AZERBAYCAN`DA SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM VE ÇEVRE İLİŞKİSİ

Elçin NESİROV

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AZERBAYCAN`DA SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM VE ÇEVRE İLİŞKİSİ

Elçin NESİROV
0000-0002-9711-8368

Doç. Dr. İsmail Bülent GÜRBÜZ
(Danışman)

DOKTORA TEZİ
TARIM EKONOMİSİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2021
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

AZERBAYCAN`DA SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM VE ÇEVRE İLİŞKİSİ

Elçin NESİROV

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İsmail Bülent GÜRBÜZ

Son yıllarda çevre kirliliği ve bu kirliliğe neden olan temel faktörlerin belirlenmesi, önemli bir konu haline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı, Azerbaycan`da tarım sektörü ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi 1992-2018 dönemi için araştırmaktır. Çalışmadaki bağımlı değişken çevre kirliliğinin ölçütü olarak değerlendirilen tarımsal sera gazı emisyonlarıdır (CO_2 eşdeğeri). Açıklayıcı değişkenler olarak ise dört farklı tarımsal girdi ve dört farklı tarımsal makro gösterge olmak üzere sekiz değişken seçilmiştir. Söz konusu değişkenlerin tarımsal emisyonlar üzerindeki etkisini araştırmak için zaman serisi yöntemlerinden birim kök testleri, ARDL sınır tesi, FMOLS, DOLS ve CCR uzun dönem tahmincileri, Granger nedensellik analizi ve varyans ayrıştırma analizleri kullanılmıştır. Bulgular, tarımsal girdi değişkenlerinden; kimyasal gübre tüketimi, hayvan sayısı ve pestisit kullanımının tarımsal emisyonlar üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı, tarımsal enerji tüketiminin ise negatif ve anlamlı etkisinin olduğunu göstermektedir. Tarımsal makro gösterge değişkenlerinden ise, bitkisel ve hayvansal üretim endeksinin tarımsal emisyonlar üzerinde pozitif ve anlamlı etkisinin olduğu sonucu bulunmuştur. Granger nedensellik testinin sonuçlarına göre, kimyasal gübre tüketimi, hayvan sayısı, bitkisel ve hayvansal üretim endeksi değişkenlerinden tarımsal emisyonlara doğru nedensellik ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Farklı zaman serisi yöntemleri ile elde edilmiş sonuçların tamamı genel olarak değerlendirdiğinde, Azerbaycan`da tarımsal emisyonların artmasında en çok etkisi olan değişkenlerin sırasıyla hayvan sayısı, kimyasal gübre tüketimi ve pestisit kullanımı olduğu görülmektedir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar tarımsal sera gazı emisyonlarına yönelik olan bilgilere katkı sağlayacak, politika yapıcılar ve kamuoyu için aydınlatıcı bir rol oynayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Azerbaycan, tarım sektörü, sera gazı emisyonları, zaman serileri, ARDL sınır testi, Granger nedensellik analizi

2021, x + 147 sayfa.

ABSTRACT

PhD Thesis

THE INTERRELATION BETWEEN ENVIRONMENT AND SUSTAINABLE AGRICULTURE IN AZERBAIJAN

Elcin NESIROV

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Economics

Supervisor: Asoc. Prof. Dr. Ismail Bulent GURBUZ

In recent years, environmental pollution and determining the main factors causing this pollution have become an important issue. This study investigates the relationship between the agricultural sector and environmental pollution in Azerbaijan for 1992-2018. The dependent variable in the study is the agricultural greenhouse gas emissions (CO_2 equivalent). Eight variables were selected as explanatory variables: four agricultural inputs and four agricultural macro indicators. Unit root tests, ARDL boundary test, FMOLS, DOLS and CCR long-term estimators, Granger causality analysis and variance decomposition analyses were used to investigate the effect of these variables on agricultural emissions. The results show that from agricultural input variables, chemical fertilizer consumption, animal count, and pesticide use positively and statistically significantly affect agricultural emissions. In contrast, agricultural energy consumption has a negative and significant effect. From agricultural macro indicator variables, it was found that the crop and animal production index had a positive and significant effect on agricultural emissions. According to the Granger causality test results, it was concluded that there are a causality relationship from chemical fertilizer consumption, livestock number, crop and livestock production index variables towards agricultural emissions. Considering all the results obtained, it is seen that the variables that have the most effect on the increase in agricultural emissions in Azerbaijan are the number of livestock, the consumption of chemical fertilizers and the use of pesticides, respectively. The results from the research will contribute to the information on agricultural greenhouse gas emissions and will play an enlightening role for policymakers and the general public.

Key words: Azerbaijan, agricultural sector, greenhouse gas emissions, time series analysis, ARDL bound test, Granger causality analysis

2021, x + 147 pages.

TEŞEKKÜR

Yapmış olduğum çalışmayı yakından takip eden, bu zorlu süreçte her anlamda bana destek olan ve değerli vaktini ayıran tez danışmanım Doç. Dr. İsmail Bülent GÜRBÜZ hocama teşekkürü bir borç biliyor ve onunla çalışmaktan gurur duyduğumu belirtmek istiyorum.

Bugünlere gelmemde büyük emekleri olan, hiçbir zaman desteklerini ve sevgilerini esirgemeyen fedakar anne ve babama ve sevgili ablalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, bu süreçte her zaman yanımda olan, benden desteğini esirgemeyen, karşılaştığım zorluklar karşısında bana güvenen ve cesaret veren hayat arkadaşım Efsane NESİROVA'ya ve varlığıyla ailemize neşe ve mutluluk katan kızım Hilal'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışmayı onlara ithaf etmekten büyük mutluluk duyuyorum.

Elçin NESİROV
30/06/2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET....i
ABSTRACT....ii
TEŞEKKÜR....iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ....vi
ŞEKİLLER DİZİNİ....viii
ÇİZELGELER DİZİNİ....x
1.GİRİŞ....1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI....6
2.1. Kaynak Araştırması....6
2.2. Azerbaycan`da Tarım Sektörünün Yeri ve Önemi....17
2.2.1. Tarımın nüfusa katkısı....18
2.2.2. Tarımın işgücüne katkısı....19
2.2.3. Toplumun beslenmesine olan katkısı....20
2.2.4. Tarımın GSYİH`ya katkısı....23
2.2.5. Tarımın dış ticarete olan katkısı....24
2.3. Genel Anlamda Tarım-Çevre İlişkisi ve Tarımsal Faaliyetlerin Toprak Kaynaklarına Etkileri....25
2.3.1. Erozyon....27
2.3.2. Organik madde azalması....28
2.3.3. Toprak kirliliği....31
2.3.4. Toprak sıkışması....32
2.3.5. Toprak tuzlanması....33
2.4. Tarımsal Faaliyetlerin Su Kaynakları Üzerine Etkisi....35
2.5. Tarımsal Faaliyetlerin Atmosfer Üzerindeki Etkileri ve Sera Gazlarının Çeşitleri ve Özellikleri....39
2.5.1. Karbondioksit (CO_2)....42
2.5.2. Metan (CH_4)....44
2.5.3. Nitröz oksit (N_2O)....46
2.6. Sera Gazı Emisyonlarının Sektörler İtibariyle Değerlendirilmesi....49
2.6.1. Enerji Sektörü....49
2.6.2. Atık sektörü....53
2.6.3. Tarım sektörü....54
2.7. Tarım Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonlarının Alt Sektörlere Göre Değerlendirilmesi....58
2.7.1. Enterik fermantasyon....58
2.7.2. Gübre yönetimi....63
2.7.3. Çeltik Yetiştiriciliği....67
2.7.4. Anız yakımı....69
2.7.5. Kimyasal gübre kullanımı....72
2.7.6. Pestisit kullanımı....76
3. MATERYAL ve YÖNTEM....80
3.1. Materyal....80
3.1.1. Ekonometrik model....81
3.2.2. Tanımlayıcı istatistikler....82
3.2. Yöntem....85
3.2.1. Zaman serileri....86
3.2.2. Zaman serilerinde durağanlık kavramı ve birim kök testleri....87

3.2.3. Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi 89
3.2.4. Phillips Perron (PP) birim kök testi 89
3.2.5. Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) birim kök testi 90
3.2.6. Zivot-Andrews (ZA) birim kök testi 91
3.2.3. Eşbütünleşme analizi (ARDL sınır testi yaklaşımı) 91
3.2.4. FMOLS, DOLS ve CCR uzun dönem tahmincileri 95
3.2.5. Granger nedensellik analizi 96
3.2.6. Varyans ayrıştırma analizi 97
4. BULGULAR ve TARTIŞMA 99
4.1. Birim Kök Test Sonuçları 99
4.2. ARDL Sınır Testi Yaklaşımı Sonuçları 103
4.2.1. Uygun gecikme uzunluğuna sahip ARDL modellerinin belirlenmesi 103
4.2.2. ARDL modelleri için tanısal test sonuçları 104
4.2.3. ARDL sınır testi sonuçları 106
4.2.4. ARDL modeli uzun ve kısa dönem tahmin sonuçları 108
4.3. FMOLS, DOLS ve CCR Test Sonuçları 115
4.4. Granger Nedensellik Analizi Sonuçları 117
4.5. Varyans Ayrıştırma Analizi Sonuçları 121
5. SONUÇ..... 124
KAYNAKLAR 132
ÖZGEÇMİŞ 147

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
NH_3	Amonyak gazı
NH_4	Amonyum
Δ	Birinci fark operatoru
ln	Doğal logaritma
k	Gecikme uzunluğu
T	Gözlem sayısı
ε_t	Hata terimi
HCFCs	Hidrokloroflorokarbon
HFCs	Hidroflorokarbon
CO_2	Karbondioksit gazı
α	Katsayı parametreleri
β	Katsayı parametreleri
CFCs	Kloroflorokarbon
CH_4	Metan gazı
NO_3	Nitrat
N_2O	Nitröz oksit gazı
e_t	Normal dağılıma sahip bozucu terim
O_3	Ozon gazı
H_2O	Su buharı
t	Zaman trendi

Kısaltmalar	Açıklama
AIC	Akaike Bilgi Kriteri
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BM	Birleşmiş Milletler
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
BRICS	Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika Cumhuriyeti
BÜE	Bitkisel üretim endeksi
ÇKE	Çevresel Kuznets Eğrisi
DOLS	Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
ARDL	Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Model
ADF	Genişletilmiş (Augmented) Dickey-Fuller testi
FAOSTAT	Gıda ve Tarım Örgütü Kurumsal İstatistiksel Veri Tabanı
ASEAN	Güneydoğu Asya Ülkeler Birliği
ECT	Hata düzeltme terimi
HS	Hayvan sayısı
HÜE	Hayvansal üretim endeksi
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
CCR	Kanonik Koentegrasyon Regresyonu

KGT	Kimyasal gübre tüketimi
KPSS	Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin
PK	Pestisit kullanımı
PP	Phillips Perron
OLS	Sıradan En Küçük Kareler Yöntemi
FMOLS	Tam Düzeltilmiş En Küçük Kareler Yöntem
TET	Tarımsal enerji tüketimi
TKD	Tarımsal katma değer
TİE	Tarımsal ihracat endeksi
IFA	Uluslararası Gübre Sanayi Birliği
VECM	Vektör Hata Düzeltme Modeli
VAR	Vektör Otoregresif Model
ZA	Zivot-Andrews

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Toprak organik maddesinin başlıca bileşenleri 29
Şekil 2.2. Tarımsal kaynaklı toprak kirliliği 31
Şekil 2.3. Toprak sıkışmasına neden olan faktörler 33
Şekil 2.4. Sera etkisinin şematik gösterimi 41
Şekil 2.5. Toplam sera gazlarının çeşitlerine göre dağılımı (1990-2017) 42
Şekil 2.6. 19. yüzyılın ortalarından itibaren karbondioksit (CO_2) konsantrasyonundaki artışın grafiksel gösterimi 43
Şekil 2.7. Metan emisyonlarının sekörlere göre dağılımı, 1990-2018 45
Şekil 2.8. Azerbaycan`da sektörlere göre metan (CH_4) gazının dağılımı (CO_2 eşdeğeri), 2000-2018 46
Şekil 2.9. İnsan kaynaklı (antropojenik) N_2O emisyonları 47
Şekil 2.10. Azerbaycan`da sektörlere göre nitröz oksit (N_2O) gazının dağılımı (CO_2 eşdeğeri), 2000-2018 48
Şekil 2.11. Azerbaycan`da sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları, (CO_2 eşdeğeri) 51
Şekil 2.12. Ulaşım sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonlarının alt sektörlere göre dağılımı 53
Şekil 2.13. Tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarının alt sektörlere göre dağılımı (CO_2 eşdeğeri). Dünya+toplam, 1990-2018 57
Şekil 2.14. Tarım kaynaklı sera gazı emisyonları (CO_2 eşdeğeri). Azerbaycan, 1992-2018 58
Şekil 2.15. Dünya genelinde enterik fermantasyon kaynaklı sera gazı emisyonları (CO_2 eşdeğeri), 1992-2018 60
Şekil 2.16. Enterik fermantasyon sonucu oluşan emisyon miktarı (CO_2 eşdeğeri), Azerbaycan 1992-2018 61
Şekil 2.17. Hayvan türüne göre emisyon değerleri (CO_2 eşdeğerinde), Azerbaycan (1992-2018) 62
Şekil 2.18. Dünya genelinde gübre yönetiminden kaynaklanan CH_4 ve N_2O emisyonları (CO_2 eşdeğeri), 1961-2018 64
Şekil 2.19. Azerbaycan`da gübre yönetiminden kaynaklanan CH_4 ve N_2O emisyonları (CO_2 eşdeğeri), 1992-2018 66
Şekil 2.20. Çeltik yetiştiriciliği üzere en yüksek metan gazı üreten 10 ülke (CO_2 eşdeğeri). 1990-2018 yıllarının ortalaması 68
Şekil 2.21. Azerbaycan`da çeltik yetiştiriciliği kaynaklı metan gazı emisyonları (CO_2 eşdeğeri). 1992-2018 69
Şekil 2.22. Dünya genelinde bitki türlerine göre anız yakımı sonucu oluşan sera gazı emisyonları (CO_2 eşdeğeri), 1990-2018 ortalaması 70
Şekil 2.23. Anız yakımı sebebiyle tarımsal sera gazlarına en çok katkıda bulunan ülkeler, 1990-2018 ortalaması 71
Şekil 2.24. Azerbaycan`da anız yakma sonucu oluşan sera gazı emisyonları (CO_2 eşdeğeri), 1992-2018 72
Şekil 2.25. Dünya genelinde tarımda kullanılan kimyasal gübre tüketimi, 1961-2018 74
Şekil 2.26. Azerbaycan kimyasal gübre kullanımı kaynaklı sera gazı emisyonları (CO_2 eşdeğeri), 1992-2018. 75
Şekil 2.27. Dünya genelinde tarımda kullanılan toplam pestisit miktarı, ton (1990-2018) 77
Şekil 2.28. 1996-2018 yılları arasında Azerbaycan`da ithal edilen pestisit miktarı, ton 79
Şekil 3.1. Ampirik analizde kullanılan serilerin grafiksel gösterimi 84

Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan analizlerin grafiksel sunumu 86
Şekil 3.3. Tarımsal girdi değişkenleri için Akaike bilgi kriterine göre en uygun 20 model 103
Şekil 3.4. Tarımsal makro gösterge değişkenleri için Akaike bilgi kriterine göre en uygun 20 model.....104
Şekil 3.5. Tarımsal girdi değişkenleri için ARDL (3, 1, 3, 0, 1) modeline ait CUSUM ve CUSUMSQ testleri 106
Şekil 3.6. Tarımsal makro gösterge değişkenleri için ARDL (2, 1, 0, 0, 1) modeli ait CUSUM ve CUSUMSQ testleri 106

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Yıllar itibari ile Azerbaycan nüfusu....18
Çizelge 2.2. Ekonomik yönden aktif nüfusun sektörel dağılışı (%) 19
Çizelge 2.3. Bazı önemli tarla bitkilerinin ekim alanı, üretim ve verim durumu 20
Çizelge 2.4. Büyük ve küçükbaş hayvan sayıları ve üretim miktarları....22
Çizelge 2.5. Genel GSYİH'nın içerisinde tarımsal GSYİH`nın payı ve gelişim hızı....23
Çizelge 2.6. Tarımın dış ticaretteki payı (milyon $) 24
Çizelge 2.7. Toprak işleme makinalarının neden olduğu organik madde kaybı 30
Çizelge 2.8. Tarım kaynaklı başlıca su kirleticilerinin kategorileri ve üç esas tarımsal üretim sisteminin karşılaştırmalı katkıları....39
Çizelge 2.9. Enerji sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonlarının alt sektörlere göre dağılımı 50
Çizelge 3.1. Ekonometrik analizde kullanılan değişkenlerle ilgili açıklayıcı bilgiler 81
Çizelge 3.2. Tarımsal girdi değişkenleri ile ilgili tanımlayıcı istatistikler. 82
Çizelge 3.3. Tarımsal makro gösterge değişkenleri ile ilgili tanımlayıcı istatistikler. 83
Çizelge 3.4. Tarımsal girdi değişkenleri için birim kök testi....100
Çizelge 3.5. Tarımsal makro gösterge değişkenleri için birim kök testi....101
Çizelge 3.6. Zivot-Andrews birim kök testi....102
Çizelge 3.7. Tarımsal girdi ve tarımsal makro gösterge değişkenleri için tahmin edilmiş ARDL modelleri için tanısal test sonuçları....105
Çizelge 3.8. Tarımsal girdi değişkenleri için ARDL sınır test sonuçları....107
Çizelge 3.9. Tarımsal makro gösterge değişkenler için ARDL sınır test sonuçları....107
Çizelge 3.10. Tarımsal girdi değişkenleri için ARDL(3, 1, 3, 0, 1) modeline ait uzun ve kısa dönem katsayıları....108
Çizelge 3.11. Tarımsal makro gösterge değişkenleri için ARDL(2, 1, 0, 0, 1) modeline ait uzun ve kısa dönem katsayıları 112
Çizelge 3.12. Tarımsal girdi değişkenleri için FMOLS, DOLS, CCR eşbütünleşme testi sonuçları 115
Çizelge 3.13. Tarımsal makro gösterge değişkenleri için FMOLS, DOLS, CCR eşbütünleşme testi sonuçları....116
Çizelge 3.14. Tarımsal girdi değişkenleri için Pairwise Granger nedensellik analizi ..118
Çizelge 3.15. Tarımsal makro gösterge değişkenleri için Pairwise Granger nedensellik analizi 119
Çizelge 3.16. Tarımsal girdi değişkenleri için varyans ayrıştırma testi sonuçları 121
Çizelge 3.17. Tarımsal makro gösterge değişkenleri için varyans ayrıştırma testi sonuçları 122

1.GİRİŞ

Sanayileşmenin tarihi başta petrol, doğal gaz ve kömür olmak üzere fosil yakıtlarının yoğun tüketilmesi ile karakterize edilmektedir. Doğal kaynakların yoğun şekilde tüketilmesi ve ülke ekonomilerinin kontrolsüz büyümesi çevre sorunlarını da beraberinde getirmiştir (Gökmenoğlu ve Taşpınar 2018). Fosil yakıtlarının hızlı şekilde tüketilmesi, atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun artmasına neden olmuştur. Atmosferde bulunan başta karbondioksit (CO_2) olmak üzere diğer sera gazlarının miktarındaki önemli artış, çevre ve insan sağlığı için büyük bir tehdit haline gelmiştir (Javid ve Sharif 2016, Yurtkuran ve Terzi 2018).

İkinci dünya savaşının ardından teknolojide yaşanan gelişmeler tarım sektörünü de etkilemiştir. Makinalaşma, tarım ilaçları ve yapay gübrelerin yaygın kullanımı sebebiyle tarımsal üretim ve verimde artış yaşanmıştır. Fakat tarımda yaşanan bu gelişmeler diğer yandan çevre üzerinde ciddi anlamda sorunlara neden olmuştur. Modern tarımın talebi olan yüksek enerji girdisi, artan mekanizasyon ve dünya nüfusundaki artışa paralel olarak gıda üretimi için büyük ölçekli üretim politikaları tarımın çevre üzerindeki olumsuz etkilerini artırmıştır. Tarıma elverişli toprakların bu şekilde yoğun kullanımı toprak organik maddesinin azalmasına ve neticede daha zayıf bir toprak yapısı, daha az su tutma yeteneği ve düşük verimlilik anlamına gelmektedir. Tarımsal üretimi artırmak amaçlı kullanılan aşırı ve yanlış sulama yöntemleri, uygun olmayan teknikler, artan kimyasal gübre ve zirai ilaç kullanımı tarımın çevre üzerindeki olumsuz etkilerini kısır bir döngü haline getirmiştir. Tarımsal faaliyetlerde verimin artırılması için kullanılan kimyasal gübreler, hastalık ve zararlılara karşı mücadelede kullanılan zirai ilaçlar, bitkisel ve hayvansal üretimden kaynaklanan sera gazları dahil olmak üzere her türlü tarımsal faaliyet sonucu oluşan kirlilik "tarımsal kirlilik" olarak tanımlanmaktadır. Bu olumsuz etkiler çevreyi oluşturan en önemli unsurlar olan toprak, su ve hava üzerinde bariz bir şekilde görülmektedir (Zalidis ve ark. 2002, Ataseven 2010).

Tarımsal faaliyetlerin çevre üzerinde yarattığı sorunlar temel olarak iki gruba ayrılmaktadır. Birinci gruba, tarımsal faaliyetler sonucu sera gazı emisyonlarının atmosferik konsantrasyonlarındaki artış gibi küresel ölçekte olan sorunlar ikinci gruba ise daha çok bölgesel olan, yani ülkelerin kendi sınırları içerisinde oluşan sorunlar dahildir. Bu tip sorunlara, sulu tarım yapılan toprakların tuzlanması, yeraltı ve yüzey sularındaki

nitrat kirliliği, erozyon, toprak organik maddelerinin azalması vb. örnek gösterilebilir. Bu sorunlar ilk olarak gelişmiş ülkelerde tarımsal yoğunlaşmanın bir sonucu olarak 1970'li yıllardan başlayarak ortaya çıkmıştır. Aynı tip sorunlar ilerleyen yıllarda gelişmekte olan ülkelerde de gözlemlenmiştir (Mosier ve Kroeze 1998).

Tarımsal faaliyetlerin çevre üzerinde olumsuz etkilerini azaltmak için çevre dostu tarıma, bir diğer adıyla sürdürülebilir tarıma ihtiyaç vardır. Sürdürülebilir tarım, çevre ve tarım arasındaki dengeyi kurmak adına çok önemlidir. Sürdürülebilir tarım, sürdürülebilir kalkınmanın bir parçasıdır (Kük 2008).

Günümüzde sıkça duyduğumuz kavramlardan biriside sürdürülebilirlik kavramıdır. Bu kavram 1980`li yıllardan itibaren literatürde yaygın olarak kullanılmaya başlanılmıştır. Sürdürülebilirlik (Sustainability) kelimesi köken olarak Latincede "Sustinere" kelimesinden gelmekte ve sürdürmek, devam ettirmek, sağlamak ve var olmak gibi anlamlar ifade etmektedir (Onions 1964). Sürdürülebilirlik kavramı somut olarak 19. yüzyıl başlarında literatürde kullanılmaya başlanmış ve ilk olarak yenilenebilir kaynaklar olan tarım, orman ve balıkçılık gibi konularda ortaya çıkmıştır (Tıraş 2012). Sürdürülebilirlik kavramı, toplum tarafından kaynakların tümünün ihtiyatlı kullanılması olarak tanımlanmaktadır (Gladwin ve ark. 1995).

Sürdürülebilir kalkınmanın birçok tanımı mevcuttur. Bunlardan bazıları şöyledir: Sürdürülebilir kalkınma ilk olarak 1987 yılında Birleşmiş Milletler (BM) tarafından hazırlanmış Brundtland raporunda, halihazırdaki ihtiyaçları karşılamak için, gelecek nesillerinde ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak yapılan bir kalkınma olarak ifade edilmiştir. Dünya Bankasının 1989 yılında hazırladığı rapordaki tanıma göre ise, sürdürülebilir kalkınma, nesiller arası eşitliğin bir kriteri olarak gösterilmiştir. Dünya Vahşi Yaşam Fonu tarafından 1991 yılında yapılmış tanıma göre ise, sürdürülebilir kalkınma mevcut nüfusun yaşamını sürdürmesinin ve yaşam kalitesini artırmasının ekosistemlerin taşıma kapasitesi dahilinde yapılmasıdır (Mawhinney 2008).

Sürdürülebilir kalkınma ile ilgili yapılmış bütün tanımların ortak noktası, dünyanın doğal kaynaklarını dengeli şekilde kullanmak ve günümüzde olduğu kadar gelecek nesillerinde

bu kaynaklardan faydalanmasını sağlamaktır. Sürdürülebilir kalkınmanın üç boyutu vardır. Bunlar; ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlardır. Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için bu üç boyutunda dikkate alınması gerekmektedir (Tıraş 2012).

Son yıllarda çevre kirliliği ve bu kirliliğe neden olan faktörlerin tespit edilmesi literatürde yoğun bir şekilde tartışılmaktadır. Çevre kirliliğine neden olan faktörler arasında, özellikle sera gazı emisyonları üzerindeki negatif etkisinden dolayı tarım sektörü, enerji sektöründen sonra ikinci sırada gelmektedir. Literatür incelendiğinde enerji, sanayi ve hava kirliliğine neden olan diğer sektörlere kıyasla tarım sektörünün sera gazı emisyonları üzerindeki etkisini inceleyen araştırmaların az sayıda olduğu ve bu çalışmalarında çoğunluk olarak yakın tarihlerde yapıldığı görülmektedir.

Azerbaycan`da tarım ve çevre kirliliği ilgili literatüre bakıldığı zaman dünya genelinde olduğu gibi tarım ve çevre konusunda daha çok tarımın toprak ve su kaynakları üzerindeki etkisi ile ilgili yapılan çalışmalara rastlanmıştır. Tarımsal faaliyetlerin atmosfer veya sera gazı emisyonları üzerindeki etkisini inceleyen araştırmaların çok az sayıda olduğu ve bu araştırmaların da konuyla ilgili yalnız teorik bilgiler içerdiği görülmüştür. Literatürdeki bu boşluğu doldurmak ve katkıda bulunmak amacıyla Azerbaycan`da tarım ve sera gazı emisyonları arasındaki ilişkinin incelenmesi tez konusu olarak seçilmiştir.

Bu çalışmada tarım ve sera gazı emisyonları arasındaki ilişkinin incelenmesinin bir diğer nedeni, literatürdeki boşluğu doldurmanın yanı sıra, tarımın toprak ve su kaynakları üzerindeki olumsuz etkilerinden farklı olarak, sera gazı emisyonları üzerindeki negatif etkisinin hem ulusal hem de uluslararası düzeyde çevresel bir tehdit olmasıdır.

