2,29 milyon ha alanda toplulaştırma çalışmaları devam etmektedir.

Türkiye’de AT çalışmaları 1984 tarih 3083 sayılı “Sulama Alanlarında Arazi Düzenlemesine Dair Tarım Reformu Kanunu’na göre TRGM ve 2005 tarih ve 5403 sayılı “Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu’na göre çıkarılan 2009 tarihli Arazi Toplulaştırma Tüzüğü (ATT)’ne göre kamu tüzel kişiliği tarafından yapılmaktadır. 28 Nisan 2018 tarih, 7139 sayılı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’nün Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun’daki değişiklik ve 7 Şubat 2019 tarihli, Arazi Toplulaştırması ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Uygulama Yönetmeliği’ne göre Arazi Toplulaştırma yetkisi Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü’ne verilmiştir. Diğer kamu tüzel kişiliklerinin arazi toplulaştırma yapabilmesi DSİ’nin iznine bağlıdır (Çay, 2019). Yönetmelikte bahsi geçen ‘Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri’, sulama, drenaj, toprak koruma, toprak ıslahı, tesviye, anların kaldırılması ile ağaç, çalı temizleme, taş nakli, tarla içi yolları, dere ıslahı ve sanat yapıları gibi arazi geliştirme hizmetlerini olarak tanımlanır (T.C. Resmî Gazete, 2019).

AT projeleri, çok amaçlı bir arazi yönetimi ve planlama yaklaşımı olarak tarımsal verimliliği artırmak ve kırsal alanların sürdürülebilir kalkınmasını desteklemek amacıyla uygulanmaktadır. Bu projeler, tarım arazilerinin verimli kullanımı açısından büyük önem taşır (Ertunç ve diğ., 2021). Bu sayede, tarım alanlarının daha etkili ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi ve geliştirilmesi hedeflenir. Bu bağlamda, AT sadece araziye bir araya getirmekle kalmaz, aynı zamanda tarım sahiplerinin tarımsal, teknik, sosyal ve kültürel standartlarını iyileştirir. Ancak bu projelerin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için etkili bir arazi politikasına dayalı uzun vadeli planlamalara ihtiyaç vardır (Ertunç ve diğ., 2018).

AT projelerinin başarılı bir şekilde tamamlanması, proje uygulama bölgesindeki yol ağının yoğunluğunu başlangıç seviyesine ve parsellerin değişimine bağlı olarak artırabilir veya azaltabilir (Janus ve Ertunç, 2021). AT projelerinin temel amaçlarından biri, her parselin yol erişimine sahip olmasıdır. Bu, yeni yol ağlarının planlanması ve blok planların oluşturulması ile gerçekleştirilir, bu da arazilere ulaşımın kolaylaşmasını sağlar, komşu parsellerle yol konusundaki sorunları çözer (Güzel, 2021). Ayrıca, tarım işletmelerinin modern tarım uygulamalarına daha kolay bir geçiş yapabilmesi için parsel şekillerini düzelten AT projeleri, özellikle dörtgen parsellere sahip arazilerde yapılan tarım işlemleri, mekanizasyon verimliliği açısından daha etkili olduğundan, şekilsiz ve parçalı parseller, bu standartlara uygun hale getirilerek tarım için daha verimli hale

getirilir. Daha büyük ve düzenli araziler, daha verimli bir yolculuk yapmayı mümkün kılar ve bu da yakıt tüketiminin azalmasına neden olur (Ramírez del Palacio ve diğ., 2022). Bu etkiler hem toplam arazi parçasının azalmasından hem de daha etkili mekânsal düzenlemelerin yapılmasından kaynaklanır.

Tarım sektöründe önemli bir yapısal değişimi temsil eden ve ekonomik, sosyal ve çevresel değerlendirmeleri içeren sektörel bir yaklaşımı kapsayan (Crecente ve diğ., 2002) AT projelerinin önemli etkilerinden biri olan işletme ile parsel arasındaki mesafe değişiklikleri (Janus ve Ertunç, 2023), parsel büyüklükleri ve parsel dağılımları üzerinde etkisi düşünüldüğünde (Vurarak ve Bilgili, 2015), tarımsal yakıt tüketimini azaltabileceğini ve bu sayede fosil yakıtlara bağlı karbondioksit emisyonlarının azalmasına katkı sağlayabileceği söylenebilir.

Arazilerin parçalı yapıda, şekilsiz ve küçük olması, yol ağının yetersiz olması, yol yapısının iyi olmaması gibi birçok neden tarımsal üretimde verimliliği azaltmakta, üretim maliyetlerini arttırıp işletmelerin kâr etmesini engellemektedir. Bu durum tarımla uğraşan çiftçi sayısını azaltmakta ve ekolojik yapıyı olumsuz yönde etkilemektedir. Tarımsal üretim maliyetlerini düşürmek için iki temel yaklaşım vardır. Birincisi, tarım makinelerinin daha verimli kullanılmasını sağlamak amacıyla tarımsal arazilerin boyutunu ve şeklini değiştirmek, bu da yakıt tüketimini azaltmak, makine bakımını minimize etmek ve tarla içi verimliliği arttırmak için önemlidir. İkinci yol ise dağınık arazileri merkezileştirerek çiftçilerin araziler arasında geçirdikleri zamanı azaltmaktır (Zhang ve diğ., 2014). AT projeleri ile de işletmelere ait parsel sayıları azalırken, parsel büyüklükleri artar, şekilsiz ve küçük parsel sayısı azalır, planlanan sulama ve drenaj şebekesiyle sulama oranı artar. Her parsel için ulaşıma erişim sorunu çözüldüğünden (Ay, 2022) tarımsal verimlilik artar, tarımsal üretim maliyeti düşer ve ekolojik olarak sürdürülebilir tarımsal faaliyetler gerçekleştirilebilir.

Potansiyel AT projelerinin iklim değişikliği üzerindeki etkisinin bilimsel olarak değerlendirilmesi (Shan ve diğ., 2020), sürdürülebilir bir tarım ve ekoloji için oldukça önemlidir. Fizibilite, ekonomik ve ekolojik faydalar gibi bir dizi açıdan kapsamlı bir şekilde bu değerlendirmelerin yapılması projelerin uygulanabilirliğini ve çevresel sürdürülebilirliğini arttırmada yardımcı olacaktır (Zhou ve diğ., 2022). Bu kapsamda AT projelerinin sürdürülebilir tarım ve ekoloji üzerindeki pozitif etkisinin araştırılması amacıyla tahıl ambarı olarak nitelendirilen Konya ili Altınekin ilçesinde bulunan Akçaşar Mahallesi, Borukkuyu Mahallesi ve Yenikuyu Mahallesi'ne ait mekânsal veriler kullanılarak AT öncesi ve sonrası veriler yol ağına dayalı olarak değerlendirilmiştir. Proje

alanlarındaki işletmelerin toplulaştırma öncesi ve sonrası durumlarda, işletme merkezi ve parsel arasında kat ettikleri yol mesafeleri ArcGIS 10.5'te network analizi ile hesaplanmıştır. Tarımsal faaliyetler sırasında ekim, gübreleme-ilaçlama, nadas, hasat, ürünlerin taşınması gibi faaliyetler için kullanılan traktörlerin kullandıkları yakıt miktarı yol mesafelerine bağlı olarak değişmektedir. AT sonucunda da yol ağında meydana gelen değişim yakıt miktarını ve dolaylı olarak CO₂ salınımını etkileyecektir. Bu nedenlerle hesaplamaların temelinde, uygulama alanlarındaki yol ağının şekli dikkate alınmıştır. Buna bağlı olarak karbon ayak izi değerleri ve ikinci bir yöntem ile de karbon eşdeğerleri hesaplanmıştır. Karbon ayak izi hesaplamalarında, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (The Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) tarafından önerilen Tier 1 yöntemi kullanılmıştır. Böylece arazi toplulaştırma projelerinin karbon ayak izine etkisi araştırılmış, araştırma sonucunda bu projelerin ekolojik ve sürdürülebilirlik yönünden değerlendirilmesi yapılmıştır.

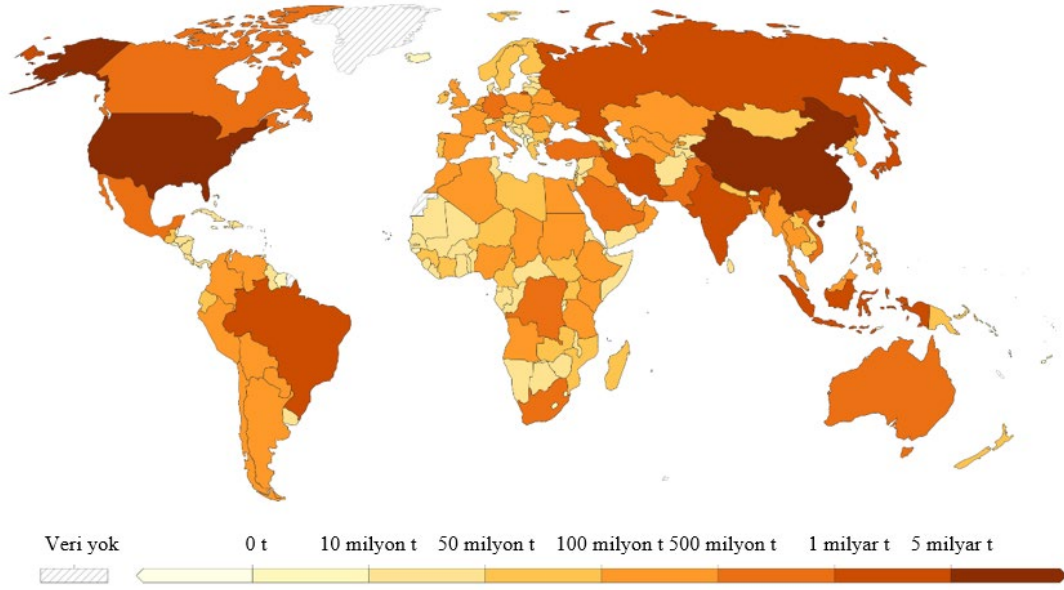
1.1 Küresel Isınma ve İklim Değişikliği

Dünya'da artan nüfus ile insan faaliyetlerinde meydana gelen artış atmosfere salınan sera gazı emisyonlarının olağan dışı birikimine sebep olmuştur. Atmosferdeki sera gazı emisyonlarının (CO₂, CH₄, N₂O, karbon monoksit (CO) vb.) artması ile bu moleküllerin güneş ışınlarını tutarak yeryüzü sıcaklığını artırması küresel ısınma olarak adlandırılmaktadır (Korkmaz, 2007). Küresel ısınma günümüzde önemli bir tartışma konusu haline gelse de yaygın inanın aksine, küresel ısınma yeni bir olgu değildir. İnsan kaynaklı bir faaliyet olan fosil yakıtların yanması ile küresel ısınma arasındaki ilişki, ilk olarak 1800'lerin sonlarına uzanmaktadır (Çerçi, 2021). İklim değişikliği de küresel ısınmanın bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. IPCC, iklim değişikliğini iklimin özelliklerinin ortalamasında meydana gelen, istatistiksel testler kullanılarak tespit edilmiş ve uzun bir süre (tipik olarak on yıllar veya daha uzun süre) devam eden bir değişiklik olarak tanımlarken (IPCC, 2023a), Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) iklim değişikliğini, karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik olarak tanımlar. UNFCCC'nin bu tanımı, iklim değişikliğine neden olan insan faaliyetleri ile doğal nedenlerle meydana gelen iklim değişikliği arasında bir ayırım yapmaktadır ki hem IPCC'nin hem de

UNFCCC'nin tanımları iklim değişikliğinin çoğunlukla insan kaynaklı faaliyetler sonucunda meydana geldiğini vurgulamaktadır. Bu savı destekleyen IPCC raporları, iklim değişikliğinin büyük ölçüde insan faaliyetlerine bağlı olduğunu belirtmektedir (Akyol, 2022). İnsan kaynaklı faktörler, iklim değişikliği üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir ve çevreye verilen zararın büyük bir kısmından sorumludur. El Nino (Pasifik Okyanusu'nda, okyanus ısısının ısınması veya deniz sıcaklığının ortalamanın üzerinde seyretmesi (URL-1)), atmosferin bileşiminde ve yeryüzünün özelliklerinden dolayı meydana gelen değişiklikler ve dünyaya gelen güneş ışınları iklim değişikliğine etki eden doğal nedenler olarak sıralanırken, bu doğal değişimler uzun zaman içerisinde ve bir arada gerçekleşmektedir (Yakut, 2022). İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan nedenler ise insan kaynaklı çeşitli salınımların doğal bir sonucu olarak atmosferdeki sera gazlarının (karbondioksit, metan, diazot monoksit, aerosollerin ve ozon katmanında incelmeye neden olan diğer maddeler) artmasının yanı sıra, arazi kullanımı, arazi kullanımı değişikliği ve ormansızlaşma gibi birçok faaliyet olarak sıralanabilir (Türkeş, 2022). Bu faaliyetler arasında sanayileşme sonucu artan enerji talebi, fosil yakıt kullanımının artması, hızlı kentleşme, nüfus artışı, teknolojik gelişmeler ve artan ulaşım faaliyetleri gibi etkenler bulunmaktadır (Akyol, 2022). Sanılanın aksine sera gazları, aslında bir kirletici değildir; aksine, atmosferde güneş ışınlarının yansımalarını engelleyerek ısının bir kısmını tutma özelliğine sahiptir. Bu nedenle, sera gazlarının atmosferde birikmesi, iklim değişikliklerine yol açan sera etkisinin artmasına neden olur. Bu sera etkisi, CO₂'nin yanı sıra diğer sera gazları tarafından da desteklenir (Aksoy, 2023). Sonuç olarak, dünya genelinde ortalama sıcaklıkların artmasına ve iklim değişikliklerine yol açar.

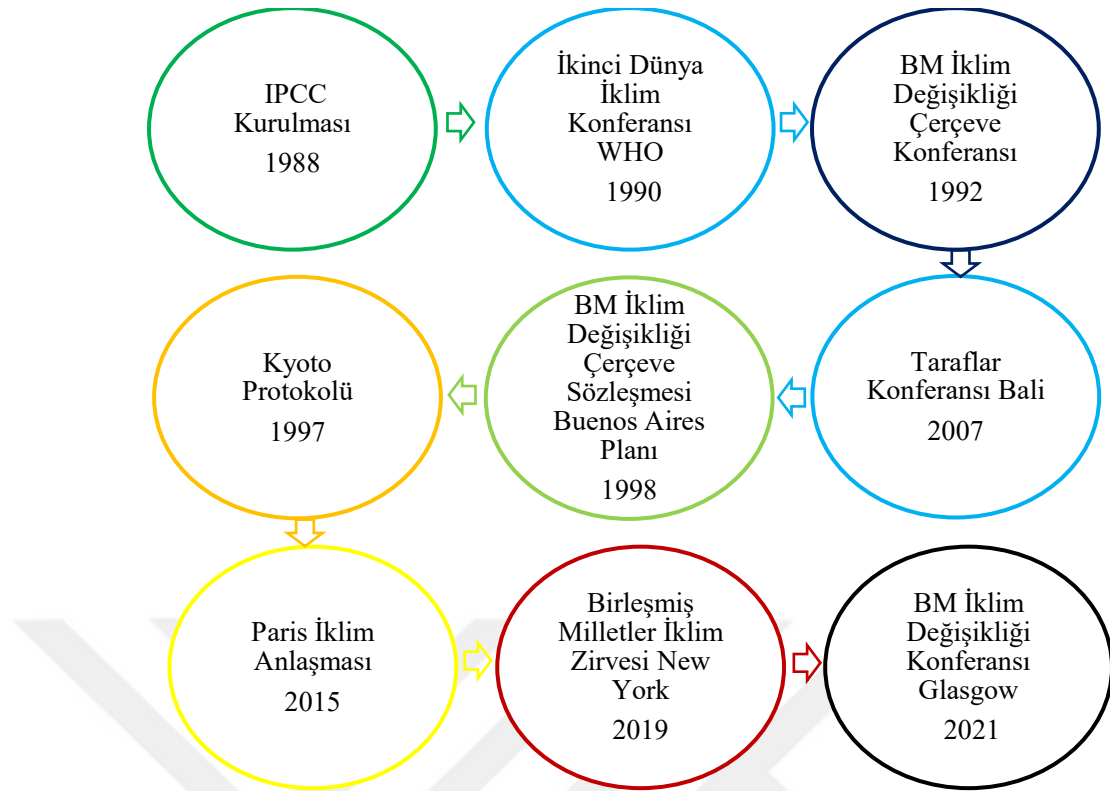
1.2 Ulusal ve Uluslararası İklim Değişikliği Tedbirleri ve Girişimleri

Dünyada toplam sera gazı salınım değerleri 1990 yılında 37.860 Milyar ton (t) CO₂ iken 2021 itibariyle 54.593 Milyar t CO₂ 'a ulaşmıştır ve nüfus arttıkça bu değer gün geçtikçe artmaktadır. Nüfusun en fazla olduğu Çin, ABD, Hindistan ve Rusya ülkeler de dolaylı olarak CO₂ emisyon envanterine en fazla katkı sağlayan ilk dört ülkedir (Şekil 1.1). Türkiye 598.351 Milyon t CO₂ ile bu listenin 15.sirasında yer almaktadır (Ritchie ve diğ., 2020).



Şekil 1.1. Sera gazı emisyonları (Ritchie ve diğ., 2020)

Artan sera gazı emisyonlarının azaltılması, iklim değişikliklerini hafifletmek ve çevreyi korumak için önemlidir. Sürdürülebilir bir ekosistem ve iklim değişikliğini azaltmak için dünya genelinde bir çabaya girişilmiştir. Bu çabalar, enerji verimliliğini artırma, temiz enerji kaynaklarına yönelme, sera gazı emisyonlarını azaltma ve karbon ayak izini düşürme gibi stratejileri içeren birçok çalışmayı destekleyen bir dizi anlaşma, protokol ve toplantılardan oluşmaktadır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. İklim değişikliği ile ilgili önemli görüşmeler (Çerçi,2021)

Küresel olarak iklim değişikliğinin etkisini azaltmak ve iklim değişikliğini önlemek için azaltım ve uyum politikaları olmak üzere iki yol izlenmektedir. Azaltım politikaları ile sera gazı emisyonlarının azaltılması hedeflenirken, uyum politikalarında hedef iklim değişikliği sonucu değişen koşullara uyum sağlamaktır (Temur, 2017). İnsan faaliyetleri sonucu artan sera gazı emisyonlarının iklim değişikliği üzerindeki etkisi ile mücadele etmek için uluslararası birçok konferans düzenlenmiştir. 1987 yılında imzalanan Viyana Sözleşmesi ve Montreal Protokolü Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP)'nin elde ettiği ilk önemli başarısıdır (Temur, 2017).

Dünya Meteoroloji Örgütü (World Meteorological Organization, WMO) ve UNEP tarafından 1988 yılında kurulan ve şu anda da 195 ülkenin üye olduğu IPCC'nin amacı hükümetlere ve politikacılara iklim değişikliğinin bilimsel temelleri, etkileri ve gelecekteki riskleri hakkında değerlendirmeler sunmak, uyum ve azaltma seçenekleri hakkında bilgilendirmeler yapmaktır. IPCC düzenli aralıklarla alanında uzman bilim insanlarının hazırladığı değerlendirme raporları yayımlamaktadır (Özdemir Daşçıoğlu, 2021). Son olarak 2021 yılında Altıncı Değerlendirme Raporuna ek İklim Değişikliği 2023 Sentez Raporu'nu yayımlanmıştır. IPCC Altıncı Değerlendirme Sentez Raporu'nun politikacılar için hazırlanan yayınında genel olarak raporu özetlemektedir. Sentez Raporu

iklim değişikliğine ilişkin önemli bilgilere odaklanan önemli bir kaynaktır. Rapor, üç ana başlık altında yayımlanmıştır. Birinci bölüm ‘Mevcut Durum ve Eğilimler’ adlı bölümdür. Bu bölüm, mevcut iklim değişikliği durumunu ve bu değişikliğin nedenlerini ele alır. İklim sistemine yönelik mevcut bilgilere dayanarak, atmosferdeki sera gazlarının artışı, sıcaklık değişimleri, deniz seviyesi yükselmesi gibi belirgin göstergeleri içerir. Bu bölüm ayrıca insan faaliyetlerinin iklim değişikliğine olan katkısını ve doğal etkenleri değerlendirir. ‘Gelecekteki İklim Değişikliği’ başlıklı ikinci bölüm, gelecekteki iklim değişikliğinin tahmini etkilerini inceler. İklim değişikliğinin sıcaklık artışları, aşırı hava olayları, deniz seviyesi yükselmesi ve diğer çevresel etkiler konusundaki projeksiyonları içerir. İklim modelleri ve senaryolar, gelecekteki iklim değişikliği trendlerini tahmin etmek için kullanılır. Son olarak ‘Riskler ve Uzun Vadeli Tepkiler ile Yakın Vadedeki Tepkiler’ başlıklı üçüncü bölüm, iklim değişikliğinin beraberinde getirdiği riskleri ve bu risklere karşı uzun vadeli ve yakın vadeli politika ve adaptasyon önlemlerini tartışır. İklim değişikliğinin ekonomik, ekolojik ve toplumsal etkilerini ele alır. Ayrıca, politika yapımcıların ve toplumların bu risklere nasıl tepki verebileceğine dair stratejileri içerir. 2023 Sentez Raporu, Beşinci Değerlendirme Raporu’na göre, iklim değişikliği ile mücadelede ilerlemeler kaydedilmiş olsa da 1,5°C sıcaklık artışını aşma riskinin yüksek olduğunu ve 2°C’yi aşan bir sıcaklık artışını sınırlamanın zorlaştığını vurgular. Bu nedenle, iklim değişikliği risklerini azaltmak ve sıcaklık artışını kontrol altına almak için net sıfır CO₂ emisyonuna ihtiyaç olduğu belirtilir (IPCC, 2023b).