Bu konuda yapılan çalışmaların içeriğine bakıldığı zaman tarımın sera gazı emisyonu üzerindeki etkisini açıklayan değişkenlerin (bağımsız değişkenler) az sayıda seçildiği görülmektedir. Fakat bu az sayıda seçilmiş açıklayıcı değişkenler tarımsal faaliyetlerin sera gazı emisyonları üzerindeki tüm etkilerinin belirlenmesi için yeterli olmayabilir. Bu sebepten, araştırmada Azerbaycan`da tarım sektörü ile sera gazı emisyonları arasındaki ilişkinin incelenmesi için dört adet tarımsal girdi ve dört adet tarıma ait makro gösterge olmak üzere sekiz açıklayıcı değişken seçilmiştir.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ilk bölümü olan giriş bölümünde tezin konusu, amacı ve kapsamı ile ilgili bilgiler sunulmuştur.

İkinci bölümde hem tezin konusu hem de kullanılan yöntemlerle ilgili benzerlik teşkil eden daha önceden yapılmış çalışmalarla ilgili bilgiler sunulmuştur. Ardından Azerbaycan`da tarım yeri ve önemi hakkında bilgilere yer verilmiştir. Bölümün geri kalanında genel anlamda tarım-çevre ilişkilerine yer verilmiş ve bunun yanı sıra tarımın toprak ve su kaynakları üzerindeki etkileri ile ilgili de bilgiler sunulmuştur. Tez çalışmasının konusu olduğu için tarımsal faaliyetler ve sera gazı emisyonları arasındaki ilişkiler konusunda bilgiler daha derinlemesine araştırılmıştır. Ayrıca, bu bölümde sera gazı emisyonları üzerinde en çok etkisi olan tarımın alt sektörleri dünya ve Azerbaycan için incelenmiştir.

Araştırmanın üçüncü bölümü materyal ve yöntem kısmından oluşmaktadır. Bu bölümde zaman serilerinde durağanlığın belirlenmesi için birim kök testleri, seriler arasında ilişkinin varlığını ve yönünü tespit etmek için eşbütünleşme testleri ve değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin belirlenmesi için kullanılan nedensellik analizi ile ilgili ayrıntılı bilgilere yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde yöntem kısmında bahsi geçen testlerden elde edilen ampirik bulgular sunulmuştur. Elde edilen ampirik bulgular değerlendirilerek yorumlanmış ve bu konuda daha önce yapılmış çalışmaların sonuçları ile uyumlu olup olmadığı tartışılmıştır.

Tezin beşinci ve son bölümünde ise araştırmanın sonuçları değerlendirilerek bu doğrultuda uygulanması gereken politika ve önlemlerle ilgili önerilerde bulunulmuştur.

Yukarıda da bahsedildiği üzere, bu tez çalışmasının temel amacı Azerbaycan`da tarımsal faaliyetlerle sera gazı emisyonları arasındaki ilişkinin zaman serisi yöntemleri ile incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda sekiz açıklayıcı değişken seçilmiş ve bu değişkenler dört adet tarımsal girdi ve dört adet tarıma ait makro gösterge olmak üzere

iki grupta toplanmıştır. Sonuçta bu değişkenlerle tarımsal sera gazı emisyonları arasındaki ilişki farklı yöntemlerle incelenmiştir.

Hem çalışmanın amacı hem de modeline bağlı olarak iki ana hipotez ve her ana hipotez için dört alt hipotez oluşturulmuştur. Bunlar:

H1: Tarımsal girdi grubundaki değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilikisi vardır.
$H1_1$: Tarımsal enerji tüketimi tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarını artırır.
$H1_2$: Kimyasal gübre tüketimi tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarını artırır.
$H1_3$: Pestisit tüketimi tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarını artırır.
$H1_4$: Hayvan sayısındaki artışlar tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarını artırır.

H2: Tarımsal makro göstergeler grubundaki değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisi vardır.
$H2_1$: Tarımsal katma değerdeki artışlar tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarını artırır.
$H2_2$: Bitkisel üretim endeksindeki artışlar tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarını artırır.
$H2_3$: Hayvansal üretim endeksindeki artışlar tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarını artırır.
$H2_4$: Tarımsal ürünlerin ihracat değer endeksindeki artışlar tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarını artırır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Kaynak Araştırması

Drabo (2011) "Agricultural primary commodity export and environmental degredation: what consequences for population health?" başlıklı araştırmasında 1991-2009 zaman aralığında yüz on dokuz ülke için tarımsal emtia ihracatının çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Sonuçlar tarımsal emtia ihracatının tarım kaynaklı metan (CH_4) ve nitröz oksit (N_2O) emisyonlarını ve su kirliliğini artırdığını göstermektedir. Bunun yanı sıra, tarımsal ticaretten kaynaklanan bu çevresel bozulmanın insan sağlığını da negatif yönde etkilediğini bulmuştur.

Doğan (2016) Türkiye için 1968-2016 yılları arasında enerji kullanımı, tarım, GSYH, GSYH`nin karesi ve $CO_2$ emisyonu ilişkisini ARDL sınır testi yaklaşımı (Autoregressive Distributed Lag) kullanarak analiz etmiştir. Sonuçlar GSYH`nin hem uzun hem kısa dönemde karbon salınımı üzerinde önemli bir olumlu etkiye sahip olduğunu, tarımın ise her iki dönemde CO_2 emisyonu üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Rafig ve ark. (2016) "Agriculture, trade openness, and emission: an empirical analysis and policy options" adlı panel veri çalışmalarında tarımın, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketiminin CO_2 emisyonları üzerindeki etkisini 1980-2010 yıllarını baz alarak incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda yenilenebilir enerji ve tarımın CO_2 emisyonlarını azalttığı, yenilenemez enerji tüketiminin ise artırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Ben Jebli ve Ben Joussef (2017) "Renewable energy consumption and agriculture: evidence for cointegration and Granger casuality for Tunisian economy" adlı makalelerinde kişi başına düşen karbondioksit (CO_2) emisyonu, GSYİH, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi, ticari dışa açıklık oranı ve tarımsal katma değer arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişkileri araştırmışlardır. Bunun için vektör hata düzeltme modeli (VECM) ve Granger nedensellik testlerini kullanmışlardır. Sonuç olarak yenilenemez enerji, ticaret ve tarımsal katma değerin CO_2 emisyonlarını artırdığını, yenilenebilir

enerjinin ise azalttığını tespit etmişlerdir. Bir diğer sonuç ise araştırma konusu olan dönem için Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezinin desteklenmediğidir.

Ben Jebli ve Ben Joussef (2017) "The role of renewable energy and agriculture reducing CO_2 emission: Evidence for North Africa countries" adlı çalışmalarında 1980-2011 dönem aralığı için Kuzey Afrika'da bulunan beş ülke için GSYİH, yenilenebilir enerji tüketimi, tarımsal katma değer ve karbondioksit (CO_2) emisyonları arasındaki bağlantıları incelemişlerdir. Araştırmalarında panel eşbütünleşme teknikleri ve Granger nedensellik testlerini kullanmışlardır. Granger nedensellik testinin sonuçlarına göre tarımsal katma değerle CO_2 emisyonları arasında kısa ve uzun vadeli çift yönlü nedensellik ilişkisi vardır. Ayrıca uzun vadede tarımsal katma değerdeki artış araştırmanın konusu olan beş ülkenin her biri için CO_2 emisyonlarını azaltmaktadır. Bir diğer bulgu ise ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO_2 emisyonlarının artırmasıdır.

Liu ve ark. (2017a) "The impact of renewable energy and agriculture on carbon dioxide emissions: Investigating the environmental Kuznets curve in four selected ASEAN countries" isimli çalışmalarında seçilmiş dört ASEAN ülkesi için (Endonezya, Malezya, Filipinler ve Tayland) kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi, tarımsal katma değer ve CO_2 emisyonları arasındaki ilişkiyi 1970-2013 yıllarını kapsayan dönem için incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçları seçilen ülkelerde ters U-şekilli ÇKE hipotezini desteklememektedir. Yenilenebilir enerji tüketimi ve tarımsal katma değerdeki artışlar ise karbondioksit emisyonlarını azaltmaktadır.

Liu ve ark. (2017b) "The nexus of renewable energy-agriculture-environment in BRICS" adlı bir diğer çalışmalarında BRICS (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika Cumhuriyeti) ülkeleri için 1992-2013 dönemi verilerini kullanarak kişi başına düşen yenilenebilir ve yenilenemez enerji, tarım ve CO_2 emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yapılan test sonuçları yenilenebilir enerji tüketiminin CO_2 emisyonları üzerinde negatif etkisinin olduğunu, yenilenemez enerji ve tarımın ise CO_2 emisyonlarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Sarkodie ve Owusu (2017) "The relationship between carbon dioxide, crop and food production index in Ghana: By estimating the long-run elasticities and variance decomposition" adlı çalışmalarında Gana`da 1960-2013 dönemi için karbondioksit emisyonları ile hayvansal ve bitkisel üretim endeksleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmadan elde edilen kanıtlar, uzun vadede bitkisel üretim endeksindeki %1`lik bir artışın CO_2 emisyonlarını %0,52, hayvansal üretim endeksindeki %1`lik bir artışın ise %0,81 artırdığını göstermektedir. Granger nedensellik testinin sonuçlarına göre ise, CO_2 emisyonları ile bitkisel üretim endeksi arasında çift yönlü, hayvansal üretim endeksiyle ise tek yönlü nedensellik ilişkisi vardır.

Appiah ve ark. (2018) "Casual relationship between agricultural production and carbon dioxide emission in emerging economies" adlı çalışmalarında 1971-2013 dönemini kapsayan yıllık verileri kullanarak seçilen gelişmekte olan ekonomilerde (Brezilya, Hindistan, Çin, Güney Afrika) tarımsal üretim ile karbondioksit emisyonları arasındaki nedensel ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırmada değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkilerinin tahmininde FMOLS (Fully Modified Ordinary Least. Squares) ve DOLS (Dynamic Ordinary Least Squares) uzun dönem tahmincileri kullanılmıştır. Ampirik analizin sonuçları ekonomik büyümenin, bitkisel ve hayvansal üretimin karbondioksit emisyonlarını arttırdığını, enerji tüketimi ve nüfusun ise azalttığını göstermektedir.

Gökmenoğlu ve Taşpınar (2018) Pakistan için 1971-2014 yılları arasında enerji kullanımının, tarımsal katma değerin, kişi başına gayri safi yurtiçi hasılanın (GSYİH) ve kişi başına GSYİH`nin karesinin $CO_2$ emisyonu üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada Toda-Yamamoto nedensellik testi ve FMOLS yöntemi kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre GSYİH`nin CO_2 emisyonları üzerinde elastik olumlu etkisi olduğunu, enerji kullanımı ve tarımsal katma değerin ise elastik olmayan pozitif etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Ghosh (2018) "Carbon dioxide emission, energy consumption in agriculture: a causality analysis for India" adlı makalesinde 1971-2013 yılları arasında Hindistan'da kısa ve uzun vadede CO_2 emisyonları, enerji tüketimi, tarımsal katma değer ve finansal gelişme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Sonuç olarak tarımın çevre kirliliğinin önemli bir

belirleyicisi olduğu, enerji tüketiminin de hem kısa hem de uzun vadede CO_2 emisyonlarına önemli katkıda bulunduğu belirlenmiştir.

Hongdou ve ark. (2018) "Existing agricultural ecosystem in China leads to environmental pollution: an econometric approach" isimli çalışmalarında 1960-2014 dönemi için yıllık verileri kullanarak tarımsal ekosistemin Çin`de çevre kirliliği üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Ekonometrik analiz için birim kök testi, Johansen eşbütünleşme testi, Granger nedensellik testi ve vektör hata düzeltme modeli dahil olmak üzere çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Sonuçlar, kimyasal gübre tüketimi, hayvan sayısı, çeltik alanı, tahıl üretimi, anız yakımı ve tarımsal GSYİH`nın uzun dönemde CO_2 emisyonları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif etkisinin olduğunu göstermektedir.

Ismael ve ark. (2018) "Agricultural technologies and carbon emission: evidence from Jordanian economy" adlı makalelerinde Ürdünde 1970-2014 zaman aralığında seçilmiş bazı tarımsal faktörlerin karbon emisyonları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada Johansen eşbütünleşme testi ve Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen kanıtlar tarımda kullanılan traktör sayısı, tarımsal sübvansiyonlar ve gübre kullanımından karbon emisyonlarına doğru tek yönlü nedenselliğin olduğunu, GSYİH ve karbon emisyonları arasında ise çift yönlü nedenselliğin olduğunu göstermektedir.

Ronaghi ve ark. (2018) "The impact of agricultural sector in developing countries that produce natural gas on greenhouse gas emission" adlı araştırmalarında 2006-2015 dönem aralığında doksan dört ülke için tobit modelinin yardımı ile tarımsal katma değer, tarımsal ithalat ve ihracat, tarımda kimyasal gübre kullanımı ve tarım arazilerinin karbondioksit emisyonları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmanın sonuçları kimyasal gübre kullanımı ve tarımsal ihracatın CO_2 üzerinde pozitif etkisinin olduğunu, fakat tarımsal katma değer, tarımsal ithalat ve tarım arazilerinin ise CO_2 emisyonları üzerinde negatif etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Ullah ve ark. (2018) "Does agricultural ecosystem cause environmental pollution in Pakistan? Promise and menace" adlı çalışmalarında Pakistanda 1972-2014 dönemi için

tarımsal ekosistem ve CO_2 emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bu araştırmada Johansen eşbütünleşme analizi, ARDL yaklaşımı ve Granger nedensellik analizi kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçları anız yakımı, kimyasal gübre kullanımı, hayvan sayısı ve tarımsal makinaların CO_2 emisyonları üzerinde pozitif yönde etkisinin olduğunu göstermektedir.

Waheed ve ark. (2018) "Forest, agriculture, renewable energy, and CO_2 emission" adlı makalelerinde 1990-2014 dönemi için Pakistan da yenilenebilir enerji, tarım ve ormanların karbondioksit (CO_2) emisyonu üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak uzun vadede yenilenebilir enerji tüketimi ve ormanların CO_2 emisyonu üzerinde olumsuz aynı zamanda önemli etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Bu da yenilenebilir enerji tüketimini ve orman alanını arttırarak CO_2 emisyonlarının azaltılabileceğini göstermektedir. Buna karşılık, tarımsal üretimin karbondioksit emisyonlarını uzun vadede olumlu ve önemli ölçüde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Agboola ve Bekun (2019) "Does agricultural value-added induce environmental degredation? Empirical evidence from an agrarian country" adlı çalışmalarında 1981-2014 dönemine ait yıllık verileri kullanarak Nijerya'da tarımla çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Nijerya'da 1981-2014 dönemi için ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu, enerji tüketiminin çevresel bozulma üzerinde elastik pozitif etkisinin olduğu, tarımsal katma değerin ise elastik olmayan pozitif etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Doğrudan yabancı yatırımların Nijerya'da karbondioksit emisyonlarını azaltmaya yardımcı olduğunu bulunmuşdur.

Ali ve ark. (2019) "Analysis of the nexus of CO_2 emission, economic growth, land under cereal crops and agricultural value-added in Pakistan using an ARDL approach" adlı çalışmalarında 1961-2014 yıllarını baz alarak GSYİH, tarımsal katma değer ve tahıl bitkileri altındaki arazinin CO_2 emisyonları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmada yöntem olarak ADF ve PP birim kök testleri, Johansen eşbütünleşme testi, ARDL sınır testi ve Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Analiz sonuçları hem kısa hem de uzun vadede değişkenler arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Uzun vadeli sonuçlar tarımsal katma değer ve tahıl bitkileri altındaki araziler ile CO_2

emisyonları arasında olumlu ve anlamsız bir ilişki olduğunu göstermektedir. GSYİH ile karbon emisyonları arasında ise kısa vadede negatif ve istatistiksel olarak önemsiz bir ilişki bulunmuştur.

Balogh (2019) "Agriculture-spesific determinants of carbon footprint" başlıklı çalışmasında yüz otuz üç ülke için elli iki yıllık (1961-2013) zaman aralığında tarımsal ekosistemle karbon ayak izi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada panel birim kök testi ve en küçük kareler tahmin yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçları ekilebilir arazi, traktör sayısı, gübre kullanımı ve tarımsal ihracatın karbon ayak izi üzerinde olumlu ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

Burakov (2019) Rusya için 1990-2016 yıllarını kapsayan dönem aralığında enerji tüketimi, GSYİH, GSYİH`nin karesi ve tarımın GSYİH içindeki payının $CO_2$ emisyonu üzerindeki etkisini ÇKE hipotezi modeli aracılığı ile incelemiştir. Değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem ilişkileri tahmin etmek için çalışmada ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. Tarım sektörünün Rusya`da karbondioksit emisyonunun istatistiksel olarak anlamlı bir belirleyicisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Doğan (2019) "The impact of agriculture on CO_2 emissions in China" başlıklı çalışmasında 1971-2010 yıllarını kapsayan yıllık verileri kullanarak tarımsal üretim ile karbondioksit (CO_2) emisyonu arasındaki uzun vadeli ilişkiyi ampirik olarak analiz etmiştir. CO_2 emisyonları ve tarım arasında uzun vadeli ilişkinin varlığını belirlemek için ARDL sınır testi yaklaşımını kullanmıştır. Sonuçların güvenirliğini arttırmak için ise eş-bütünleşme metotlarından olan FMOLS, DOLS ve CCR yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları tarım sektörünün Çin`in uzun vadeli CO_2 emisyonlarını arttırdığı yönündedir.

Doğan ve Saçlı (2019) "Contribution of livestock to CO_2 emission in D-8 (Developing 8) countries: an empirical analyse of panel data" adlı araştırmalarında D-8 ülkelerinde 1990-2017 yılları arasında sığır, koyun ve kümes hayvanlarının CO_2 emisyonları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Değişkenler arasında nasıl bir ilişkinin olduğunu belirlemek için ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. Sonuçlar sığırlar ve kümes hayvanlarından CO_2

emisyonlarına doğru pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olduğunu, koyunlardan ise karbondioksit emisyonlarına doğru pozitif fakat istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir ilişkinin olduğunu göstermektedir

Mahmood ve ark. (2019) "Agriculture development and CO_2 emissions nexus in Saudi Arabia" adlı çalışmalarında GSYİH, GSYİH`nın karesi, tarım ve enerji tüketiminin CO_2 emisyonları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak tarım sektörü CO_2 emisyonları üzerinde olumsuz ve anlamlı bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. GSYİH ile kişi başına düşen CO_2 emisyonları arasında ters-U şekilli bir ilişki bulunmuştur. Dolayısıyla, araştırılan dönem için ÇKE hipotezinin geçerliliği doğrulanmıştır.

Ngarava ve ark. (2019) "Achieving food security in a climate change environment considerations for environmental Kuznets curve use in the South African agricultural sector" başlıklı çalışmalarında çevresel Kuznets eğrisi bağlamında 1990-2012 dönemi için Güney Afrika ülkelerinde tarımsal gelir, tarımda kullanılan elektrik ve kömür tüketimi ile tarım kaynaklı CO_2 emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Sonuçlar hem tarımsal gelirin hem de tarımsal faaliyetlerde kullanılan elektrik ve kömür tüketiminin CO_2 emisyonları üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

Parajuli ve ark. (2019) "Incorporating forests, agriculture, and energy consumption in the framework of the Environmental Kuznets Curve: a dynamic panel data approach" adlı çalışmalarında seksen altı ülke için CO_2 emisyonları, ormanlık alan, tarımsal alan ve enerji tüketimi arasındaki bağları incelemişlerdir. Çalışmadan elde edilen kanıtlar enerji tüketimi ve tarımsal alanların CO_2 emisyonlarını pozitif yönde, ormanlık alanların ise negatif yönde etkilediğini göstermektedir. Fakat, sonuçlar bölgelere göre farklılıklar göstermektedir.

Qiao ve ark. (2019) "The greenhouse effect of the agriculture-economic growth-renewable energy nexus: Evidence from G20 countries" adlı çalışmalarında G20 ülkeleri için 1990-2014 yıllarını kapsayan dönemde yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme, tarım

ve CO_2 emisyonu ilişkisini test etmişlerdir. Çalışmada panel birim kök testi ve FMOLS eş-bütünleşme testi kullanılmıştır. Yapılan test sonuçlarına göre tarım G20 ülkelerinde CO_2 emisyonlarını önemli ölçüde arttırmakta, yenilenebilir enerji tüketimi ise azaltmaktadır.

Rehman ve ark. (2019) "The causal connection between CO_2 emissions and agricultural productivity in Pakistan: empirical evidence from an autoregressive distributed lag bounds testing approach" adlı makalelerinde 1987-2017 dönemi için Pakistan`da GSYİH, ekilebilir arazi ve gübre tüketiminin CO_2 emisyonları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada ARDL sınır testi tekniği uygulanmıştır. Araştırmanın sonucu GSYİH, ekilebilir arazi ve gübre tüketiminin karbondioksit emisyonları üzerinde pozitif ve anlamlı etkisinin olduğunu göstermektedir.

Zandi ve Haseeb (2019) "The impotance of green energy consumption and agriculture in reducing environmental degradation: evidence from sub-Saharan African countries" adlı araştırmalarında otuz beş sahra altı Afrika ülkesinin panel verilerini kullanarak yenilenebilir enerji, ekonomik küreselleşme ve tarımsal üretimin çevresel bozulma üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Yöntem olarak, Westerlund, Pedroni, Kao eşbütünleşme testleri ve FMOLS, DOLS panel nedensellik testleri kullanılmıştır. Sonuçlar yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel bozulma üzerinde negatif etkisi olduğunu, ekonomik küreselleşme ile tarımsal üretimin ise çevresel bozulma üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkisi olduğunu desteklemektedir.

Ali ve ark. (2020) "The causal relationship between agricultural production economic growth, and energy consumption in Ghana" adlı makalelerinde Gana`da tarımsal üretim ve tarımsal enerji tüketiminin karbondioksit emisyonları üzerinde nasıl bir etki yarattığını araştırmıştır. Zaman aralığı olarak 1975-2014 dönemi, yöntem olarak ARDL sınır testi ve Granger nedensellik testlerini kullanmışlardır. Sonuç olarak, uzun dönemde bitkisel ve hayvansal üretim endeksi ve tarımsal enerji tüketiminin CO_2 emisyonları üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu bulunmuştur. Granger nedensellik testinin sonuçları ise bitkisel ve hayvansal üretim endeksi ve tarım kaynaklı enerji

tüketimi ile karbondioksit emisyonları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu göstermektedir.

Aydoğan ve Vardar (2020) "Evaluating the role of renewable energy, economic growth, and agriculture on CO_2 emission in E7 countries" adlı çalışmalarında 1990-2014 yılları arasında E7 ülkeleri için (Brezilya, Çin, Hindistan, Endonezya, Meksika, Rusya ve Türkiye) CO_2 emisyonu, ekonomik büyüme, tarımsal katma değer, yenilenebilir enerji ve yenilenemez enerji tüketimi arasındaki dinamik bağlantıları incelemişlerdir. Çalışmada eşbütünleşme ilişkisi için Pedroni ve Kao eşbütünleşme testleri ve panel OLS (Ordinary Least Squares), DOLS ve FMOLS tahmincileri kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda GSYİH, tarımsal katma değer ve yenilenemez enerji tüketimi ile CO_2 emisyonları arasında pozitif, yenilenebilir enerji tüketimi ve GSYİH`nın karesi ile CO_2 emisyonları arasında ise negatif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Balogh (2020) "The role of agriculture in climate change: a global perspective" adlı çalışmasında 1961-2017 dönemi için yüz elli dokuz ülkede tarımsal katma değer, tarımsal ihracat, pirinç ve çeltik ekim alanı, anız yakımı ve hayvan sayısının tarım kaynaklı sera gazı emisyonları üzerindeki etkisini incelemiştir. Regresyon analizinin sonuçları araştırmada kullanılan bütün değişkenlerin tarımsal CO_2 üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Anız yakımı, hayvancılık ve çeltik üretiminin tarımsal sera gazı emisyonları üzerindeki etkisi diğer değişkenlere kıyasla daha güçlüdür.

Chandio ve ark. (2020) "Dynamic relationship among agriculture-energy-forestry and carbon dioxide (CO_2) emissions: emprical evidence from China" adlı makalelerinde Çinde 1990-2016 yıllarını baz alarak orman alanı, tarımsal enerji tüketimi, bitkisel ve hayvansal üretim ve CO_2 emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bu çalışmada ARDL sınır testi yaklaşımı ve ek olarak eş-bütünleşme metotlarından FMOLS ve CCR testi, nedensellik ilişkisi için ise Granger nedensellik analizi kullanılmıştır. Sonuç olarak hem kısa hem de uzun vadede bitkisel ve hayvansal üretimin CO_2 emisyonları üzerinde pozitif ve anlamlı, tarımsal enerji tüketimi ile orman alanlarının ise CO_2 emisyonları üzerinde negatif etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Granger nedensellik testi

sonuçlarına göre ise bitkisel üretim, tarımda enerji tüketimi ve orman alanından CO_2 emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Çetin ve ark. (2020) "Tarım sektörünün çevre kirliliği üzerindeki etkisi: Türkiye ekonomisi için bir eşbütünleşme ve nedensellik analizi" adlı çalışmalarında Türkiye'de tarım sektörünün çevresel bozulmayı nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Çalışmada bağımsız değişkenler olarak tarımsal katma değer, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji kullanılmıştır. Sonuç olarak araştırma konusu olan dönem için Türkiye'de Kuznets eğrisi hipotezinin geçerli olduğu, tarımsal katma değer ve yenilenebilir enerjinin ise uzun dönemde CO_2 emisyonlarını azalttığı tespit edilmiştir.

Eyüboğlu ve Uzar (2020) "Examining the roles of renewable energy consumption and agriculture on CO_2 emission in lucky-seven countries" adlı makalelerinde yedi ülke için (Kolombiya, Hindistan, Endonezya, Kenya, Malezya, Meksika ve Polonya) yenilenebilir enerji tüketimi ve tarımın CO_2 emisyonları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Zaman aralığı olarak 1995-2014 dönemi seçilmiştir. Araştırmada Johansen-Fisher ve Westerlund eşbütünleşme testleri ve değişkenler arasındaki ilişkilerin yönünü ve etkisini görebilmek için VECM analizi kullanılmıştır. Sonuç olarak yedi ülke için tarımın CO_2 emisyonlarını artırıcı faktör, yenilenebilir enerji tüketiminin ise azaltıcı faktör olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Koshta ve ark. (2020) "Foreign trade, financial development, agriculture, energy consumption, and CO_2 emission: testing EKC among emerging economies" adlı makalelerinde seçilen gelişmekte olan ekonomiler için (on iki ülke) CO_2 emisyonu, GSYİH, finansal gelişme, tarımsal katma değer, dış ticaret, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi arasındaki nedensel ilişkileri araştırmışlardır. Zaman aralığı olarak 1990-2014 dönemi seçilmiştir. Araştırmada DOLS ve FMOLS yöntemleri ve Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular yenilenebilir enerji tüketimi, dış ticaret ve tarımsal katma değerin CO_2 emisyonları üzerinde negatif, yenilenemez enerji tüketiminin ise pozitif etkisi olduğunu göstermektedir.

Leitao ve Balogh (2020) “The impact of energy consumption and agricultural production on carbon dioxide emission in Portugal” başlıklı çalışmalarında 1960-2015 dönemi için Portekizde tarımsal çıktıların (bitkisel ve hayvansal üretim endeksi ve tarım arazileri) CO_2 emisyonlarını nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Çalışmada ARDL sınır testi ve Granger nedensellik testleri kullanılmıştır. ARDL sınır testinin sonuçları her üç tarımsal çıktının çevre kirliliği üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Granger nedensellik testinin sonuçlarına göre ise bitkisel üretim endeksi ile CO_2 emisyonları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi, hayvansal üretim endeksi ve tarım arazisi değişkeninden CO_2 emisyonlarına doğru ise tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Wang ve ark. (2020) “Globalization and carbon emission: Is there any role of agricultural value-added, financial development, and natural resource rent in the aftermath of COP21?” adlı araştırmalarında 1996-2017 dönemi için G7 ülkeler grubunda (Almanya, Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Birleşik Krallık, Fransa, İtalya, Japonya ve Kanada) ekonomik küreselleşme, finansal gelişme, tarımsal katma değer ve doğal kaynakların CO_2 emisyonları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Ampirik bulgular ekonomik küreselleşme, finansal gelişme ve doğal kaynakların karbon emisyonlarını artırdığını göstermektedir. Bunun aksine tarımsal katma değer karbon emisyonlarını azaltmaktadır.

Ali ve ark. (2021) “Does the prevailing Indian agricultural ecosystem cause carbon dioxide emission? A constant towards risk education” adlı çalışmalarında 1990-2014 dönemi için Hindistan`da tarımsal ekosistemin CO_2 emisyonları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmada Johansen ve ARDL eşbütünleşme testi ve Granger nedensellik testleri kullanılmışlardır. ARDL sınır testinin sonuçları anız yakımı, toplam pestisit kullanımı ve hayvan sayısındaki artışların CO_2 emisyonları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Ayrıca, tarımda kullanılan traktör sayısı, toplam pestisit tüketimi, toprağa uygulanan hayvan gübresi ve anız yakımından CO_2 emisyonlarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Ayyıldız ve Erdal (2021) “The relationship between carbon dioxide emission and crop and livestock production indexes: a dynamic common correlated effects approach” adlı makalelerinde 1998-2014 dönemi için yüz seksen dört ülkede bitkisel üretim endeksi,

hayvansal üretim endeksi ve CO_2 emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Ülkeler düşük gelirli ülkeler, düşük orta gelirli ülkeler, yüksek orta gelirli ülkeler ve yüksek gelirli ülkeler olarak dört kategori altında sınıflandırılmıştır. Çalışmada yöntem olarak Ortak İlişkili Etkiler Modeli (Common Corelated Effects) kullanılmıştır. Sonuçlar, bitkisel üretim endeksindeki %1`lik artışın sadece düşük orta gelirli ülkelerde $CO_2$ emisyonu üzerinde pozitif etkisi olduğunu, hayvansal üretim endeksindeki %1`lik artışın ise düşük gelirli ülkeler hariç bütün ülke gruplarında CO_2 emisyonlarını artırdığını göstermektedir.

2.2. Azerbaycan`da Tarım Sektörünün Yeri ve Önemi

Tarım genel anlamda toprak ve tohum kullanarak bitkisel ve hayvansal ürünler üretmek ve bu üretilen ürünlerin farklı aşamalarda değerlendirilmesi anlamına gelmektedir. Daha büyük bir çerçevede bakarsak tarım, toplumun beslenmesi için gerekli bitkisel ve hayvansal ürünleri elde etmek amacıyla belirli bir biyolojik ve sosyo ekonomik ortamda girişilen faaliyetler bütünüdür. Önümüzdeki yıllarda dünya nüfusunda beklenen artışlar ve dünya genelinde insanların beslenme alışkanlıklarındaki değişiklikler tarımı dünyanın en önemli stratejik sektörlerden biri haline getirmektedir (Uzundumlu 2012).

Tüm ülkelerde olduğu gibi Azerbaycan`da da tarım sektörü ülke ekonomisine çeşitli şekillerde katkıda bulunmaktadır. Bunlardan;

- Tarımın nüfusa katkısı,
- Tarımın işgücüne katkısı,
- Tarımın toplumun beslenmesine olan katkısı
- Tarımın GSYİH`ya katkısı ve
- Tarımın dış ticarete olan katkısı ön plana çıkmaktadır.

Çalışmanın bu kısmında tarım sektörünün Azerbaycan ekonomisine olan önemli katkılarından bahsedilecektir.

2.2.1. Tarımın nüfusa katkısı

Nüfus, belirli bir zamanda sınırları belirli bir bölgede yaşayan birey sayısıdır. Nüfus hem ülke ekonomisindeki tüm sektörler için işgücü kaynağını oluşturmakta hem de bu sektörlerde üretilen mal ve hizmetlere talep oluşturmaktadır (Kıral ve Akder 2000).

1900`lerden başlayarak dünya genelinde sanayileşme ile ilgili olarak kırsal nüfusun azalması ve buna karşılık kentsel nüfusun artması belirginleşmiştir. Araştırmalarada kırsal ve kentsel nüfus ile ilgili yapılan tanımlamalar daha çok yerleşmelerin tanımlanması ve bu yerleşmelerde ikamet eden nüfusun kırsal ve kentsel olarak kabul edilmesi esasına dayanır. Yani kırsal ve kentsel nüfus yerleşme yerinin kırsal veya kent olarak kabul edilmesine bağlı olarak belirlenir. Yerleşmelerin kırsal veya kentsel olarak kabul edilmesinde kullanılan kriterler de araştırmacılara göre değişmektedir. Bu kriterlere nüfus miktarı, ekonomk faaliyetler ve nüfus yoğunluğu örnek gösterilebilir (Uzundumlu 2012).

Azerbaycan için 1990-2020 yılları arasında kırsal ve kentsel nüfus oranlarına bakıldığı zaman bu oranların bir birine çok yakın olduğu fakat bu otuz yıllık süre zarfında kentsel nüfusun her zaman kırsal nüfusdan daha fazla olduğu görülmektedir (Çizelge 2.1). Genel olarak bakıldığı zaman ise 1990-2020 yılları arasında Azerbaycanın kırsal nüfusunda artış (%2,6), kentsel nüfusunda ise azalma yaşanmıştır (%2,2).

Çizelge 2.1. Yıllar itibari ile Azerbaycan nüfusu

Sayım yılları	Toplam nüfus	Kırsal nüfus	Kırsal nüfus oranı (%)	Kentsel nüfus	Kentsel nüfus oranı (%)
1990	7 131 900	3 284 600	46.05	3 847 300	53.94
1995	7 643 500	3 637 900	47.60	4 005 600	52.40
2000	8 032 800	3 925 500	48.87	4 107 300	51.13
2005	8 447 400	4 024 000	47.64	4 423 400	52.36
2010	8 997 600	4 222 700	46.93	4 774 900	53.07
2015	9 593 000	4 494 700	46.85	5 098 300	53.15
2020	10 067 100	4 755 100	47.23	5 312 000	52.77

Kaynak: Anonim 2021a

2.2.2. Tarımın işgücüne katkısı

İşgücü makroekonomik değişmelerin tümü ile yakın ilişki içerisinde olan bir kavramdır. Bu sebepten, ekonomiden hem yüksek düzeyde etkilenen hem de ekonomiyi etkileyen bir faktör olarak yer alır. İşgücü, nüfusun üretimde etkin olan bölümüdür (Bayramoğlu ve Bozdemir 2020). Azerbaycan`da tarım sektörüne istihdam yönüyle baklıdığı zaman ülke ekonomisine önemli bir katkı sağladığı görülmektedir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Ekonomik yönden aktif nüfusun sektörel dağılışı (%)

Yıllar	Sanayi	Tarım	İnşaat	Nakliye ve depolama	Bilgi ve iletişim	Diğer
2008	7,5	38,2	5,4	4,3	0,8	43,8
2009	7,3	38,1	5,4	4,3	0,8	44,1
2010	7,1	38,2	6,6	4,1	1,3	42,7
2011	7,0	37,9	7,1	4,1	1,3	42,6
2012	7,0	37,7	7,2	4,1	1,3	42,7
2013	7,1	37,1	7,2	4,1	1,3	43,2
2014	7,0	36,7	7,3	4,0	1,3	43,7
2015	6,8	36,4	7,2	4,2	1,3	44,1
2016	7,1	36,3	7,2	4,2	1,3	43,9
2017	7,2	36,4	7,2	4,2	1,3	43,7
2018	7,4	36,3	7,3	4,2	1,3	43,5
2019	7,4	36,0	7,4	4,2	1,3	43,7

Kaynak: Anonim 2021a

Çizelge 2.2`ye bakıldığında tarım sektörünün Azerbaycan`da toplam istihdam içinde en yüksek paya sahip olduğu görülmektedir. Tarım sektöründen sonra sırasıyla sanayi ve inşaat sektörü gelmektedir. 2008-2019 yılları arasında tarım sektörünün toplam işgücü istihdamı içindeki payında %6`lık bir azalma olmasına rağmen istihdam yönünden diğer sektörler arasındaki birinciliğini korumuştur (Anonim 2021a). Aslında ekonomik gelişim sürecinde tarım sektörünün istihdama katkısının diğer sektörler lehine azalması arzu edilen bir durumdur. Burada önemli olan nokta tarım dışı sektörlerde yaratılan yeni istihdam olanakları ve tarım sektörünün işgücüne yaptığı katkıların niteliğidir. Tarımdaki istihdamın sanayi ve hizmet sektörüne kayması ülke ekonomisindeki kalkınmayı etkilemektedir (Uzundumlu 2012).

2.2.3. Toplumun beslenmesine olan katkısı

Azerbaycan`da 2019 yılı itibari ile 1,7 milyon hektar ekim alanının %62,4`nü tahıllar ve baklagiller oluştururken, %7,6`sını endüstri bitkileri, %8,6`sını patates, sebze ve bostan bitkileri ve %21,4`nü ise yem bitkileri oluşturmaktadır (Anonim 2021a). Azerbaycan`da yetiştirilen önemli tarla bitkilerinin ekim alanları, üretim miktarları ve hektara verimleri Çizelge 2.3`de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Bazı önemli tarla bitkilerinin ekim alanı, üretim ve verim durumu

Üretim yapılan alan (1000 ha)							
Yıllar	Tahıllar ve baklagiller	Patates	Sebze	Bostan bitkileri	Pamuk	Ş. Pancarı	Ayçiçeği
1990	583,4	23,8	41,8	9,1	263,9	-	-
1995	609,4	16,0	27,6	5,8	210,4	-	-
2000	648,2	52,5	56,8	26,8	101,2	2,5	4,3
2005	802,3	70,7	79,0	30,1	112,4	3,0	11,1
2010	968,0	65,8	81,1	31,9	30,2	8,5	9,1
2015	952,1	61,0	77,2	27,9	18,7	4,9	10,7
2019	1072,3	57,0	69,4	21,4	100,1	7,3	16,6
Toplam üretim (1000 ton)							
1990	1413,6	185,2	856,2	675	542,9	-	-
1995	921,4	155,5	424,1	41,9	274,1	-	-
2000	1540,2	469,0	780,8	261,0	91,5	46,7	3,8
2005	2126,7	1083,1	1127,3	363,8	196,6	36,6	16,1
2010	2000,5	953,7	1189,5	433,6	38,2	251,9	15,6
2015	2999,4	839,8	1275,3	484,5	35,2	184,3	18,4
2019	3538,5	1004,2	1714,7	447,6	295,3	218,5	33,7
Verim (ton/ha)							
1990	2,4	7,8	20,0	7,4	2,1	-	-
1995	1,5	9,7	15,7	7,3	1,3	-	-
2000	2,4	8,4	13,3	9,8	0,9	21,0	1,0
2005	2,7	14,9	14,0	12,1	1,8	13,2	1,5
2010	2,1	14,5	14,2	13,7	1,3	30,4	1,7
2015	3,2	13,6	15,8	17,4	1,9	38,0	1,8
2019	3,2	16,9	17,6	20,9	3,0	32,8	2,2

Kaynak: Anonim 2021a

Çizelge 2.3 incelendiğinde Azerbaycan`da 1990-2019 yılları arasında pamuk dışında tüm bitkilerde ekim alanı, üretim miktarı ve verimlilikde yüksek oranlarda artış olduğu görülmektedir. Dünya genelinde olduğu gibi Azerbaycan`da da bitkisel üretimin ana kaynağını tahıllar oluşturmaktadır. Tahıllar hem insan ve hayvan varlığının beslenmesindeki önemli yeri hem de sosyo ekonomik ve ekolojik önemi nedeni ile

Azerbaycan tarımında vazgeçilmez biri ürün grubudur. Tahıllar grubunda ekim alanının büyüklüğüne göre ilk sırada buğday ve arpa bitkisi gelmektedir. Tahıllar ve baklagiller grubunda 1990-2019 yılları arasında ekim alanında %84, üretim miktarında %150 ve hektar başına verimlilikde ise %33 oranında önemli bir artış olmuştur. 2019 yılında Azerbaycan`da tahıl üretimi yaklaşık 3,5 milyon ton olmuştur. Bu ise toplam yurtiçi talebin %67,3`ü kadardır. Tahıllar grubunda en yüksek yeterlilik derecesi %100,2 ile arpada gerçekleşmiştir. Yeterlilik derecesine göre arpadan sonra sırasıyla mısır (%80,0) ve buğday (%57,2) gelmektedir. Baklagiller grubunda yeterlilik oranı %76,1 olmuştur.

Patates, sebze ve bostan bitkilerinde de ekim alanı, üretim ve hektar başına verimlilikte 1990-2019 yılları arasında sürekli artan bir ivmeyle yükseliş görülmektedir. Bu yükseliş patates üretiminde %443, sebze tarımında %100 ve bostan bitkileri üretiminde ise %563 oranında olmuştur. 2019 yılı itibari ile patateste yeterlilik derecesi %88, sebze tarımında %112, bostan bitkilerinde ise %101 civarında olmuştur.

Endüstri bitkileri içerisinde ekim alanının büyüklüğüne göre pamuk, şeker pancarı ve ayçiçeği ilk sıralarda gelmektedir. Pamuk üretimi Sovyetler Birliği döneminde yıllık üretim olarak 1 milyon tona kadar yükselmiştir. Fakat Çizelge 2.3`de görüldüğü üzere 1990 yılından itibaren pamuk üretiminde bir düşüş başlamış ve son olarak 2015 yılında pamuk üretimi 35 bin tona kadar gerilemiştir. Son yıllarda özellikle pamukta uygulanan destekleme politikaları sonucu pamuk üretimi 2019 yılı itibari ile yaklaşık olarak 300 bin tona yükselmiştir. Şeker pancarı ve ayçiçeği üretimi ise 2000 yılından itibaren yaygın şekilde yapılmaya başlamıştır. Fakat kısa sürede hem şeker pancarı hem de ayçiçeği üretimi yüksek oranda artmıştır. 2000-2019 yılları arasında şeker pancarı üretiminde %368, ayçiçeği üretiminde ise %787 oranında artış olmuştur.

Hayvancılık sektörü de hem ülke nüfusunun dengeli beslenmesi hem de birçok alanda endüstri hammaddesi olması açısından büyük bir önem taşımaktadır. Azerbaycan`da hayvancılık hem genel ekonomi hem de tarım sektörünün kendi içerisinde önemli bir yere ve potansiyele sahiptir. Bunun yanı sıra, Azerbaycan`da hem ekolojik koşullar hem de doğal kaynaklar hayvan yetiştiriciliği için oldukça uygundur. Azerbaycan`da büyük ve küçükbaş hayvan sayıları ve üretim miktarları Çizelge 2.4`de sunulmuştur.

Çizelge 2.4. Büyük ve küçükbaş hayvan sayıları ve üretim miktarları

Üretimi yapılan büyük ve küçükbaş hayvan ırkları (1000 baş)				
Yıllar	Sığır	Bufalo	Koyun	Keçi
1990	603,4	112,9	5315,1	198,5
1995	619,6	122,9	4373,1	184,5
2000	786,5	139,3	5279,7	494,1
2005	969,1	147,9	6887,4	601,4
2010	1115,5	133,7	7723,9	607,3
2015	1179,6	119,6	7987,3	658,1
2019	1194,5	84,6	7681,7	622,4
	Toplam süt üretimi (1000 ton)		Toplam et üretimi (1000 ton)	
Yıllar	Sığır ve Bufalo	Koyun ve Keçi	Sığır ve Bufalo	Koyun ve Keçi
1990	953,9	16,5	73,9	35,4
1995	820,7	5,8	55,0	32,5
2000	1013,8	17,3	78,4	49,5
2005	1226,0	25,8	95,9	53,7
2010	1507,0	28,8	112,4	70,0
2015	1898,8	34,7	129,8	70,9
2019	2114,4	36,4	137,9	85,3

Kaynak: Anonim 2021a

Azerbaycan`da hayvan varlığı incelendiği zaman Azerbaycan Devlet İstatistik Komitesi verilerine göre 1990-2019 yılları arasında hem büyük ve küçükbaş hayvan sayısında hem de toplam et ve süt üretiminde önemli bir artış göze çarpmaktadır. Çizelge 2.4`de görüldüğü gibi bufalolar hariç sığır, koyun ve keçi sayıları 1990 yılından günümüze kadar olan süreçte artmıştır. Bufalo sayısında ise %25 oranında bir azalma olmuştur. Azerbaycanda büyükbaş hayvan varlığının önemli bir kısmını oluşturan sığırlar 1990-2019 yılları arasında %98 oranında artmıştır. Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde ise koyun sayısında %44, keçi sayısında ise %214 oranında artış yaşanmıştır. Büyük ve küçükbaş hayvan sayısındaki artışa karşılık olarak toplam süt ve et üretiminde de artışlar yaşanmıştır. 1990-2019 yılları arasında büyükbaş hayvancılıkta toplam süt üretiminde %122, et üretiminde ise %87 oranında artış olmuştur. Küçükbaş hayvancılıkta ise toplam süt üretimde %121, et üretiminde ise %141 oranında artış yaşanmıştır. Azerbaycanın 2019 yılı itibari ile sığır etinde kendine yeterlilik oranı %86,1 koyun ve keçi etinde ise yeterlilik derecesi %97,6 olmuştur. Genel süt ve süt ürünlerindeki yeterlilik oranı ise 2019 yılında %86,3 olmuştur.

2.2.4. Tarımın GSYİH`ya katkısı

Hasıla iktisadi anlamda, her hangi bir üretim etkinliği sonucunda yaratılan mal veya mamullerin fiziki değerlerinin parasal tutarı olarak ifade edilmektedir. Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) ise, bir ülkenin sınırları dahilinde ve belli bir zaman aralığında üretilmiş nihai tüm mal ve hizmetlerin para birimi cinsinden değeridir. Hasılaya tarım sektörü açısından bakıldığı zaman ise, tarımsal faaliyetler sonucu üretilmiş mal ya da mamüllerin fiziki değerinin toplam parasal tutarı olarak ifade edildiği görülmektedir (Doğan ve ark 2015).

Ülke ekonomisinin kalkınmasında tarım sektörünün etkilerini veya başka bir ifadeyle ekonomiye katkısını, Azerbaycan Devlet İstatistik Komitesi tarafından hesaplanan tarımsal GSYİH belirlemekte ve genel GSYİH içerisindeki payı bu katkının büyüklüğü hakkında bilgi vermektedir (Çizelge 2.5).

Çizelge 2.5. Genel GSYİH'nın içerisinde tarımsal GSYİH`nın payı ve gelişim hızı

Yıllar	Toplam GSYİH		GSYİH`da tarımın payı		
	Değer (milyon manat)	Gelişim hızı (%)	Değer (milyon manat)	Gelişim hızı (%)	Tarımın payı (%)
2000	4718,1		758,9		16,1
2005	12522,5	165,4	1137,9	49,9	9,1
2010	42465,0	239,1	2344,6	106,0	5,5
2015	54380,0	28,1	3359,4	43,3	6,2
2019	81681,0	50,2	4669,6	39,0	5,7

Kaynak: Anonim 2021a

Çizelge 2.5 incelendiği zaman tarımsal GSYİH`nın yıllar itibari ile değer olarak arttığı fakat sektörler arasında oran olarak azaldığı görülmektedir. Tarım sektörünün genel GSYİH içerisinde payı oran olarak 2000 yılında %16,1 iken 2019 yılında %5,7`ye kadar gerilemiştir. Fakat oranlardaki bu gerileme tarım sektöründeki çıktının azalması anlamına gelmemelidir. Bu azalma serbest piyasa ekonomisine geçiş ile birlikte sanayi, inşaat, hizmet ve diğer sektörlerdeki hızlı gelişim gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Genel itibari ile, gelişmekte olan ülkelerde sanayi, hizmet ve diğer sektörlerdeki GSYİH`nın gelişim hızı, tarımsal GSYİH`nın gelişim hızından daha yüksek olmaktadır. Bunun

nedeni, bu ülkelerde tarım sektöründe geleneksel üretim tekniklerinin yaygın olarak kullanılmasıdır (Tuna 1993).

2.2.5. Tarımın dış ticarete olan katkısı

Tarım sektörünün ekonomik kalkınma üzerinde çeşitli şekilde olumlu etkileri vardır. Bu olumlu etkilerden biri de dış ticaret yolu ülke ekonomisine döviz girişinin sağlanmasıdır. Tarım sektörü aracılığı ile ülke ekonomisine döviz girişi doğrudan ve dolaylı olarak farklı şekilde sağlanmaktadır. Bunlaradan ilki; ülkeler tarafından üretilen tarımsal mamullerin ihraç edilmesi sonucu döviz girişinin sağlanması, ikincisi ülke dışına çıkması olası dövizlerin tarımsal üretim sonucu ithal ikamesi sağlanarak ülke içerisinde kalması yolu ile ve bir diğeri ise tarıma dayalı sanayinin gelişmesi ile birlikte, hammaddenin yanı sıra tüketim mallarının da ihracı ile döviz girişinin sağlanmasıdır (Deran 2005, Doğan ve ark. 2015). Azerbaycan`da 1995-2019 yılları arasında tarımsal ithalat, ihracat değerleri ve oranları Çizelge 2.6`da sunulmuştur.

Çizelge 2.6. Tarımın dış ticaretteki payı (milyon $)

Yıllar	Toplam ithalat	Tarımsal ithalat	Tarımsal ithalatı oranı (%)	Toplam ihracat	Tarımsal ihracat	Tarımsal ihracatın oranı (%)
1995	667,7	277,1	41,5	637,2	38,5	5,9
2000	1172,1	221,8	19,0	1745,2	56,7	3,2
2005	4211,2	447,5	10,7	4347,2	326,9	7,6
2010	6600,6	1233,7	18,6	21360,2	592,8	2,8
2015	9216,7	1366,1	14,9	12729,1	770,5	6,0
2019	13667,2	1926,1	14,1	19635,6	772,2	3,9

Kaynak: Anonim 2021a

Toplam ithalat içerisinde tarımsal ithalat değerleri yıllar itibarile artsa da oran olarak bakıldığı zaman bir düşüşün olduğu görülmektedir. Bu da hayati önem taşıyan tarımsal ürünlerde dışa bağımlılığın azalması anlamına gelmektedir. İthal edilen tarım ürünleri arasında ilk sırada et ve süt ürünleri, tahıllar, meyve ve sebzeler, kahve, çay, tütün ve hayvansal veya bitkisel katı ve sıvı yağlar gelmektedir.

Tarımsal ihracat değerlerine bakıldığı zaman değer olarak sürekli arttığı fakat toplam ihracat içerisindeki oranında bir düşüşün olduğu görülmektedir. Bu yıllar itibari ile genel toplam ihracatın gelişim hızının çok yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Azerbaycan yaklaşık olarak 50`ye yakın ülkeye tarım ürünleri ihraç etmektedir. Bu ülkelerin başında Rusya gelmektedir. Rusyadan sonra tarımsal ürünlerin ihracatının yapıldığı ülkeler içerisinde ilk sıralarda Türkiye, İtalya, Almanya, Ukrayna, İran, Gürcistan, Belarus, Kazakistan ve Polonya gelmektedir. İhraç edilen tarım ürünleri arasında meyve ve sebzeler, fındık, hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlar, şeker ve şeker mamulleri ilk sıralardadır. İhraç edilen ürünlerin büyük bir kısmı hammade şeklinde ihraç edilmektedir. Bu durumda da, ihraç edilen ürünlere katma değer katılamamaktadır. Tarım ürünlerinin ihraç edildiği ülkeler bu ürünleri değişik yöntemler kullanarak farklı şekilde piyasaya değerinden yüksek olarak sunmaktadırlar. Bu nedenden dolayı Azerbaycan`da işlenmiş tarım ürünlerinin ihracı teşvik edilmeli ve bu konuda başka gerekli adımlar atılmalıdır.

2.3. Genel Anlamda Tarım-Çevre İlişkisi ve Tarımsal Faaliyetlerin Toprak Kaynaklarına Etkileri

Binlerce yıldır doğayla uyumlu şekilde, doğal ortam koşullarında yapılan tarımsal faaliyetler çevre sorunlarına ve çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olmamıştır. Fakat dünya nüfusunun hızla artması ve bu artan nüfusun gıdaya olan ihtiyacını karşılayabilmek için her birim alandan fazla ürün alabilmek çok önemli hale gelmiştir. Bunun içinde tarıma giren yapay unsurlar önemli miktarda artmıştır. Bu artış doğal ortamı bozmuş ve tarımı çevre sorunlarına neden olan bir sektör haline getirmiştir (Altan ve ark. 2000).

Tarımda girdi olarak kimyasal gübre ve ilaç kullanımının artması, yüksek teknolojinin kullanılması ve özellikle üretim artırma politikaları tarımsal üretim miktarını önemli ölçüde artırmıştır. Tarımsal üretimdeki bu olumlu gelişmeler, erozyon, toprak yapısının bozulması, yüzey ve yeraltı suların kirlenmesi gibi sorunları, üretim ve maliyetlerin yükselmesi gibi ekonomik problemleri, tarımsal faaliyetlerle uğraşanların çalışma şartları ve hayat standartlarının kötüleşmesi gibi sosyal problemleri de beraberinde getirmiştir (İkincikarakaya ve ark. 2013).

Tarımsal faaliyetler sonucu oluşan çevre sorunları, atmosfer, toprak ve su kaynaklarını, biyoçeşitliliği olumsuz yönde etkilemektedir. Bu sorunlar arasında tarımsal faaliyetler sonucu oluşan sera gazları iklim değişikliğine neden olduğu için küresel bir tehdit haline gelmiştir. Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı emisyonları toplam antropojenik sera gazı emisyonlarının yaklaşık %21`ni oluşturmakta ve enerji sektöründen sonra ikinci sırada gelmektedir. Tarımdan kaynaklanan sera gazı emisyonlarının ana kaynakları hayvancılık, gübre yönetimindeki yanlışlar, pirinç yetiştiriciliği, ürün kalıntılarının yakılması, kimyasal gübre ve pestisit kullanımıdır (Ramachandra ve ark. 2015, Liu ve ark. 2017a).