21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren şu an da 196 ülkenin taraf olduğu UNFCCC, taraf ülkeleri, dünya genelinde sera gazı emisyonlarının azaltılması, araştırma ve teknolojik çalışmalarda iş birliğine ve sera gazı yutaklarını (ormanlar, okyanuslar, göller vb.) korunmasına teşvik etmektedir. Sözleşme, ülkelerin gelişme öncelikleri ve özel durumlarını dikkate alarak “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler” prensibine dayanmaktadır. UNFCCC’nin Kyoto Protokolü (2020 yılına kadar) ve Paris Anlaşması (2020 yılından sonra) olmak üzere iki uygulama aracı bulunmaktadır (URL-2). Sözleşmenin en yetkili organı Taraflar Konferansı (COP) ilk toplantısını 1995 yılında Berlin’de gerçekleştirmiştir. 1997 yılı aralık ayında gerçekleştirilen COP ’un üçüncü oturumunda, Kyoto Protokolü kabul edilmiştir. 2005’te yürürlüğe giren ve iki dönemi bulunan Kyoto Protokolü sera gazı salınımlarının en aza indirilmesi için ve ülkelerin karbon salınımlarını hesaplamak için ülkelere emisyon sınırları getirmiştir (Yalılı Kılıç ve diğ., 2021). 2008-2012 yıllarını kapsayan Kyoto Protokolünün I. Taahhüt Döneminde, Ek-I listesinde yer alan ülkeler için 1990 yılına göre

en az %5 oranında emisyon azaltma yükümlülüğü getirilmiştir. Bu hedefe ulaşılabilmesini teminen Sözleşmenin Ek-I'de yer alan her bir ülke için belirli sayısal hedefler belirlenmiş ve bu azaltım taahhütleri Kyoto Protokolü'nün Ek-B listesinde yer almıştır. Kyoto Protokolü'nün II. Taahhüt Dönemi ise 2013-2020 yıllarını kapsamaktadır ve Ek-B listesinde yer alan ülkelerin emisyonlarını 2020 yılında 1990 seviyesine göre en az %18 oranında azaltma taahhüdünü içermektedir. Kyoto Protokolü'nün II. Taahhüt Dönemi, 31 Aralık 2020 tarihinde yürürlüğe girebilmiştir. Ancak, 2020 sonrası iklim rejimini düzenleyen Paris Anlaşması yürürlüğü girdiği için Kyoto Protokolü'nün II. Taahhüt Dönemi sadece resmîyet gereği devam etmiştir ve UNFCCC'nin ilk uygulama aracı olan Kyoto Protokolü işlevini tamamlamıştır (URL-3). Paris Anlaşması, 2020 sonrası süreçte, iklim değişikliği tehlikesine karşı küresel sosyoekonomik dayanıklılığın güçlendirilmesini hedeflemektedir. Paris Anlaşması, gezegenin ortalama sıcaklığındaki artışı 2100'de 2°C'nin altında tutmayı ve bu artışı sanayi öncesi seviyelerin 1,5°C üzerinde sınırlamak için ek çalışmaları teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Kasım 2021'de İngiltere'de düzenlenen 26. BM İklim Değişikliği Konferansı'nda 2030 yılına kadar CO₂ emisyonlarını %45 oranında azaltma görevini üstlenmiştir (Ramírez del Palacio ve diğ., 2022). Paris Anlaşması'nın, UNFCCC ile karşılaştırıldığında en belirgin özelliği, her ülkenin kendi ulusal katkısını belirlemesine dayalı bir sistem sunmasıdır. Bu her ülkenin sera gazı emisyonlarını azaltma veya sınırlama taahhüdünde bulunmasını gerektirir. Anlaşma, iklim değişikliğiyle mücadelede gelişmiş/gelişmekte olan ülke ayrımını daha esnek bir şekilde ele alır. Her ülke, kendi kapasitesi ve ihtiyaçlarına göre hareket etme özgürlüğüne sahiptir. Bu, her ülkenin kendi koşullarına göre iklim politikaları geliştirmesine olanak tanır ve son olarak Paris Anlaşması da UNFCCC gibi tüm ülkelerin "ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler" ilkesi doğrultusunda sorumluluk üstlenmesi anlayışına dayandırılmıştır. Ancak Paris Anlaşması, bu ilkeyi daha esnek bir şekilde yorumlamaktadır ve her ülkenin kendi yeteneklerine ve koşullarına uygun olarak iklim değişikliği mücadelesine katılmasını teşvik eder. Paris Anlaşması, iklim değişikliğiyle mücadelede daha kapsayıcı, esnek ve katılımcı bir yaklaşım sunar (URL-4). Son olarak AB, 11 Aralık 2019 tarihinde Avrupa Yeşil Mutabakatı (AYM) açıklamıştır. Mutabakat, geçmişte Kyoto Protokolünü güncel durumda ise Paris Anlaşması'na destekleyici olarak yeşil ekonomik düzen üzerinde şekillendirilmiş bir oluşumdur (Mirici ve Berberoğlu, 2022). AYM, kısa vadede 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarını 1990 yılına kıyasla %55 oranında azaltmayı ve uzun vadede 2050 yılına kadar net sera gazı emisyonlarının sıfıra indirmeyi hedefleyen iki temel amacı

bulunmaktadır. AB, mutabakata geçiş sürecinde ülkeleri, finansal destek sağlamak, yeni hedefler belirlemek, hiçbir ülkeyi geride bırakmamak ve uyum kapasitesini artırmak olmak üzere dört temel bileşen ile desteklemektedir (Mirici ve Berberoğlu, 2022). Ayrıca UNFCCC'nin imzalanmasından bu yana her yıl Taraflar Konferansı (COP) düzenlenmektedir. Bu toplantılarda, katılımcı ülkeler iklim değişikliği konusunda ortak bir anlayış geliştirmek, ulusal hedefler belirlemek ve küresel ısınmayı sınırlamak için iş birliği yapmak amacıyla bir araya gelirler. Bu toplantılar, uluslararası iklim politikalarının oluşturulmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Türkiye'nin karbon salınımının dünya genelindeki payının %1 olarak hesaplanması, sera gazı ile mücadelenin önemli olduğunu göstermektedir (Akyol, 2022). Bu nedenle, Türkiye'nin çevre dostu enerji kaynaklarına yatırım yapması, enerji verimliliğini artırması ve sera gazı emisyonlarını azaltması hem ulusal çevre kalitesini iyileştirecek hem de küresel iklim değişikliği ile mücadeleye katkı sağlayacaktır. Türkiye, 24 Mayıs 2004 tarihinde UNFCCC'ne katılarak iklim değişikliğini engellemeyi ve iklim değişikliğinden kaynaklanan tüm sorunlarla mücadele etmeyi hedeflemiştir. Bu katılım, ülkemizin uluslararası alanda attığı ilk ve en önemli imza olarak öne çıkmaktadır (YMEP, 2022). 2009 yılında Kyoto Protokolü'ne katılan Türkiye, protokolün kabul edildiği dönemde, UNFCCC tarafı değildir. Bu nedenle, Kyoto Protokolü'nün Ek-B listesine dahil edilmemiştir. Dolayısıyla, Türkiye'nin Kyoto Protokolü çerçevesinde sayısallaştırılmış emisyon azaltma veya sınırlama taahhüdü bulunmamaktadır (URL-3). 2015 yılında Paris'te düzenlenen UNFCCC 21. Taraflar Konferansı'nda Paris Anlaşması kabul edilmiştir. 6 Ekim 2021 tarihinde onayladığımız Anlaşma 10 Kasım 2021 tarihinde Türkiye'de yürürlüğe girmiştir. Türkiye 2053 net sıfır emisyon hedefini bu anlaşma çerçevesinde açıklamıştır (YMEP, 2022). Türkiye'nin güncellenmiş Ulusal Katkı Beyanı, 15-16 Kasım 2022 tarihlerinde düzenlenen COP 27 Bakanlar Oturumunda dönemin Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı tarafından sunulmuştur. Bu güncelleme ile daha önce belirtilen 2030 yılına kadar %21'e varan emisyon azaltım hedefi %41'e yükselmiştir. Bu yeni hedefle birlikte, Türkiye 2030 yılına kadar yaklaşık 500 milyon ton emisyon azaltımı yapmayı taahhüt ettiğini açıklamıştır. Ayrıca, en geç 2038 yılında ülkenin emisyonlarının tepe noktasına ulaşacağı belirtilmiştir (URL-4). Bu güncel hedefler, Türkiye'nin iklim değişikliği ile mücadelede daha fazla taahhütte bulunduğunu ve emisyon azaltımı konusundaki çabalarını artırdığını göstermektedir. AB'nin açıkladığı AYM, 2050 yılında iklim açısından nötr bir kıta olma hedefini ön plana koymuş ve bu hedefe ulaşmak için yeni bir büyüme stratejisi benimseyerek tüm politikalarını iklim

değişikliği odaklı şekilde yeniden şekillendireceğini açıklamasını takiben, Türkiye Avrupa Yeşil Mutabakatı'na uyum sağlamak amacıyla ilgili kurumların katkılarıyla bir eylem planı oluşturmuş ve Yeşil Mutabakat Eylem Planı (YMEP) adıyla bir planı uygulamaya koymuştur. YMEP ilişkin Cumhurbaşkanlığı Genelgesi 16 Temmuz 2021 tarihli Resmî Gazete 'de yayımlanmıştır. YMEP, Türkiye'de sürdürülebilir büyüme ve kalkınmanın kapsayıcı bir şekilde sağlanması ve Türkiye ekonomisinin ve sanayisinin yeşil bir dönüşümünün desteklenmesini hedeflemektedir. Ayrıca, bu plan Türkiye'nin AB başta olmak üzere diğer ülkelerle ticaretinde rekabetçiliğini sürdürmesini ve küresel değer zincirlerine daha etkin bir şekilde entegre olmasını amaçlamaktadır (YMEP, 2022). Yeşil Mutabakat, iklim değişikliği ile mücadele ve sürdürülebilir kalkınma açısından önemli bir küresel çaba olarak dikkat çekmektedir.

IPCC, UNFCCC'nin daveti üzerine ülkelerin sera gazı envanterlerini tahmin etmeleri için uluslararası kabul görmüş metodolojileri içeren Ulusal Sera Gazı Envanteri Kılavuzunu hazırlamıştır. Sonuncusu 2006'da yayınlanan Kılavuza gerekli görülen ve değişen standartlara göre düzenleme getirilse de genel olarak hesaplamalara 1996'da yayımlanan Kılavuz rehberlik etmektedir. Ülkelerin bu envanter düzeylerini UNFCCC'ne raporlamak üzere kullanabileceği bir rehber olan Kılavuz, iklim değişikliği ile mücadele çabalarının koordinasyonu ve uluslararası iş birliği açısından önemli bir araç olarak kabul edilmektedir. Sera gazı envanterleri, sera gazlarının kaynaklarını ve emisyonlarını anlamamıza ve etkili iklim politikaları geliştirmemize yardımcı olur. Raporla bir sera gazı envanterinin nasıl oluşturulduğu ve raporlandığı hakkında önemli bilgiler bulunmaktadır. Sera gazı envanteri, atmosferde bulunan ve iklim değişikliğine katkıda bulunan çeşitli sera gazlarını içerir. Bu gazlar arasında CO₂, CH₄, N₂O, HFC (Hidroflorokarbon)'lar, PFC (Perflorokarbon)'ler, SF₆ (Kükürt hekzaflorür), NF₃ (Azot triflorür), SF₅CF₃ (Triflorometilkükürt pentaflorür), halojenli eterler ve diğer halokarbonlar yer almaktadır. Bu envanter, Montreal Protokolü kapsamına girmeyen diğer halokarbonları da içerir. Montreal Protokolü, ozon tabakasını koruma amacı güden bir uluslararası anlaşmadır. Ayrıca, azot oksitler (NO_x), amonyak (NH₃), metan olmayan uçucu organik bileşikler (NMVOC), CO ve kükürtdioksit (SO₂) gibi gazların emisyonlarının raporlanması hedeflenir. Bu gazların emisyonlarının tahmin yöntemleri ise ayrıca verilmemiştir. Sera gazı emisyon kaynakları ve yutakları,

- Enerji
- Endüstriyel İşlemler ve Ürün Kullanımı
- Tarım, Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanımı

- Atık
- Diğer (örneğin, tarım dışı kaynaklardan azot birikmesinden dolayı dolaylı emisyonlar)

olmak üzere ana sektörlere ayrılmaktadır. Her sektör, bireysel kategorileri (örneğin, ulaşım) ve alt kategorileri (örneğin, otomobiller) içerir. Sonuç olarak, ülkeler toplam emisyonları hesaplariken IPCC metodolojilerinin bu seviyede belirlendiği alt kategori seviyesinden bir envanter oluşturur. Her ülke, IPCC tarafından belirlenen metodolojileri kullanarak sera gazı emisyonlarını sektör ve alt kategori seviyelerinde hesaplayabilir. Bu hesaplamalar, ulusal düzeyde bir envanter oluşturmak için kullanılır. Her gaz için emisyonlar ve taşınmalar dikkate alınır ve bunlar birleştirilerek ülkenin ulusal toplam sera gazı emisyonları hesaplanır. Sera gazı envanterleri, iklim değişikliği politikalarının ve eylem planlarının belirlenmesinde ve takip edilmesinde kritik bir rol oynarken, ülkelerin sera gazı emisyonlarını izlemelerine, azaltmalarına ve uluslararası anlaşmalara uygun olarak raporlamalarına yardımcı olur (IPCC, 2006a).

IPCC 2006 Kılavuz İlkeleri, küresel ısınma potansiyeli (GWP) olarak adlandırılan bir metriği kullanarak, bir ton belirli bir sera gazının belirli bir zaman aralığında (örneğin 100 yıl) atmosfere yaydığı radyatif zorlamayı bir ton CO₂ ile ifade eder (IPCC, 2006a). Bu, farklı sera gazlarının atmosferdeki ısınma etkilerini karşılaştırmak ve sera gazı emisyonlarını eşdeğer CO₂ emisyonlarına dönüştürmek için kullanılan bir standart yaklaşımdır. CO₂ olmayan gazların karbondioksit eşdeğerlerine dönüştürmek için kütlelerini (örneğin yayılan kilogram metan) küresel ısınma potansiyelleri (Çizelge 1.1) ile çarpılır (Ritchie ve diğ., 2020). CO₂ eşdeğeri veya karbon eşdeğeri (CE), sera gazlarının CO₂ ile karşılaştırıldığında kaç kat daha fazla ısı tutabilme kapasitesini gösteren bir ölçü birimidir (Akyol, 2022). Bu ölçü birimi, farklı sera gazlarının iklim değişikliği üzerindeki etkilerini karşılaştırmak için kullanılır.

Çizelge 1.1. Küresel Isınma Potansiyelleri (IPCC Dördüncü Değerlendirme Raporu)
(UNFCCC,2023)

Sera gazları	Küresel Isınma Potansiyeli (100 yıllık)
CO ₂	1
CH ₄	25
N ₂ O	298
HFC-134'a	1430

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Tez kapsamında iklim değişikliği, karbon ayak izi, tarımda karbon ayak izi ve arazi toplulaştırma konuları incelenmiştir.

Crecente ve diğ., (2002) yılında yayınladığı makalede İspanya'nın Galiçya bölgesindeki arazi toplulaştırma sürecini incelemektedir. Toplulaştırılmış ve toplulaştırılmamış alanlar karşılaştırılarak ekonomik, sosyal ve çevresel değerlendirmeler yapılmıştır.

Koga ve diğ. (2003), tarafından yapılan çalışmada, Hokkaido da tarım üretim sistemlerinde yakıt tüketiminden ne kadar CO₂ salındığı araştırmışlardır. Bu kapsamda ekim, dikim, gübreleme, ürün ve malzemelerin taşınması, kurutulması aşamalarında yakıt tüketimine bağlı olarak CO₂ salınım miktarı hesaplanmıştır. Bu çalışmanın temel amacı, Hokkaido'daki ekim sistemlerinde yakıt tüketiminden ne kadar CO₂ salındığını araştırmaktır. Ayrıca, azaltılmış toprak işleme (RT) gibi alternatif bir toprak işleme sisteminin net CO₂ emisyonları üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Ürün yetiştirme sistemleri yalnızca tarla işlemlerini değil, aynı zamanda ürün ve malzemelerin taşınmasını ve tahıl kurutmayı da içerdüğinden, fosil yakıtların veya elektriğin tüketildiği tüm süreçler dikkate alınmıştır.

Rashid ve ark. (2003), yayınladıkları makalede farklı çalışma koşullarında farklı traktörlerden hidrokarbon (HC), karbon monoksit (CO), karbondioksit (CO₂), oksijen (O₂) ve azot oksit (NO) gibi bazı egzoz gazlarının ortalama değerlerini ve motor sıcaklığını ölçmüşler ve sonuç olarak egzoz gazlarının miktarının traktördeki yükleme miktarına bağlı olduğunu, diğer dizel motorlar gibi traktörlerden kaynaklanan CO emisyonu benzinli motorlara kıyasla çok düşük olduğu, motor yağı sıcaklığı arttıkça NO emisyonu da arttığı ve CO hariç tüm egzoz gazlarının traktör ve alet tipleri ile %1 oranında anlamlı bir ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Korkmaz (2007), Küresel Isınma ve Tarımsal Uygulamalara Etkisi adlı makalede, küresel ısınmadan kaynaklanan iklim değişikliğinin Türkiye ve Dünya'daki etkilerini incelemiş, iklim değişikliğinin tarımsal uygulamalardaki etkisini ortaya koymuş ve çözüm önerileri sunmuştur.

Juostas ve Janulevičius (2009), yaptıkları çalışmada traktörlerin çalışma verilerini ve motor koşullarını ekonomik ve ekolojik açıdan değerlendirmişlerdir. Çalışma

sonuçları, daha geniş bir motor gücü aralığı kullanarak, yakıt tüketimini ve çevre üzerindeki negatif etkiyi azaltarak traktör çalışma teknolojileri için büyük iyileştirme olanakları sunmaktadır.

Kayıkçıoğlu ve Okur (2012) tarafından yayınlanan makalede, tarımsal arazilerde sera gazlarının salınımı ve karbon yutakları ile ilgili literatürdeki bilimsel çalışmalar derlenmiş ve tarımın kendi sera gazı yükünü azaltma potansiyeli ile koruma tedbirleri aracılığıyla sera gazı salınımlarını azaltma stratejilerine odaklanılmıştır. Ayrıca, tarımsal uygulamaların ve sistemlerin sera gazı salınımı üzerindeki etkileri detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Polat ve Manavbaşı (2012) tarafından hazırlanan çalışmada, kırsal çevrenin hava kalitesine korunmasındaki etkisi araştırılmıştır. Makale kapsamında Türkiye’de bulunan Edirne, Kayseri, Sivas, Şanlıurfa illerinde yapılan arazi toplulaştırma projelerinden toplam 20 tane işletme seçilerek toplulaştırma öncesi ve sonrası durumlarda yol uzunlukları belirlenmiş, işletme merkezi- parsel arasında ve parsel içerisinde kullandıkları araçlarda harcanan yakıt miktarına bağlı olarak karbon salınım miktarları evrensel yöntemlerle hesaplanmış, sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak arazi toplulaştırmanın büyük ölçüde kırsal alanda karbon salınımını azalttığı sonucuna varılmıştır.

Grammatikopoulou ve diğ. (2013) makalesinde, tarım arazilerinin çiftlik yerleşkesine olan mesafesinin, arazi kullanımlarını nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Çalışmadaki temel amaç, bir tarım arazinin çiftlik yerleşkesine olan uzaklığının arazi kullanım kararlarını nasıl etkilediğini değerlendirmektir. Sonuçlar, arazi kullanım kararlarının değişken olduğunu ve mal sahibinin özelliklerine, üretilen net gelire ve arazi parsel yapısına göre gerçekleştiğini açıkça göstermektedir. Tarım arazisinin kullanımı, çiftlik ile tarım arazisi arasındaki mesafeye göre önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Bu, arazi toplulaştırmanın arazi kullanım tercihlerini etkilediği görüşünü desteklemiştir.

Zhang ve diğ. (2014) tarafından hazırlanan çalışmanın amacı arazi toplulaştırma projelerinin uygulanmasından kaynaklanan değişiklikleri belirlemek, kaynak-çevre etkilerini değerlendirmek ve ayrıca arazi toplulaştırma yetkililerinin karar alma süreçlerini desteklemektir. Bu makale öncelikle arazi toplulaştırmadan kaynaklanan değişiklikleri altı ana kategoride sunmakta ve arazi toplulaştırma projelerinin kaynak-çevre etkilerinin hesaplamalarını açıklamaktadır. Ardından, bir arazi toplulaştırma

projesinden kaynaklanan değişikliklerin ve kaynak-çevre etkilerinin ayrıntılı bir analizini sunmaktadır. Bu kapsamda Orta Çin'deki Hubei Eyaletinin Tianmen Şehri'nde bir projenin verileri incelenmiştir. Çalışma alanında arazi kullanım tiplerinde ve kullanım oranlarında büyük değişimler olmuştur. Tarımsal üretim kapasitesi ve tarımsal üretim maliyetinde olumlu etkilerin gösterildiğini ve olumsuz etkilerin ekosistem hizmet değeri, peyzaj çeşitliliği ve insan rahatsızlık yoğunluğu ile ifade edildiğini göstermiştir.

Vurarak ve Bilgili (2015), Türkiye'de kuru ve sulu tarım alanlarında yapılan tarımsal uygulamaları değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar tarımsal mekanizasyonun, erozyonun karbon salınımına etkisini literatürdeki farklı çalışmalarla destekleyen makalelerinde; sulu ve kuru tarım tekniklerinde izlenilebilecek yollara değinmişlerdir. Sonuç olarak tarla trafiğinin azaltılması, yakıt verimliliğin iyileştirilmesi, tarım arazilerinin kullanım sınıfına uygun olarak değerlendirilmesi, tarım arazilerinin toplulaştırılması çalışmalarının genişletilmesi, eğimli arazilerde erozyonu azaltacak yeni sürüm tekniklerinin tespit edilmesi, buharlaşma kayıplarını azaltmak için kalıntı yönetimini yaygınlaştırılması vb. tedbirlerle zararlı karbon salınımının tarım için yararlı karbon tutumuna dönüşeceği ve tarımsal mekanizasyon uygulamaları nedeniyle erozyona açık alanlarda alınması tavsiye edilen bu tedbirlerin uygulanmasında hassas tarım tekniklerinin kullanılması ile tarımsal alanların izlenebilirliğini de artıracaklarını belirtmişlerdir.