Bu bölümde tarım çevre ilişkilerinde tarımın toprak kaynakları, su kaynakları ve atmosfer yani sera gazları üzerindeki etkileri ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Toprak tüm canlıların yaşamı için çok önemli ve temel bir kaynaktır. Küçük bir toprak parçasında bile mikroskobik boyutta bakıldığı zaman binlerce canlının olduğunu görülmektedir. İnsan ve diğer pek çok canlının hayati gereksinimlerinin giderilmesi açısından toprağın en önemli kısmı, yüzey toprağıdır. Fakat, insanoğlu tarafından günümüze kadar toprak yüzeyi farklı amaçlarla kullanılmakta ve çoğu zaman doğru kullanılmadığı için tükenmektedir. Toprağın tükenmesi, onun sahip olduğu fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerin yitirilmesi anlamına gelmektedir (Karaca ve Turgay 2012).

Toprağın mevcut yapısında meydana gelen verim ve üretkenlikdeki kayıp, toprak bozulması olarak tanımlanmaktadır. Araştırmacılar tarafından toprak bozulmasına neden olan iki önemli faktörün olduğu belirtilmiştir. Bu faktörler, toprağı oluşturan doğal faktörlerin etkileri ile meydana gelen bozulma ve insanlar tarafından yapılan etkinlikler sonucu oluşan bozulmalardır (Lal 1997).

Topraktaki bozulmalar, erozyon, toprak sıkışması, topraktaki organik madde içeriğinde eksilme, toprak kirliliği, toprak verimliliğinin azalması ve biyolojik bozulmayı içermektedir (Lal ve Stewart 1990).

Tarım açısından bakıldığı zaman toprak bozulmaları esasen arazi kullanımı ve tarımsal faaliyetlerde izlenen yol ve stratejiye bağlıdır. Tarımsal faaliyetler içerisinde özellikle, gübreleme, tarım ilaçlarının kullanımı, toprak işleme ve sulama en önemli olanlarıdır (Yılmaz ve Alagöz 2008).

2.3.1. Erozyon

Toprak partiküllerinin rüzgâr, su ve yerçekimi etkisiyle bir yerden başka yere taşınması erozyon olarak bilinmektedir (Yüksel ve ark. 2007). Genellikle kurak ve yarı kurak arazilerde gerçekleşmektedir. Fakat antropojenik faaliyetlerin etkisiyle diğer bölgelerde de erozyona uğramış toprakların oranı artmaktadır. Antropojenik aktivitelere, yanlış tarım yöntemleri, aşırı otlatma ve ormanların yok edilmesi örnek gösterilebilir (Karabulut ve Küçükönder 2008).

Erozyon, oluşmasına neden olan faktörler bakımından iki gruba ayrılmaktadır. Bunlar: Doğal ve hızlandırılmış erozyondur (Görcelioğlu 2003). Doğal erozyon, arazinin gençleşmesi, kendini yenilemesi sonucu oluşmakta olup son derece yavaştır. Doğal erozyon verimli tarım topraklarının oluşumu için istenilen bir süreçtir. Hızlandırılmış erozyon ise, insan faktörünün etkisiyle oluşmakta ve aşırı toprak kaybına neden olmaktadır (Sarı 1997). Erozyon verimli toprak kaybı ile birlikte organik madde kaybına, toprakların su tutma kapasitesinin azalmasına ve sonuç olarak tarımsal üretimin zayıflamasına yol açmaktadır (Balabanlı ve ark. 2005).

Tarımsal faaliyetlerden toprak erozyonuna sebep olanlar; ağır makinaların kullanımı sonucu oluşan toprak sıkışması, toprağı bitki örtüsünden mahrum bırakan üretim sistemleri, yanlış sulama yöntemleri, toprağı korumayan monokültür tarım ve anız yakımıdır (Kük 2008).

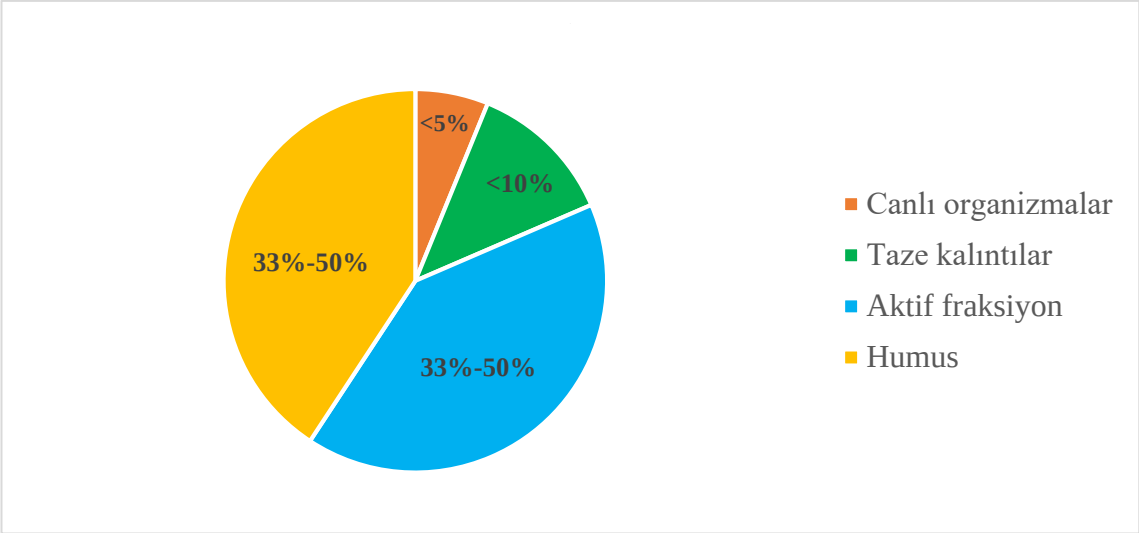
Dünyada her yıl yaklaşık olarak 24 milyar ton toprak erozyon sonucu kaybedilmektedir. Böylelikle, her yıl altmış milyon hektarlık tarıma elverişli arazi yok olmaktadır. Yanlış toprak işleme, uygun olmayan bitki nöbeti ve hatalı ekim-dikimden dolayı oluşan erozyon

sonucu 550 milyon hektar tarım arazisi ürün yetiştirme kabiliyetini yitirmiştir. Bu rakam dünya üzerindeki ekilebilen tarım alanlarının %17'sine eşdeğerdir (Özgen 2013).

Yanlış tarım uygulamaları sonucu oluşan erozyon ve çölleşme tehdidini azaltmak için korumalı tarım sistemlerine geçiş ve bu geçişin yaygınlaştırılması çok önemlidir. Korumalı tarım, toprak işlemeyi azaltan ve değiştiren yöntemleri içermektedir. Bu yöntemlerin değiştirilmesindeki amaç, ürün atıklarını (anız) toprak yüzeyinde bırakmak, toprak üstü atık dağılımını yıl boyunca sağlamak ve sonuç olarak erozyonun etkisini azaltmaktır (Karagöz ve ark. 2015)

2.3.2. Organik madde azalması

Toprağın içerisinde ve üzerindeki ölü hayvansal ve bitkisel doku atıklarının toprağa düşüp ayrışmaya başlaması ve bu ayrışan ürünlerin birbiriyle reaksiyona girmeleri sonucu oluşan tüm biyolojik maddelere toprak organik maddesi denir (Taban 2009). Toprak organik maddesinin başlıca bileşenleri canlı organizmalar, taze kalıntılar, aktif fraksiyon ve humustur (Şekil 2.1). Taze kalıntılar yakın zamanda ölmüş mikro organizmalardan, böceklerden ve solucanlardan, eski bitki köklerinden, mahsul kalıntılarından oluşmaktadır. Aktif fraksiyon toprak organik maddesinin kısmen veya basit dekompoze olabilir kısmı olarak tanımlanmaktadır. Toprak organik maddesinin büyük bir kesimini ise stabil form olarak kabul edilen humus oluşturmaktadır (Khare ve Yadav 2017, İrget ve Cengiz 2018).



Şekil 2.1. Toprak organik maddesinin başlıca bileşenleri
Kaynak: Ingham 2017

Organik maddenin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri bakımından çok önemli katkıları vardır. Bunlar;

- Toprakta erozyon etkisini azaltma,
- Toprağın havalanma ve su tutma kapasitesini düzenleyerek, bitki gelişimini hızlandırmak,
- Topraktaki sıkışma sorununu engelleyerek, toprağı kolay işlenilebilir hale getirmek,
- Azot, fosfor ve kükürt gibi organik maddelerin içeriğini oluşturan birçok besin elementlerini toprak canlıları ve bitkilerin kullanımına sunmak,
- Yapay gübreler ve tarımsal ilaçlar başta olmak üzere çok sayıda kirleticinin topraktaki olumsuz etkilerini azaltmak,
- Tarım için önemli olan toprak mikroorganizmalarına enerji ve karbon kaynağı olarak hizmet etmek vb. (Taban ve ark. 2013).

Toprağın üretkenliğinin ve verimliliğinin korunması açısından organik madde miktarının yeterli oranda tutulması çok önemlidir. Bu nedenle topraktaki organik madde miktarının azalmasına izin verilmemelidir. Aksi takdirde bu azalma toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin ve bitki besin zincirinin bozulmasına ve sonuç olarak tarımsal

üretim kapasitesinin azalmasına neden olabilir (Bauer ve Black 1994, Loveland ve Webb 2003).

Toprak organik madde kaybında tarımsal faaliyetlerin çok önemli etkileri vardır. Toprak organik maddesi kaybına neden olan en önemli tarımsal faaliyet toprak işlemedir. Genellikle toprak organik maddesi ile toprak işleme arasında negatif bir ilişki mevcuttur. Bu da toprak işleme uygulamalarının artmasına paralel olarak toprak organik maddesinin azalması ile sonuçlanır (Polat 2020).

Araştırmalar, tekrarlanan toprak işleme yöntemleri sonucu oluşan organik madde kayıpları ile doğrudan ekim veya sıfır işleme yöntemi arasında ciddi farkların olduğunu göstermektedir. Geleneksel toprak işleme yönteminde organik madde miktar kaybı, doğrudan ekim yöntemi ile kaybolan organik madde miktarından beş kat daha fazladır (Glanz 1995). Çizelge 2.7 farklı toprak işleme makinaları ve doğrudan ekim sonucu gerçekleşen organik madde kayıplarını göstermektedir.

Çizelge 2.7. Toprak işleme makinalarının neden olduğu organik madde kaybı

Toprak işleme makinaları	Kaybolan organik madde-19 gün (kg/ha)
Kulaklı pulluk + Diskli tırmık (2x)	4300
Kulaklı pulluk	2230
Diskli tırmık	1840
Çizel pulluk	1720
Doğrudan ekim	860

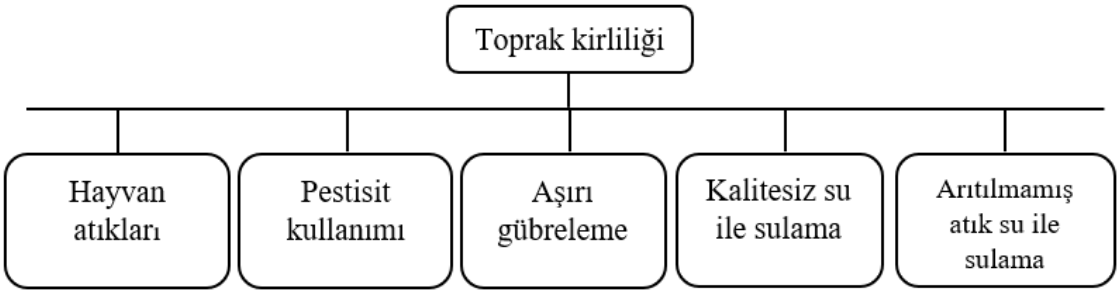
Kaynak: Glanz 1995

Toprak organik maddesi kaybına neden olan bir diğer faaliyet hasat sorası anız yakımıdır. Anız yakımları toprak yüzeyinde organik madde birikiminin azalmasına neden olur. Geleneksel anız yakımı yerine anızın toprağa karıştırılması toprağın organik maddeyle zenginleştirilmesi açısından çok önemlidir. Anıza doğrudan ekim yapılan topraklarda hem toprak kalitesi iyileşmekte hem de toprağın organik madde içeriği artmaktadır (Paustian ve ark. 1997, Halvarsan ve ark. 2002). Toprağın organik madde içeriğini artırmak için ilk önce organik madde kaybını önlemek ve ardından toprağa organik atıklar ilave etmek gerekmektedir. Organik madde kaybını önlemek için de doğru toprak işleme

yöntemlerine ve anız yakılmaması gibi benzeri önlemlere ihtiyaç duyulmaktadır (Polat 2020).

2.3.3. Toprak kirliliği

Toprak kirliliği, doğru olmayan tarım yöntemlerinin tatbiki, yanlış ve ihtiyaçtan fazla gübre ve zirai ilaç kullanımı ve onların atık ve artıklarının toprakta toplanması sonucu oluşmaktadır (Karaca ve Turgay 2012, Baştabak ve Koçar 2019) (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Tarımsal kaynaklı toprak kirliliği

Tarımda hastalık ve zararlılara karşı yaygın kullanılan tarım ilaçları (pestisitler) toprağın fauna ve florasına zarar vermektedir. Biriken tarım ilaçları zamanla toprağın tamponlama kapasitesini olumsuz yönde etkileyerek toprağı yararsız hale getirmektedir. Toprakta biriken pestisitler besin zinciri vasıtasıyla toprakta yetişen ürünleri tüketen canlılara da geçebilmektedir (Eraktan ve ark. 2002).

Toprak kirliliğine neden olan bir başka etken gübrelerde ve pestisitlerde bulunan ağır metallerdir. İnsanoğlunun son 50 yılda ağır metallere maruz kalma oranı önemli ölçüde artmıştır. Bunun da nedeni ağır metallerin endüstriyel ürünlerin birçoğunun üretiminde kullanılmasıdır. Bitkilerin verim ve kalitesini artırmak için kullanılan kimyasal gübre ve ilaçlarda da yüksek oranda ağır metaller bulunmaktadır. Ağır metaller toprakta geri dönüşü zor olan kirlenmeye neden olmaktadır. Ağır metallerden, mangan (Mn), demir (Fe), çinko (Zn), bakır (Cu) ve kobalt (Co) bitkiler için besin elementi olmalarına rağmen yüksek oranda kullanıldıkları zaman toksik etki yaratmaktadır. Fakat kadmiyum (Cd), arsenik (As), krom (Cr), kurşun (Pb) ve civa (Hg) gibi ağır metaller bitkiler için besin

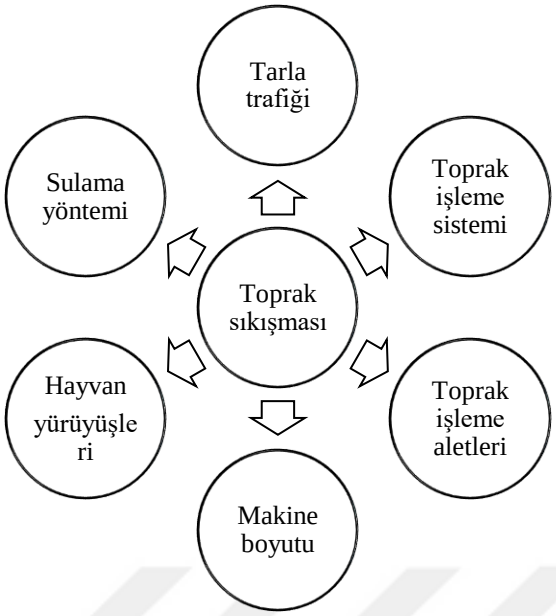
elementleri değildir. Onlar endüstriyel atıklar vasıtasıyla potansiyel toksik elementler olarak toprağa karışmaktadır (Bergman 1992). Bu ağır metaller daha çok fosforlu gübreler vasıtasıyla toprağa ulaşmaktadır. Yapılan araştırmalar fosforlu gübrelerin içeriğinin yüksek oranda ağır metaller bulundurduğunu göstermektedir. Fosforlu gübrelerin içeriğinde bulunan bu ağır metaller (Örn: kadmiyum) kolaylıkla bitkiler tarafından alınmakta ve bitkilerin yenilen kısımlarında birikmektedir. Bu da ağır metallerin hem insan hem de çevre sağlığı açısından çok önemli tehlike arz ettiğini göstermektedir (Köleli ve Kantar 2006).

Toprakların atıklarla kirlenmiş su kaynaklarından sulanması da çok önemli toprak kirliliğine neden olmaktadır. Bu sulama sonucu sık görülen kirlenme çeşiti bor kirliliğidir. Bu tür kirlenmiş su kaynakları, içerisinde çok sayıda toksik kirleticiler barındırdığı için hem toprağın fiziksel özelliklerini hem de bitkilerin gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Haktanır 1997).

2.3.4. Toprak sıkışması

Toprak sıkışması, tarla trafiğinin ve bilhassa traktör ve biçerdöverlerin ağırlıklarının giderek artması nedeniyle önemli bir sorun haline gelmiştir (Porterfield ve Carpenter 1986).

Yoğun tarla trafiği, toprak işleme aletleri ve onların boyutu, toprak işleme sistemi, sulama yöntemleri ve hayvanların uyguladıkları dış baskı toprağın sıkışmasına neden olmaktadır (Şekil 2.3). Sıkışmanın faydalı mı yoksa faydasız mı olduğu toprağın sıkışma seviyesine bağlıdır. Aslında ekim makineleri toprak ve tohum arasında yeterli teması temin etmek için, toprağı sıkıştıracak şekilde tasarlanmaktadır. Böylelikle, bitkiler onların gelişimi için gerekli olan besin maddelerini topraktan kolay şekilde alabiliyorlar. Fakat diğer taraftan sıkışmanın aşırı olması kök gelişimini sınırlandırarak bitki köklerinin besin maddelerine ulaşmakta zorluk çekmesine neden olur. Sıkışmanın yarattığı bir diğer sorun, topraklarda hava ve su akışını sağlayan gözeneklerin ölçülerini küçültmesidir (Bal 1985, Arslan 2006).



Şekil 2.3. Toprak sıkışmasına neden olan faktörler

Toprak sıkışması, yüzey ve derin toprak sıkışması olarak iki şekilde ortaya çıkmaktadır. Toprağın yüzeyine yakın yerlerde oluşan toprak sıkışması yüzey toprak sıkışması olarak bilinmektedir. Derin toprak sıkışması ise toprağın alt katmanlarında meydana gelen sıkışma olup, toprağın yüzey kısmından yaklaşık 70 cm altında oluşmaktadır. Derin sıkışmanın oluştuğu toprak katmanı toprak işleme kısmının altında kaldığından dolayı bu sıkışmanın ortadan kaldırılması çok zordur.

Toprak sıkışmasının oluşturduğu en önemli sorun verimi etkilemesidir. Tarladaki aşırı trafik sonucu oluşan toprak sıkışmasının bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemesi araştırmalarla sabittir. Toprağın sıkışma derecesine göre kışlık arpada %45, şeker pancarında %25, patateste %17 ve kışlık buğdayda %34`e varan verim düşüşleri yaşanmaktadır (Bal 1985).

2.3.5. Toprak tuzlanması

Kurak ve yarı kurak arazilerde çözünebilir tuzlar yağışın az olmasından dolayı uzaklara taşınamamaktadır. Sıcak ve yağmurun az olduğu dönemlerde tuzlu taban suları toprak yüzeyine kadar yükselebilmektedir. Yüksek evaporasyon nedeniyle, toprak yüzeyinden

sular kaybolurken, taşıdıkları tuzlar toprağın yüzey ve yüzeye yakın kısımlarında birikmektedirler (Richards 1954).

Topraklarda tuzluluk doğal ve yapay olmak üzere iki yolla oluşmaktadır. Doğal yolla tuzluluk, drenaj yetersizliği ve aşırı sıcaklık sonucu toprağın derinliklerinde bulunan tuzun topraktaki ince boşluklar yoluyla yukarı taşınmasıyla oluşmaktadır. Yapay tuzlanma ise ihtiyaçtan fazla sulama, kalitesiz su ile sulama ve kontrolsüz kullanılan gübreleme sonucunda oluşmaktadır. Hayvansal gübrelerin fazla kullanımı topraktaki tuz miktarını artırmakta ve bu da bitkilerin gövde ve dalında bozulmalara neden olabilmektedir. Bunun için gübrelemeden önce toprak analizi yapılmalı ve analiz sonuçlarına göre gübreleme miktarı ayarlanmalıdır (Olgun ve Polat 2005).

Yüksek tuz konsantrasyonları hem toprağın fiziksel yapısını olumsuz yönde etkilemekte hem de bitkilerin verim ve kalitesinde düşüşe neden olmaktadır (Sönmez ve Sönmez 2007). Toprakta tuzluluk oranının yüksek olması, toprağın kalitesini düşürerek toprakta geri dönüşü zor olan hasarlara neden olmaktadır. Toprak tuzluluğunun artması, tarıma yararlı arazilerin azalmasına ve çölleşmesine sebep olur. Tuzluluğun artması sonucu bitkilerin topraktan su alımı zorlaşmakta ve bitkilerin gelişim hızı zayıflamaktadır (Kanber ve ark. 1992). Bazı koşullarda toprakta yeterli miktarda suyun olmasına rağmen bitkilerin kuruduğu görülmektedir. Bu durum, çoğunlukla toprak tuzluluğunun yüksek olması sonucu oluşan fizyolojik kuraklıktır (Ayyıldız 1990). Toprak tuzluluğunun yarattığı bir diğer sorun, yeraltı suların kalitesinin bozulmasına neden olmasıdır (Feng ve ark. 2003).

Tuzlu toprakların iyileştirilmesi için doğru ve yeterli drenaj sistemi yapılmalı, tuzlu araziler her yetiştirme sezonundan önce tuz içeriği 1000 ppm'den az olan sularla yıkanmalıdır. Tuzlu topraklar için sulama zamanının doğru seçilmeside çok önemlidir. Gece saatleri, buharlaşmanın en az olduğundan dolayı sulama için uygundur. Bir diğer çözüm tuza dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesidir (Terry 1997).

2.4. Tarımsal Faaliyetlerin Su Kaynakları Üzerine Etkisi

İçme suları yüzey ve yeraltı suları olmak üzere iki temel kaynaktan sağlanmaktadır. Genelde yüzey suları yeraltı sularına göre daha çok kirlenmektedir. Su kaynaklarının kirlenmesine neden olan faktörleri temel olarak iki gruba ayırmak mümkündür. Bunlardan ilki, noktasal kirlenme olarak adlandırılan endüstriyel kaynaklardan gelen kirlenmedir. Noktasal kirlenme, kaynağı kolay belirlenebilen, ölçülebilen ve kontrol edilebilen kirlenmedir. Bir diğer kirlenme ise, noktasal kirlenmeye kıyasla daha az kontrol edilebilen, daha karmaşık olan noktasal olmayan kirlenmedir. Tarımsal faaliyetler sonucu oluşan su kirlenmeleri bu grupta yer almaktadır (Fawell ve Nieuwenhuijsen 2003). Noktasal olmayan kirlilik, ormancılık, inşaat, kentsel gelişim ve tarım gibi çok farklı arazi kullanım faaliyetleriyle ilişkili olduğu için kolaylıkla belli bir "yer/alan" ile konumlandırılamaz (Ataseven 2010).

Su kaynaklarının korunması ile ilgili yapılan geçmiş araştırmalar incelendiği zaman, bu araştırmalarının büyük bir kısmının, endüstriyel kaynaklardan gelen kirlenme ile ilgili olduğu görülmektedir. Tarımsal faaliyetler sonucu oluşan su kirliliğiyle ilgili araştırmalar ise daha yakın tarihlerde yapılmaya başlanmıştır (Luzio ve ark. 2004).

Dünya nüfusu 1970-2015 yılları arasında ikiye katlanmıştır. Buna karşılık olarak da tahıl üretimi neredeyse üç, sebze üretimi dört, domates üretimi beş ve soya üretimi ise sekiz kat artış göstermiştir. Tarımsal ürünlerinin üretimindeki bu büyük artış, tarım arazilerinin genişletilmesi, yeni ürün çeşitlerinin tanıtılması ve agrokimyasalların ve tarım teknolojilerinin daha yoğun kullanılması ile sağlanmıştır (Mateo-Sagasta ve ark. 2017). Agrokimyasalların yoğun kullanılması sonucu, 20. yüzyılın sonlarından başlayarak tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan su kirliliği en önemli sorunlardan biri haline gelmiştir. Bunun nedeni suyun tarımsal faaliyetlerde yoğun olarak kullanılması ve tarımsal üretimin ayrılmaz bir parçası haline gelmiş kimyasallardan etkilenmesidir (Gaballah 2005).

Mineral gübreler 19. yüzyıldan beri bitkiler için doğal besin kaynaklarını desteklemek amacıyla kullanılmaya başlanmış, ancak bu tür gübrelerin kullanımı son yıllarda önemli

ölçüde artmıştır. Günümüzde, küresel çapta kullanılan kimyasal gübreler 1960`lı yıllara kıyasla on kat daha fazladır (Mateo-Sagasta ve ark. 2017). Tarımsal faaliyetlerde yoğun olarak kullanılan kimyasalların hem insan sağlığı hem de karada ve suda yaşayan diğer canlılar üzerinde çok sayıda olumsuz etkileri bulunmaktadır (Barbash ve ark. 2001). Bu kimyasalların zehirli etkileri anlaşıldıktan sonra birçok gelişmiş ülkelerde kullanılması yasaklanmış veya sınırlandırılmıştır (Barlas ve ark. 2006). Tarımsal üretimde kullanılan bu kimyasal ilaçlar sulama ve yağmur suları ile yer üstü ve yeraltı su kaynaklarına karışabilmektedir (Eitzer ve Chevalier 1999).

Kimyasal madde kalıntıları sulama suları vasıtasıyla çevrede bulunan yüzey ve yeraltı sularına karışmakta ve çok önemli çevre kirliliğine yol açmaktadır (Causape ve ark. 2004). Birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede tarımdan kaynaklanan su kirliliği, endüstri ve yerleşim yerlerinden kaynaklanan su kirliliğinden daha fazladır. Avrupa Birliğinde (AB) su kaynaklarının %38`i önemli ölçüde tarımsal kirlilik baskısı altındadır. (Connor 2015). Çinde ise, tarım, yüzey su kirliliğinin büyük bir kısmından, nitrojen kaynaklı yeraltı su kirliliğinin ise neredeyse tamamından sorumludur (Mateo-Sagasta ve ark. 2013).

Kimyasal ilaç sızıntıları, ilacın kimyasal özelliklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Kimyasal ilaçlardan bazıları toprak tarafından hızlı bir şekilde emilirken, bazıları ya hiç emilmez ya da çok az miktarda emilir. Kimyasal ilaç sızıntısında ilacın toprakta kaldığı gün sayısıda çok önemlidir. Kimyasal ilaç toprakta otuz günden daha az kalıyorsa sürekli olmayan, otuz ila yüz yirmi gün arası kalıyorsa orta ölçüde sürekli, eğer toprakta kalma süresi yüz yirmi günü geçerse o zaman sürekli kalıcı olarak tanımlanmaktadır (Branham ve ark. 1995).

Kimyasal ve hayvansal gübrelerin ihtiyaçtan fazla ve yanlış yöntemlerle kullanılması sonucu su kaynaklarında oluşan bir diğer sorun ötrofikasyondur. Ötrofikasyon, azot ve fosfor gibi besleyici minerallerin su kaynaklarında bitkisel organizmaların ihtiyacından daha fazla bulunması sonucu oluşmaktadır. Azot ve fosfor gibi besleyici maddelerin su kaynaklarında yüksek oranda bulunması, buradaki bitkisel yaşam için gübreleme etkisi yapar ve sonuç olarak onların çok hızlı çoğalmasına ve büyümesine neden olur.

Ötrofikasyon günümüzde yüzeysel suların karşılaştığı çok önemli bir sorun haline gelmiştir.

Kimyasal ilaç kaynaklı yüzey ve yeraltı su kirlenmelerinin azaltılabilmesi için çeşitli önlemler alınabilir. Bunlar;

- Sadece gerekli olduğu zamanlarda kimyasal ilaçların kullanılması,
- Kullanım talimatlarına uygun olarak gereken zaman ve oranda kullanılması,
- Kimyasal ilaç uygulamasından hemen sonra sulamanın yapılmaması,
- Kimyasal ilaçların yalnız hedef bölge için kullanılması,
- İçme suyu kaynaklarında dezenfektasyon ve ön temizleme işlemlerinin yapılması (Tanji 1991, Espigares ve ark. 1997).

Tarımsal üretimin ayrılmaz bir parçası olan hayvan yetiştiriciliği, özellikle süt sığırcılığı su kaynaklarının kirlenmesine neden olabilmektedir. Hayvansal üretimden kaynaklanan su kirliliği genelde;

- Hayvanların idrar ve dışkı artıklarının temizleme suları ve yağışlar vasıtasıyla yüzey sularına karışması,
- Hayvansal gübrelerin toprağa uygulanmasından sonra sulama ve yağışla yıkanarak yüzey ve yeraltı sularına karışması şeklinde oluşmaktadır (Ataseven 2010).

Hayvansal gübreler su kirliliğinin başlıca nedenlerinden biridir. Hayvancılık işletmelerinde doğru atık yönetimi uygulanmazsa, bu atıklar yüzey ve yeraltı su kaynaklarını kirletebilmektedir. Bu tür kirlilikler hayvanların doğrudan su kaynağına ulaşması, gübre depolama tanklarındaki sızıntılar, açık yemleme alanları ve gübre uygulanan alanlardan gelen yüzey akış suları sonucu oluşmaktadır (Polat ve Olgun 2009).

Hayvansal gübrelerden kaynaklanan kirlilik içerisinde suların nitrat (NO_3) ile kirlenmesi, üzerinde en çok durulan konulardan biridir. Hem hayvansal hem de kimyasal gübrelerden kaynaklanan nitrat, ötrofikasyona ve içme suyu kaynaklarının kirlenmesine neden olan bir maddedir (Pauwels ve ark. 2001).

Nitrat kirlenmeleri ve tarımsal faaliyetler arasında yüksek bir ilişkinin varlığını gösteren birçok çalışma vardır. Tarımsal faaliyetler sonucu oluşan nitrat kirlenmeleri, özellikle hayvansal ve kimyasal gübrelerden kaynaklanmakta ve toprakta birikerek yüzey ve yeraltı sularına karışmaktadır (Almasri 2007).

Hayvancılık işletmelerinin yakınında yer alan su kaynaklarındaki nitrat (NO_3) düzeyi hem insanlar hem de hayvanlar için tehlikeli seviyelere ulaşabilmektedir. Bu durum su kaynaklarından beslenen hayvanlarda yüksek nitrat (NO_3) alımı, kusma ve ölümlere neden olabilmektedir. İnsanlarda ise bağışıklık sisteminin bozulması ve çeşitli hastalıkların ortaya çıkması ile sonuçlanabilir (Kaya 2002, Polat ve Olgun 2009).

Hayvansal gübrelerde bulunan patojenler akarsuya karıştığı zaman sudaki canlılara ve balık yumurtalarına zarar vermektedirler. Gübrelerin bu tür zararlı yan etkilerinden dolayı, doğru gübre yönetiminin uygulanması çok önemlidir. McBride (2001) tarafından yapılan karşılaştırma konunun önemini daha açık şekilde göstermektedir. Bu karşılaştırma sonucunda 200 başlık süt sığırcılığı yapılan bir işletmedeki atıkların içerdiği azot, 5000-10000 nüfusu olan bir yerleşim alanından kaynaklanan atıkların içerdiği azota eşit olduğu belirlenmiştir. Çizelge 2.8`de bitki yetiştirme, hayvancılık ve akukültür gibi tarımsal faaliyetlerin su kirliliği üzerindeki etkileri ile ilgili bilgiler sunulmuştur.

Çizelge 2.8. Tarım kaynaklı başlıca su kirleticilerinin kategorileri ve üç esas tarımsal üretim sisteminin karşılaştırmalı katkıları

Kirletici kategorileri	Göstergeler/Örnekler	Katkıda bulunanlar:		
		Bitki yetiştirme	Hayvancılık	Akuakültür
Besinler	Özellikle, kimyasal ve organik gübrelerde bulunan azot ve fosfor. Suda nitrat, amonyak ve fosfat olarak bulunur.	***	***	*
Pestisitler	Herbisitler, insektisidler, fungusitler, bakterisitler ve b.	***	-	-
Tuzlar	Sodyum iyonları, klorid, potasyum, magnezyum, sülfat, kalsiyum ve bikarbonat.	***	*	*
Organik maddeler	Kimyasal ve biyokimyasal oksijene ihtiyac duyan maddeler, bozulduklarında suda olan çözünmüş oksijeni tüketirler.	*	***	**
Patojenler	Örneğin: escherichia coli, toplam koliformlar, fekal koliformlar ve enterokoklar.	*	***	*
Metaller	Örneğin: selenyum, kurşun, bakır, cıva, arsenik ve manganez	*	*	*

Kaynak: Mateo-Sagasta ve ark. 2017

2.5. Tarımsal Faaliyetlerin Atmosfer Üzerindeki Etkileri ve Sera Gazlarının Çeşitleri ve Özellikleri

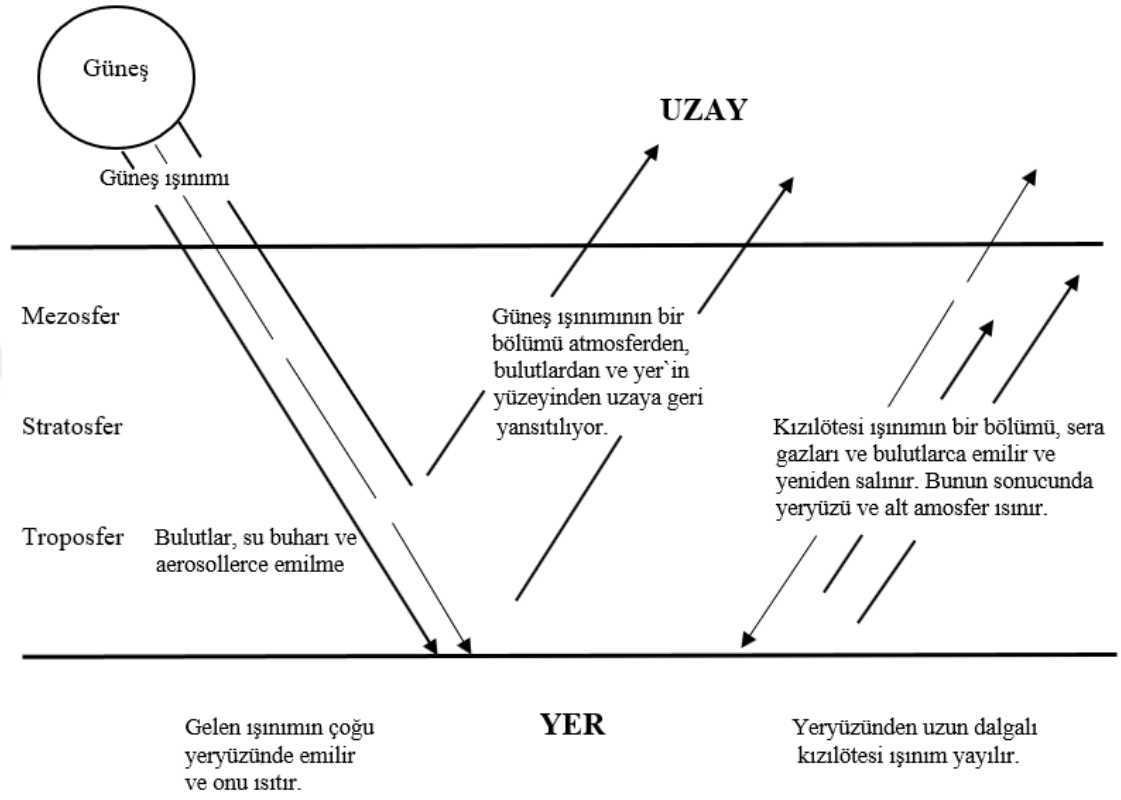
Atmosfer, çeşitli gazların birleşiminden oluşmaktadır. Azot (N) (%78,08), Oksijen (O) (%20,95) ve Argon (Ar) (%0,93) atmosferi oluşturan ana gazlardır. Bunlara ek olarak daha az orana sahip başka bir önemli gaz ise Karbondioksittir (%0,03) (Le Treut ve ark. 2007). Bu gazlar için ölçü birimi olarak parts per million (ppm) kullanılmakta ve bu ölçü

birimi milyondaki parça miktarı anlamına gelmektedir. Bu anlamda atmosferde 780,800 ppm azot, 209,500 ppm oksijen ve 380 ppm karbondioksit bulunmaktadır. Bunlar dışında diğer gazlar oran olarak çok küçük olmalarına rağmen yer yüzeyinin sıcaklığının korunması bakımından çok önemlidirler.

Güneş radyasyonunun üçte biri atmosferin dış katmanları tarafından uzaya geri gönderilmektedir. Kalan üçte ikisi atmosferden geçerek yer yüzeyi ve atmosferin kendisi tarafından emilir. Daha sonra yer yüzeyi atmosfere kızılötesi ışınlar şeklinde uzun dalga radyasyonu yayar. Bu enerjinin büyük bir kısmı atmosfer tarafından emilirek yer yüzeyine yeniden yayılır. Bu süreç sera etkisi olarak bilinmektedir. Bu mekanizma olmadan dünyanın yüzey sıcaklığı suyun donma noktasının altında olur ve tahmin edileceği üzere yaşam olmazdı. Yerkürenin canlı yaşamı için uygun sıcaklığa ulaşması doğal sera etkisi sayesinde olmuştur (Le Treut 2007). Sera etkisi iklim sistemi için önemli olan doğal etmenlerin başında gelmektedir. Bitki seraları kısa dalgalı güneş ışınımlarını geçirmekte, fakat uzun dalgalı yer (termik) ışınımlarının büyük bir kısmını muhafaza ederek sera içinde tutmaktadır. Tutulan bu termik ışınım seralarda bitkilerin yetişmesi için uygun sıcaklık ve yetişme ortamı oluşturmaktadır. Atmosferde bu sürece benzer bir yol izlemektedir (Türkeş 2000).

Sera gazları Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi`nde "doğal ve insan kaynaklı olup atmosferdeki kızıl ötesi ışınları emen ve tekrar yayılmasını sağlayan gaz oluşumları" şeklinde tanımlanmıştır (Arıkan, 2006). Sera gazlarının bazıları doğal olarak oluşmaktadır. Ancak doğrudan ve dolaylı olarak insan faaliyetlerinden etkilenmektedirler. Diğer sera gazları ise tamamen antropojenik faaliyetler sonucunda meydana gelmektedirler. Su buharı (H_2O), karbondioksit (C_2O), ozon (O_3), metan (CH_4) ve nitröz oksit (N_2O) doğal olarak oluşan sera gazlarıdır. İnsan faaliyetleri sonucu meydana gelen sera gazları ise, kloroflorokarbon (CFCs), hidrokloroflorokarbon (HCFCs), hidroflorokarbon (HFCs) gibi gazlardır. Bu gazların hepsine genel olarak halokarbonlar denilmektedir (Houghton ve ark. 1997). Su buharı ve karbondioksit (CO_2) en önemli sera gazlarıdır. Fakat, CH_4, N_2O, O_3, halokarbonlar ve aerosol gibi diğer gazlarda atmosfer sıcaklığını artırabilir (Le Treut 2007). Atmosferdeki ana sera gazı su buharı olmasına rağmen, insan faaliyetlerinden çok az etkilenirken, CO_2, CH_4 ve N_2O

insan faaliyetlerinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Bu nedenler bu üç gaz, sera etkisi ile ilgili en önemlileri olarak kabul edilir (Forster ve ark. 2007). Şekil 2.4`de sera etkisinin şematik gösterimi sunulmuştur.



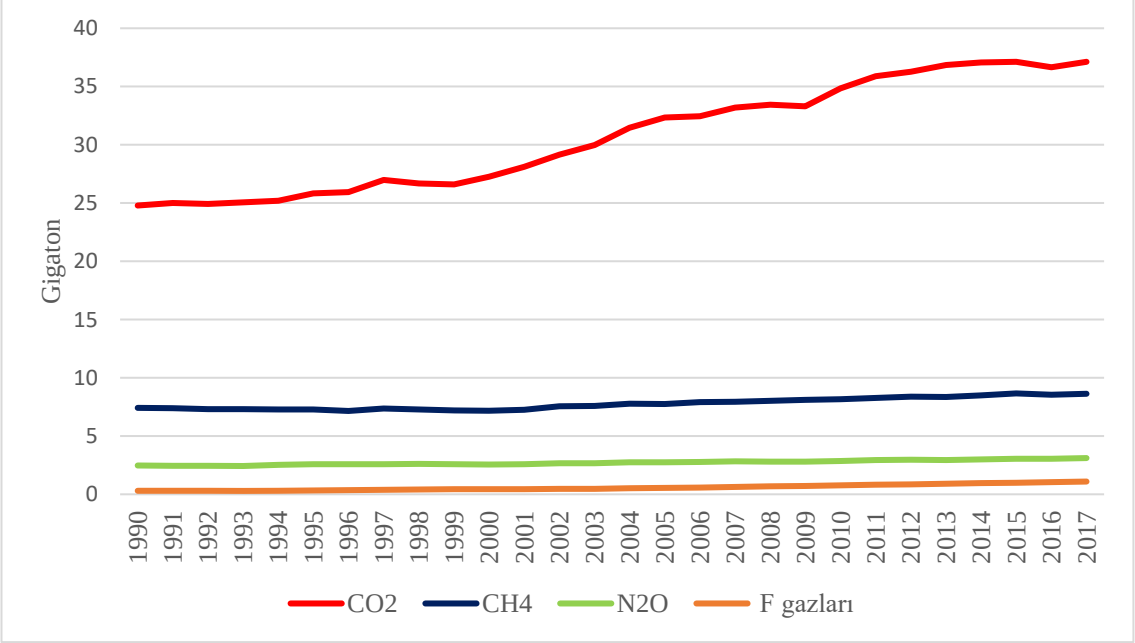
Şekil 2.4. Sera etkisinin şematik gösterimi
Kaynak: (Türkeş ve ark. 1999)

Her bir sera gazı kızılötesi radyasyonu emer ve ısı olarak yeniden yayarak atmosfer sıcaklığını yükseltir ve buna küresel ısınma potansiyeli denir. Küresel ısınma potansiyeli, karbondioksit (CO_2) referans değer (1) kabul edilerek, diğer sera gazlarının yüz yıllık bir süre zarfındaki etkisini ifade etmektedir. Bu nedenle, yüz yıllık bir zaman aralığı düşünüldüğünde, CH_4'ün atmosferde kalma ömrü on iki yıl ve küresel ısınma potansiyeli karbondioksitin yirmi beş katı kadar, N_2O'nun ise atmosferde kalma ömrü yüz on dört yıl ve küresel ısınma potansiyeli ise karbondioksitin 298 katıdır (Forster ve ark. 2007).

19. yüzyıl ortalarından itibaren, sanayi devrimi ile birlikte, fosil yakıtlarının kullanımının büyük oranda artması, yanlış arazi kullanımı, ormansızlaşma, süregelen arazi

kullanımındaki değişiklikler ve diğer antropojenik faaliyetlerin sonucu atmosferde sera gazlarının oranında hızlı bir yükseliş görülmüştür. Geçen yüzyılda ortalama küresel hava sıcaklığı 0.4-0.8 ℃ arasında artmıştır. Küresel ortalama hava sıcaklığındaki bu oranda artışa geçen bin yılın herhangi bir döneminde rastlanmamıştır. 1990-2100 döneminde küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında 1.4-5.8 ℃ arasında bir artışın olacağı tahmin edilmektedir (Kılıç ve ark. 2004).

Şekil 2.5 dünyada toplam sera gazı emisyonlarının 1990-2017 dönemi için türlerine göre dağılımı gösterilmektedir. Grafikten görüldüğü gibi, karbondioksit (CO_2) toplam sera gazı emisyonları içerisinde en yüksek paya sahiptir. Yıllar itibariyle, toplam karbondioksit miktarı ve toplam sera gazı emisyonları içindeki payı istikrarlı ve önemli miktarda artmıştır. Karbondioksitten sonra toplam emisyonlar içinde en çok paya sahip sera gazı CH_4`dür (metan). Ardından nitröz oksit (N_2O) ve F gazları gelmektedir.



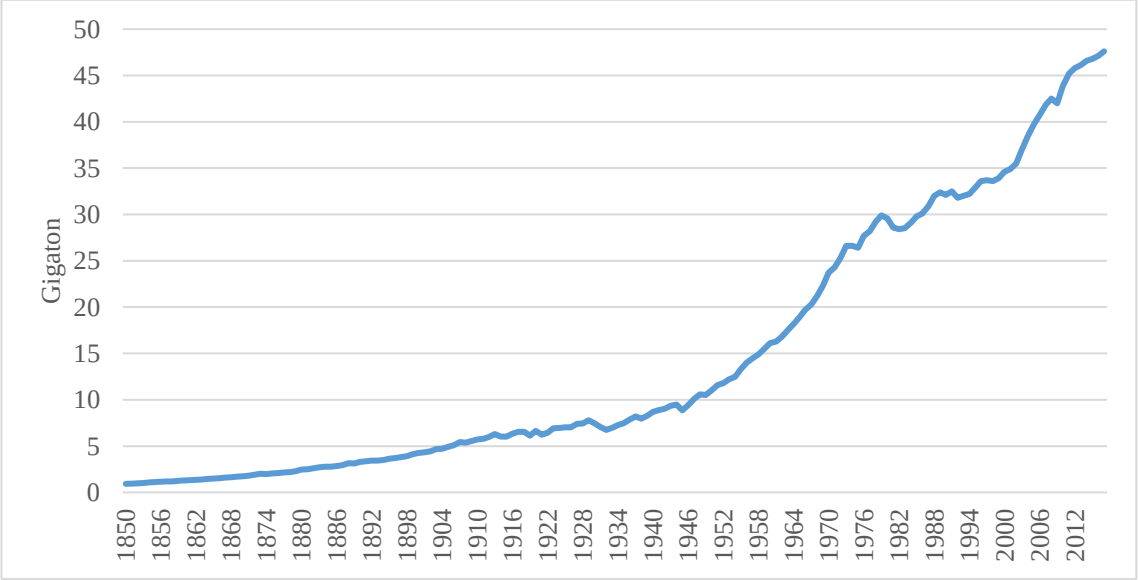
Şekil 2.5. Toplam sera gazlarının çeşitlerine göre dağılımı (1990-2017)
Kaynak: Anonim 2021c

2.5.1. Karbondioksit (CO_2)

Karbondioksit (CO_2) sera etkisine sahip gazların başında gelmektedir. CO_2 ısı veren güneş ışınlarını aynı seranın ve otomobilin camı gibi içeri alır, fakat içerisinin ısısını yani

ısı radyasyonunu geri vermez. CO_2 bir örtü gibi dünyayı sarmaktadır. Yukarıda bahsedildiği gibi bir durum olmasaydı dünyanın ortalama sıcaklığı sıfırın çok altında olurdu. Dünya`da ortalama sıcaklığın +15°C civarında olması bu örtü sayesindedir (Muslu 2000).

Atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonu sanayi devriminden bu yana insan faaliyetleri nedeniyle yoğun bir şekilde artmıştır. Neticede günümüzde son 3 milyon yılda görülmeyen tehlikeli seviyelere ulaşmıştır. İnsan kaynaklı CO_2 emisyonları doğal emisyonlardan çok daha küçük olmasına rağmen binlerce yıl var olan doğal dengeyi bozmuştur (Van de Wal ve ark. 2011). 1958 yılından itibaren yapılan Muana Loa ölçümlerine göre, atmosferdeki karbondioksit miktarı hızlı bir şekilde artmaktadır. Yayımlanan Muana Loa raporlarında atmosferdeki yıllık ortalama karbondioksit birikimi sanayi devrimi öncesi 280 ppm ve 1958 yılında 315 ppm iken, 2004 yılında 377,4 ppm değerine ulaşmıştır (Türkeş 2008). Tahminlere göre, 2100 yılında atmosferdeki CO_2 konsantrasyonunun 540-970 ppm aralığında olacağı öngörülmektedir (Gitay ve ark. 2002). Karbondioksit emisyonlarındaki sanayi öncesinden günümüze kadar devam eden bu artış şekil 2.6`da gösterilmiştir.



Şekil 2.6. 19. yüzyılın ortalarından itibaren karbondioksit (CO_2) konsantrasyonundaki artışın grafiksel gösterimi
Kaynak: Anonim 2021c

Şekil 2.6`dan görüldüğü gibi 19. yüzyılın sonlarından itibaren atmosferdeki CO_2 konsantrasyonlarında hızlı artış yaşanmıştır. Bu artış sanayi devriminden sonra fosil yakıtlarının yoğun tüketimi ile yakından ilgilidir.

Antropojenik faaliyetler sonucu oluşan CO_2 emisyonlarına petrol, kömür ve gaz gibi fosil yakıtlarının yakılması, ormansızlaşma, arazi kullanımındaki değişiklikler örnek gösterilebilir. İnsan kaynaklı karbondioksit emisyonlarının %87`si fosil yakıtlarının kullanımı, %9`u arazi kullanım değişikliği ve ormansızlaşmadan, %4`ü ise endüstriyel süreçlerden kaynaklanmaktadır. 2011 yılında fosil yakıt kullanımı dünya çapında 33,2 milyar ton karbondioksit emisyonu üretmiştir (Le Quere ve ark. 2013).

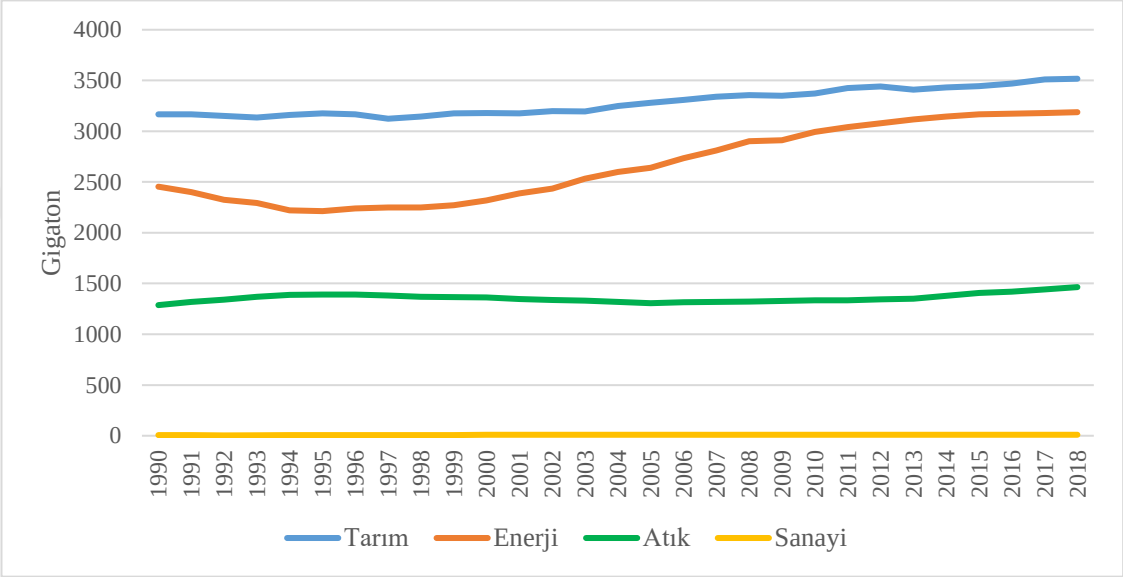
En çok kullanılan fosil yakıt türü kömür, doğal gaz ve petroldür. Fosil yakıtlarının yanmasından kaynaklanan karbondioksit emisyonlarının %43`ünden kömür, %36`sından petrol, %20`sinden ise doğal gaz sorumludur. Kömür en yoğun tüketilen fosil yakıtıdır. Yakılan her ton kömür için yaklaşık 2,5 ton CO_2 üretilmektedir (Defra 2014). Fosil yakıtlarının en yoğun kullanıldığı üç başlıca sektör elektrik, ulaşım ve endüstridir. Elektrik ve ulaşım sektörü 2010 yılında küresel karbondioksit emisyonlarının üçte ikisini üretmiştir (Le Quere ve ark. 2013).

2.5.2. Metan (CH_4)

Metan (CH_4) sera gazları içerisinde önemli bir yere sahiptir ve toplam antropojenik sera gazı emisyonlarının %16`sını oluşturmaktadır. Metan gazı, oksijensiz ortamda organik artıkların ayrışması (anaerobik ayrışma) sonucu oluşmaktadır. Binlerce yıldır metan gazının küresel ısınmaya katkısı değişmemiş fakat son birkaç yüz yılda atmosferdeki oranı iki katına çıkmıştır. Bu artış karbondioksite kıyasla az olmasına rağmen iklim değişikliklerini tetiklemekte en az karbondioksit kadar etkili olmaktadır. Bunun en önemli nedeni metanın küresel ısınma potansiyelinin karbondioksitin 25 katı kadar olmasıdır. Metan gazı iki yolla atmosfere atılmaktadır. Bunlardan birincisi doğal kaynaklar, ikincisi ise antropojenik kaynaklardır. Doğal kaynaklara örnek olarak bataklıkları, termitleri ve okyanusları, antropojenik kaynaklara ise tarım, enerji, endüstri ve atık sektörünü gösterebiliriz. Doğal kaynaklar yolu ile atmosfere salınan metan gazı

yıllık 250 milyon ton, antropojenik metan emisyonu ise yaklaşık 320 milyon ton civarındadır (Kruger ve Franklin 2006, Smith 2014).

Antropojenik metan gazının oluşumuna neden olan çok sayıda kaynak olduğu için sektörel olarak gruplandırılması daha uygundur. Şekil 2.7`de dünya genelinde metan emisyonlarının sektörlere göre dağılımı gösterilmiştir.