Hiironen ve Riekkinen (2016), çalışmada arazi toplulaştırmalarının tarımsal etkilerini ve karlılığını, mülk yapısının nasıl iyileştirdiğini, çiftçilik maliyetlerini ne kadar azalttığını, ayrıca ortaya çıkan faydaların maliyetleri aşp açmadığını analiz etmektedirler. Bu kapsamda Finlandiya'da uygulanan 12 arazi toplulaştırma projesini istatistiksel yöntemleri, üretim maliyeti hesaplamalarını ve fizibilite analizlerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Genel olarak çalışma, arazi toplulaştırmasının mülk yapısının iyileştirilmesi için etkili ve uygulanabilir bir arazi yönetim aracı olduğunu göstermiştir. Mülkiyet yapısındaki önemli iyileşme nedeniyle ortalama üretim maliyetlerinin %15 azaldığı görülmüştür.

Şahin ve Onurbaş Avcıoğlu (2016) tarafından yapılan çalışmada, sera gazları ve karbon ayak izi konularının detaylı olarak açıklanması ve tarımsal üretimde bu karbon ayak izlerinin ne şekilde karşımıza çıktığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Janus ve diğ. (2017), Arazi toplulaştırma planlamasında ulaşım konusu üzerine bir makale yayınlamışlardır. Makale kadastro veri seti analizine dayalı olarak arazilerden kamusal yol erişilemezliğinin yoğunluğunun sayısal temsilinin olası bir metodolojisi açıklanmaktadır. Çözümün önemli bir özelliği de herhangi bir büyüklükteki alanla çalışmaya izin vermesidir, bu da bölgesel ve merkezi düzeydeki çalışmalarda kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Analiz güney Polonya’da bir AT projesi üzerinden yapılmıştır. Sonuçlar, arazi toplulaştırması gerektiren alanların belirlenmesi ve yol erişilebilirliğini artıran inşaatların konumlandırılması sürecinde yararlılıklarını kanıtlayan endekslerin değerlerinde çok büyük bir çeşitlilik olduğunu göstermektedir.

Temur’un (2017) hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde 1985-2016 yılları arasında küresel ısınmanın Türkiye’de tarım sektörü üzerinde etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Tez kapsamında birinci bölümünde; küresel ısınmanın tanımı, meydana gelişi, neden olduğu genel sorunlar ve önleme çabaları, ikinci bölümde küresel ısınmanın ekonomi üzerindeki etkileri ve çeşitli sektörler ile karşılıklı etkileşimi açıklanırken, bu bölümün sonunda tarım sektörü ile küresel ısınma ilişkisi detaylı olarak açıklanmıştır. Son bölümde Türkiye’de tarım sektörü ile küresel ısınmanın ilişkisi incelenmiştir.

Ertunç (2018)’un hazırlamış olduğu doktora tezinde işletme tercihlerini dikkate alarak blok alanlarında minimum boşluk bırakacak şekilde dağıtım yapabilen bir yöntemin tasarımı için, optimizasyon yöntemlerinin hızlı bir şekilde optimum sonuca yakınsama özelliklerinden faydalanılmıştır. Bu yöntem, dağıtım probleminin kesikli oluşu, çok sayıda seçenek sunması ve kolay uygulanabilir olması gibi özelliklere sahiptir. Yöntemin gerçekleştirilmesinde, genetik algoritmaların (GA) kullanılması tercih edilmiş ve GA’nın başarı düzeyini artırmak amacıyla Bulanık Mantık (BM) Yöntemi ile birleştirilerek hibrit bir algoritma oluşturulmuştur.

Ertunç ve diğ. (2018), arazi toplulaştırmada yeniden tahsisin otomatik olarak yapılmasını sağlayan genetik algoritma ve bulanık mantık tekniklerini içeren hibrit bir yöntem kullanmıştır. Literatürde arazi tahsis problemi için kullanılan benzer bir çalışmada teknisyen tarafından elde edilen tahsis planlarının sonuçları ile hibrit yöntemle elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Deneysel sonuçlar değerlendirildiğinde, kullanılan hibrit yöntemin literatürdeki benzer çalışmalardan daha başarılı ve verimli olduğu ve ayrıca daha iyi bir yeniden tahsis planına sahip olduğu görülmüştür.

Lu ve diğ. (2018) “Assessing The Impacts of Land Fragmentation And Plot Size On Yields And Costs: A Translog Production Model And Cost Function Approach” adlı makalede arazi parçalanması sorununu anketlere dayalı olarak çiftinin bakış açısıyla analiz etmektedirler. Makalede anket verileri ve çeşitli modellemeler ile arazi parçalanmasının verimlilik ve ekonomik yönünden incelenmiştir. Her parselde arazi parçalanmasının tarımsal üretimi olumsuz etkilediğini; tarımsal verimi azalttığını, küçük ve dağınık parsellerin tarımsal üretim kapasitesini azaltmakla kalmayıp aynı zamanda tarımsal maliyeti de artırdığı sonucuna varılmıştır.

Argun ve diğerleri (2019) tarafından hazırlanan çalışmada, Konya'nın Selçuklu ilçesinin, ulaşım, barınma, enerji, atıklar ve diğer faktörler nedeniyle ortaya çıkan karbon dioksit gazı emisyonlarının belirlenmesi ve buna bağlı olarak karbon ayak izinin tespit edilmesi amacıyla bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Karbon ayak izinin belirlenmesi için ilçedeki trafikte bulunan araç sayısı, konut sayısı, konutlardaki elektrik, katı yakıt ve doğal gaz tüketimleri, ilçedeki raylı sistem elektrik tüketimi ve oluşan katı atık miktarları gibi çeşitli veriler kullanılmıştır. Hesaplamalarda, IPCC tarafından önerilen Tier 2 metodolojisi uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda, Selçuklu ilçesinin 2015 yılı karbon ayak izi 0,94 milyon ton CO₂ olarak belirlenmiştir. Bu veriler, ilçenin çevresel etkilerini anlamak ve sürdürülebilirlik politikalarını geliştirmek adına önemli bir temel oluşturmaktadır.

He ve diğ. (2019)'nın yaptığı, “Reducing Agricultural Fuel Consumption by Minimizing Inefficiencies” isimli çalışmada, tarım araçlarının tarla içi ve tarlalar arası çalışma dışı mesafeleri kat ederken tükettikleri yakıtı azaltmak ve çalışanlar için benzer çalışma saatlerini koruma sorununu çözmek için matematiksel bir model sunulmaktadır. Bu makalede sunulan sonuçlar, çiftliklerin yeni tarım araçları satın alırken tarım arazi bilgilerini kullanmaları gerektiğini göstermektedir.

Yerli ve diğ. (2019) tarafından hazırlanan makalede, CO₂ salınımını etkileyen faktörlerin tam anlaşılabilmesi için toprak işleme derinliği ve kullanılan aletlerin, toprak işlemede kullanılan taşıtların egzoz gazları, sulama suyu miktarı ve sulama yöntemleri, kısıntılı ve atık sular ile sulama, yağış miktarları, bitki faktörü, gübreleme, toprak özellikleri ve sıcaklığın CO₂ salınımına olan etkileri incelenmiştir. Bu kapsamda, CO₂ salınımına olası etkileri değerlendirmek için konuyla ilgili yapılan önemli çalışmalardan

referanslar alınmış ve bu etkilerin yanı sıra CO₂ salınımını azaltma amacıyla çeşitli önlemler geliştirilmiştir.

Çelik (2020)'in hazırladığı yüksek lisans tezinde Konya'da karayolu, demiryolu ve havayolu ulaşım sistemlerinde bulunan fosil yakıt kullanan motorlu taşıtların, yakıt türlerine göre sayıları ve katettikleri mesafeler esas alınarak yakıt tüketim miktarları belirlenmiştir. Bu analiz, IPCC tarafından önerilen Tier 2 yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiş olup, 2019 yılı için Konya il geneli ve şehir merkezinin karbon ayak izleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamaların sonuçları, ulaşımın çevresel maliyetlerini azaltma ve çevresel faydaları artırma amacıyla gerçekleştirilebilecek düzenlemelere temel oluşturacak bir kaynak elde edilmiştir.

Civelekoğlu ve Bıyık (2020), Isparta ilinin 2010-2016 yılları arasında Isparta iline kayıtlı araçların yakıt verilerine ve araç sayılarına dayanarak karayolu kaynaklı karbon ayak izi hesabı gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalarda IPCC'nin Tier 1 ve Tier 2 yaklaşımları kullanılmıştır. 2010 yılında Tier 1 yaklaşımıyla hesaplanan karayolu ulaşımından kaynaklanan karbon ayak izi miktarı 351,90 Gg olarak belirlenmiştir. Bu değer, 2016 yılına gelindiğinde %34'lük bir artışla 471,84 Gg'a yükselmiştir. Diğer taraftan, Tier 2 yöntemiyle hesaplanan karbon ayak izi miktarı 2010 yılında 1605 Gg iken, 2016 yılında %43'lük bir artışla 2292 Gg'a ulaşmıştır. Tier 2 hesaplama yöntemi, Tier 1 hesaplama yöntemine göre daha spesifik verileri içermektedir. Bu nedenle, Tier 2 hesaplama yönteminin, Tier 1'e göre daha güvenilir sonuçlar ortaya koyduğu sonucuna varılmıştır.

Janus ve Ertunç (2020) Polonya ve Türkiye'de bulunana 8 adet köy üzerinde yaptığı incelemede arazi parçalanmada çeşitli endeksler kullanarak hesaplama yöntemi ve hesaplamaların sonuçları üzerindeki etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Hesaplamalarda çeşitli gruplardan endeksler kullanılmıştır. İlk olarak sadece işletmelerdeki parsellerin sayısı ve büyüklüğüne dayanan Januszewski endeksi ve Simmons endeksini kullanmışlardır. İkinci grup, işletmelerdeki parsellerin şeklinin doğruluğunu teyit eden; ağırlıklı ortalama alan şekil endeksi (wshsqi), ortalama arsa alansal biçim faktörü (aformi), dikdörtgenlik endeksi ve son olarak çiftlik merkezleri ile ilişkili olarak işletme parsellerinin mekânsal dağılımını dikkate alan endekslerdir. Bu tür iki endeks seçilmiştir: hektarların ortalama uzaklığı (avdhi) ve gruplama endeksi (grpgii). Çalışmada amaç, en basit ve daha gelişmiş endeksler kullanıldığında arazi parçalanması

ölçümlerinin sonuçlarını karşılaştırmak ve herhangi bir değişikliğin projenin ülkesine bağlı olup olmadığını belirlemektir.

Shan ve diğ. (2020)'nin yaptığı çalışmada, arazi toplulaştırmanın karbon ayak izine etkisinin değerlendirilmesi amacıyla hesaplama yöntemi oluşturmak için Yaşam Döngüsü Değerlendirilmesi yöntemi uygulanmış ve Çin'in Chongqing şehrinde yapılan bir arazi toplulaştırma projesi üzerinden karbon etkisi araştırılmıştır. Arazi toplulaştırma projelerinin hazırlık dönemi, arazi kullanımı, ürün ekimi ve çeşitli tarımsal faaliyet aşamalarındaki süreçleri çalışma kapsamında incelenmiştir. Sonuç olarak çalışmada farklı aşamalarda farklı etkilerin olduğu görülmüştür. Bu çalışma kapsamlı ve güvenilir yöntemlerle düşük karbonlu arazi toplulaştırma proje planlamasının gerçekleştirilmesi için teorik rehberlik ve yöntem referansı sağlayarak tarımsal sürdürülebilirlik için katkıda bulunmaktadır.

Çerçi (2021) tarafından hazırlanan çalışmada, küresel ısınmanın nedeni olan sera gazlarının oluşumuna etki eden elektrik, doğalgaz, benzin ve motorin kullanımından kaynaklanan karbon ayak izi değerlerini incelemiştir. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi (EBYÜ)'nin 2019 ve 2020 yıllarına ait doğalgaz, kömür, benzin, motorin ve elektrik tüketim verileri kullanarak, IPCC tarafından önerilen yöntemler ile karbon ayak izi hesaplamalarına dayanarak, Tier 1 yöntemiyle hesaplamalar yapmıştır. Ayrıca aynı tüketim verileri ile İngiltere Çevre, Gıda ve Köy İşleri Bakanlığı (UK Government Department for Environment, Food and Rural Affairs, DEFRA) tarafından belirlenen dönüşüm faktörleri kullanılarak yeniden hesaplamalar yapılmıştır. Her iki yöntemle hesaplanan emisyon miktarları karşılaştırılmıştır.

Güzel (2021), 'Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen Arazi Topplulaştırma Projelerinde Yaşanan Sorunlar ve Çözüm Önerileri' isimli yüksek lisans tez çalışması yapmıştır. Bu çalışma, DSİ tarafından yürütülen arazi toplulaştırma projelerini ve bu projelerin işlem adımlarını detaylı bir şekilde ele almaktadır. Projelerin uygulanması sürecinde karşılaşılan teknik, idari ve hukuki sorunlar incelenerek çözüm önerileri sunulmuştur. DSİ'nin rolü, projelerin adımları, teknik işleyiş, idari ve hukuki yönler ile mülkiyet sorunları detaylı bir şekilde analiz edilmiş, bu analizler temelinde projelerin daha etkili bir şekilde yönetilmesine yönelik çözüm önerileri geliştirilmiştir.

Ertunç ve diğ., (2021) çalışmalarında, arazi sahiplerinin tercihlerini değerlendirilerek blok dağıtımını gerçekleştirmek için optimizasyon tabanlı yeni bir yeniden tahsis modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemde Simulated Annealing (Benzetilmiş Tavlama) algoritması kullanılmışlardır. Yöntemin en güçlü yanı, arazi toplulaştırma projelerinde yeniden tahsis aşaması haftalar ve aylar sürerken, bu yöntemle dakikalar içinde yapılabiliyor olmasıdır. Bu yöntem projelere zaman ve maliyet açısından katkı sağlamaktadır.

Ertunç ve Janus (2021) tarafından yapılan çalışmada, arazi toplulaştırma projelerinin arazi parçalılığı üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla, Türkiye ve Polonya'dan birer uygulama alanı üzerinde arazi toplulaştırmasının mekânsal dağılıma etkisi incelenmiştir. Bu değerlendirme, arazi parçalılığının ölçümü için Average Distance of a Hectare İndeksi, Grouping İndeksi, Structural İndeksi, Scattering İndeksi, Januszewski İndeksi ve Simmons İndeksi gibi ölçütleri kullanarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, arazi toplulaştırma projelerinin uygulama alanlarında arazi parçalılığını azaltıcı bir etki yarattığını göstermektedir.

Janus ve Ertunç (2021), yasal ve sosyokültürel koşullar bağlamında arazi toplulaştırma projelerinin etkililiğinde tespit edilen farklılıkların değerlendirilmesinin amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Araştırma, Polonya ve Türkiye'de yürütülen sekiz arazi toplulaştırma projesini içermektedir. Ülkeler benzer tarımsal yapılara sahiptir ve devam eden, uzun vadeli arazi toplulaştırma programları yürütmektedir. Araştırma, tarımın ve mevzuatın gelişimini etkileyen yerel koşullardaki farklılıkların dikkate alınması koşuluyla, farklı ülkelerdeki projelerin etkinliğini karşılaştırmanın mümkün olduğunu göstermektedir.

Yalılı Kılıç ve diğ. (2021) tarafından yapılan “Karayolları Ulaşımında Yakıt Tüketimine Bağlı Karbon Ayak İzi Değişimi: Çanakkale Örneği” adlı çalışmada, Çanakkale ili için 2015-2018 yılları arasında karayolları ulaşımında kullanılan motorin, benzin ve LPG tipi yakıtların kullanım miktarları elde edilerek, bu yakıtların oluşturduğu karbon ayak izi Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından önerilen Tier 1 ve Tier 2 yaklaşımları kullanılarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak en çok motorinin tüketildiği ve en yüksek karbon salınımının motorin kullanımının en üst seviyeye ulaştığı 2017 yılında olduğu belirlenmiştir.

Yao ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, Güneybatı Çin'de üretilen tropikal/subtropikal mısır üretiminin karbon ayak izine etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda fazla gübre kullanımına bağlı olarak sera emisyon değerinin arttığı sonucuna varılmıştır. Mısırın temel gıda olduğu ülkelerde doğru gübre türü, doğru uygulama oranı, doğru uygulama zamanı, doğru yerleştirme ile gübreleme zamanının azaltılarak sera gazı emisyon değerinin düşürülmesi ve yeterli mısır verimi sağlayarak sürdürülebilir mısır üretiminin yapılmasının oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır.

Ay (2022) tarafından yapılan çalışmada Konya Karatay Yağlıbayat mahallesinde yapılan arazi toplulaştırma projesinin tarımsal altyapı hizmetlerine etkisi incelenmiştir. AT uygulaması sonucunda verimliliğin arttığı ve tasarruf sağlandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Akyol (2022) çalışmasında, Türkiye'nin 1990-2017 yıllarına ait nüfus, gayri safi yurt içi hasıla, enerji üretimi ve enerji tüketimi parametreleri kullanılarak sera gazı emisyon oranlarının zaman serisi veri madenciliği yöntemlerinden Lineer regresyon, Çok katmanlı algılayıcı ve Sıralı en düşük optimizasyon (SMOreg) algoritmaları ile tahminini gerçekleştirmiştir. Yapılan tahminlerden hata istatistikleri en küçük olan ve gerçek değerlere en yakın değerleri veren SMOreg algoritması kullanılarak 2018-2030 yılları arasındaki sera gazı emisyon oranı tahmini yapılmış ve yapılan analiz sonucunda Türkiye'nin günümüzdeki seyrini devam ettirdiği sürece sera gazı emisyon miktarının kademeli olarak artarak 2030 yılında 728.301 metrik ton CO₂ eşdeğerine ulaşacağı bulgusuna erişilmiştir. İklim değişikliği ile ilgili uluslararası sözleşmelerin çoğunda yer alan Türkiye için ulaşılan tahmin değerleri, Paris iklim sözleşmesinde taahhüt edilen oranın altındadır.

Ertunç ve Uyan (2022), çalışmalarında, günümüz teknolojileri ile uyumlu ve mevcut arazi değerlendirme yöntemlerindeki zayıflıkları gideren çok kriterli hesaplamalara dayalı yeni bir model geliştirmişlerdir. Modelde, arazi toplulaştırma projelerinde arazi değerini etkileyen en önemli faktörleri belirlemiş ve Best Worst Method (BWM) kullanılarak bu faktörler ağırlıklandırılarak toplulaştırma alanındaki parsellerin değerlerini yeni bir yöntemle belirlemişlerdir.

Ekinci (2022) çalışmasında, Bursa ili 2020 yılına ait karayollarından kaynaklanan karbon ayak izi miktarlarını hesaplayarak alınabilecek önlemleri belirlemiştir. Karayollarının sera gazlarından ciddi miktarda CO₂ içerdiği göz önüne alınarak, yapılan

hesaplamalarda özellikle CO₂ kaynaklı karbon ayak izine odaklanılmıştır. Bu hesaplamalarda IPCC tarafından yayınlanan Envanter Kılavuzunda önerilen Tier 1 ve Tier 2 yöntemleri kullanılarak ilgili işlemler gerçekleştirilmiştir. Buna göre, 2020 yılına ait Bursa ili karayollarından kaynaklanan karbon ayak izi Tier 1 yöntemi ile hesaplandığında 3233 GgCO₂, Tier 2 yöntemi ile hesaplandığında ise 17585 GgCO₂ olarak belirlenmiştir. Bu veriler, karayolu ulaşımının çevresel etkilerinin anlaşılması ve sürdürülebilirlik hedeflerine yönelik stratejilerin geliştirilmesi için önemli bir başlangıç noktası oluşturmaktadır. Bu bilgiler ışığında, karbon ayak izini azaltmaya yönelik uygun önlemlerin alınması ve sürdürülebilir ulaşım politikalarının oluşturulması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Mirici ve Berberoğlu (2022) yayınladığı makalede, Türkiye gerçeğinde Avrupa Yeşil Mutabakatının konumu ve önemi irdelenmiş, aynı zamanda mutabakatın temelini oluşturan karbon ayak izinin arka planı ele alınmıştır. Çalışma, karbon ayak izinin hesaplanmasıyla ilgili karmaşıklıkları sadeleştirerek bu konuda daha net bir anlayış sunmaya odaklanmıştır. Ayrıca, Türkiye’de iklim değişikliği ile mücadele kapsamında AB ülkelerinde ortaya çıkan yeşil arayışları temsil eden mutabakat, pakt ve yeşil alanlar konularında yeni ve güncel bakış açılarını geliştirmeyi amaçlamaktadır. Avrupa Yeşil Mutabakatı, endüstrinin yeni yeşil devrimi olarak tanımlanmakta olup, Türkiye ekonomisi için ilk bakışta bir tehdit olarak algılansa da ekosistem kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından umut verici bir fırsat olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır. Makale, Avrupa Yeşil Mutabakatının Türkiye’ye olan etkilerini değerlendirirken, aynı zamanda yerel ve küresel çapta sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma yolunda yeni yaklaşımların gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu, Türkiye'nin çevresel sürdürülebilirlik ve iklim değişikliği ile mücadele konularında daha proaktif bir rol üstlenmesine olanak tanıyan bir perspektif sunmaktadır.