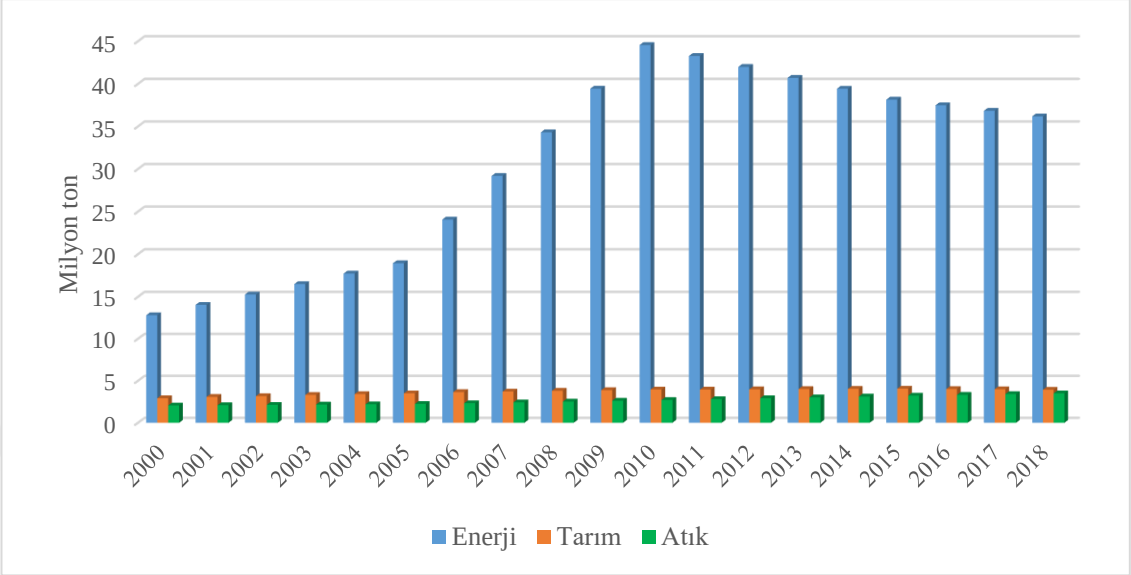


Şekil 2.7. Metan emisyonlarının sekörlere göre dağılımı, 1990-2018
Kaynak: Anonim 2021c

Tarım, enerji, atık ve endüstri sektörü antropojenik metan gazının en önemli kaynaklarıdır. Tarım sektörü dünya genelinde en çok antropojenik metan emisyonlarının üretildiği sektördür. Tarım sektöründe metan emisyonlarının en büyük kaynağı hayvancılık (enterik fermantasyon ve gübre yönetimi) ve çeltik yetiştiriciliğidir. Enerji sektöründe metan emisyonlarının açığa çıkmasına petrol, doğal gaz, kömür üretimi ve biyokütle yakılması gibi faaliyetler neden olmaktadır. Bu sektörler arasında en düşük metan emisyonu sanayi sektöründen açığa çıkmaktadır (Aydın ve Karakurt 2009).

Azerbaycan`da metan gazına neden olan sektörlerin başında enerji sektörü gelmektedir (Şekil 2.8). Dünya genelinden farklı olarak Azerbaycan`da tarım sektörü metan gazı üretimine göre enerji sektöründen sonra ikinci sırada gelmektedir. Bunun nedeni

Azerbaycan'ın zengin petrol ve doğal gaz rezervlerine sahip olması ve enerji sektörünün büyük bir kısmının fosil yakıtlara dayanmasıdır.



Şekil 2.8. Azerbaycan`da sektörlere göre metan (CH_4) gazının dağılımı (CO_2 eşdeğeri), 2000-2018
Kaynak: Anonim 2021b

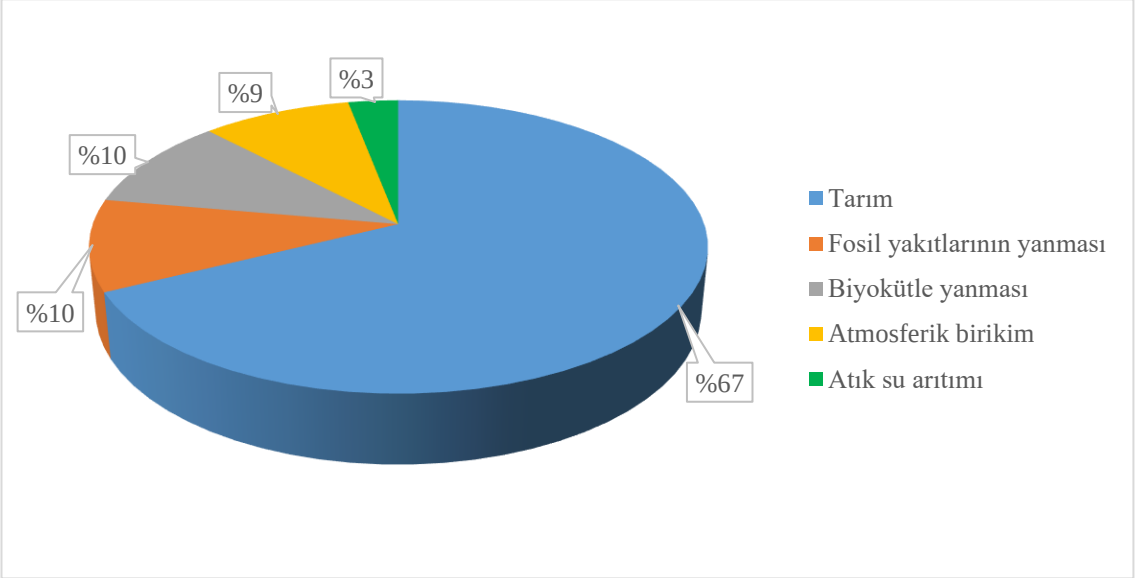
Azerbaycan`da enerji sektöründen kaynaklanan metan emisyonları 2000-2018 yılları arasında %182 oranında artış göstermiştir. Bu artış tarım sektöründen %35, atık sektöründe ise %71 oranında olmuştur. Azerbaycan için tarım sektöründen kaynaklanan metan emisyonları alt faaliyetlere göre incelendiği zaman sırasıyla;

- Enterik fermantasyon
- Gübre yönetimi
- Anız yakımı ve
- Pirinç yetiştiriciliği gelmektedir.

2.5.3. Nitröz oksit (N_2O)

Nitröz oksit (N_2O) önemli bir antropojenik sera gazıdır. Nitröz oksit (N_2O) atmosferde yüz on dört yıldan daha fazla kalabildiği ve CO_2'den 298 kat daha fazla sera etkisi yarattığı için büyük önem taşımaktadır (Signor ve Cerri 2013).

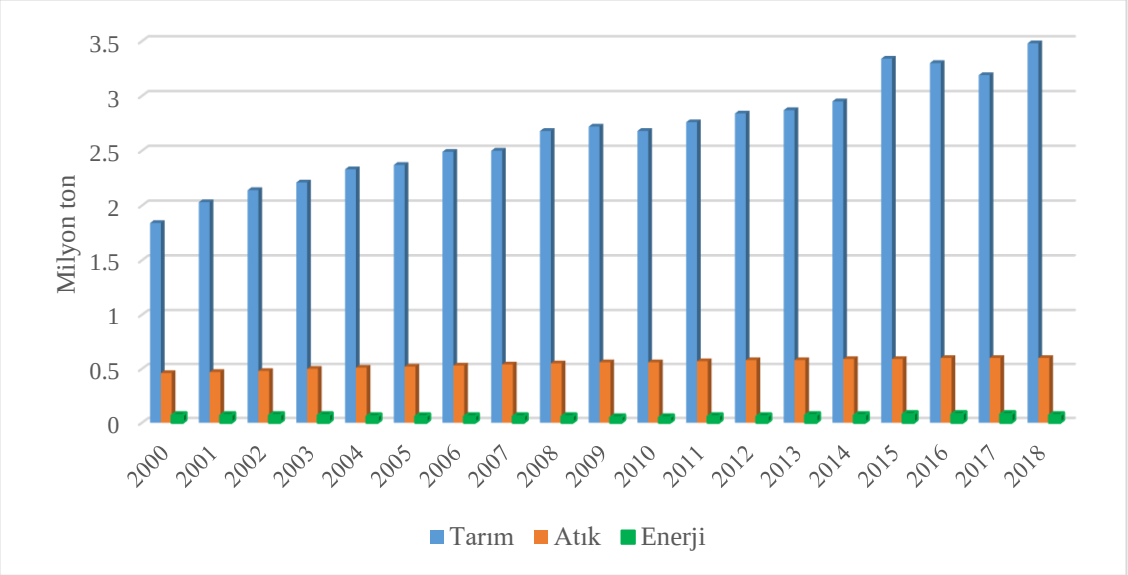
Sanayi devriminden beri antropojenik kaynaklı nitröz oksit (N_2O) emisyonları artmaktadır. Tarım, fosil yakıtlarının yanması, endüstriyel faaliyetler atmosferdeki nitröz oksit (N_2O) konsantrasyonlarının artmasının başlıca nedenleridir. Bu kaynaklar birlikte tüm antropojenik N_2O emisyonlarının %77`sinden sorumludur. Diğer kaynaklar arasında biyokütle yanması (%10), atmosferik birikim (%9) ve atık su arıtımı (%3) bulunmaktadır Nitröz oksit emisyonlarının dünya genelinde en büyük antropojenik kaynağı %67`lik bir paya sahip olan tarımdır. Tarım sektörü yılda 4,5 milyon ton nitröz oksit üretmektedir. Tarım sektöründe açığa çıkan N_2O emisyonları kimyasal gübre tüketimi (özellikle azotlu gübreler), toprak bozulması, toprağa uygulanan hayvan gübresi ve gübre yönetimi kaynaklıdır (Menon ve ark. 2007).



Şekil 2.9. İnsan kaynaklı (antropojenik) N_2O emisyonları
Kaynak: Menon ve ark. 2007

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Uluslararası Gübre Sanayi Birliğinin (IFA) verilerine göre; 1995 yılı için dünya genelinde 1436 milyon ha büyüklüğünde tarım arazilerinden yaklaşık olarak 3,2 milyon ton N_2O salınımı gerçekleşmiştir. Bu salınımın %66`sı gelişmekte olan ülkelerden, %34`ü ise gelişmiş ülkelerden kaynaklanmaktadır (Bouwman ve ark. 2001).

Azerbaycan için nitröz oksit (N_2O) gazına neden olan kaynaklar değerlendirildiği zaman dünya genelinde olduğu gibi tarım sektörünün bu kaynakların başında geldiği görülmektedir. Tarım sektöründen sonra sırasıyla atık ve enerji sektörü gelmektedir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Azerbaycan`da sektörlere göre nitröz oksit (N_2O) gazının dağılımı (CO_2 eşdeğeri), 2000-2018
Kaynak: Anonim 2021c

Azerbaycan`da 2000-2018 yılları arasında tarım kaynaklı $N_2O$ emisyonları %89 oranında artmıştır. Atık sektöründe bu artış %30 oranında gerçekleşirken, enerji sektöründe bu süre zarfında herhangi bir artış gözlemlenmemiştir. Azerbaycan`da tarım sektöründen kaynaklanan N_2O emisyonları alt sektörlere göre incelendiği zaman sırasıyla;

- Merada bırakılan hayvan dışkısı
- Kimyasal gübre kullanımı
- Mahsul kalıntıları (tarla artıkları)
- Toprağa uygulanan hayvan gübresi
- Gübre yönetimi ve
- Anız yakımı gelmektedir.

2.6. Sera Gazı Emisyonlarının Sektörler İtibariyle Değerlendirilmesi

2.6.1. Enerji sektörü

Enerji, maddelerin yapısında var olan ve çeşitli şekillerde açığa çıkan güç olarak tanımlanmaktadır (Arnold 2013).

İnsanoğlu varoluşundan itibaren çeşitli enerji kaynaklarından faydalanmaya başlamıştır. Enerji kaynaklarının tüketimi sanayi devriminden sonra hızla artmış ve bu yoğun tüketim günümüzde de devam etmektedir. Enerjiye olan talebin artmasında nüfus artışı, sanayileşme, kentleşme, refah düzeyinin yükselmesi ve teknolojik gelişim gibi faktörlerin rolü büyüktür. Enerji tüketimindeki bu hızlı artış çevre ile ilgili sorunları da beraberinde getirmektedir. Fosil yakıtları olarak bilinen petrol, doğal gaz ve kömür gibi tükenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları kullanıldıkları zaman çevreyi kirletmekte ve atmosfere önemli miktarda sera gazı salmaktadırlar. Fosil yakıtları, dünyada bol bulunması, ticaretinin kolay yapılabilmesi ve taşınabilir olması nedeniyle ülkelerin enerji ihtiyacının önemli bir kısmını karşılamakta ve bu döngünün uzun süre devam etmesi beklenmektedir. Dünya enerji tüketiminin %80`den fazlasını uzun yıllardır fosil yakıtlar karşılamaktadır. Petrol (%31), kömür (%26) ve doğal gaz (%23) dünya enerji tüketiminde ilk üç sırayı almaktadır (Erdoğan 2020).

Enerji ile çevre birbiriyle yakın olan iki kavramdır. Fosil yakıtlarının yanmasının hava kirliliğinin ana kaynağı olması araştırmalarla sabittir. Fosil yakıtlarının yanması sonucu en fazla karbondioksit olmak üzere, sülfürdioksit, azot oksit ve karbonmonoksit gibi çeşitli gazlar atmosfere salınır. Fosil yakıtlarının tam yanması halinde karbondioksit gazı, tam yanmaması halinde ise karbonmonoksit gazı ortaya çıkmaktadır (Dahl 2004).

Kömür, enerji kaynakları içerisinde çevre üzerinde en çok etkisi olandır. Kömür yandığı zaman çok yüksek miktarda karbondioksit (CO_2) gazı üretir. Bu sebepten, kömür yakma teknolojilerinin geliştirilmesi ve emisyonu düşük fakat verimi yüksek olan santrallerin kurulması kömür üretiminin çevresel etkilerinin en aza indirilmesi bakımından son derece önemlidir. Kömürden sonra sera gazı üretimi bakımından en fazla etkisi olan enerji kaynağı petroldür. Petrol ile çalışan sanayi tesisleri, enerji santralleri ve motorlu taşıtlar

atmosfere büyük miktarda sera gazı bırakmaktadırlar (Pipe 2013b). Petrol ve kömüre kıyasla doğal gaz daha temiz bir yakıttır. Doğal gaz yandığında petrol ve kömüre göre daha az karbondioksit, nitrojen oksit ve çok az miktarda kükürtoksit ortaya çıkmaktadır. Ancak, doğal gaz yanmadan havaya karıştığı durumda petrol ve kömürden yirmi kat daha çok CO_2 üretmektedir (Pipe 2013a).

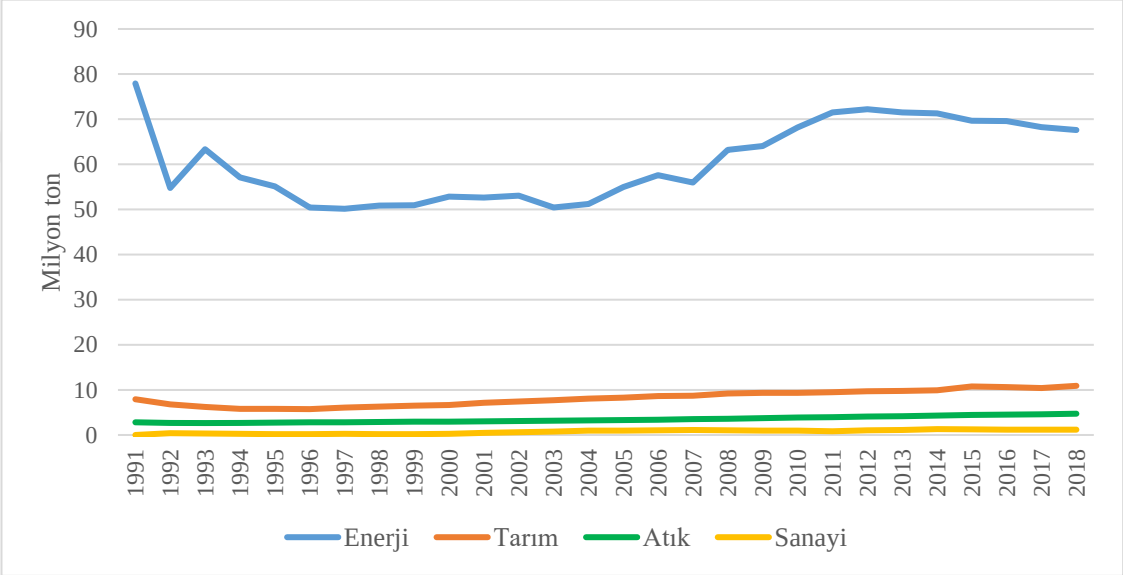
Enerji tüketimi, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının açık ara en büyük kaynağıdır. Toplam sera gazı emisyonlarının %73,2`si enerji sektöründen kaynaklanmaktadır. Enerji sektörü alt sektörler olarak elektrik ve ısı üretimi, sanayide enerji kullanımı, binalarda enerji kullanımı, ulaşım, tarım, kaçak emisyonlar ve diğer yakıt yanmalarını içermektedir (Çizelge 2.9).

Çizelge 2.9. Enerji sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonlarının alt sektörlere göre dağılımı

Alt sektörler	Sera gazı emisyonları payı	
Sanayide enerji kullanımı	%24,2	Demir ve çelik %7,2 Demir olmayan metaller %0,7 Makine %0,5 Gıda ve tütün %1,0 Kâğıt ve baskı %0,6 Kimya ve petrokimya %3,6 Diğer %10,6
Binalarda enerji kullanımı	%17,5	Yerleşim %10,9 Ticari %6,6
Ulaşımda enerji kullanımı	%16,2	Karayolu %11,9 Havacılık %1,9 Denizyolu %1,7 Demiryolu %0,4 Boru hattı %0,3
Tahsis edilmemiş yakıt yanması	%7,8	-
Enerji üretiminden kaynaklanan kaçak emisyonlar	%5,8	Petrol ve doğal gaz %3,9 Kömür %1,9
Tarımda enerji kullanımı	%1,7	-
Toplam	**%73,2**	

Kaynak: Anonim 2021c

Azerbaycan`da da dünya genelinde olduğu gibi sera gazı emisyonlarına neden olan sektörler arasında ilk sırada enerji sektörü gelmektedir. Sera gazı emisyonlarının en büyük kaynağının fosil yakıtlarının kullanımı olduğu ve kullanım amacına göre baktığımız zamanda en büyük payın enerji sektörüne ait olduğu görülmektedir. Azerbaycan`da toplam sera gazı emisyonlarının %85`i enerji sektöründen kaynaklanmaktadır. Bu sebepten enerji sektörü ilk sırada olup, ardından sırasıyla tarım (%10), atık (%3) ve sanayi (%2) sektörleri gelmektedir (Şekil 2.11).

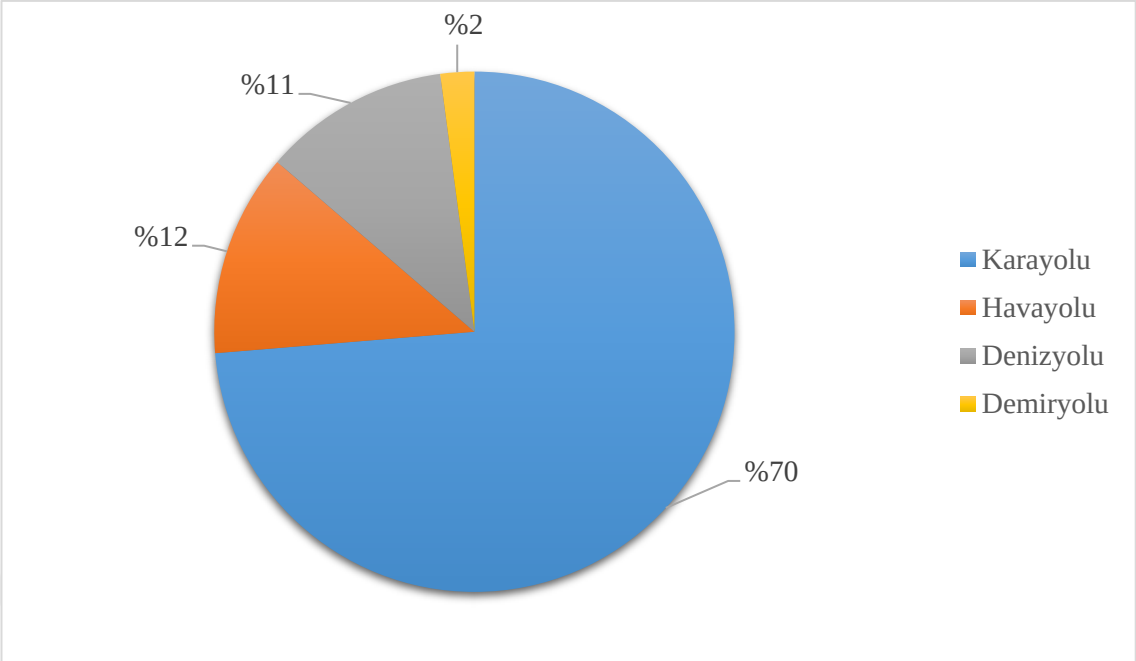


Şekil 2.11. Azerbaycan`da sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları, (CO_2 eşdeğeri)
Kaynak: Anonim 2021c

Azerbaycan için sera gazı emisyonlarına neden olan sektörleri ayrı ayrı değerlendirdiğinde enerji sektörünün en büyük paya sahip olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, araştırmanın konusu olan yirmi altı yıllık süre içinde enerji sektöründen kaynaklanan toplam sera gazı emisyonları %12 oranında azalmıştır. Diğer sektörlerden kaynaklanan sera gazı emisyonları genel itibariyle enerji sektörüne kıyasla çok az olmalarına rağmen bu süreçte artış göstermişler. Bu artış tarım sektöründe %25, atık sektöründe %65 ve sanayi sektöründe ise %200 oranında olmuştur. Azerbaycan için sanayi sektörü genel itibariyle dört sektör arasında en az sera gazı üreten sektör olmasına rağmen, 1992-2018 yılları arasında sera gazı emisyon miktarında en hızlı artış gösteren sektör olmuştur.

Enerji, günümüzde bütün sektörlerin en temel girdilerinden birisidir. Ulaşım sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonları enerji tüketimi kaynaklı olduğu için Çizelge 2.9`da ulaşım enerji sektörünün bir alt sektörü olarak gösterilmiştir.

Ulaşım sektörü günümüzde artan talebi karşılamak için hızla büyümektedir. Bu büyüme birçok ülkede artan enerji tüketimi ve çevre açısından sorun yaratmaktadır. Ulaşım sektörü antropojenik karbondioksit emisyonlarının elektrik üretiminden sonra ikinci en büyük kaynağıdır. Ulaşım sektöründe petrol bazlı (benzin, dizel vb.) yakıtlar başta olmak üzere çok yoğun enerji kullanılmaktadır. 1990`lardan bu yana ulaşımla ilgili emisyonlar hızla yükselmiş ve yirmi yıldan kısa bir süre içinde %45 artmıştır (Leipzig 2010). Bu artışa neden olarak ulaşım sektöründe taşıt sayılarında ve araç kullanım miktarındaki artışlar gösterilmektedir. Dünya genelinde ulaşım sektöründe harcanan enerji miktarının %95`i fosil yakıtlarından oluşmaktadır. Küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık olarak %20`si ulaşım faaliyetlerinde harcanılan yakıtlardan ortaya çıkmaktadır. Ulaşım sektöründen kaynaklanan emisyonların %70`i karayolu, %12`si havayolu, %11`i denizyolu ve %2`si demiryolu hatlarının payına düşmektedir. Ulaşım sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonlarında karayolu taşımacılığı (%70) ön plana çıkmaktadır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. Ulaşım sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonlarının alt faaliyetlere göre dağılımı
Kaynak: Anonim 2021c

Karayolu taşımacılığından kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azaltılması için,

- Daha az sera gazı üreten alternatif yakıtların kullanımı,
- Trafiğe yeni çıkan taşıtların yakıt tüketimlerinin azaltılması,
- Trafik akışının düzenlenmesi ve
- Sürdürülebilir ulaşım ve taşımacılık yöntemleri konusunda kararlar alınırken ulaşımın çevre üzerindeki etkilerinin göz ardı edilmemesi gerekmektedir (Çalışkan ve ark. 2017).

2.6.2. Atık sektörü

Atık kavramıyla üretim, tüketim ve diğer faaliyetler sonucunda oluşan ve artık ihtiyaç duyulmayan, atılmak istenen her türlü madde kastedilmektedir (Anonim 2016). Atık sektörü karbondioksit (CO_2), metan (CH_4) ve nitröz oksit (N_2O) gibi başlıca sera gazı emisyonlarına neden olan sektörlerden biridir. 2004 yılı itibarı ile antropojenik sera gazı emisyonlarının %3`ünün atık sektöründen kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Doorn ve ark. 2006).

Atık sektöründe sera gazı emisyonlarına neden olan en önemli kaynaklar; katı atık depolama alanları, atıksu arıtma tesisleri ve çeşitli atıkların kaldırılmasını içeren faaliyetlerdir. Bir katı atık depolama tesisinde katı atık ve su temel girdiler, depo gazları ve sızıntı suyu ise temel çıktılardır. Depolama tesisine bir karbon kaynağı girdiğinde, CH_4 ve CO_2 gazları şeklinde çıkabilir veya tesiste depolanarak kalabilir (Freed ve ark. 2004). Depo gazı, büyük miktarda organik atıkların depolama alanlarında oksijensiz ortamlarda çürümesi sonucu oluşmaktadır. Depo gazı genellikle metan (%65-70) ve karbondioksit (%25-30) bileşenlerinden oluşmaktadır (Pazoki ve ark. 2015).

Halk sağlığını ve çevreyi korumak için atıksu arıtma tesislerinin sayısı her geçen gün artmaktadır. Atıksu arıtma tesisleri hem iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonları üretmekte hem de iklim değişikliğinden olumsuz etkilenmektedir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) direktifine göre atıksu arıtma tesisleri sera gazı emisyonlarının antropojenik kaynaklarından biri olarak kabul edilir. Sera gazı emisyonları atıksu arıtma tesislerinden direkt ve dolaylı olmak üzere iki şekilde kaynaklanmaktadır. Atıksu arıtma tesisleri için direkt sera gazı emisyonları; kanalizasyon toplama sisteminde, tesiste uygulanan arıtım proseslerinde ve arıtılmış suyun deşarj edildiği ortamlarda meydana gelmektedir. Dolaylı yolla oluşan sera gazı emisyonları ise ulaşımdan, elektrik tüketiminden ve tesislerdeki kimyasal kullanımından kaynaklanmaktadır (Kyung ve ark. 2015, Parravicini ve ark. 2016). Atıksu arıtma tesislerinde CO_2 üretimi genelde enerji tüketiminden, CH_4 emisyonları anaerobik çürütme ortamlarında, N_2O`nin ise atıksu arıtma tesislerinde çıkış suyundan sonra dolaylı olarak üretildiği kabul edilmektedir (Doorn ve ark. 2006).