Ramírez del Palacio ve ark. (2022)’nin yayınladığı “Assessment of Land Consolidation Processes From An Environmental Approach: Considerations Related To The Type of Intervention And the Structure of Farms” adlı makalede, 3 adet arazi toplulaştırma projesi üzerinde 84 işletmeye ait arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası verileri kullanarak işletme merkezi ve parseller arasındaki en kısa mesafede ve işletmelerin parsel içinde yaptığı yollarda kullandıkları enerji miktarı hesaplanmıştır. Bu çalışma ile arazi toplulaştırma ile parsel boyutlarındaki artışın, parsel şekillerin düzelmesinin, yeni yol ağının ve işletme parsellerin toplanması sonucu zaman, mesafe ve

kalite iyileşmesinin sonucunun sera gazı emisyonlarının azaltılmasına nasıl katkıda bulunacağını kanıtlanması amaçlanmıştır. Hesaplamalar sonucunda 1067,34 ton CO₂ sera gazı emisyonunun azaldığı, Paris Anlaşması'ndan elde edilen mevcut taahhütler doğrultusunda, sera gazı azaltımı stratejisinde tarım sektöründe fosil yakıt tüketiminin azaltılması bağlamında, Arazi Toplulaştırması Projelerinin katkıda bulunan bir araç olabileceği sonucuna varılmıştır.

Türkeş (2022) yayınladığı makalede, IPCC'nin Altıncı Değerlendirme Raporu kapsamında yayınladığı İkinci Çalışma Grubu'na ait 'İklim Değişikliği: Etkiler, Uyum ve Etkilenebilirlik' isimli raporun geniş kapsamlı ama özet bir şekilde derleme ve değerlendirmesini yapmaktadır.

Yakut (2022), tarafından hazırlanan 'Ankara, İstanbul ve İzmir illerine ait karbon ayak izi hesaplaması ve Monte Carlo simülasyonu ile belirsizlik analizi' adlı yüksek lisans tezi Türkiye'nin en büyük üç ilindeki karbon emisyonlarını hesaplamış, yıllar içerisindeki değişimi kıyaslanmıştır. Hesaplamalar IPCC kılavuzuna dayalı olarak yapılmıştır.

Zhou ve diğ. (2022) tarafından yapılan çalışmada, gelecekteki arazi kullanımı simülasyon (FLUS) modeline dayalı olarak, üç arazi toplulaştırma senaryosunun, yani terk edilmiş madencilik arazisinin ıslahı, yoğun inşaat arazisi kullanımı ve bunların bütünleşmiş senaryosunun, gıda üretimi, karbon depolama, habitat kalitesi ve su koruma arasındaki değiş tokuşu üzerindeki potansiyel ayrı ve ortak etkilerini tahmin etmektedir. Madencilik endüstrisinin yeşil dönüşüm aşamasında Çin'in en büyük 100 ilçesinden biri olan Zhaoyuan şehri örnek çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışmanın amacı potansiyel arazi toplulaştırma çalışmalarının ekosistem üzerindeki etkisini değerlendirmek ve arazi toplulaştırma planlaması için politika çıkarımları sağlamaktır. Sonuç, arazi toplulaştırmasının tarım arazisi ve bitki örtüsü kaybını önemli ölçüde azaltacağını ve inşaat arazisinin kullanım verimliliğini artıracığını göstermektedir.

Aksoy (2023)'a ait 'Aksaray ilinde karayolu kaynaklı karbon ayak izinin belirlenmesi' isimli yüksek lisans tezinde, 2016, 2017, 2018, 2019 ve 2020 yıllarında Aksaray ilinde karayolu ulaşımından kaynaklı karbon ayak izi analizi yapılmıştır. Hesaplamalarda IPCC'nin Tier 1 ve Tier 2 metodu kullanılmıştır. Araştırma sonuçları karbon ayak izi değerinin yıllar geçtikçe arttığını göstermektedir.

Ertunç (2023)'a ait 'The Effect of Land Consolidation Projects on Carbon Footprint' adlı çalışma, AT öncesi ve sonrasında traktörlerin yakıt tüketimi ve bu

tüketimin ulaşım kaynaklı karbon ayak izine etkisini incelemektedir. Çalışma da proje alanlarındaki işletmelerin AT öncesi ve sonrasında mahalle merkezleri ile tarla parselleri arasındaki yol uzunlukları, network analizi ile hesaplanmıştır. Daha sonra IPCC metodolojisinden de yararlanarak karbon ayak izi değerleri ve karbon eşdeğerleri hesaplanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, arazi toplulaştırma projeleri sonrasında Fatih mahallesinde karbon ayak izi değeri %10, Selimiye mahallesinde ise %33 oranında azalmıştır. Ayrıca, sera gazı emisyonlarını ölçmek ve küresel ısınma etkilerini hesaplamak için kullanılan karbon eşdeğeri (CE) de azalmıştır. Bu çalışma sonuçlarına dayanarak, arazi toplulaştırmanın karbon ayak izini azaltma ve kırsal alanlarda tarımsal üretim ve verimliliği artırma potansiyeline sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

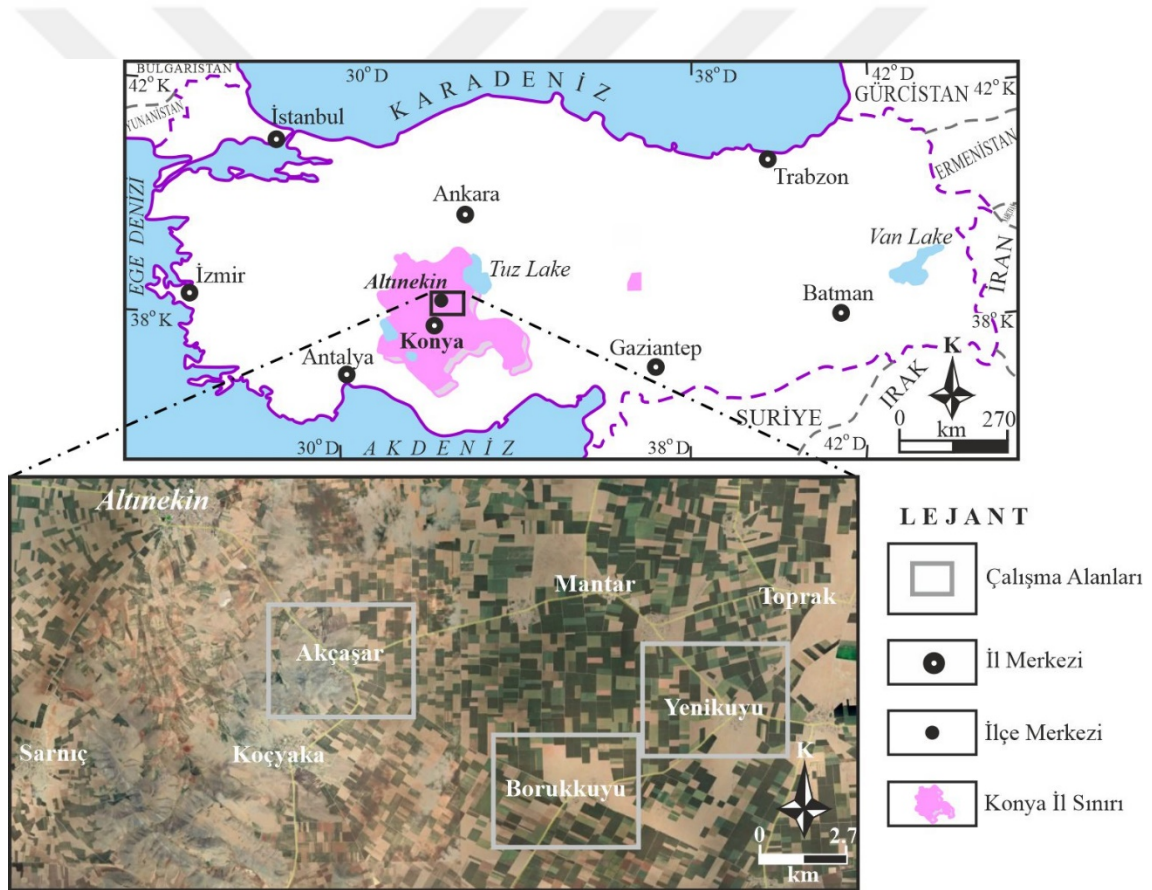
Janus ve Ertunç (2023) tarafından yapılan çalışmada, AT projelerinin karbon ayak izine etkisi ulaşım ağı üzerinden değerlendirilmiştir. AT öncesi ve sonrası olmak üzere iki aşamada yapılan çalışma Polonya'da bulunan Naratow, Wysoka ve Wygieldow mahallelerinde ve Türkiye'de bulunan Çandır, Salur ve Kızık mahallelerinde yapılmış olan AT projelerinin ulaşım ağı incelemesine dayanmaktadır. Çalışma kapsamında bireysel çiftliklere ait araziler arasındaki mesafe toplamları ve çiftlik binalarının konumu üç yöntem kullanılarak hesaplanmıştır. İlk yöntem (Rdntw0) doğrusal ölçümdür; en az doğrudur ancak zaman alıcı ağ analizi olmadan uygulanması en kolay yöntemdir. İkinci yöntem (Rdntw1) tüm çiftliklere olan mesafelerin toplamını içerir ve yol ağının şekli dikkate alınır. Üçüncü yöntem (Rdntw2) de bu ağ biçimini kullanır, ancak hesaplama sürecindeki tüm tekrar eden güzergâh uzunlukları elenir. Çalışma sonucunda toplulaştırma alanlarından elde edilen emisyon azaltma sonuçları farklıdır ve 0.3 ila 170 kg CO₂/ha/yıl arasında değişmektedir. Köy düzeyindeki çiftliklerdeki yakıt tüketimindeki azalma maksimumda %32'ye ulaşırken, tüm inceleme alanı genelinde bu azalmanın ortalama değeri %12,5'tir. Çalışma sonucunda AT projelerinin emisyon azaltma üzerinde etkisi olduğunu ancak bu projelerin etkilerinin en azından birkaç on yıl boyunca devam ettiği göz önüne alındığında önemli bir ekonomik ve ekolojik etki olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Şentürk ve diğ. (2023) tarafından hazırlanan makalede, ulusal ölçekte tarımsal üretimdeki sera gazı emisyonları ve karbon ayak izi dağılımı incelenmiştir. Araştırmanın ana hedefleri; tarım alanlarının karbon yutağı işlevini değerlendirmek, karbon emisyonlarına göre tarımsal su kullanımının potansiyel etkisini incelemek ve uygun modelleme çalışmalarıyla tarımsal alanda karbon ayak izi takibini belirlemektir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı

Tez çalışması kapsamında 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu'na göre DSİ 4. Bölge Müdürlüğü yatırım programında bulunan Konya 11. Kısım AT ve TİGH Projesinde yer alan Konya ili Altınekin ilçesi Akçaşar Mahallesi, Borukkuyu Mahallesi ve Yenikuyu Mahallesi çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 3.1). Arazi Topplulaştırma çalışmaları kısa süre önce tamamlanmış olan benzer tarımsal özelliklere sahip çalışma alanlarına ait veriler DSİ 4. Bölge Müdürlüğü AT ve TİGH Şube Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma alanları

Konya'ya uzaklığı 75 km olan Akçaşar Mahallesi 38,267° enleminde, 32,920° boylamında yer almaktadır. Mahallenin deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1100 metredir. Proje sahası Konya ili Altınekin ilçe merkezine yaklaşık 7 km uzaklıktadır. Kuzeybatısında Altınekin (7 km), güneybatısında Koçyaka Mahallesi (3 km), güneyinde

Mantar Mahallesi (8 km) bulunmaktadır. Borukkuyu Mahallesi'nin Konya'ya uzaklığı 80 km'dir ve 38,213° enleminde, 33,003° boylamında yer almaktadır. Mahallenin deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1007 metredir. Proje sahası Konya ili Altınekin ilçe merkezine yaklaşık 17 km uzaklıktadır. Kuzeybatısında Yenikuyu Mahallesi (7,1 km), güneyinde Koçaş Mahallesi (8,2 km), batısında Koçyaka Mahallesi (17,1 km) bulunmaktadır. Mahallede 10 dekarlık köy koruluğu bulunmaktadır. Yenikuyu Mahallesi'nin Konya'ya uzaklığı 80 km'dir. 38,252° enleminde, 33,058° boylamında yer alan mahallenin deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1005 metredir. Proje sahası Konya ili Altınekin ilçe merkezine yaklaşık 20 km uzaklıktadır. Doğusunda Yavşankuyu Mahallesi (5 km), güneybatısında Borukkuyu Mahallesi (5 km), kuzeyinde Mantar mahallesi (6 km) bulunmaktadır.

Çalışma bölgesindeki mahalleler Altınekin ilçesinin genel iklim özellikleri, ekonomisi ve tarım ürün çeşitliği, tarım makinelerindeki gelişmişlik düzeyi ile benzerlik göstermekle birlikte bölgede İç Anadolu karasal iklimi hakimdir. Mahallelerde bitkisel üretime önem verildiğinden dolayı tarım sektörü gelişmiştir. Hayvancılık da yaygındır ancak tarım sektörü kadar gelişmiş değildir. Gerek kullanılan tarım tekniklerinde ve gerekse ürün deseninde çok fazla çeşitlilik yoktur. Tarım arazilerinde buğday, arpa, şeker pancarı yaygın olarak ekilirken yonca, nohut, ayçiçeği, mısır üretimi de yapılmaktadır. Bölge çiftçileri teknolojik gelişmeleri takip etmekte yeni teknolojik tarım aletlerine yönelimin fazla olduğu görülmektedir, özellikle yüksek beygir gücüne (Bg) sahip (51-70 Bg arası ve 70 Bg daha fazla) traktör sayısının fazla olduğu görülmektedir (Karakayacı, 2022). Meyvecilik ev bahçeleri ile sınırlı olup herkes kendi ev nüfusuna yetecek kadar üretim yapmaktadır. Proje sahası genelde düz bir topografik yapıya sahiptir.

3.2. IPCC Metodolojisi

CO₂ olarak hesaplanan veya ölçülen, sera gazı emisyon miktarının bireysel veya bölgesel olarak insan faaliyetlerinin çevreye etkisi 'Karbon Ayak İzi' olarak ifade edilir. Karbon ayak izi, ölçülebilir bir çevresel göstergedir. Sera gazı emisyonları ve diğer faktörler karbondioksit salınımını etkilediğinden dolayı karbon ayak izi son yıllarda tüm dünyada ve ülkemizde önemli bir konu haline gelmiştir (Şentürk ve diğ., 2023). Bu kavram, sürdürülebilir kalkınmanın önemli bir göstergesi olarak kabul edilir (Akyol, 2022). Geniş anlamda karbon ayak izi, kurum veya bireylerin, ulaşım, ısınma, elektrik tüketimi vb. faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının birim CO₂ cinsinden

ölçülen miktarı olarak ifade edilmektedir (Argun ve diğ., 2019). Çevresel etkiyi değerlendirmek için karbon ayak izi birincil ve ikincil ayak izi olmak üzere iki temel kategoriye ayrılır. Birincil karbon ayak izi, doğrudan CO₂ emisyonlarını ölçer ve fosil yakıtların yanmasından kaynaklanır. Bu, örneğin evsel enerji tüketimi ve ulaşım (örneğin, araç kullanımı ve uçak seyahatleri) gibi etkenlerden kaynaklanan emisyonları içerir. İkincil karbon ayak izi ise, kullanılan ürünlerin tüm yaşam döngüsünü, ürünlerin üretiminden kullanımına ve nihayet atıklarının bertaraf edilmesine kadar olan süreci kapsar (Aksoy, 2023). Bu iki tür karbon ayak izi, çevresel etkilerin farklı yönlerini ele alır ve çevresel zararın anlaşılması açısından önemlidir. Birincil ayak izi, doğrudan emisyonlara odaklanırken, ikincil ayak izi, ürünlerin yaşam döngüsünden kaynaklanan daha dolaylı etkilerini dikkate alır. Bu iki ölçüm, çevresel sürdürülebilirliği incelemek ve geliştirmek için önemlidir. Karbon ayak izi, sera gazı emisyonlarının takip edilmesi ve ölçülmesinin yanı sıra çeşitli düzeylerde emisyon azaltma uygulamalarının izlenmesine ve yönetilmesine yardımcı olan bir önemli araçtır (Akyol, 2022; Ekinci, 2022).

IPCC Envanter Kılavuzu karbon ayak izi hesaplamalarında ülkelere yol gösterici olmaktadır (Civelekoğlu ve Bıyık, 2020). Kılavuzun 2.ciltinde enerji sektörü ile ilgili açıklamalar ve hesaplama kriterleri bulunmaktadır. Sektörel yaklaşımda da ‘Yakıt Tüketimi’ enerji kullanım istatistiklerinden tahmin edilir ve terajul cinsinden ölçülür. Kütle veya hacim birimlerindeki yakıt tüketimi verileri öncelikle bu yakıtların enerji içeriğine dönüştürülmelidir (IPCC, 2006c). Kılavuzda yer alan enerji sektörünün alt kategorisi olan ulaşım-mobil kaynak kategorisi alt başlığındaki karayolu taşımacılığı hafif hizmet araçlarından otomobiller ve hafif kamyonlara kadar bir dizi farklı taşıt aracını kapsar. Ayrıca, traktör römorklarından otobüslere kadar ağır hizmet araçları ve motosikletleri (mopedler, scooterlar ve üç tekerlekli dahil) de bu kategoriye dahil edilir. Bu araçlar, çeşitli gaz ve sıvı yakıt türleri kullanarak çalışmaktadır. Karayolu taşımacılığında kaynaklanan tahmini emisyonlar tüketilen yakıt (satılan yakıt) ve araç kilometresi olmak üzere iki bağımsız veri setine dayandırılabilir. (IPCC, 2006d).

IPCC (2006a) Envanter Kılavuzu ulusal sera gazı envanterlerinin belirlenmesi için veri toplanmasının ardından kategori ve metodoloji seçiminin önemli olduğunu anlatır. Bu bağlamda üç metot üzerinde durur; Tier 1, Tier 2 ve Tier 3. Tier 1 temel yöntemdir, Tier 2 orta düzeydedir ve Tier 3 karmaşıklık ve veri gereksinimleri açısından en zorlu yöntemdir. Tier 2 ve 3 bazen daha yüksek kademe yöntemler olarak adlandırılır ve genellikle daha doğru oldukları kabul edilir.

CO₂, fosil yakıtların yanması sonucu doğrudan oluşan bir gazdır ve diğer sera gazlarından farklı olarak hesaplanması daha kesin bir şekilde mümkündür. CO₂'nin hesaplanabilirliği, yakıtların etkin bir şekilde yanıp yanmadığının bir göstergesi olarak, yanmanın doğal bir sonucu olmasından kaynaklanır. CO₂ emisyonları, genellikle yakıtın satış veya tüketim verileri kullanılarak hesaplanır ve bu hesaplamalara birkaç düzeltme eklenerek elde edilir (Çerçi, 2021).

Emisyonlar ya tüketilen yakıttan (satılan yakıt ile temsil edilir) ya da araçların kat ettiği mesafeden tahmin edilebilir. CO₂ emisyonlarının hesaplanması için IPCC'nin önerdiği Tier yaklaşımları kullanılmaktadır ve genel olarak, Tier 1 (tüketilen-satılan yakıt) CO₂ için, Tier 2 (araç tipi ve yol tipine göre kat edilen mesafe) ise CH₄ ve N₂O envanter hesaplamaları için uygundur (IPCC, 2006d).

Tier 1, yakıt temelli bir yaklaşımı temsil eder ve genellikle ulusal enerji istatistiklerine dayanarak, tüketilen yakıt miktarlarına ve ortalama emisyon faktörlerine dayalı tahminlerle hesaplanır, yanma koşullarını (örneğin, yanma verimi ve karbonun küllere bağlanması gibi faktörler) göz ardı eder ve CO₂ emisyonlarını yakılan toplam yakıt miktarına ve yakıtların ortalama karbon içeriğine dayalı olarak hesaplar. Tier 1 tahmini yakıtı (tüketilen-satılan) varsayılan bir CO₂ emisyon faktörü ile çarparak hesaplar. Bu yaklaşım Eşitlik 3.1'de gösterilmektedir.

$$E = \sum_a [F_a \times EF_a] \quad (3.1)$$

Eşitlik 3.1'de;

E, CO₂ emisyonlarını (kg),

F, tüketilen veya satılan yakıtı (TJ),

EF, emisyon faktörünü (kg/TJ)

a, yakıt türünü (örneğin benzin, dizel, doğal gaz, LPG vb.) ifade etmektedir (IPCC, 2006d).

Tier 2, Tier 1 ile aynı yakıt istatistiklerini kullanır, ancak ülkeye özgü emisyon faktörleri kullanarak hesaplamalar yapar. Ülkeye özgü emisyon faktörleri, örneğin kullanılan yakıtların karbon içerikleri, karbon oksidasyon faktörleri, yakıt kalitesi ve (özellikle CO₂ olmayan gazlar için) teknolojik gelişim durumu gibi ülkeye özgü veriler dikkate alınarak geliştirilebilir. Emisyon faktörleri zaman içinde değişebilir ve katı yakıtlar için külde tutulan karbon miktarı da dikkate alınmalıdır, bu da emisyon tahminlerini daha ayrıntılı hale getirir (IPCC, 2006c).

Tier 3, yakıt yanma istatistiklerini farklı olasılıklara bölerek ve bu farklılıklara bağlı emisyon faktörlerini kullanarak CO₂ emisyonlarını hesaplar. Tier 3 yaklaşımı, kullanılan yakıt türü, yanma teknolojisi, çalışma koşulları, kontrol teknolojisi ve ekipmanın yaşına bağlı olarak ayrıntılı verileri dikkate alır. CO₂ emisyonları, genellikle yanma teknolojilerine bağlı olmadığından, Tier 3 yaklaşımının uygulanması gereksiz olabilir. Tier 1 ve Tier 2, genellikle yeterli tahminler sağlar. Ancak daha spesifik durumlarda ve özel verilerle Tier 3 yaklaşımının kullanılması gerekebilir (IPCC, 2006c).

3.3. Hesaplama Yöntemi

IPCC Ulusal Envanter Kılavuzunda (2006a), yöntem seçiminde, özellikle karayolu ulaşımı için, N₂O ve CH₄ emisyonlarını tahmin etmek için teknolojiye özgü Tier 2 veya Tier 3 yönteminin kullanılmasının büyük faydalar sağlayacağını ancak CO₂ emisyon değerleri için yakıt karbonuna ve kullanılan yakıt miktarına dayalı olan Tier 1 yönteminin yeterli olacağını ifade etmektedir.

Bu çalışma kapsamında kullanılan yakıt miktarına dayalı bir araştırma yapılacağı için IPCC tarafından önerilen Tier yöntemlerinden Tier 1 yöntemi kullanılmıştır. Eşitlik 3.1’de Tier 1 yöntemine ait genel formül verilmiştir. Tier 1 yöntemi, yakıt tüketiminin belirlenmesi ve emisyon faktörünün belirlenmesi olarak iki aşamadan oluşmaktadır. Bu kapsamda karbon ayak izi hesabını yapabilmek amacıyla ilk olarak yakıt tüketim miktarları belirlenmiştir. Daha sonra yakıtların tüketim miktarlarının IPCC Kılavuzu’nda bulunan dönüşüm faktörleriyle çarpılması ile yakıt türlerinin enerji içeriği tespit edilmiştir. İlk adımda hesaplanmış olan yakıt kullanım miktarları dönüşüm faktörleriyle (TJ/kt veya TJ/ton) çarpılarak enerji tüketimi (TJ) hesaplanmıştır. Çizelge 3.1’de yakıt türlerine ait dönüşüm faktörleri verilmiştir. Son olarak yakıt türüne uygun olarak belirlenen CO₂ emisyon faktörleri kullanılarak yakıtların içerdiği toplam CO₂ miktarı tayin edilmiştir. Çizelge 3.2’de yakıt türlerinin CO₂ emisyon faktörleri yer almaktadır. Hesaplamalarda yapılan işlem adımları aşağıda daha detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

i. Ortalama yakıt tüketiminin belirlenmesi (L/100 km)

Bu çalışmada dizel yakıt türüne göre hesaplamalar yapılmıştır. Ortalama yakıt tüketimi motor tipine, motor özelliğine, arazi yapısına, topoğrafyaya, yolların durumuna ve traktör yüküne bağlı olarak değişmektedir (Ertunç,2023). Koga ve diğ. (2003), Polat

ve Manavbaşı (2012), Ramírez del Palacio ve diğ. (2022) ve Ertunç (2023) tarafından yapılan çalışmalara ve çalışma bölgesinde yaygın olarak kullanılan traktör özelliklerine uygun olarak bir traktörün kilometre başına ortalama 0.44 L dizel yakıt tüketildiği varsayılmıştır. Mevcut hesaplamalarda bu değer kullanılmıştır.

ii. Yakıt Tüketiminin hesaplanması (kt)

Ulaşım sektörlerinde motorlu taşıtlar tarafından tüketilen yakıt miktarları kiloton (kt) cinsinde hesaplanmaktadır (Eşitlik 3.2). Dizel yakıt yoğunluğu 0,86 kg/L olarak kabul edilmiştir (Çelik, 2020).

$$\text{Yakıt tüketimi} = \text{Mesafe (km)} \times \text{Yakıt tüketimi (L/km)} \times \text{Yakıt yoğunluğu (kg/L)} \times 10^{-6} \text{ (kt/kg)} \quad (3.2)$$

iii. Enerji Tüketiminin hesaplanması (TJ)

İkinci aşamada hesaplanan yakıt tüketim miktarı ile yakıt türüne göre seçilen yakıt dönüşüm faktörleri çarpılarak enerji tüketimi bulunur (Eşitlik 3.3). Yakıt dönüşüm faktörü TJ/kt biriminden Çizelge 3.1'den yararlanılarak belirlenmiştir.

$$\text{Enerji tüketimi} = \text{Yakıt tüketimi (kt)} \times \text{Yakıt dönüşüm faktörü (TJ/kt)} \quad (3.3)$$

Çizelge 3.1. Yakıt Dönüşüm Faktörleri (IPCC,2006b)

Yakıt Türü	Dönüşüm Faktörü (TJ /kt)
Motor Benzin	44,30
Dizel	43,00
Akaryakıt	40,40
Likit Petrol Gazı (LPG)	47,30
Doğalgaz (CNG)	48,00

iv. Yakıtın karbon içeriğinin belirlenmesi

Yanma süreçleri, tüketilen yakıt birimi başına maksimum enerji miktarını elde etmek ve dolayısıyla maksimum CO₂ miktarını sağlamak için optimize edilmiştir. Bu nedenle, yakıtın yanmasına ilişkin CO₂ emisyon faktörleri yanma sürecinin kendisine nispeten duyarsızdır ve dolayısıyla yalnızca yakıtın karbon içeriğine bağlıdır. Karbon

içeriği, kütle veya hacim bazında birincil yakıt türleri arasında ve içinde önemli ölçüde farklılık gösterebilir. Tier 1 emisyon faktörleri tüm ilgili doğrudan sera gazları için mevcuttur. Bu emisyon faktörlerinin niteliği gazlar arasında farklılık göstermektedir. CO₂ emisyon faktörleri, yakıtın tüm karbon içeriğinden oksitlenmemiş karbon içeriğinin çıkarılmasını yansıtır (IPCC, 2006b). Emisyonlar yakıtta özgü varsayılan emisyon faktörleri kullanılarak, her işletme için toplam yakıtın tek bir yakıt tipi kullandığı varsayılarak belirlenmiştir.

Yakıtın karbon içeriği, yakıtın enerji içeriğinin yakıt türüne göre seçilen karbon emisyon faktörü ile çarpılmasıyla bulunur (Eşitlik 3.4). Yakıtın karbon emisyon faktörü tC/TJ biriminden Çizelge 3.2'dan yararlanılarak belirlenmiştir.

$$\text{Yakıtın karbon içeriği} = \text{Enerji tüketimi (TJ)} \times \text{Karbon emisyon faktörü (tC/TJ)} \quad (3.4)$$

Çizelge 3.2. Yakıt karbon emisyon faktörleri (IPCC, 2006b)

Yakıt Tipi	Karbon Emisyon Faktörü (tC/TJ)
Motor Benzin	18,90
Dizel	20,20
Akaryakıt	21,10
Likit Petrol Gazı (LPG)	17,20
Doğalgaz (CNG)	15,30

*CO₂ emisyon faktörü değerleri tam karbon içeriğini temsil etmektedir.

v. C Emisyonunun hesaplanması (tC)

Verimli yakıt yanması, yakıtta bulunan maksimum karbon miktarının oksidasyonunu sağlar. Araçların yanma odasında bulunan yakıtın tamamı oksitlenmediğinden yakıtın karbon içeriği ile karbon oksitlenme oranı çarpılır (Eşitlik 3.5). Tüm petrol ve petrol ürünleri için kullanılan oksidasyon faktörü 0,99'dur. Yakıttaki karbonun %99'u eninde sonunda oksitlenirken, %1'i oksitlenmeden kalır (EPA, 2005a).

$$\text{C Emisyonu} = \text{Yakıtın karbon içeriği (tC)} \times \text{Oksidasyon faktörü} \quad (3.5)$$

vi. CO₂ Emisyonunun hesaplanması (GgCO₂)

Yakıttan salınan CO₂ gazını bulmak için, C emisyonları ile CO₂ molekül ağırlığının C'nun molekül ağırlığının oranı çarpılır ve CO₂ emisyonu bulunur (Eşitlik 3.6). Hesaplanan CO₂, IPCC tarafından kullanılan sera gazı emisyon birimine (Gg) dönüştürülür.

$$\text{CO}_2 \text{ Emisyonu} = \text{C Emisyonu (tC)} \times 44/12 (\text{CO}_2/\text{C}) \times 10^{-3} (\text{Gg/t}) \quad (3.6)$$

İkinci bir yöntemle göre karbon eşdeğeri belirlenirken yakıt tüketimleri hektar başına L olarak belirlenmiştir. Karbon salınımları ise yakıt tüketimlerine bağlı olarak yine hektar başına kg olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda karbon salınım değeri,

$$1 \text{ L Dizel} = 2,664 \text{ kg CO}_2 \quad (3.7)$$

olarak kabul edilmiştir (Ertunç, 2023).

AT öncesi ve sonrası yapılan tüm hesaplamalar, 'kg CO₂' cinsinden ifade edilmiştir. R_{GD} parametresi her bir parsel için tanımlanmıştır. Bu parametre, traktörün işletme merkezi ve parsel arasındaki gidiş (R_G) ve dönüşte (R_D) aldığı mesafenin kilometre (km) cinsinden toplamıdır (Eşitlik 3.8). Hesaplamalar arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası için tekrarlanmıştır.

$$R_{GD} = R_G + R_D \quad (3.8)$$

Yakıt tüketimi K (Eşitlik 3.9) (Palacio ve ark., 2022; Ertunç, 2023), her bir yolculuğun enerji gereksinimleri dikkate alınarak hesaplanmıştır.

$$K = \sum_{n=1}^n R_{GD} * E * c \quad (3.9)$$

Eşitlikte;

R_{GD}: Parsel ile mahalle merkezi arasındaki mesafe, km cinsinden;

E: Yol türüne göre katsayı (Hesaplamalarda yol türü ve her bir seyahat için enerji gereksinimleri sabit kabul edilmiştir.);

c = L.km⁻¹ cinsinden enerji gereksinimlerine göre yakıt tüketimi,

n = İşletme numarasını ifade etmektedir.

Karbon eşdeğeri hesaplanırken, bir kilogram (kg) CO₂ karbon eşdeğeri, genellikle 0,2727 kg olarak kabul edilir. CO₂, bir karbon atomu (C) ve iki oksijen atomu (O₂) içerir. CO₂ eşdeğeri ve karbon eşdeğeri (CE) arasındaki dönüşüm, bir karbondioksit molekülünün atomik kütlelerinin bir karbon atomunun atomik kütlelerine oranı ile doğrudan ilişkilidir (44/12) yani;

1 metrik ton CO₂ eşdeğeri= 0,2727 metrik ton karbon eşdeğeri (3.10)
olarak kabul edilir (EPA, 2005b). Hesaplamalarda bu değer dikkate alınmıştır.

3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Bu tez çalışması kapsamında AT öncesi ve sonrasında yol uzunluklarında ve güzergâhlarında meydana gelen değişimlerden kaynaklı yakıt tüketimlerine bağlı olarak karbon ayak izi değerleri ve karbon eşdeğeri hesaplanmıştır. Bu amaçla Konya ili Altınekin ilçesinde bulunan Akçaşar Mahallesi, Borukkuyu Mahallesi ve Yenikuyu Mahallesi'ne ait AT öncesi ve sonrasına ait mekânsal veriler kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Proje değerlendirmesinde AT listeleri, haritalar ve uydu görüntüleri kullanılmıştır. Proje alanlarındaki işletmelerin toplulaştırma öncesi ve sonrası durumlardaki haritaları NetCAD programı üzerinde ilgili kurumdan temin edilmiştir. NetCAD, bilgi sistemleri ve harita üretimi için kullanılan bir bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımıdır. Bu yazılım, haritacılık alanında genellikle imar plan oluşturma, parselasyon haritaları hazırlama, mevcut haritaları güncelleme, arazi toplulaştırma işlemleri, kamulaştırma haritaları ve benzeri projelerde kullanılmaktadır (URL-5). NetCAD, mekânsal ve öznitelik verilerinin saklanması, düzenlenmesi bu alandaki profesyonellere özel araçlar ve özellikler sunmak amacıyla geliştirilmiştir. Bu nedenle, Türkiye ve diğer birçok ülkede haritacılık sektöründe yaygın olarak kullanılan bir yazılımdır. NetCAD 8 programı üzerinde bulunan projeler ArcGIS 10.5 programına aktarılmıştır. ArcGIS, ESRI tarafından geliştirilmiş Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tabanlı kapsamlı analizlerin ve çeşitli araştırmaların gerçekleştirilmesini destekleyen bir paket programdır (URL-6). Bu yazılım, sözel verilerin konumsal olarak ilişkilendirilmesini sağlar ve bu veri setlerinin harita üzerinde görselleştirilmesine olanak tanır. ArcGIS, belgelerin saklanması, düzenlenmesi, analiz edilmesi ve paylaşılması için güçlü bir araçtır.

Çalışma kapsamında ArcGIS 10.5 programı yardımıyla toplulaştırma öncesi ve sonrasına ilişkin haritalar üzerinden, çiftçi işletme merkezi ile parsel arasında izledikleri yol güzergâhları (yol mesafeleri) network analiz ile belirlenmiştir. Network analizi uygulamaları CBS tabanlıdır ve ulaşım planlaması, nakliye, dağıtım, iletişim ve en kısa yol analizlerinden oluşmaktadır. Çizgisel objelerin sayısal verileri olan yollar, sokaklar ve iletişim ağları mekânsal verinin en fazla kullanılan kaynaklarından. Network analizindeki temel problem bir düğüm noktasından diğer düğüm noktasına olan en kısa rotanın bulunması olayıdır. Analizde doğru ve iyi sonuçlar alabilmek için yol ağından topoloji oluşturulması gerekmektedir. Oluşturulan bu topoloji ile her bir düğüm noktasının ve bu düğüm noktalarını birleştiren çizgilerin öznitelik bilgileri belirlenmiş olur. Buna göre harita üzerinde tanımlanan nokta veya çizgi kolaylıkla bulunabilir (Erden ve diğ., 2003). Bu amaçla arazi toplulaştırma öncesi ve sonrasındaki yol ağları üzerinde topoloji oluşturulmuş, en kısa yol analizi kullanılarak işletme merkezi-parcel arasındaki mesafeler belirlenmiştir. İşletmelere ait ev, depo vb. taşıma alanlarına ait bilgilerin kesin olmaması ve dağınık olması nedeniyle mahalle merkezi tüm işletmeler için başlangıç noktası olarak kabul edilmiştir. Parsel orta noktaları ise bitiş noktası olarak seçilmiştir. AT öncesi ve sonrası olmak üzere proje alanındaki tüm işletmeler için (Mera, harmanyeri vb. nitelikteki Kamu Orta Malı parsellerinin kullanma yetkisinin çalışma alanının bulunduğu İl Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü'ne ait olması ve bu parsellere herhangi bir tarımsal faaliyetin yasak olmasından dolayı hesaplamalarda mera parselleri işlem dışı bırakılmıştır) yol güzergahları hesaplanmıştır.

Uygulamadan elde edilen veriler kapsamında parsel durumlarında, yol ağında, işletme ve parsel merkezi arasında traktörlerin gidiş-dönüş olmak üzere iki yönde yaptıkları yolculuklarda AT öncesi ve sonrası meydana gelen değişiklikler karşılaştırılmıştır. Yol mesafeleri kullanılarak ve kabul edilen traktör özelliklerine bağlı olarak karbon ayak izi ve karbon emisyon değerleri hesaplanmıştır. Sonuç olarak arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası karbon ayak izi ve karbon eşdeğeri hesaplanarak karşılaştırılmış, arazi toplulaştırma projelerinin karbon ayak izine etkisinin ekolojik ve sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Arazi Topplulaştırma Verilerinden Elde Edilen Sonuçlar

Bu tez çalışmasında daha önce AT projesi uygulanmış olan üç mahalle incelenmiştir. Akçaşar Mahallesi, Borukkuyu Mahallesi, Yenikuyu Mahallesi'ne ait ortalama işletme büyüklükleri Çizelge 4.1, 4.2 ve 4.3'te verilmiştir. İşletme büyüklükleri Düzenleme Ortaklık Payı kesintisi nedeniyle azalış göstermiştir. Akçaşar Mahallesi'nde AT öncesi ortalama işletme büyüklüğü 76,16 dekar (da) iken AT sonrasında 74,10 da, Borukkuyu Mahallesi'nde AT öncesi ortalama işletme büyüklüğü 103,84 da iken AT sonrasında 101,96 da, Yenikuyu Mahallesi'nde AT öncesi ortalama işletme büyüklüğü 142.77 da iken AT sonrasında 140.19 da'a düşmüştür.

Çizelge 4.1. Akçaşar Mahallesi İşletme Büyüklükleri AT Öncesi ve Sonrası

İşletme Büyüklüğü	AT Öncesi					AT Sonrası				
	İşletme Sayısı	Parsel Sayısı	İşletme Başına Parsel Sayısı	Ortalama İşletme Büyüklüğü (da)	Toplam Arazi (da)	İşletme Sayısı	Parsel Sayısı	İşletme Başına Parsel Sayısı	Ortalama İşletme Büyüklüğü (da)	Toplam Arazi (da)
0- 4.99	15	11	0.73	2.37	35.60	25	14	0.56	3.36	84.05
5-9.99	29	31	1.07	6.11	177.33	23	22	0.96	6.99	160.81
10-19.99	68	83	1.22	14.29	971.96	74	81	1.09	14.85	1099.02
20- 49.99	184	233	1.27	32.49	5977.63	182	191	1.05	33.15	6033.92
50- 99.99	92	234	2.54	71.93	6617.15	85	153	1.80	72.37	6151.37
100- 499.99	83	506	6.10	171.86	14264.31	82	302	3.68	168.09	13783.74
500- 999.99	3	105	35.00	697.77	2093.30	3	67	22.33	691.83	2075.49
1000>	1	12	12.00	6038.20	6038.20	1	15	15.00	5809.25	5809.25
Toplam	475	1215		76.16	36175.48	475	845		74.10	35197.65

Çizelge 4.2. Borukkuyu Mahallesi İşletme Büyüklükleri AT Öncesi ve Sonrası

İşletme Büyüklüğü	AT Öncesi					AT Sonrası				
	İşletme Sayısı	Parsel Sayısı	İşletme Başına Parsel Sayısı	Ortalama İşletme Büyüklüğü (da)	Toplam Arazi (da)	İşletme Sayısı	Parsel Sayısı	İşletme Başına Parsel Sayısı	Ortalama İşletme Büyüklüğü (da)	Toplam Arazi (da)
0- 4.99	19	33	1.74	1.01	19.11	21	20	1.00	1.19	23.78
5-9.99	3	3	1.00	6.14	18.43	2	2	1.00	6.49	12.98
10-19.99	9	13	1.44	14.33	128.99	9	10	1.11	13.99	125.89
20- 49.99	48	55	1.17	32.88	1545.53	50	50	1.00	33.51	1675.74
50- 99.99	45	79	1.76	70.29	3163.21	43	51	1.19	71.04	3054.60
100-499.99	52	194	3.73	181.57	9441.40	51	103	2.02	179.67	9163.34
500-999.99	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00
1000>	2	69	34.50	2031.65	4063.29	2	26	13.00	1995.01	3990.01
Toplam	178	300		103.84	18379.96	178	233		101.96	18046.34

Çizelge 4.3. Yenikuyu Mahallesi İşletme Büyüklükleri AT Öncesi ve Sonrası

İşletme Büyüklüğü	AT Öncesi					AT Sonrası				
	İşletme Sayısı	Parsel Sayısı	İşletme Başına Parsel Sayısı	Ortalama İşletme Büyüklüğü (da)	Toplam Arazi (da)	İşletme Sayısı	Parsel Sayısı	İşletme Başına Parsel Sayısı	Ortalama İşletme Büyüklüğü (da)	Toplam Arazi (da)
0- 4.99	3	3	1.00	2.11	6.34	3	3	1.00	1.99	5.98
5-9.99	5	6	1.20	6.87	34.34	5	6	1.20	6.85	34.23
10-19.99	14	20	1.43	16.68	233.56	16	16	1.00	16.84	269.41
20- 49.99	79	103	1.30	35.47	2802.40	84	90	1.07	36.24	3044.29
50- 99.99	107	196	1.83	72.92	7802.46	101	136	1.35	73.69	7443.06
100-499.99	117	471	4.03	195.09	22824.99	117	292	2.50	194.33	22736.14
500-999.99	6	84	14.00	587.05	3522.28	5	33	6.60	593.19	2965.93
1000>	1	59	59.00	10172.09	10172.09	1	37	37.00	10043.69	10043.69
Toplam	332	734		142.77	47398.46	332	580		140.19	46542.73

Ortalama parsel büyüklüklerine ait bilgiler Çizelge 4.4, 4.5 ve 4.6’da verilmiştir. Akçaşar Mahallesi’nde ortalama parsel büyüklüğü AT öncesinde 29,77 da iken AT sonrasında 41,65 da, Borukkuyu Mahallesi’nde AT öncesinde 61,27 da iken AT sonrasında 77,45 da, Yenikuyu Mahallesi’nde AT öncesinde 64,58 da iken AT sonrasında 80,25 da olmuştur.