2.6.3. Tarım sektörü

Tarım sektörü tüm dünyada her geçen gün giderek daha da entansifleşmektedir. Bu entansifleşme sonucu yoğun, bilgisiz ve bilinçsiz yapılan tarım uygulamaları hayvansal ve bitkisel besinler vasıtasıyla insan sağlığı için ciddi tehlikeler yaratabilmektedir. Fakat bu tehlikeler bir tek insan sağlığı ile sınırlı kalmayıp hava, su ve toprak üçlüsünü de etkileyerek ciddi çevre sorunlarına sebep olmaktadır. Tarımsal faaliyetlerin çevre

üzerindeki olumsuz etkilerine rağmen, tarımsal üretimden vazgeçmek gibi bir alternatif yoktur. Bu nedenle tarımsal faaliyetlerde bulunurken çevrenin ve doğal kaynakların korunması en önemli konu haline gelmiştir (İkincikarakaya ve ark. 2013).

Yukarıda da bahsedildiği gibi tarımsal faaliyetler hava, su ve toprak üçlüsünün her birini ayrı ayrı etkilemektedir. Fakat araştırmanın konusu tarımsal faaliyetler sonucu oluşan sera gazları yani hava kirliliği olduğu için bu kısımda daha çok tarımın atmosfer üzerindeki negatif etkilerinden bahsedilecektir. Tarımsal faaliyetler sonucu atmosfere salınan en yaygın sera gazları CO_2, CH_4, ve N_2O`dir. Genel olarak tüm sektörleri göz önünde bulundurduğumuz zaman sera gazları içerisinde en çok sorun oluşturan karbondioksittir (CO_2). Fakat bir tek tarım sektörünü dikkate aldığımız zaman hayvansal üretimde metan (CH_4), bitkisel üretimde ise nitröz oksit (N_2O) en önemli sera gazlarıdır (Kayıkçıoğlu ve Okur 2012). Metan (CH_4) ve nitröz oksitle (N_2O) karşılaştırıldığı zaman, yüksek miktarda karbondioksit (CO_2), tarımsal faaliyetler vasıtasıyla bir döngüye uğratılmaktadır. Yüksek miktarda CO_2, fotosentez yoluyla bitkiler tarafından tüketilirken, en sonunda gıda, lif, yem ve yakıt olarak kullanılan bitkisel ürünlerin tümünün tüketilmesi ve çürümesiyle tekrar karbondioksite (CO_2) geri çevrilmektedir. Tarımdaki bu karbondioksit (CO_2) döngüsünün büyüklüğü düşünüldüğü zaman, tarım kaynaklı CO_2 salınımının miktarı düşüktür. Tarımsal faaliyetler ile tarım ürünlerinin işlenmesi ve taşınması sırasında kullanılan enerji bu salınımın başlıca kaynağıdır (Kayıkçıoğlu ve Okur 2012).

Metan emisyonu tarım sektöründe en çok hayvan yetiştiriciliğinden kaynaklanmaktadır. Günümüzde hayvancılığın sera gazı emisyonunun artmasında büyük bir katkısı olduğu iyi bilinmektedir. Bundan dolayı da hayvansal üretimin ekolojik ayak izi ile ilgili endişeler her gün daha da artmaktadır. Hayvancılık sektörü toplam karasal yüzeyin (buz hariç) %30`nu kaplamakta ve tarımsal gayri safi yurtiçi hasılaya %33-50 katkıda bulunmaktadır. Bununla birlikte insanların geçimi ve çevre üzerinde önemli etkileri vardır. Geçtiğimiz yıllar içinde insan nüfusunun artmasıyla ilişkili olarak hayvancılık ürünlerine olan talep de artış göstermiştir. Bu nedenle hayvancılık sektörü de hızla büyümektedir. Bu hızlı büyüme toprak, su ve hava dahil olmak üzere çevre üzerinde

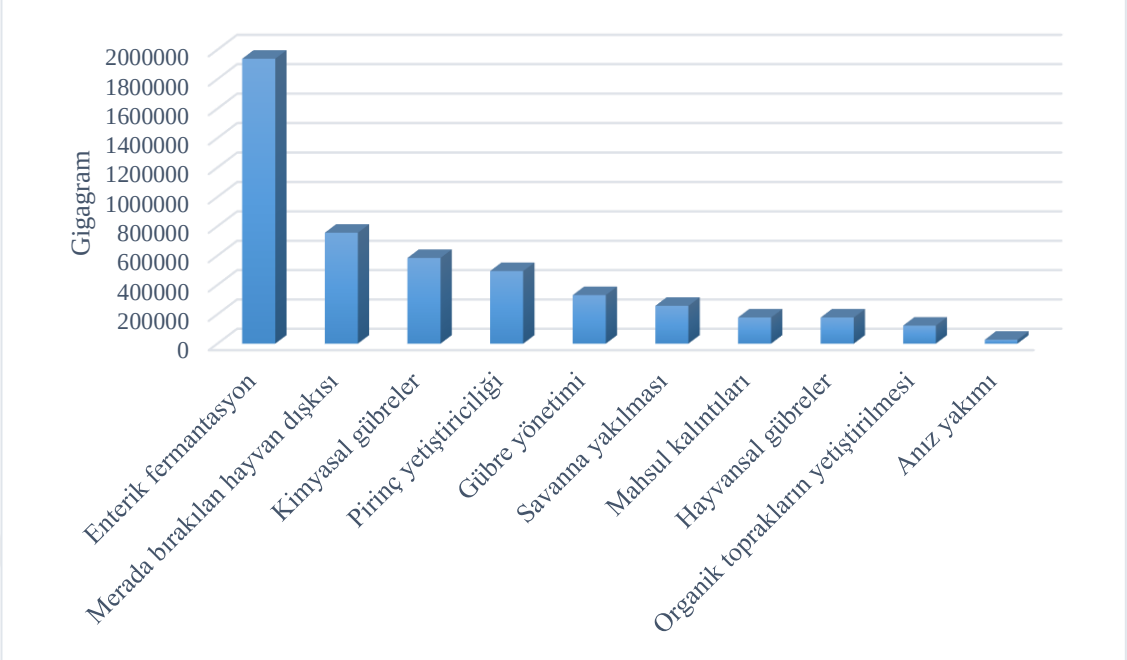
önemli etkilere neden olmaktadır. Ayrıca tüm antropojenik sera emisyonlarının yaklaşık olarak %18`lik kısmını oluşturmaktadır (Herrero ve ark. 2013, Tian ve ark. 2016).

1961-2007 yılları arasında küresel et ve süt üretimi 186 ve 320 milyon ton artış göstermiştir. Bu da sırasıyla 3,6 ve 2,0 kat artışa karşılık gelmektedir. 2010 yılına kıyasla 2050 yılında küresel et ve süt üretimi sırasıyla %73 ve %58 artacağı beklenmektedir (McLeod 2011). Hayvancılık ürünlerinin insanların beslenmesi açısından çok önemli protein kaynağı olmasına rağmen talepteki bu hızla artışın 2050 yılına kadar gezegenin sınırlarına yaklaşması ve bu sınırları aşması beklenmektedir (Pelletier ve Tyedmers 2010). Hayvancılık ürünlerindeki bu artış, hayvancılıkla ilgili sera gazlarını özellikle metan emisyonlarını 2050 yılına kadar %39 oranında artırabilir (Herrero ve ark. 2016).

Tarım kaynaklı sera gazı emisyonları Birleşmiş Milletlerin Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından on bir başlık altında incelenmekte ve bu başlıklarla ilgili FAO`nun istatistiklerinin bulunduğu FAOSTAT internet sitesinde her ülke ile ilgili istatistikler yer almaktadır. FAOSTAT veri alanı, 1961'den günümüze kadar yaklaşık 200 ülke için tarımsal sera gazı emisyon tahminlerini içermektedir. Tarımsal sera gazı emisyonları FAO tarafından oluşum kaynaklarına göre aşağıdaki şekilde gruplaştırılmıştır.

- Enterik fermantasyon (Hayvanlarda sindirim sistemi)
- Gübre yönetimi
- Pirinç yetiştiriciliği
- Kimyasal gübreler
- Toprağa uygulanan hayvansal gübreler
- Merada bırakılan hayvan dışkısı
- Mahsul kalıntıları
- Organik toprakların yetiştirilmesi
- Savanna yakılması
- Anız yakımı
- Tarımda enerji kullanımı

Şekil 2.13`de FAOSTAT veri alanına göre dünya genelinde tarımsal sera gazı emisyonlarının alt sektörlere göre dağılımı verilmiştir.



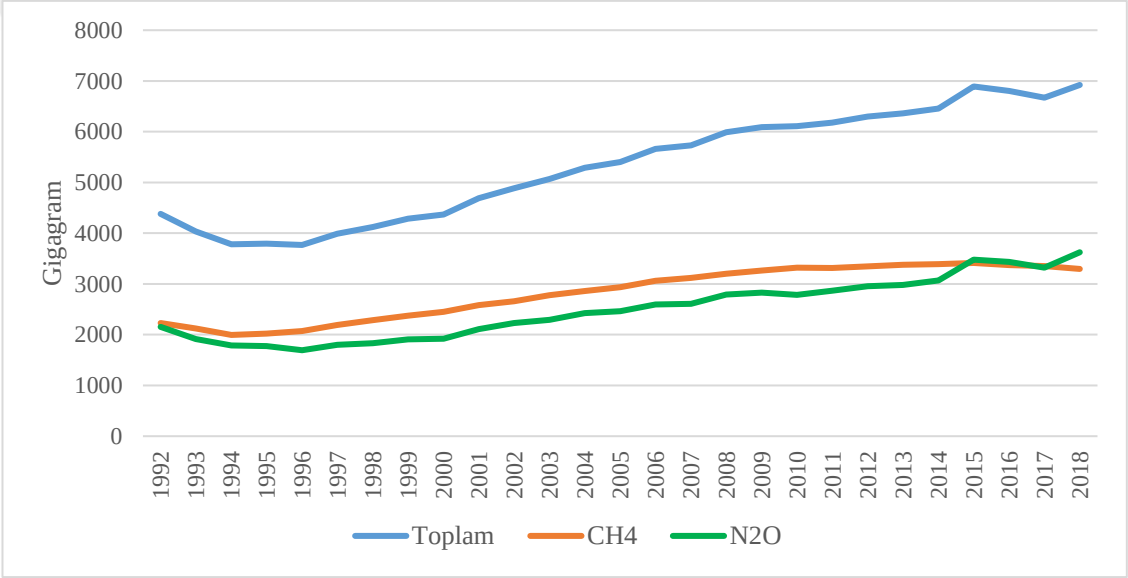
Şekil 2.13. Tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarının alt sektörlere göre dağılımı (CO_2 eşdeğeri). Dünyada, 1990-2018
Kaynak: Anonim 2021b

Dünya genelinde tarımsal sera gazı emisyonlarının oluşum kaynaklarına baktığımız zaman hayvan yetiştiriciliğinden kaynaklanan enterik fermantasyonun (%39,8) ilk sırada olduğu görülmektedir. Ardından merada bırakılan hayvan dışkısı (%15,5), kimyasal gübre tüketimi (%12), pirinç yetiştiriciliği (%10,2) ve gübre yönetimi (%6,8) gelmektedir. İlk iki sırada hayvancılıkla ilgili enterik fermantasyon ve merada bırakılan hayvan dışkısının gelmesi hayvancılık sektörünün tarımsal sera gazı emisyonlarının en önemli kaynağı olduğunu göstermektedir.

Azerbaycan`da tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarını alt sektörlere göre incelediği zaman dünya genelindeki sıralamayla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Azerbaycan`da tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarının önemli kısmı sırasıyla, enterik fermantasyon (%50,3), merada bırakılan hayvan dışkısı (%37,3), kimyasal gübre tüketimi (%3,9) ve gübre yönetimi (%2,6) alt sektörlerinden kaynaklanmaktadır. Dünya genelinde olduğu gibi Azerbaycan için de ilk iki sırada enterik fermantasyon ve merada bırakılan hayvan dışkısı alt sektörleri gelmektedir. Bu da toplam tarımsal sera gazı emisyonlarının %87,6`sının hayvancılık sektöründen kaynaklandığı anlamına gelmektedir. Dünya

ortalaması incelendiği zaman enterik fermantasyon ve merada bırakılan hayvan dışkısı alt sektörlerinden kaynaklanan emisyon miktarı %55,3`dür (Anonim 2021b). Bu iki alt sektörden kaynaklanan emisyon miktarı dünya geneli ile karşılaştırıldığında Azerbaycan`da hayvancılık sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonlarının dünya ortalamasının üzerinde olduğu görülmektedir.

Azerbaycan için tarım kaynaklı sera gazı emisyonları alt sektörlere göre değil toplam olarak incelendiği zaman 1992-2018 yılları arasında %57 oranında artış olduğu görülmektedir (Şekil 2.14). Bu artış metan (CH_4) ve nitröz oksit (N_2O) gazları için sırasıyla %48 ve %68 oranında olmuştur (Anonim 2021b).



Şekil 2.14. Tarım kaynaklı sera gazı emisyonları (CO_2 eşdeğeri). Azerbaycan, 1992-2018
Kaynak: Anonim 2021b

2.7. Tarım Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonlarının Alt Sektörlere Göre Değerlendirilmesi

2.7.1. Enterik fermantasyon

Hayvancılık sektörü dünya çapında karbondioksit (CO_2), metan (CH_4) ve nitröz oksit (N_2O) üreten önemli bir sera gazı emisyonu kaynağıdır. Hayvancılık doğrudan (enterik fermantasyon ve gübre yönetimi) veya dolaylı olarak (yem üretim faaliyetleri ve

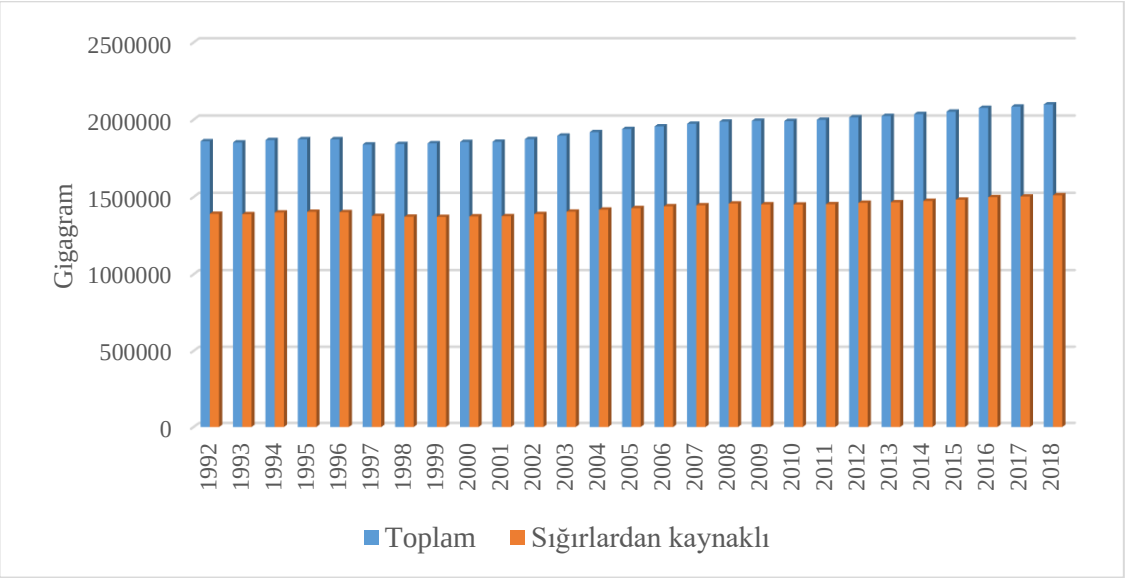
ormanların meralara dönüştürülmesi) sera gazı üreterek iklim değişikliğine katkıda bulunmaktadır (Steinfeld ve ark. 2006).

Hayvancılık insan kaynaklı metan (CH_4) emisyonlarının başlıca nedenlerinden biridir. Metan emisyonları sera gazı emisyonları arasında karbondioksitten sonra ikinci sırada gelmektedir. Toplam sera gazı emisyonlarının %10`unu metan emisyonları oluşturmaktadır (Anonim 2013). İnsan kaynaklı $CH_4$ emisyonlarının yaklaşık %35`i hayvancılık sektöründen kaynaklanmaktadır. Bu ise 2,2 milyar ton karbondioksite eşdeğerdir (Ingale ve ark. 2013).

Metan gazı hayvanlarda sindirim sistemi fermantasyonu (enterik fermantasyon), solunum, dışkı ve idrar sonucu oluşmaktadır (Hristov ve ark. 2013). Geviş getiren hayvanların (sığır, koyun, keçi, bufalo) midesi dört bölümden oluşmaktadır. Hayvanın gıda olarak kabul ettiği yem midenin rumen (işkembe) olarak adlandırılan bölümünde parçalanmakta ve sonuç olarak birkaç yan ürünle birlikte metan gazı oluşmaktadır. Bu proses sonucu oluşan metan gazı bazı kriterlere göre değişir. Bu kriterlere örnek olarak hayvanın yaşı, tipi, ağırlığı, beslenmesi ve harcadığı enerji gösterilebilir (Leng 1993, Ersoy 2017). Rumende oluşan metan gazı genelde pektin, nişasta, selüloz ve hemiselüloz gibi hidrolize olmuş karbonhidratların mikrobiyel fermantasyonu sonucunda oluşmaktadır. Bununla birlikte protein miktarı yüksek olan rasyonlarla beslenen hayvanların rumeninde de fermantasyona bağlı olarak önemli miktarda metan üretildiği gözlenmiştir. Geviş getirmeyen hayvanlarında midesinde fermantasyon sonucu metan üretilmektedir fakat bu metan üretimi, ruminantlar (geviş getirenler) tarafından üretilenin %10'u kadardır. Bu nedenle araştırmacılar daha çok ruminant hayvanlar üzerinde durmaktadırlar (Mills ve ark. 2001, Kebreab ve ark. 2006).

Çiftlik hayvanlarından kaynaklanan metan (CH_4) emisyonları esas olarak enterik fermantasyon ve gübre yönetimi sonucu oluşmaktadır. Küresel olarak tek başına sığırlardan özellikle süt ineklerinden kaynaklanan mide fermantasyonu genel enterik fermantasyonun çok büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Şekil 2.15). Enterik fermantasyon sonucu kaynaklanan CH_4 emisyonları, tarımdan kaynaklanan CH_4 emisyonlarının %20`sini oluşturmaktadır (Steinfeld ve ark. 2006, Xue ve ark. 2014).

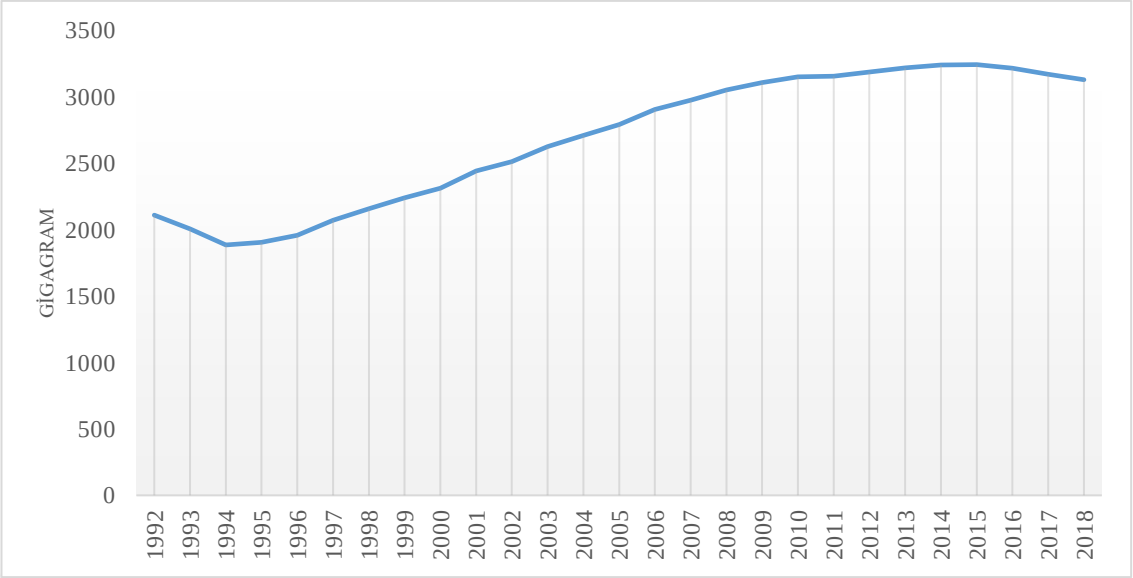
Enterik fermantasyon, hayvancılık kökenli CH_4 emisyonlarının %90`nı, genel insan kaynaklı $CH_4$ emisyonlarının ise %37`ni oluşturmaktadır (Chhabra ve ark. 2013, Kumari ve ark. 2016).



Şekil 2.15. Dünya genelinde enterik fermantasyon kaynaklı sera gazı emisyonları (CO_2 eşdeğeri), 1992-2018
Kaynak: Anonim 2021b

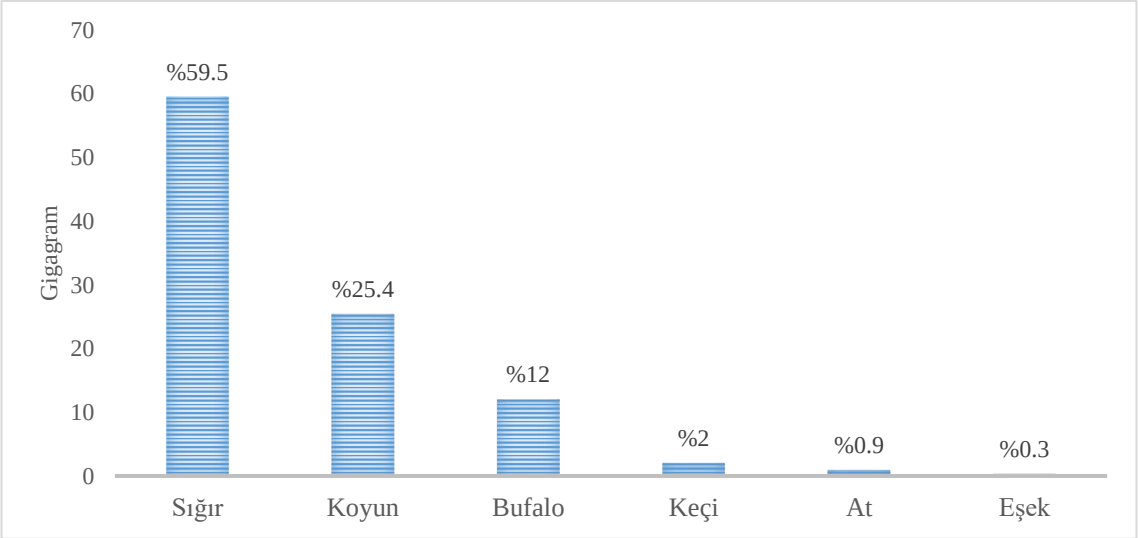
Günümüzde hayvancılık ürünlerine yönelik artan küresel taleple birlikte, 2050 yılına kadar çiftlik hayvanlarından kaynaklanan sera gazı emisyonlarının önemli ölçüde artacağı tahmin edilmektedir. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) raporlarında, hayvancılık popülasyonunun büyümesinin kontrol edilmediği takdirde, 2030 yılına kadar hayvancılıktan kaynaklanan metan emisyonlarının %60`a yükseleceğini öngörmüşlerdir (McLeod 2011).

Azerbaycan`da enterik fermantasyon sonucu oluşan emisyon miktarı tarımdan kaynaklanan toplam emisyonların %51`ni oluşturmaktadır. Şekil 2.16`da Azerbaycan`da 1992-2018 yılları arasında hayvancılık sektöründe enterik fermantasyon sonucu oluşan emisyon değerlerinin grafiksel gösterimi sunulmuştur.



Şekil 2.16. Enterik fermantasyon sonucu oluşan emisyon miktarı (CO_2 eşdeğeri), Azerbaycan 1992-2018
Kaynak: Anonim 2021b

Azerbaycan`da enterik fermantasyon sonucu oluşan sera gazı emisyonlarına bakıldığı zaman 1992-2018 yılları arasında %48 oranında bir artışın olduğu görülmektedir. Azerbaycan`da tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarına en çok katkısı olan ilk iki tarımsal faaliyet mide fermantasyonu (%51) ve merada bırakılan hayvan dışkısı (%37,3)`dir. Her iki tarımsal faaliyet hayvancılıkla ilgilidir. Şekil 2.17`de Azerbaycan için hayvan türüne göre emisyon değerleri gösterilmiştir.



Şekil 2.17. Hayvan türüne göre emisyon değerleri (CO_2 eşdeğerinde), Azerbaycan (1992-2018)
Kaynak: Anonim 2021b

Azerbaycan`da hayvan türüne göre emisyon değerlerine baktığımızda dünya genelinde olduğu gibi enterik fermantasyon sonucu en çok metan gazı üreten hayvan türünün sığırlar (%59,5) olduğu görülmektedir. Sığırlar içerisinde de en çok pay %36,2 ile süt sığırlarına aittir. Sığırları sırasıyla koyunlar ve bufalolar izlemektedir.

Bireysel olarak baktığımız zaman aslında hayvanlar az miktarda metan üretmektedirler. Bir inek yaklaşık olarak yılda 80-110 kg metan üretir. Ruminantların metan gazı üretiminde sorumlu tutuldukları nokta ürettikleri gazın miktarından daha ziyade genel olarak dünyada ulaştıkları sayısal varlıktır. Sayı olarak çok fazla olmaları emisyona büyük miktarda katkılarının olması ile sonuçlanır (Koyuncu ve Akgün 2018).

Enterik fermantasyon kaynaklı metan emisyonlarını kontrol altına almak oldukça zordur. Buna rağmen, metan emisyonlarını azaltmak için bazı yöntemler geliştirilmiştir. Geliştirilmiş bu yöntemlere, hayvan sayısını azaltarak hayvan başına verimliliği artırmak, beslenme türünü değiştirme ve gıdalanmada daha düşük metan verimi veren bitkilerin seçilmesi örnek gösterilebilir (Reay ve ark. 2010).

2.7.2. Gübre yönetimi

Gün geçtikçe canlı hayvan sayısı dünya çapında daha da artmaktadır. Sonuç olarak hayvancılığın yapılabilmesi için geniş arazilere, uygun donanıma ve doğru yetiştirme tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Canlı hayvan sayısındaki bu artış nedeniyle büyük miktarda hayvansal atıkta ortaya çıkmaktadır. Hayvansal atık, belirli bir hayvan türü için yıl başına üretilen dışkı ve idrarın ton cinsinden ağırlığı olarak tanımlanmaktadır (Girotto 2017).