Çizelge 4.4. Akçaşar Mahallesi Ortalama Parsel Büyüklüğü AT Öncesi ve Sonrası

Parsel Grupları (da)	AT Öncesi			AT Sonrası		
	Parsel Sayısı	Parsel Grupları Alanı (da)	Parsel Büyüklüğü Ortalaması (da)	Parsel Sayısı	Parsel Grupları Alanı (da)	Parsel Büyüklüğü Ortalaması (da)
0- 4.99	79	247.65	3.13	24	74.30	3.10
5-9.99	154	1065.07	6.92	42	310.42	7.39
10-19.99	310	4658.78	15.03	181	2795.34	15.44
20- 49.99	550	16598.36	30.18	419	13344.96	31.85
50- 99.99	106	6649.79	62.73	147	10230.13	69.59
100- 499.99	13	2118.60	162.97	29	4215.04	145.35
500- 999.99	2	1546.56	773.28	0	0.00	0.00
1000>	1	3290.67	3290.67	3	4227.46	1409.15
Toplam	1215	36175.48	29.77	845	35197.65	41.65

Çizelge 4.5. Borukkuyu Mahallesi Ortalama Parsel Büyüklüğü AT Öncesi ve Sonrası

Parsel Grupları (da)	AT Öncesi			AT Sonrası		
	Parsel Sayısı	Parsel Grupları Alanı (da)	Parsel Büyüklüğü Ortalaması (da)	Parsel Sayısı	Parsel Grupları Alanı (da)	Parsel Büyüklüğü Ortalaması (da)
0- 4.99	15	35.50	2.37	0	0.00	0.00
5-9.99	7	53.21	7.60	4	34.41	8.60
10-19.99	28	426.44	15.23	13	180.17	13.86
20- 49.99	115	3981.93	34.63	73	2470.88	33.85
50- 99.99	90	6312.59	70.14	82	5821.72	71.00
100- 499.99	44	6893.16	156.66	61	9539.16	156.38
500- 999.99	1	677.13	677.13	0	0.00	0.00
Toplam	300	18379.96	61.27	233	18046.34	77.45

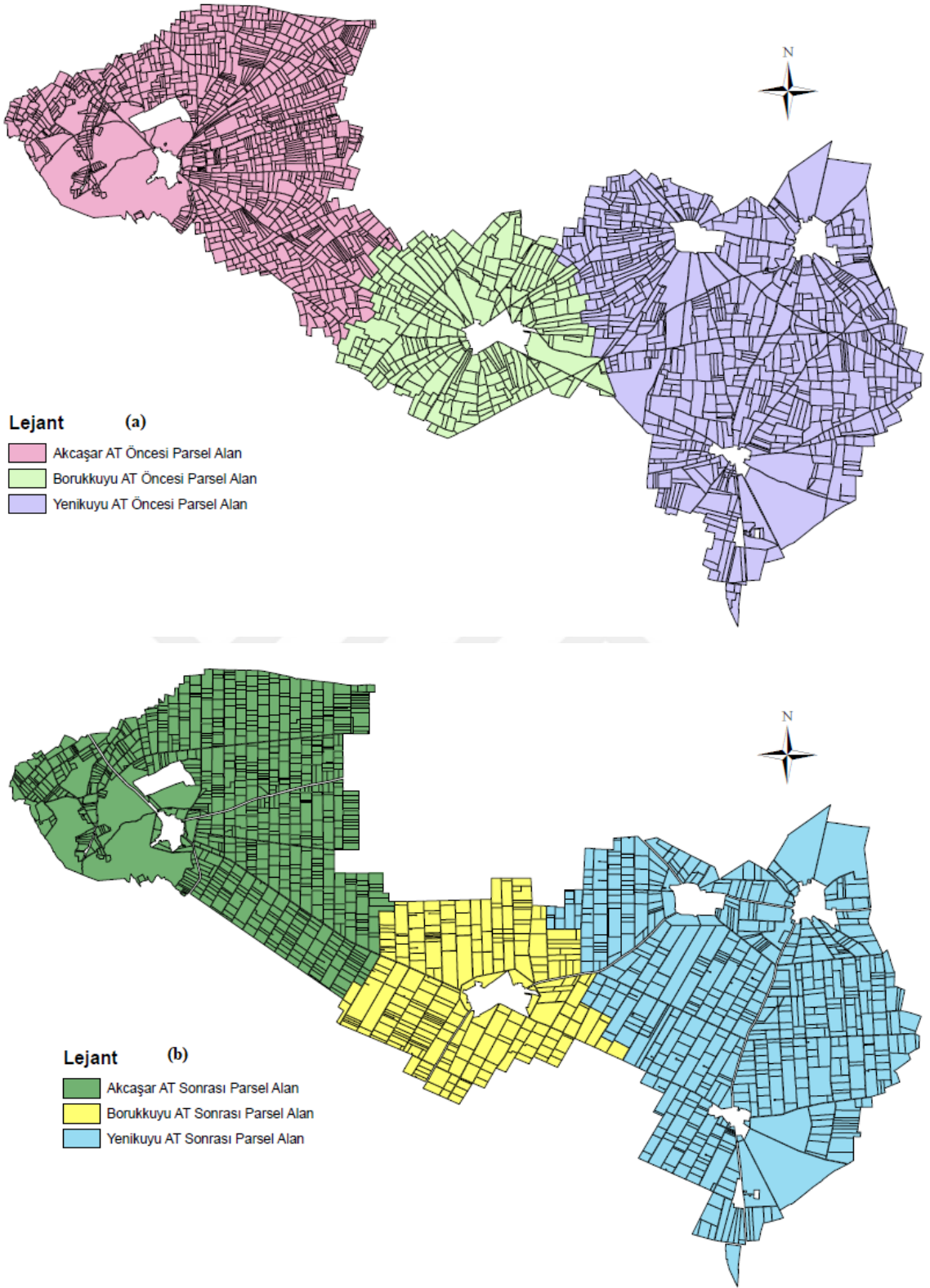
Çizelge 4.6. Yenikuyu Mahallesi Ortalama Parsel Büyüklüğü AT Öncesi ve Sonrası

Parsel Grupları (da)	AT Öncesi			AT Sonrası		
	Parsel Sayısı	Parsel Grupları Alanı (da)	Parsel Büyüklüğü Ortalaması (da)	Parsel Sayısı	Parsel Grupları Alanı (da)	Parsel Büyüklüğü Ortalaması (da)
0- 4.99	8	25.64	3.21	3	10.99	3.66
5-9.99	28	208.31	7.44	12	93.89	7.82
10-19.99	98	1501.41	15.32	43	675.80	15.72
20- 49.99	289	9509.00	32.90	203	7200.00	35.47
50- 99.99	207	14540.10	70.24	194	14010.47	72.22
100- 499.99	98	15546.47	158.64	119	18107.50	152.16
500- 999.99	5	4306.10	861.22	3	2115.38	0.00
1000>	1	1761.43	1761.43	3	4328.69	1442.90
Toplam	734	47398.46	64.58	580	46542.72	80.25

Proje alanında hazine, mera ve şahıslara ait araziler bulunmaktadır. Hazine ve meralara ait parsellerde büyük oranda toplulaştırma yapılmıştır (Çizelge 4.7). Mera arazileri yollar ile şahıs arazilerinden ayrılarak mera tecavüzleri büyük oranda önlenmiş, ekilemeyen alanlar hazineye terk edilerek işletmelerin tarım arazilerinden elde edecekleri verim oranı daha da arttırılmaya çalışılmıştır. Toplulaştırma sonrasında mülkiyet durumları da gözle görülür şekilde değişmiş şekilsiz parsel sayıları azalırken, makineli tarıma uygun en/ boy oranına sahip parsel şekilleri elde edilmiştir (Şekil 4.1).

Çizelge 4.7. Proje alanında mülkiyet şekilleri

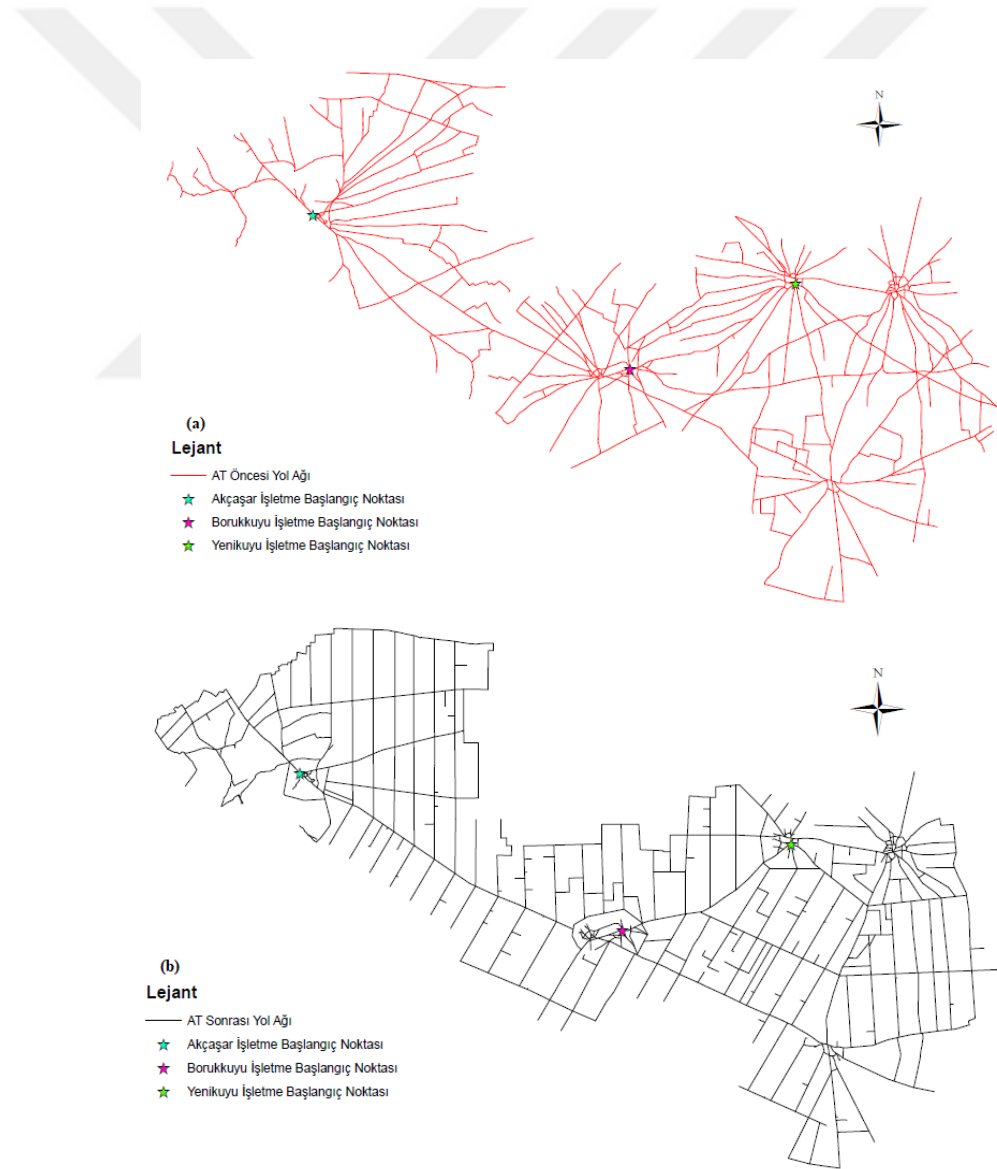
Mülkiyet Şekilleri	AKÇAŞAR				BORUKKUYU				YENİKUYU			
	AT Öncesi		AT Sonrası		AT Öncesi		AT Sonrası		AT Öncesi		AT Sonrası	
	Sayısı	Arazi (da)	Sayısı	Arazi (da)	Sayısı	Arazi (da)	Sayısı	Arazi (da)	Sayısı	Arazi (da)	Sayısı	Arazi (da)
Şahıs Arazileri	1143	29458.85	783	28693.70	246	15394.30	213	15114.25	675	37226.37	543	36499.03
Hazine Arazileri	60	678.43	47	694.69	3	11.00	1	10.70	0	0.00	0	0.00
Mera Arazileri	12	6038.20	15	5809.26	51	2974.66	19	2921.39	59	10172.09	37	10043.69
Toplam	1215	36175.5	845	35197.7	300	18380	233	18046.3	734	47398.5	580	46542.7



Şekil 4.1. Mahallere ait AT öncesi(a) ve At sonrası(b) mülkiyet durumu

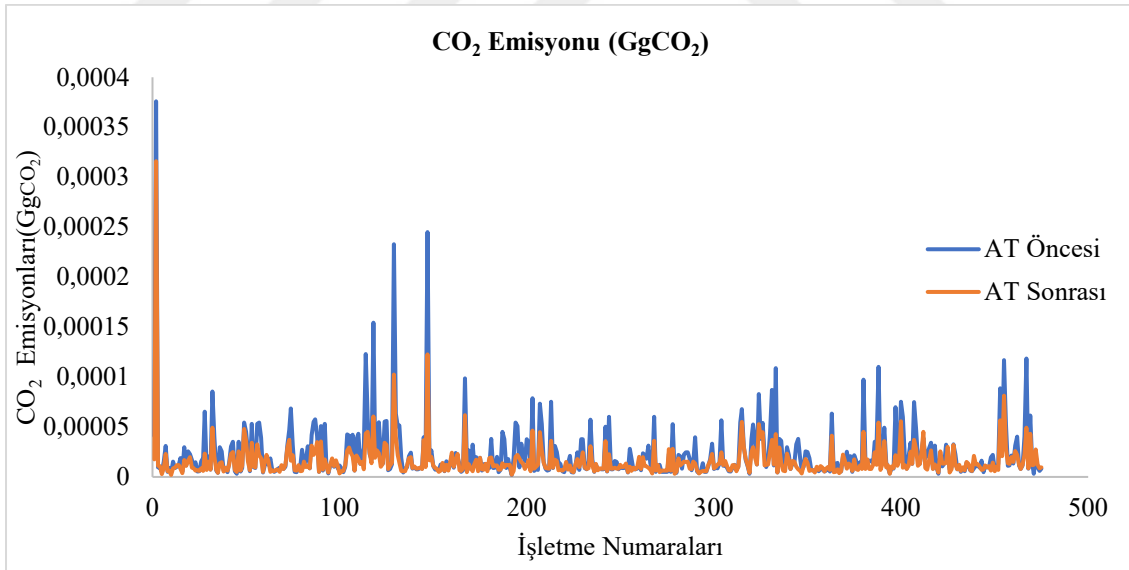
4.2. Yakıt Tüketimi, Karbon Ayak İzi ve Karbon Eşdeğeri

Arazi toplulaştırma işletmelere ait parsellerin şekillerinde ve konumlarında farklı ölçülerde değişiklikler meydana getirirken aynı zamanda da ulaşım ağının şeklinde de (Şekil 4.2) değişiklikler meydana getirir (Ertunç, 2023). Ulaşım ağındaki değişim işletme merkezi-parcel arasındaki mesafeleri etkilemektedir. İşletme merkezi-parcel arasındaki ortalama yol uzunlukları Akçaşar Mahallesi'nde 19,34 km iken AT sonrasında 13,16 km'ye, Borukkuyu Mahallesi'nde 9,64 iken AT sonrasında 7,35 km'ye ve Yenikuyu Mahallesi'nde 21,95 km iken AT sonrasında 15,42 km'ye düşmüştür. Yol uzunluklarına bağlı olarak yakıt tüketimi de Akçaşar Mahallesi, Borukkuyu Mahallesi ve Yenikuyu Mahallesi için sırasıyla %32, %24 ve %30 oranında azalmıştır.

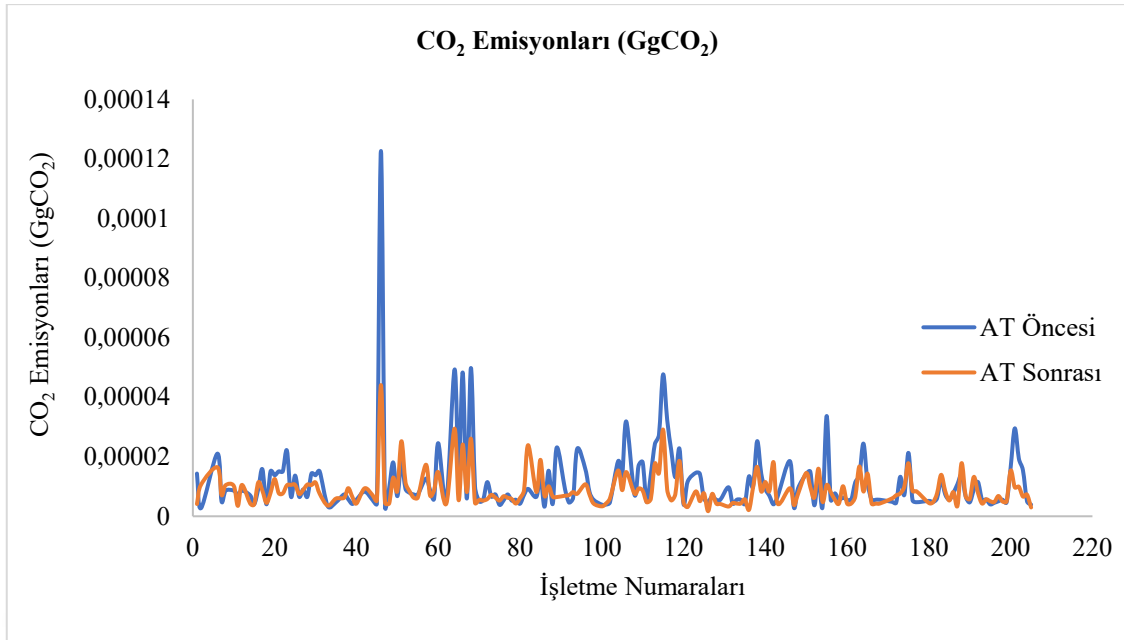


Şekil 4.2. Mahallere ait AT Öncesi(a) ve Sonrası(b) yol ağı

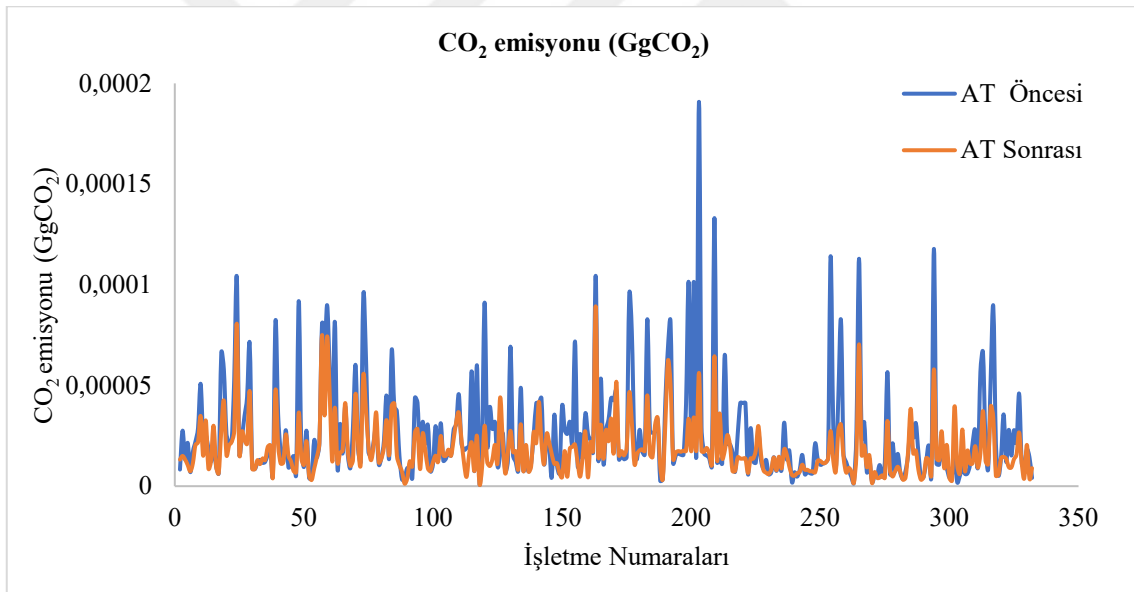
AT öncesi ve sonrası verilere dayanarak hesaplanan işletmelere ait karbon ayak izi değeri (CO₂ emisyonu) değerlerindeki değişim Şekil 4.3, 4.4 ve 4.5'te verilmiştir. Akçaşar Mahallesi'nde arazi toplulaştırma öncesi ortalama karbon ayak izi değeri 2.31132×10^{-05} GgCO₂ iken toplulaştırma sonrasında ortalama karbon ayak izi değeri 1.57066×10^{-05} GgCO₂ olmuştur. Toplam karbon ayak izi değeri AT öncesinde 0.01096 GgCO₂ iken bu değer AT sonrasında 0.00744 GgCO₂ düşmüş, toplulaştırma sonucunda Akçaşar Mahallesi'nde %32'lik bir azalma meydana gelmiştir. Borukkuyu Mahallesi'nde arazi toplulaştırma öncesi ortalama karbon ayak izi değeri 1.1505×10^{-05} GgCO₂ iken toplulaştırma sonrasında ortalama karbon ayak izi değeri 8.77126×10^{-06} GgCO₂'e düşmüştür. Toplam karbon ayak izi değeri AT öncesinde 0.00204 GgCO₂ iken bu değer AT sonrasında 0.00155 GgCO₂ olmuştur. Toplulaştırma sonucunda Borukkuyu Mahallesi'nde %25'lik bir azalma meydana gelmiştir. Yenikuyu Mahallesi'nde ise arazi toplulaştırma öncesi ortalama karbon ayak izi değeri 2.62025×10^{-05} GgCO₂ iken toplulaştırma sonrasında bu değer 1.84019×10^{-05} GgCO₂ olmuştur. Toplam karbon ayak izi değeri AT öncesinde 0.00867 GgCO₂ iken AT sonrasında 0.00609 GgCO₂ düşmüş, toplulaştırma sonucunda Yenikuyu Mahallesi'nde %30'luk bir azalma olmuştur.



Şekil 4.3. Akçaşar Mahallesi arazi toplulaştırma sonrasında işletmelerdeki karbon ayak izi değerlerindeki değişimler



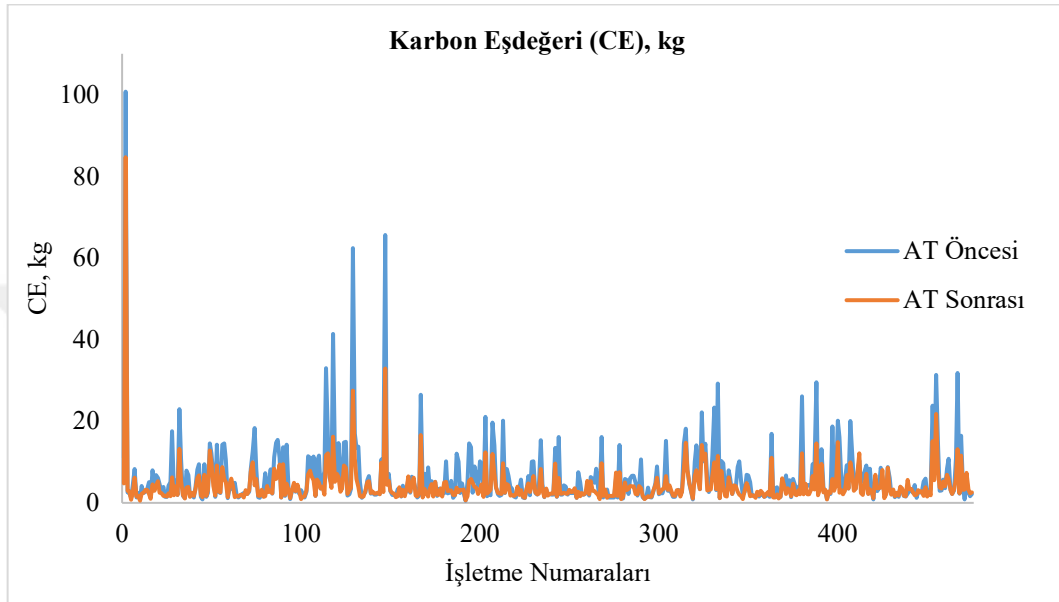
Şekil 4.4. Borukkuyu Mahallesi arazi toplulaştırma sonrasında işletmelerdeki karbon ayak izi değerlerindeki değişimler



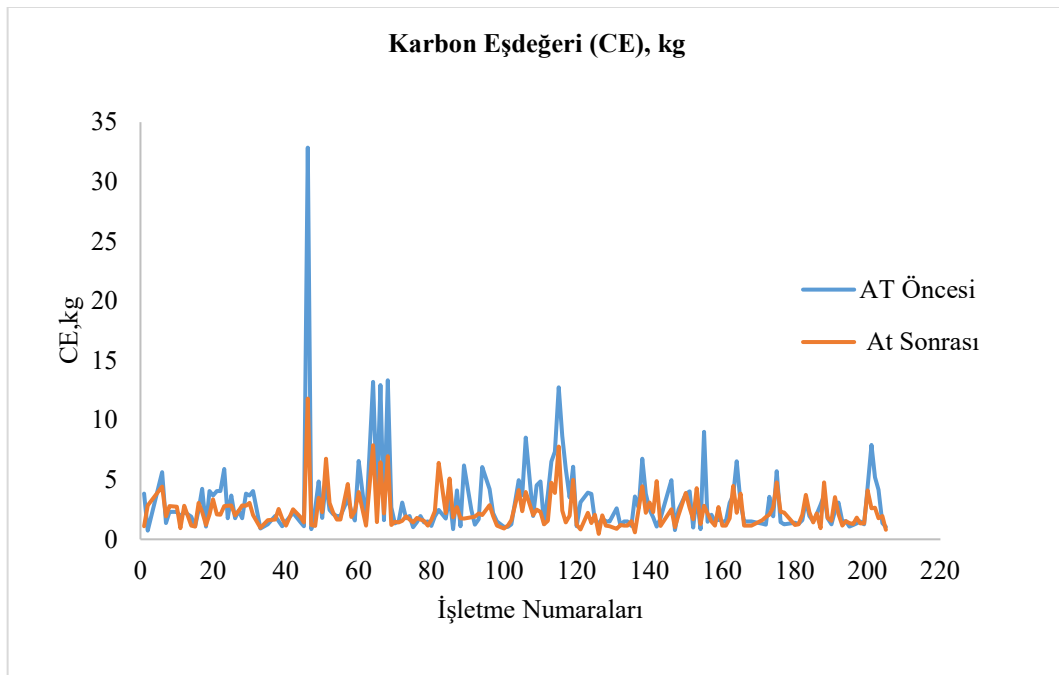
Şekil 4.5. Yenikuyu Mahallesi arazi toplulaştırma sonrasında işletmelerdeki karbon ayak izi değerlerindeki değişimler

Şekil 4.6, 4.7 ve 4.8’de arazi toplulaştırma öncesi ve sonrasında işletmelere ait karbon eşdeğerindeki değişimler verilmiştir. Akçaşar Mahallesi’nde CE, AT öncesinde 2935,46 kg CO₂ iken AT sonrasında 1994,80 kg CO₂’a düşmüş, AT sonucunda 940,67 kg CO₂’lık azalma meydana gelmiştir. İşletmelerin ortalama CE ise AT öncesinde 6,19 kg CO₂ iken bu değer AT sonrasında 4,21 kg CO₂ düşmüştür. Borukkuyu Mahallesi’nde de işletmelerin ortalama CE AT öncesinde 3,06 kg CO₂ iken bu değer AT sonrasında 2,34

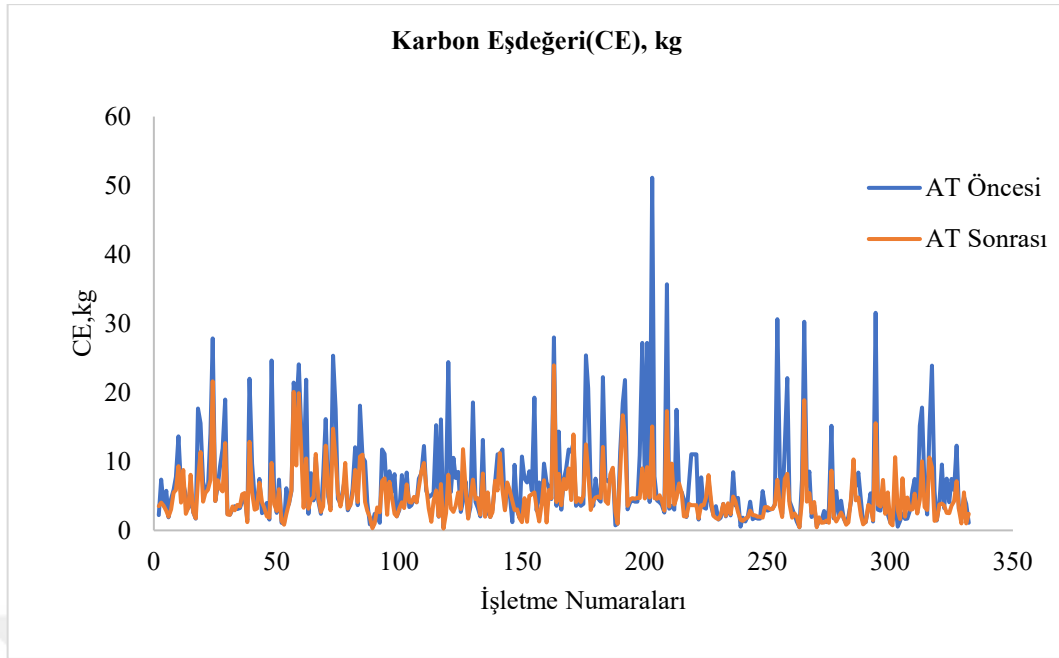
kg CO₂ düşmüştür, toplam CE ise, AT öncesinde 545,56 kg CO₂ iken AT sonrasında 415,94 kg CO₂ olmuş, AT sonucunda 129,64 kg CO₂'lık azalma meydana gelmiştir. Yenikuyu Mahallesi CE, AT öncesinde 2323,62 kg CO₂ iken AT sonrasında 1631,86 kg CO₂ olmuş, AT sonucunda 691,75 kg CO₂'lık azalma meydana gelmiştir. İşletmelerin ortalama CE ise AT öncesinde 7,02 kg CO₂ iken AT sonrasında 4,93 kg CO₂'a düşmüştür.



Şekil 4.6. Akçaşar Mahallesi arazi toplulaştırma sonrasında işletmelerdeki karbon eşdeğerindeki değişimler

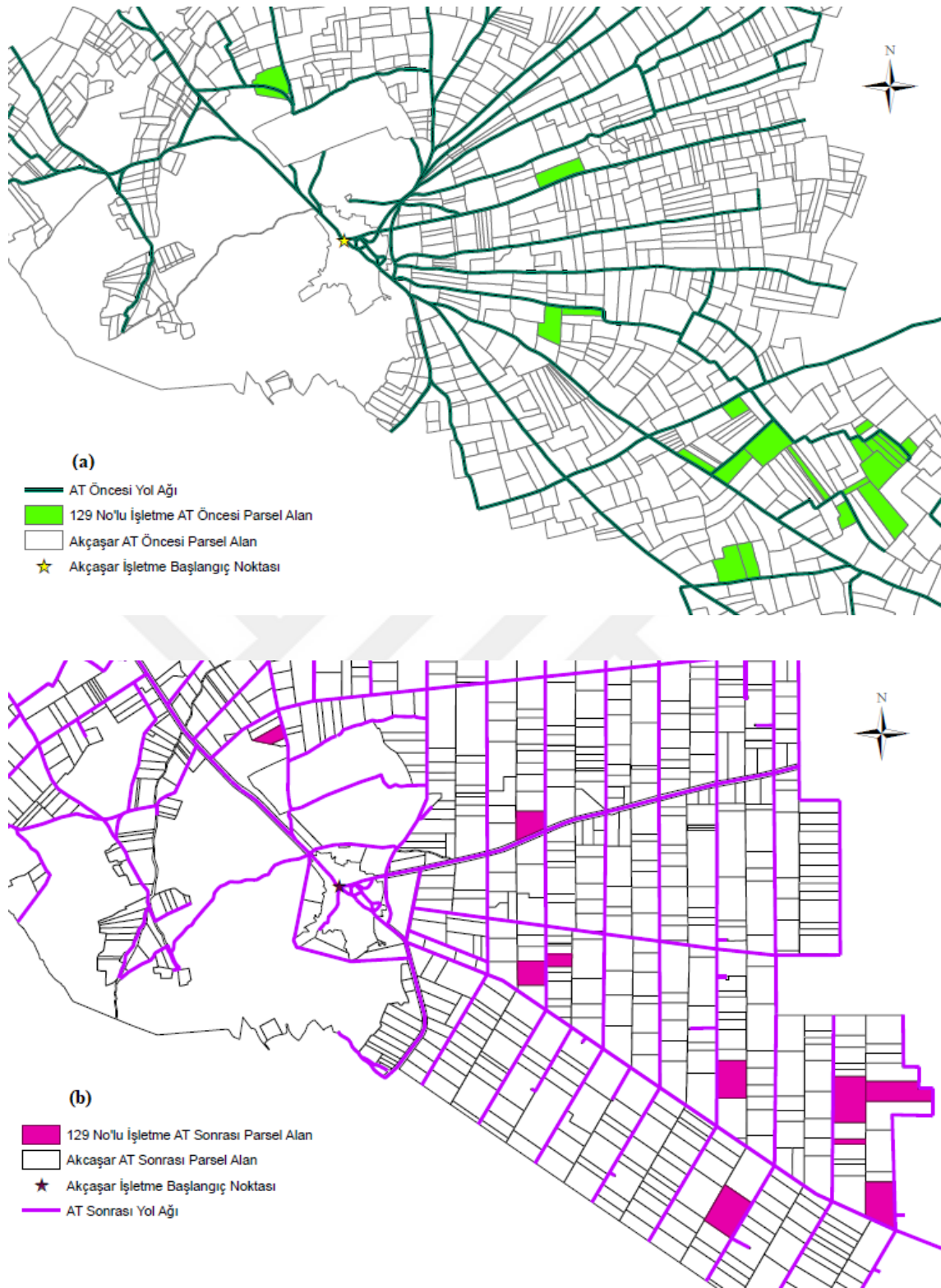


Şekil 4.7. Borukkuyu Mahallesi arazi toplulaştırma sonrasında işletmelerdeki karbon eşdeğerindeki değişimler



Şekil 4.8. Yenikuyu Mahallesi arazi toplulaştırma sonrasında işletmelerdeki karbon eşdeğerindeki değişimler

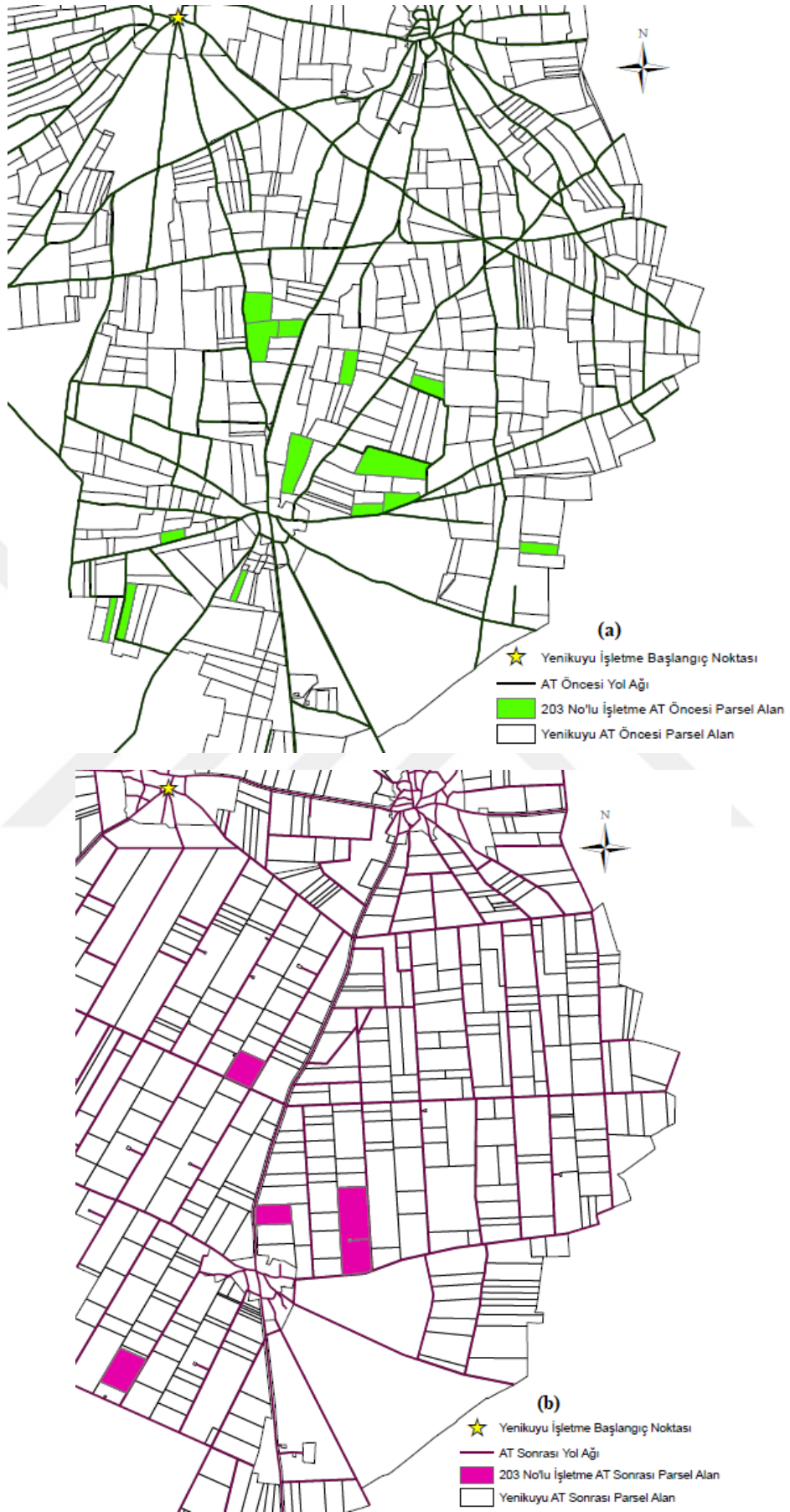
Çalışma alanında karbon ayak izi değerinde ve karbon eşdeğerinde en fazla değişim Akçaşar Mahallesi'nde 129 numaralı işletmede, Borukkuyu Mahallesi'nde 46 numaralı işletmede, Yenikuyu Mahallesi'nde 203 numaralı işletmede meydana gelmiştir. 129 no'lu işletmede AT öncesinde karbon ayak izi 0.000233 GgCO₂ iken AT sonucunda bu değer 0.000102 GgCO₂'e düşmüştür. Karbon eşdeğeri ise AT öncesinde 62,36 kg CO₂ iken 27,49 kg CO₂'e düşmüştür. 46 numaralı işletmede AT öncesinde karbon ayak izi 0.000122 GgCO₂ iken AT sonucunda bu değer 4.40706×10^{-05} GgCO₂'e düşmüştür. Karbon eşdeğeri ise AT öncesinde 32,86 kg CO₂ iken 11,81 kg CO₂'e düşmüştür. 203 numaralı işletmede AT öncesinde karbon ayak izi 0.000190855 GgCO₂ iken AT sonucunda bu değer 5.62673×10^{-05} GgCO₂'e düşmüştür. Karbon eşdeğeri ise AT öncesinde 51,13 kg CO₂ iken 15,07 kg CO₂'e düşmüştür. İşletmelere ait AT öncesi ve sonrası parsel ve yol durumunu gösterir haritalar Şekil 4.9, 4.10 ve 4.11'de verilmiştir.



Şekil 4.9. 129 numaralı işletmeye ait AT öncesi(a) ve sonrası(b) parsel durumu



Şekil 4.10. 46 numaralı işletmeye ait AT öncesi(a) ve sonrası(b) parsel durumu



Şekil 4.11. 203 numaralı işletmeye ait AT öncesi(a) ve sonrası(b) parsel durumu

4.3. Tartışma

Gelişmekte olan ülkelerde, özellikle Türkiye gibi, tarımın en büyük sorunlarından biri, parsellerin dağınık, parçalı, hisseler bölünmüş ve ekonomik üretime imkân vermeyecek kadar küçük olmasıdır. Parsellerin bu şekilde olması, arazi sahiplerini büyük ölçekli tarım makinelerinin kullanımı, ulaşım, sulama ve drenaj gibi alanlarda etkileyebilmektedir. Ayrıca dağınık ve parçalı arazilerdeki ulaşım sorunu, iş gücü, zaman kaybı ve yakıt kaybına sebebiyet verirken arazilerin yolla direk bağlantısının olmaması işletmeler arasında probleme neden olmaktadır (Ay, 2022). Hem ulaşım sorununu çözmek hem de dağınık ve parçalı arazileri yeniden planlayarak işletme merkezlerine mesafelerin azalmasını sağlamak ekonomik ve çevresel yönden fayda sağlayacaktır.

Bu tez çalışmasında, incelenen mahallelerde AT öncesinde yol ağında ciddi bir dağınıklık olduğu, yol genişliklerinin yetersiz olduğu ve Akçaşar Mahallesi, Borukkuyu Mahallesi ve Yenikuyu Mahallesi'nde sırasıyla 363, 72 ve 141 adet parselin yola doğrudan bağlantısı olmadığı görülmüştür. Bu parsellerin sahipleri yol hakkı talep etmiştir ya da başka parselleri kullanarak parsellerine ulaşım sağlamışlardır. Parsellere direk yol erişiminin olmaması işletme sahipleri maddi kayıplarda dahil olmak üzere tarımsal üretim aşamasında önemli problemlere yol açmaktadır (Janus ve diğ., 2017). Ayrıca parçalı arazi yapısı yakıt tüketimini direk olarak etkilemektedir. AT sonrası projedeki değişim incelendiğinde ise, AT sonrasında proje alanlarında mülkiyet yapısının değiştiği, parsel sayısının azaldığı buna bağlı olarak ortalama parsel boyutlarının arttığı, parçalılığın azaldığı, parsel şekillerinin düzeldiği, yol ağının büyük oranda değiştiği ve yoldan yararlanamayan işletmenin kalmadığı görülmüştür ki toplulaştırma uygulamasını destekleyen faktörlerden biri, işletmelerin yola erişilebilirlik sorununu ve ulaşım ağındaki dağınıklığın çözülmesidir (Janus ve diğ., 2017). Yol ağındaki bu değişim işletmelerin işçilik maliyetlerini düşürmesine de büyük katkı sağlarken ekolojik yönden de faydaları bulunmaktadır.

AT projelerinin ekonomik etkisinin yanında çevreye olan etkisinin de araştırılması önemlidir. Bu çalışma ile daha önceki çalışmalarda da olduğu gibi AT projelerinin genel faydalarının yanında çevresel etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Daha önce Polat ve Manavbaşı (2012) yaptığı çalışmada arazi toplulaştırma projesi tamamlanan alanlardan seçilen işletmelerde çiftçilerin günlük olarak işletme merkezi – parsel arasındaki gidiş-dönüş yol uzunluklarında ortalama 26.68 km kısalma meydana geldiği ve bu yol uzunluklarındaki kısalmanın ortalama karbondioksit (CO₂) salınımını 28.93 kg

düştürdüğü sonucuna varmış, Ramirez del Palacio ve diğ. (2022) yaptığı çalışmada AT sonucunda CO₂ salınım miktarının toplamda 1067,34 t CO₂ azalma olduğu, Ertunç (2023) tarafından yapılan çalışmada çalışma alanında AT sonucunda toplamda 490,21 kg CO₂.ha⁻¹ azalma olduğunu ve Janus ve Ertunç (2023) yaptığı çalışmada yakıt tüketiminde ortalama %12 azama meydana geldiğini ve en iyi durumda CO₂ emisyonlarında 130 kg/ha/yıl azalma olduğunu görmüştür. Bu tez kapsamında yapılan çalışmada da üç mahallede toplam karbon ayak izi değeri %30 oranında azalırken, toplam karbon eşdeğeri AT öncesinde 5804,66 kg CO₂ iken AT sonrasında 4042,60 kg CO₂ 'e düştüğü ve önceki çalışmalarla sonuçların uyumlu olduğu görülmüştür. Özellikle işletme merkezi ve parsel arasındaki mesafenin kısılması ve yakın mevkideki parsellerin birleştirilmesi ile kullanılan yakıt miktarının azalması karbon ayak izini etkilediği bu çalışma ile de görülmüştür.

AT projelerinde tüm işletmelerin fayda görmesi en büyük hedef olsa da blok planlaması, blok içerisinde bulunan sabit tesisin korunması, yakın mesafede birkaç parseli bulunan işletmelerin planlanmasından kaynaklı tek parselli işletmelerin ötelenmesi gibi nedenlerle AT sonucunda bazı işletmelerde işletme ve parsel arasındaki mesafenin artması, buna bağlı olarak da karbon emisyon değerlerinde bir artış görülebilir. Bu çalışma kapsamındaki mahallelerde verilen işletme dağılımı çizelgeleri incelendiğinde AT sonucunda karbon emisyon değerinde artış olan işletmeler görülmüştür. İşletme merkezi- parsel arasındaki mesafe artmış ya da aynı kalmış olsa bile parsel sayısı azaldığı için yakıt tüketiminin de azalacağı unutulmamalıdır (Hirionen ve Riekkinen, 2016). Bu nedenle toplam olarak AT sonucunda yakıt tüketimi ciddi şekilde azalmış ve karbon ayak izi değeri bununla ilişki olarak azalmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen değerler bize AT projelerinin sera gazı emisyon değerlerini azalttığını gösterse de sadece yol ağına dayalı olarak yapılan bu araştırma tam olarak AT projelerinin karbon ayak izine etkisini yansıtmamaktadır. Çünkü tarımsal yakıt tüketimi arazinin yapısı, eğimi, traktör sürücüsünün manevraları, kullanılan traktörün yükü, yaşı gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Bunun yanında AT projelerinde tasarım, uygulama ve uygulamanın oturması için gereken zaman faktörünün göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

AT, tarım arazilerindeki mülkiyet sınırlarının kısa sürede yeniden şekillendirilmesine olanak tanıyan ve tarım arazilerinin mekânsal düzeninde önemli iyileşmelere yol açan etkili bir araç olarak kabul edilmektedir. Arazi toplulaştırma projeleri, belirli bir alandaki arazi mülkiyeti sınırlarının teknik, idari ve yasal nitelikte bir dizi işlemle yeniden düzenlenmesini içerir. Bu süreç, genellikle çiftliklerin işleyişini ve yerel toplumun yaşam kalitesini iyileştiren bir dizi yatırım faaliyetiyle ilişkilendirilir. Bu projelerin temel etkileri, tarım açısından daha geniş ve daha kullanışlı parsellerin oluşturulması, bu parsellerin mümkün olduğunca çiftlik binalarına yaklaştırılması ve uygun yol erişimi gibi faktörlerle sağlanır. Arazi toplulaştırma projeleri, sürdürülebilir kalkınma ve arazi yönetimi bağlamında büyük bir öneme sahiptir. Bu projelerin iklim değişikliğine, özellikle karbon ayak izine etkisi göz ardı edilmemelidir.

İklim değişikliği ile mücadelede insan kaynaklı faktörlerin azaltılması ve sürdürülebilir çevresel uygulamaların teşvik edilmesi büyük önem taşır. IPCC'nin bulguları, bu konudaki bilimsel sonuçları yansıtmakta ve iklim değişikliğinin insan etkinlikleriyle ilişkilendirilmesini desteklemektedir. Sürdürülebilir arazi yönetimi ise ancak uzun ömürlü planlamalarla geliştirilmiş etkin bir arazi politikası ile gerçekleştirilebilir. Türkiye'de tarımsal işletmelerin çoğunluğu yeterli büyüklüğe sahip değildir ve tarım arazileri parçalıdır. Bu yüzden verimli bir şekilde işlenememektedir. Tarımsal faaliyetler sırasında farklı büyüklükteki arazilerde görevlerini yerine getirmek zorunda olan traktörler benzin, dizel kaynaklarını kullanmakta bu da karbon ayak izi değerini artırmaktadır. Karbon ayak izi, fosil yakıt kullanımının azaltılması ve arazi düzeninin CO₂ emisimini arttıracak yönde planlamalar yapılması ile küçülebilmektedir. AT projeleri de tarla parsellerinin boyutlarını artırırken aynı zamanda işletme merkezi ile tarla parselleri arasındaki mesafeyi de etkiler.

Arazi toplulaştırma projelerinin karbon ayak izine etkisini araştırmak amacıyla, Konya ili Altınekin ilçesi Akçaşar Mahallesi, Borukkuyu Mahallesi, Yenikuyu Mahallesi'nde daha önce yapılmış arazi toplulaştırma projelerinde ulaşım ağına dayalı olarak karbon ayak izi değerleri IPCC metodolojilerinden Tier 1 yöntemi kullanılarak ve karbon eşdeğeri ikinci bir yöntem olarak hesaplanmıştır. Parçalı ve düzensiz dağılımdaki tarla parsellerinde tarım makinelerinin kullanılması yakıt tüketimini artırdığından dolayı

çiftçilerin günlük yönetim faaliyetlerinin standartlarının çok ötesinde CO₂ emisyonlarına sebep olmaktadır. Toplulaştırma sonucunda işletmelerin kat ettikleri mesafe ciddi şekilde azalmakta bu da CO₂ emisyonların azalmasını sağlamaktadır. Araştırma bulguları AT sonucunda yakıt tüketiminin ciddi şekilde azaldığını buna bağlı olarak karbon ayak izi değerinin azaldığını göstermektedir.

5.2 Öneriler

Tarım, küresel ısınmanın sonuçlarından olumsuz olarak etkilenirken, kendisi de küresel ısınmaya neden olan emisyonların salınımına neden olan faaliyetleri içermektedir. Ancak tarım sektörü, emisyonların azaltılması konusunda arazilerin etkin bir şekilde yönetilmesi gibi birçok fırsata sahiptir. Artan nüfus, arazi kaynakları ile insanlar arasındaki ilişkiyi daha karmaşık hale getirmekte ve sürdürülebilir arazi yönetiminin ne kadar önemli olduğunu vurgulamaktadır. Tarımsal üretimden kaynaklanan emisyonları azaltmak, verimliliği ve toprak, gübre, su vb. girdilerin kullanımındaki etkinliği artırmak amacıyla arazi yönetimi ile çeşitli önlemler alınabilir. Arazi yönetimi, arazinin verimli kullanımını, çevrenin korunmasını, toprak kalitesinin muhafaza edilmesini, sürdürülebilir tarım uygulamalarının teşvik edilmesini ve diğer arazi kullanımalarının etkili bir şekilde yönetilmesini amaçlar. AT projeleri, bu amaçları gerçekleştirmek için önemli arazi yönetim araçlarıdır. Planlı bir şekilde tasarlanıp uygulandığında, arazi toplulaştırma projeleri, kırsal bölgelerde daha ekonomik ve verimli tarım üretimi koşulları yaratır ve bu da yerel toplulukların kalkınmasını ve refahını doğrudan etkiler. Aynı zamanda kırsal alanların mekânsal değişiminin yeniden düzenlenmesine olanak tanır ve bu da sosyoekonomik kalkınmaya katkı sağlar.

Arazi toplulaştırma projelerinin kırsal alanlarda ekolojiye etkisi, toplulaştırma sürecinin nasıl uygulandığına, toprak kullanımının önceki durumuna, toplulaştırma yapılan alanın coğrafi konumuna, toplulaştırmanın ölçeğine ve amacına bağlı olarak değişebilir. Bu nedenle, toplulaştırma süreçlerinin ekolojiyi korumak, sürdürülebilir kullanımı teşvik etmek için dikkatle planlanması ve yönetilmesi oldukça önemlidir. Tamamlanan arazi toplulaştırma projelerinin çevresel etkilerinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu değerlendirme, çiftçiler açısından sağlanan çeşitli yararların yanı sıra, projenin çevresel etkilerini net bir biçimde anlamak için önemli bir adımdır. Bu sayede, sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesi ve çevre dostu çözümlerin belirlenmesi konusunda daha etkili stratejiler geliştirilebilir. Ayrıca, arazi

toplulaştırma projelerinin yönetim ve koruma aşamalarında, yeni ekili arazinin karbon depolama kapasitesi, ekim sistemleri, toprak işleme önlemleri, sulama yöntemleri, gübreleme uygulamaları ve diğer tarım arazisi yönetim önlemleri, yönetim ve koruma politikalarının optimize edilmesiyle düzenlenebilir. Bu faktörler, projelerin çevresel sürdürülebilirlik açısından ne kadar etkili olduğunu belirlemede kritik bir rol oynamaktadır.

Son olarak, kırsal yerleşimlerin toplulaştırılması konusunda dikkatli adım atılmalıdır. Her bölge kendi koşullarına ve çiftçilerin tercihlerine göre adım adım toplulaştırılmalıdır ve tek bir evrensel yaklaşımdan kaçınılmalıdır. Bu, projelerin yerel koşullara daha iyi uyum sağlamasına yardımcı olacaktır. Ancak çiftçi tercihleri dikkate alınırken bölgesel normlara dikkat edilmesi önem taşımaktadır. Ayrıca toplulaştırma sonrasında kırsal alanlarda ifraz yapılmasının önlenmesi parçalılığın artmasını önleyecektir.

KAYNAKLAR

- Aksoy, S., 2023, Aksaray ilinde karayolu kaynaklı karbon ayak izinin belirlenmesi, Yüksek Lisans tezi, *Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aksaray
- Akyol, M., 2022, Karbon Ayak İzinin Zaman Serisi Veri Madenciliği Yöntemleri ile Tahmini: Türkiye Örneği, *İskenderun Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, Hatay
- Argun, M.E., Ergüç, R. ve S. Yunus, 2019, Konya/Selçuklu ilçesi karbon ayak izinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 287-29, Doi: 10.15317/Scitech.2019.199
- Ay, M., 2022, Konya Karatay Yağlıbayat Mahallesi Arazi Topplulaştırmasının Tarımsal Altyapı Hizmetlerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya
- Civelekoğlu, G., Bıyık, Y., 2020, Isparta İlinde Karayolu Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 4 (2): 78-87.
- Crecente, R., Alvarez, C., ve Fra, U., 2002, Economic, social and environmental impact of land consolidation in Galicia. *Land use policy*, 19(2), 135-147.
- Çay, T., 2019, Arazi Düzenleme ve Mevzuatı, Dizgi Ofset, Konya
- Çelik, H. A., 2020, Konya ilinde ulaşımdan kaynaklı karbon ayak izi ve çevresel fayda maliyet analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Konya
- Çerçi, M., 2021, IPCC Tier 1 ve Defra Metotları ile Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi: Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzincan
- DSİ, 2022, DSİ 2022 Yılı Faaliyet Raporu, Tarım ve Orman Bakanlığı, *Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı*
- Ekinci, F., 2022, Bursa İli Karayolundan Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarının Belirlenmesi ve Alınabilecek Önlemlerin Ortaya Konulması, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*. Isparta
- EPA, 2005a, Emission Facts: Average Carbon Dioxide Emissions Resulting from Gasoline and Diesel Fuel, *Environmental Protection Agency (EPA)*, Regulatory Announcement No. EPA420-F-05-015, Office of Transportation and Air Quality
- EPA, 2005b, Emission Facts: Metrics for Expressing Greenhouse Gas Emissions: Carbon Equivalents and Carbon Dioxide Equivalents, *Environmental Protection Agency (EPA)*, Regulatory Announcement No. EPA420-F-05-002, Office of Transportation and Air Quality

- Erden, T., Coşkun, M.Z., İpbüker, C., 2003, CBS’de Ağ Analizi ve Ulaşım Problemleri, *Harita Dergisi*, 70, 17–32. www.hgk.msb.gov.tr/dergi/makaleler/129_2.pdf.
- Ertunç, E., 2018, Arazi toplulaştırma çalışmalarında hibrit yöntem uygulaması, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Ertunç, E., Çay, T., Haklı, H., 2018, Modelling of Reallocation Land Consolidation With A Hybrid Method, *Land Use Policy*, Volume 76, Pages 754-761.
- Ertunç, E., Janus, J., 2021, Arazi toplulaştırma projelerinin arazi parçalanma değişimine etkisi: Türkiye ve Polonya örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(1), 226-234.
- Ertunç, E., Uyan, M, Tongur, V., 2021, Land reallocation model with simulated annealing algorithm, *Survey Review*, Volume 53, 2021- Issue 380, Pages 383-389. Doi: 10.1080/00396265.2020.1780406
- Ertunç, E., Uyan, M., 2022, Land valuation with Best Worst Method in Land Consolidation Project, *Land Use Policy*, Volume 122,106360.
- Ertunç E., 2023, Arazi Ertunç E. The Effect of Land Consolidation Projects on Carbon Footprint, *Land*, 12(2):507. Doi:10.3390/land12020507
- Grammatikopoulou I., Myyrä S., Pouta, E., 2013, The Proximity of A Field Plot and Land-Use Choice: Implications for Land Consolidation, *Journal of Land Use Science*, 8(4),383-402.
- Güzel, A., 2021, DSİ Tarafından Gerçekleştirilen Arazi Toplulaştırma Projelerinde Yaşanan Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, *Artvin Çoruh Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Artvin.
- He, P., Li, J., Fang, E., Voil, P., Cao, G., 2019, Reducing Agricultural Fuel Consumption by Minimizing Inefficiencies, *Journal of Cleaner Production*, 236,117619.
- Hiironen, J., Riekkinen, K., 2016, Agricultural Impacts And Profitability of Land Consolidations, *Land Use Policy*, 55,309-317.
- IPCC, 2006a. IPCC Guidelines for National Gas Inventories, Volume 1: General Guidance and Reporting, Chapter 1: Introduction to the 2006 Guidelines, *Intergovernmental Panel on Climate Change, Paris*.
- IPCC, 2006b. IPCC Guidelines for National Gas Inventories, Volume 2: Energy, Chapter 1: Introduction, *Intergovernmental Panel on Climate Change, Paris*.
- IPCC, 2006c. IPCC Guidelines for National Gas Inventories, Volume 2: Energy, Chapter 2: Stationary Combustion, *Intergovernmental Panel on Climate Change, Paris*.
- IPCC, 2006d. IPCC Guidelines for National Gas Inventories, Volume 2: Energy, Chapter 3: Mobile Combustion, *Intergovernmental Panel on Climate Change, Paris*.

- IPCC, 2023a: Annex I: Glossary [Reisinger, A., D. Cammarano, A. Fischlin, J.S. Fuglestvedt, G. Hansen, Y. Jung, C. Ludden, V. Masson-Delmotte, R. Matthews, J.B.K Mintenbeck, D.J. Orendain, A. Pirani, E. Poloczanska, and J. Romero (eds.)]. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. *IPCC, Geneva, Switzerland*, pp. 119-130, Doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.002.
- IPCC, 2023b: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. *IPCC, Geneva, Switzerland*, pp. 1-34, Doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001
- Janus, J., Bozek, P., Tazsakowski, J., & Glowacka, A., 2017, Road accessibility problem as part of land consolidation planning. *Eng. Rural Dev*, 16, 1052-1056.
- Janus, J., Ertunç, E., 2020, The impact of differences in land fragmentation parameters on the planning, implementation, and evaluation of land consolidation projects. Case studies of Turkey and Poland, *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 179, 105813.
- Janus, J., Ertunç, E., 2021, Differences in the effectiveness of land consolidation projects in various countries and their causes: Examples of Poland and Turkey, *Land Use Policy*, Volume 108, 105542.
- Janus, J., Ertunç, E., 2023, Impact of land consolidation on agricultural decarbonization: Estimation of changes in carbon dioxide emissions due to farm transport. *Science of The Total Environment*, 873, 162391.
- Juostas, A., Janulevičius, A., 2009, Evaluating working quality of tractors by their harmful impact on the environment. *Journal of environmental engineering and landscape management*, 17(2), 106-113.
- Karakayacı, Z., 2022, Tarım Arazilerinin Değerinde Sosyo-Ekonomik Gelişmişliğin Etkisi Üzerine Bir Araştırma, *Tübitak 1002 Proje*, Selçuk Üniversitesi, Konya
- Kayıkçıoğlu, H. H., Okur, N., 2012, Sera Gazı Salınımlarında Tarımın Rolü, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*,9(2), 25-38.
- Koga, K., Tsuruta, H., Tsuji H., Nakano, H., 2003, Fuel Consumption-Derived CO₂ Emissions Under Conventional and Reduced Tillage Cropping Systems in Northern Japan, *Agriculture, Ecosystems & Environment*,99,213-219. Doi: 10.1016/j.agee.2005.08.007
- Korkmaz, K., 2007, Küresel Isınma ve Tarımsal Uygulamalara Etkisi. *Alatarım*, 6(2): 43-49.

- Lu, H., Xie, H., He, Y., Wu, Z., & Zhang, X., 2018, Assessing the impacts of land fragmentation and plot size on yields and costs: A translog production model and cost function approach. *Agricultural Systems*, 161, 81-88
- Mirici, M. E., Berberoğlu, S., 2022, Türkiye perspektifinde yeşil mutabakat ve karbon ayak izi: tehdit mi? fırsat mı? *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 8(1), 156-164.
- OECD, 2022, Tarım Politikası İzleme ve Değerlendirme 2022: İklim Değişikliğinin Azaltılmasına Yönelik Tarım Politikalarının Reformu, *OECD Yayınları*, Paris, Doi: 10.1787/7f4542bf-en
- Özdemir Daşcıoğlu, B. Z., 2021, IPCC'nin Altıncı Değerlendirme Raporu Ne Anlama Geliyor? *Seta-Perspektif*, Sayı :316
- Polat H.E., Manavbaşı İ.D., 2012, Arazi Toplulaştırmasının Kırsal Alanda Yakıt Tüketimi ve Karbondioksit Salınımına Etkisinin Belirlenmesi, *Tarım Bilim Dergisi*,18,157-165.
- Ramírez del Palacio, Ó., Hernández-Navarro, S., Sánchez-Sastre, L. F., Fernández-Coppel, I. A., & Pando-Fernández, V., 2022, Assessment of land consolidation processes from an environmental approach: Considerations related to the type of intervention and the structure of farms. *Agronomy*, 12(6), 1424.
- Rashid G., Hekmat R., Ali Nejat L., Payam J., Farzad J., 2013, Analysis And Comparison Exhaust Gas Emissions From Agricultural Tractors. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5. 688-694.
- Ritchie H., Rosado P., ve Roser M., 2020, Greenhouse gas emissions, <https://ourworldindata.org/greenhouse-gas-emissions> [Ziyaret Tarihi: 05.11.2023]
- Shan, W., Jin, X., Yang W., Gu, Z., Han, B., Li, H., Zhou,Y., 2020, A Framework for Assessing Carbon Effect of Land Consolidation with Life Cycle Assessment: A Case Study in China, *Journal of Environmental Management*, 266,110557.
- Şahin, G., Onurbaş Avcıoğlu, A., 2016, Tarımsal Üretimde Sera Gazları ve Karbon Ayak İzi, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12(3), 157-162
- Şentürk, G. O., Gülden, G. Ö. K., Koçyiğit, H., 2023, Tarımda Karbon Ayak İzi ve İklim Değişikliğine Etkisi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 12-24.
- T.C. Resmî Gazete, 2019, Arazi Toplulaştırması ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Uygulama Yönetmeliği, 07.02.2019, sayı: 30679, Ankara.
- Temur, B., 2017, Küresel Isınmanın Türkiye'de Tarım Sektörü Üzerine Etkisi: Bir ARDL Modeli Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, *Eskişehir Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Eskişehir.

- TÜİK, 2023, Türkiye İstatistik Kurumu, Çevre ve Enerji İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672>, [Ziyaret Tarihi: 21.09.2023]
- Türkeş, M., 2022, IPCC'nin Yeni Yayınlanan İklim Değişikliğinin Etkileri, Uyum ve Etkilenebilirlik Raporu Bize Neler Söylüyor?, *Resilience*, 6 (1), 197-207. Doi: 10.32569/resilience.1098946
- UNFCCC, 2023, Global Warming Potentials (IPCC Fourth Assessment Report), <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/frequently-asked-questions/global-warming-potentials-ipcc-fourth-assessment-report> [Ziyaret tarihi:05.11.2023]
- URL-1 <https://www.climate.gov/news-features/blogs/enso/what-el-ni%C3%B1o%E2%80%93southern-oscillation-enso-nutshell> [Ziyaret tarihi: 20.10.2023]
- URL-2 <https://www.mfa.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi.tr.mfa> [Ziyaret tarihi:19.09.2023]
- URL-3 <https://www.mfa.gov.tr/kyoto-protokolu.tr.mfa> [Ziyaret tarihi:19.09.2023]
- URL-4 <https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa> [Ziyaret tarihi:19.09.2023]
- URL-5 <https://NetCADegitim.tr.gg/NetCAD-nedir-f.html> [Ziyaret tarihi: 30.11.2022]
- URL-6 <https://www.muratgorgoz.com/ARCGIS-nedir-nerelerde-kullanilir/> [Ziyaret tarihi: 30.11.2022]
- Vurarak Y., Bilgili M.E., 2015, Tarımsal Mekanizasyon, Erozyon ve Karbon Salınımı: Bir Bakış. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(3),307-316.
- Yakut, S.E., 2022, Ankara, İstanbul ve İzmir İllerine Ait Karbon Ayak İzi Hesaplaması ve Monte Carlo Simülasyonu ile Belirsizlik Analizi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Meteoroloji Mühendisliği Anabilim Dalı Atmosfer Bilimleri Programı, Yüksek Lisans Tezi.*
- Yalılı Kılıç, M., Dönmez T., Adalı S., 2021. Karayolu Ulaşımında Yakıt Tüketimine Bağlı Karbon ayak İzi Değişiklik: Çanakkale Örneği, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* ,11(3), 943-955.
- Yao, Z., Zhang, W., Wang, X., Lu, M., Chadwick, D., Zhang, Z., & Chen, X., 2021, Carbon footprint of maize production in tropical/subtropical region: a case study of Southwest China, *Environmental Science and Pollution Research*, 28(22), 28680–28691. Doi:10.1007/s11356-021-12663-w
- Yerli, C., Şahin, Ü., Çakmakçı, T., Tüfenkci, Ş., 2019, Tarımsal uygulamaların CO₂ emisyonuna etkisi ve azaltma yolları. *Türk Tarım-Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, 7 (9), 1446-1456.

YMEP, 2022, T.C. Ticaret Bakanlığı Yeşil Mutabakat Çalışma Grubu, Yıllık Faaliyet Raporu, <https://ticaret.gov.tr/data/643ffd6a13b8767b208ca8e4/YMEP%202022%20Faaliyet%20Raporu.pdf> [Ziyaret Tarihi: 20.09.2023]

Zhang, Z., Zhao, W., Gu, X., 2014, Changes Resulting From A Land Consolidation Project (LCP) and It's Resource-Environment Effects: A Case Study in Tianmen City of Hubei Province, China, *Land Use Policy*, 40, 74-82. Doi:10.1016/j.landusepol.2013.09.013.

Zhou, Z., Liu, D., Sun, Y., He, J., 2022, Predicting joint effects of multiple land consolidation strategies on ecosystem service interactions, *Environmental Science and Pollution Research* 29, 37234-37247, Doi:10.1007/s11356-022-18584-6