Hayvan beslemeye yönelik işletmelerde küçük alanlarda büyük miktarda gübre üretilmektedir. Örneğin, tek bir süt ineği günde 54 kg`dan fazla yaş gübre üretmektedir. Bu miktar domuzlarda günlük 6,4 kg, koyunlarda 2,5 kg ve tavuklarda 0,2 kg`dır (Naber ve Bermudez 1990). Sadece yukarıda ismi geçen bu hayvan kategorilerindeki yıllık gübre üretimine bakarsak bu rakam sığırlarda 18,5 milyar tona, domuzlarda 1,5 milyar tona, koyunlarda 0,8 milyar tona ve tavuklarda ise 34 milyar tona ulaşmaktadır. Sadece bu ana hayvancılık kategorileri dikkate alındığı zaman, yıllık 55 milyardan fazla bu tarz gübrenin üretildiğini tahmin etmek mümkündür.

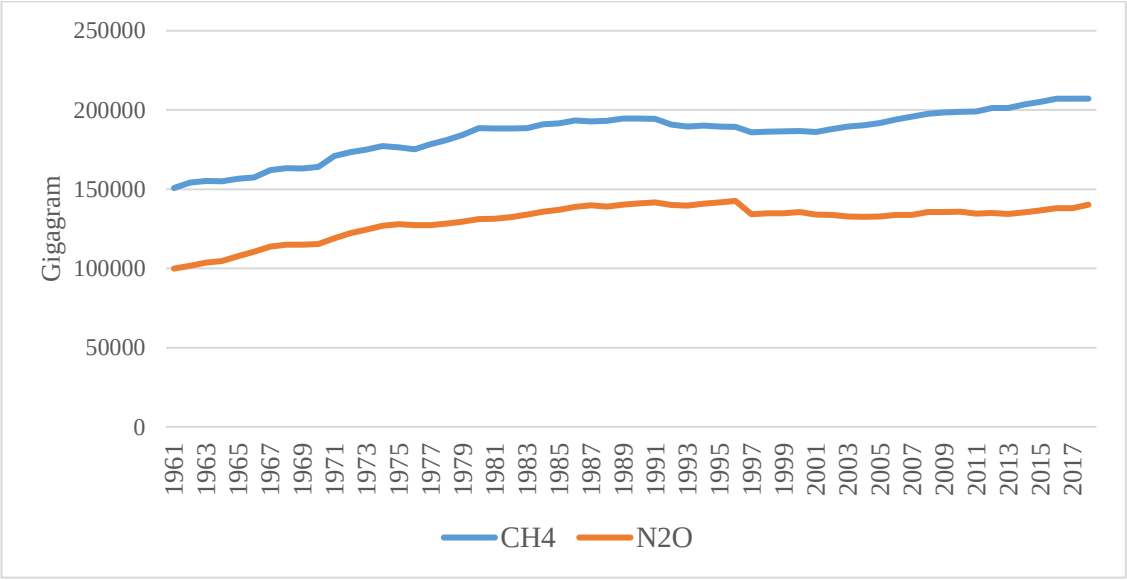
Bir hayvan gübresinin içeriği yaklaşık olarak %75 su, %17 organik ve %6 inorganik maddelerden oluşmaktadır. Bitkilerin gelişimi için önemli olan potasyum, fosfor ve azot gibi mineraller gübredeki organik maddelerin önemli bölümünü oluşturur. Bunun yanı sıra gübrede magnezyum, kükürt, kalsiyum, silisyum gibi önemli mineraller de vardır (Polat 2007).

Araştırmalar hayvanların beslenmesinde kullanılan yemlerdeki organik maddelerde bulunan potasyumun %70`nin, fosforun %60`nın ve azotun %50`sinin gübre ile birlikte dışarı atıldığını göstermektedir (Mugwira ve Murwira 1997). Hayvansal atıkların içeriği bitkiler için önemli olan azot, fosfor, potasyum gibi besin elementlerinin yanı sıra, çevre kirliliğine neden olabilecek maddelerle de zengindir (Süslü 2013).

Hayvancılık işletmelerinde en önemli sorunlardan biri de gübre yönetimidir. İşletmelerin birçoğunda gübrenin temizlenmesi, depolanması, uzaklaştırılması, araziye uygulanması

gibi işlemler fazla önemsenilmemektedir. İşletmelerde oluşan gübreler toprağı, hava ve su kaynaklarını kirletmeyecek şekilde toplanmalı veya atılmalıdır (Çayır ve ark. 2012).

Tarım kaynaklı sera gazı emisyonları alt sektörlere göre değerendirildiği zaman enterik fermantasyon (%39,8) ve merada bırakılan hayvan dışkısından (%15,5) sonra en çok sera gazı üreten alt sektör gübre yönetimidir (%6,8) (Anonim 2021b). Hayvan gübresinden hem nitröz oksit (N_2O) hem de metan (CH_4) gazları açığa çıkmaktadır (Şekil 2.18). Hayvansal kaynaklı N_2O emisyonları gübrenin içinde ihtiva ettiği azotun nitrifikasyona ve denitrifikasyona uğraması sonucu oluşmaktadır (Dong ve ark. 2006). Metan gazı hayvan gübresinin depolanması ve iyileştirilmesi sürecinde açığa çıkmaktadır. Gübre, havuz ve gölet gibi yerlerde sıvı şekilde depolandığı zaman oksijensiz ortamda kaldığı için çürür ve sonuç olarak önemli miktarda metan üretir. Gübrenin işlenmesi ve depolanması sonucu oluşan emisyon miktarları gübrenin işlenme türü, gübrenin depolanma süreci ve gübrenin içindeki azot ve karbon içeriğine göre değişmektedir (Liebig ve ark. 2012). Gübre kaynaklı metan gazı emisyonları azaltmak için kompostlama, anaerobik çürütme, beklemiş gübre ile örtme gibi bazı yöntemler uygulanmaktadır (Külling ve ark. 2001, Liebig ve ark. 2012).

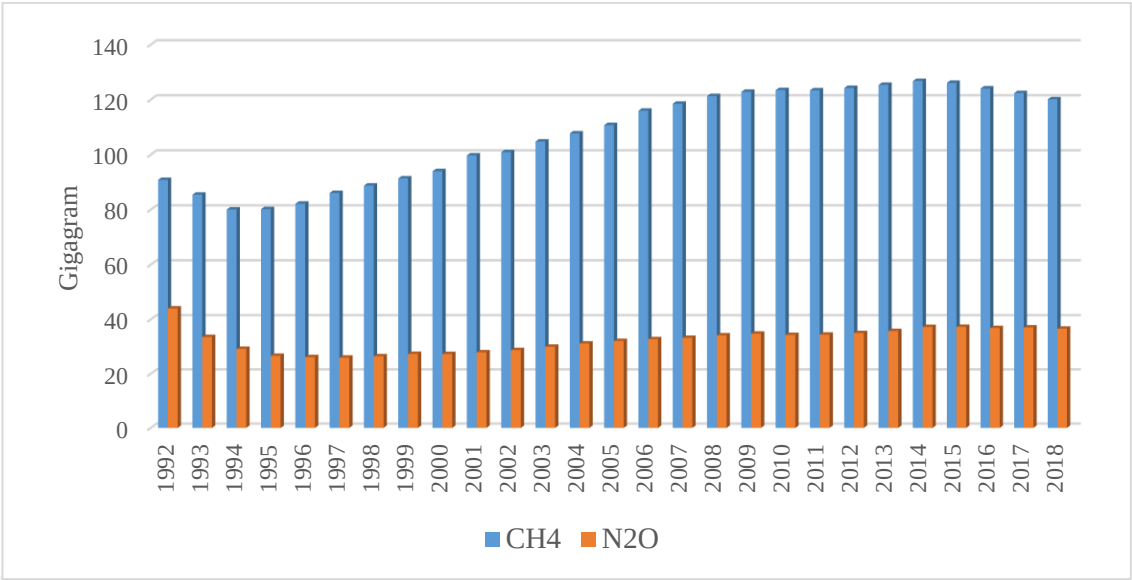


Şekil 2.18. Dünya genelinde gübre yönetiminden kaynaklanan CH_4 ve N_2O emisyonları (CO_2 eşdeğeri), 1961-2018.
Kaynak: Anonim 2021b

Şekil 2.18 incelendiğinde gübre yönetiminden kaynaklanan metan (CH_4) emisyonlarının nitröz oksit (N_2O) emisyonlarına kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. 1961-2018 yılları arasında CH_4 emisyonlarında %37, N_2O emisyonlarında %40 oranında artış olmuştur (Anonim 2021b).

Yanlış gübre yönetiminden kaynaklanan bir diğer zararlı gaz amonyaktır (NH_3). Amonyak keskin kokuya sahip renksiz bir gazdır. Yüksek atmosferik amonyak konsantrasyonu toprak ve su yüzeyinin asitlenmesine ve bitki biyoçeşitliliğinin azalmasına neden olmaktadır. Gübredeki pH miktarı arttığı durumlarda amonyum iyonu amonyak gazına dönüşür ve bu da atmosferdeki N içerikli gazları artırır (Chavez ve ark. 2004). Atmosfere salınan amonyak gazı hayvan barınaklarından, gübre depolama tesislerinden ve gübrenin toprağa uygulanması sonucu oluşmaktadır. Amonyak hayvan ve insan sağlığı için risk teşkil etmektedir. Bunun nedeni çok uzun süre NH_3`e maruz kalmanın ciddi akciğer hastalıklarına neden olmasıdır. Ayrıca yüksek NH_3 konsantrasyonu hayvan performansını düşürebilir (Seedorf ve Hartung 1999). Atmosferde uzun mesafelerde taşınabilen amonyak hem ulusal hem de uluslararası bir çevresel tehdittir. Örneğin, Akdeniz'deki nitrojen kirliliğinin kuzey Avrupa'daki amonyak emisyonlarından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. ABD`nin batısındaki amonyak emisyonları, Meksika körfezinin ötrofikasyonuna katkıda bulunabilir (Gay ve Knowlton 2005).

Dünya genelinden farklı olarak Azerbaycan`da gübre yönetimi kaynaklı sera gazı emisyonları %2,6`lık pay ile alt sektörler arasında beşinci sırada gelmektedir. Azerbaycan için gübre yönetiminden kaynaklanan sera gazı emisyonları incelendiği zaman metan kaynaklı emisyonların nitröz oksit emisyonlarına kıyasla yaklaşık olarak üç kat daha fazla olduğu görülmektedir. 1992-2018 yılları arasında gübre yönetiminden kaynaklı CH_4 emisyonlarında %33 oranında artış olmasına rağmen N_2O emisyonlarında %18 oranında bir düşüş yaşanmıştır (Anonim 2021b) (Şekil 2.19).



Şekil 2.19. Azerbaycan`da gübre yönetiminden kaynaklanan CH_4 ve N_2O emisyonları (CO_2 eşdeğeri), 1992-2018
Kaynak: Anonim 2021

Gübre yönetiminden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azaltılması için birçok yöntem vardır. Bunlar;

-Gübre depolama yöntemlerinin değiştirilmesi: Gübreleri anaerobik ortamlarda (gübre yığının üzerinin örtülmesi ve sıkıştırılması) muhafaza etmek N_2O emisyonlarının azaltılması için çok önemlidir. Gübre kaynaklı CH_4 emisyonlarını azaltmak için ise şlam ismi verilen sulu gübrenin hacmini azaltılması, soğutulması ve depolanma yerinden uzaklaştırılması gerekmektedir (Chadwick ve ark. 2011).

-Gübrenin pH değerinin düşürülmesi: Gübre kaynaklı emisyon değerlerinin düşmesi için sulu gübrenin pH değerini düşürmek gerekmektedir. Bu yöntem NH_3 ve NH_4 arasındaki dengeyi etkilediğinden dolayı emisyon değerleri de düşmektedir. Gübredeki pH seviyesinin 6-7 arasında olması büyük miktarda metan (CH_4) üretimi için idealdir. Bu sebepten, gübrenin pH seviyesini 6`nın altına düşürmek çok önemlidir. Asidik sıvı biyoatıklarının gübreye eklenmesi pH değerinin düşürmek için etkili bir yöntemdir (Berg ve ark. 2006, Sejan ve ark. 2015).

-Anaerobik çürütme: Anaerobik çürütücüler, organik atıkların parçalanmasını sağlarlar. Gübredeki patojen ve kokuların azaltılması için de bu çürütücüler çok önemlidir.

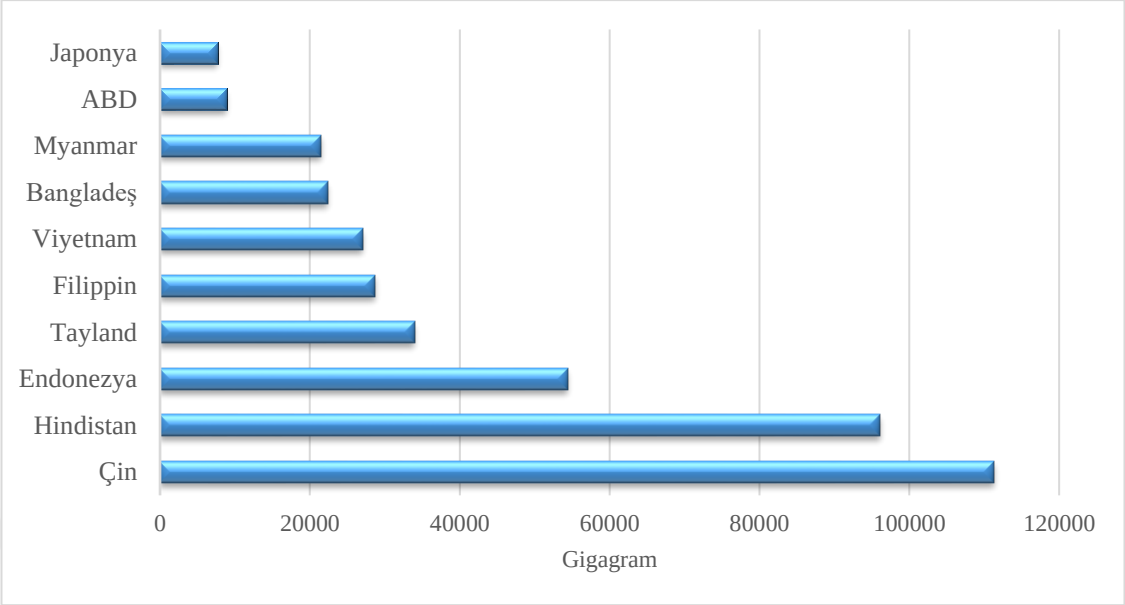
Anaerobik çürüme, gübrenin arazide kullanılması veya depolanmasından kaynaklanan CH_4 ve N_2O emisyonlarının azaltılmasında en etkili yöntemdir (Novak ve Fiorelli 2010).

2.7.3. Çeltik Yetiştiriciliği

Atmosferdeki metan gazının oranı son yüz yılda büyük miktarda artmıştır. Bu artış CO_2 emisyonlarındaki artışa kıyasla az olsa da iklim değişikliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Çünkü metan karbondioksitten 25 kat daha fazla küresel ısınma potansiyeline sahiptir (Karakurt ve ark. 2011). Metan emisyonlarının atmosfere salınmasına neden olan birçok kaynak vardır. Bunlardan biri de büyük miktarda metan emisyonlarının üretildiği çeltik tarlalarıdır. Çeltik yetiştiriciliğinden kaynaklanan sera gazı emisyonları toplam tarımsal sera gazı emisyonlarının %10`luk bir kısmını oluşturmaktadır (Mitra ve ark. 1999). Çeltik dünya nüfusunun önemli bir kısmının temel besin kaynaklarından biridir. Asya kıtasının tamamı ve Latin Amerika`da tüketilen ikinci en büyük tahılı ürünüdür. Bunun dışında bu bölgede kırsal nüfus için önemli bir istihdam ve gelir kaynağıdır. Dünya nüfusunun gıdaya olan ihtiyacını karşılamak için çeltik ekili alanlar tüm dünyada giderek artmaktadır (Anand ve ark. 2005).

Çeltik tarlalarının su altında kalması toprağın atmosferden aldığı oksijeni kesmekte ve bu da topraktaki maddelerin anaerobik fermantasyonuna neden olmaktadır. Sonuç olarak oksijensiz kalan organik maddeler çürür ve yüksek oranda metan gazı karışımı oluşur. Böylece su basmış çeltik tarlaları metan üretimi için uygun bir ortam sağlamış olur (Ferry 1992).

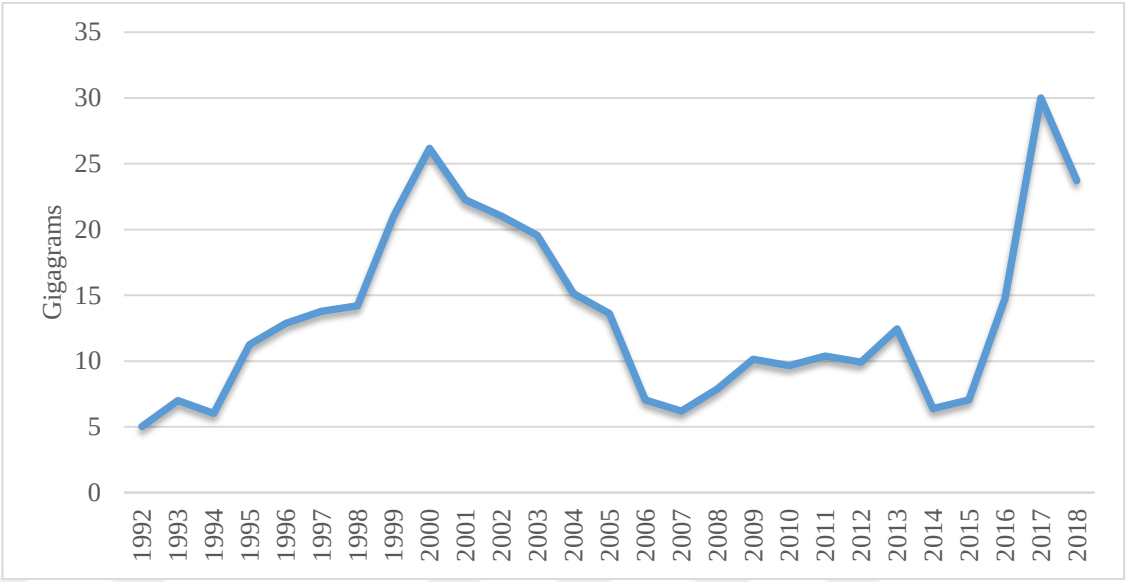
Pirinç yetiştiriciliğinden kaynaklanan metan (CH_4) emisyonları uzun zamandır antropojenik sera gazı emisyonlarına en çok katkıda bulunan faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Artan gıda talebi nedeniyle CH_4 emisyonlarındaki hızlı artışın yakın gelecekte de devam etmesi beklenmektedir. Son 50 yılda, dünya çapında pirinç ekilen araziler %40 artmıştır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalar çeltik tarımından kaynaklanan sera gazı emisyonlarının miktarının hem kullanılan girdilere hem de sulama sistemi ve yönetimine göre de değiştiğini göstermektedir (Burney ve ark. 2010). Şekil 2.20`de çeltik yetiştiriciliği sonucu atmosfere en çok metan gazı salan on ülke sıralanmıştır.



Şekil 2.20. Çeltik yetiştiriciliği sonucunda en yüksek metan gazı üreten 10 ülke (CO_2 eşdeğeri). 1990-2018 yıllarının ortalaması
Kaynak: Anonim 2021b

Şekil 2.20 incelendiğinde çeltik yetiştiriciliği sonucu en çok metan gazı üreten ülkenin Çin olduğu görülmektedir. Çini sırasıyla Hindistan, Endonezya ve Tayland izlemektedir. Burada dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta çeltik yetiştiriciliği ile ilgili atmosfere ençok metan gazı salan ilk on ülkenin dokuzunun Asya kıtasından olmasıdır. Çeltik üretiminin yaklaşık olarak %90`ı Asya kıtasında gerçekleşmektedir.

Azerbaycan`da çeltik yetiştiriciliği sonucu oluşan sera gazı emisyonlarında çalışmaya konu olan yıllarda iniş ve çıkışlar gözlenmiştir. Azerbaycan`da çeltik yetiştiriciliğinden kaynaklanan sera gazı emisyonları diğer tarımsal faaliyetler sonucu oluşan emisyonlarla kıyaslandığı zaman çok az miktarda olduğu görülmektedir. Bunun nedeni Azerbaycan`da çeltik yetiştiriciliğinin yaygın olmamasıdır. Azerbaycan`da çeltik yetiştiriciliğinden kaynaklanan emisyonlar tarım sektöründen kaynaklanan emisyonlar içerisinde %0,3 paya sahiptir. 2019 yılında Azerbaycan`da çeltik yetiştiriciliği yapılan alan 4037 ha olmuştur. Bu ise tarıma elverişli toprakların %0,08`ini oluşturmaktadır. Şekil 2.21`de Azerbaycan`da 1992-2018 yılları arasında çeltik yetiştiriciliğinden kaynaklı sera gazı emisyonlarının grafiksel gösterimi sunulmuştur.



Şekil 2.21. Azerbaycan`da çeltik yetiştiriciliği kaynaklı metan gazı emisyonları (CO_2 eşdeğeri). 1992-2018
Kaynak: Anonim 2021b

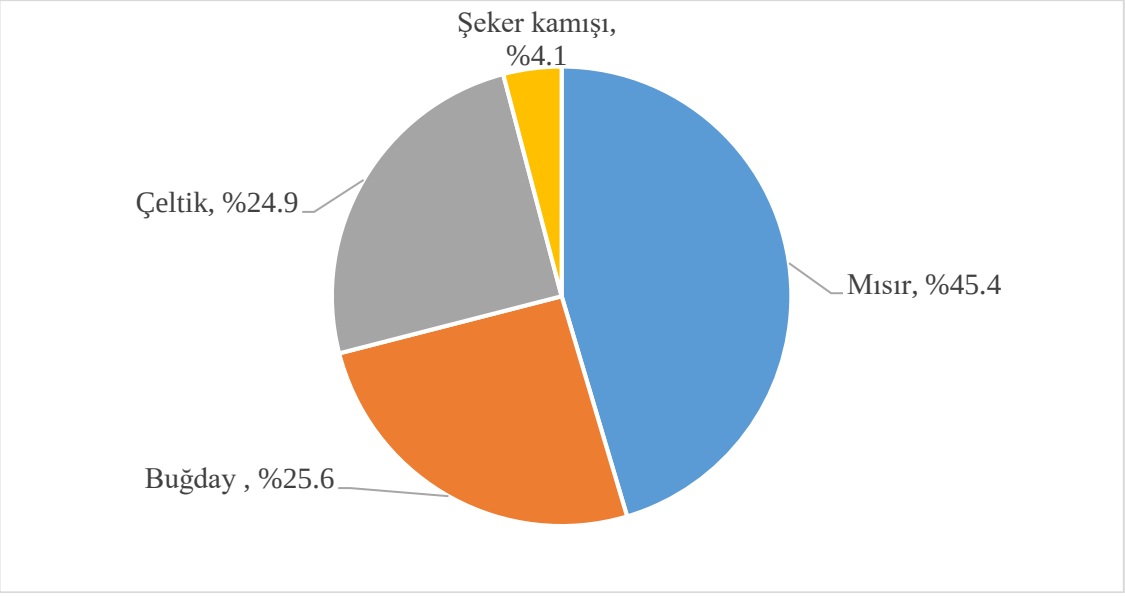
2.7.4. Anız yakımı

Anız genellikle tahıl ürünlerinin (buğday, arpa, mısır) hasadı sonrası onlardan geri kalan sap ve samana denilmektedir. Tahılların çeşidine göre hasat sonrası tarlada kalan anızın miktarıda değişmektedir (McCarty 2011).

Her yıl hasat döneminde tarlalarda büyük miktarda mahsul artıkları kalmaktadır. Bu mahsul kalıntılarının büyük bir kısmı değerlendirilmemekte ve tarlada bırakılmaktadır. Böylesine büyük miktarda mahsul kalıntılarını ortadan kaldırmak çok büyük zorluklara neden olduğu için çiftçiler genellikle bu kalıntıları yakmayı tercih etmektedirler. Tarladaki mahsul kalıntılarının yakılması çiftçiler için tarlayı bir sonraki ekim sezonuna hazırlamanın en kolay ve ekonomik bir yoludur (Jain ve ark. 2014). Bu konuda farkındalık eksikliği ve uygun teknolojilerin bulunmaması nedeniyle bu yöntem genellikle her yerde uygulanmaktadır (Satyendra ve ark. 2013).

Tarımsal kalıntıların hasat sonrası yakılmasının birçok kirletici madde üretmesi ve küresel iklim değişikliği üzerinde önemli etkilerinin olduğu bütün kesimler tarafından bilinmektedir (Brühl ve ark. 2015). Mahsul kalıntılarının yakılması iklimi etkilemekle

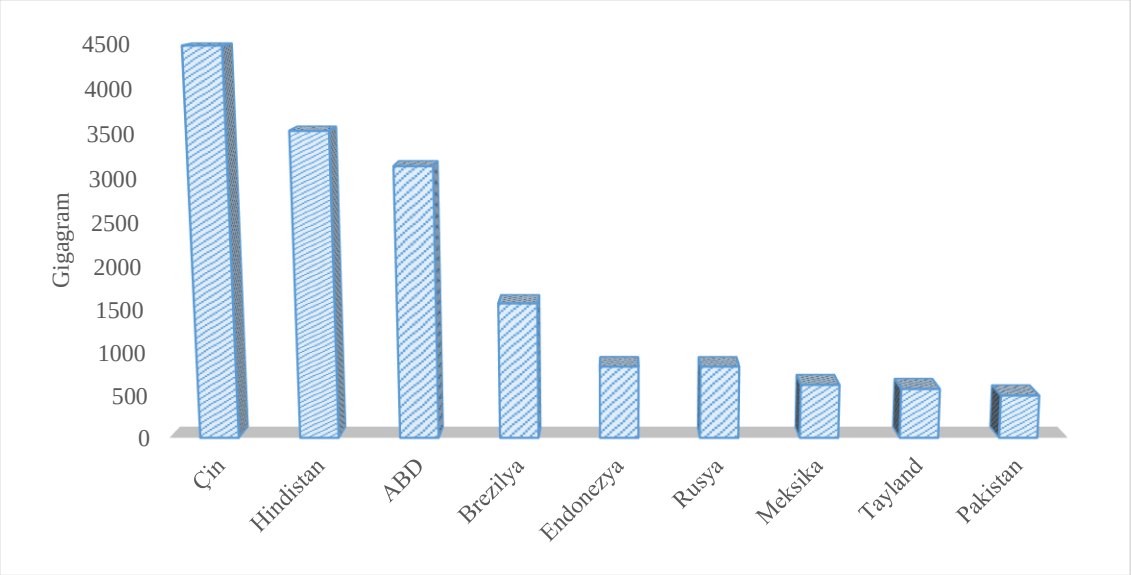
kalmaz, hem de insan sağlığını da olumsuz olarak etkiler. Bu tür biokütle yakımı sonrası atmosferde büyük miktarda karbondioksit (CO_2), karbon monoksit (CO) ve metan gazı (CH_4) oluşmaktadır (Satyendra ve ark. 2013). Biokütle yakımı kapsamına orman yangınları, savanaların yakılması ve tarlalarda kalan mahsul kalıntılarının yakılması da dahildir. Tipik olarak bu biokütle yakımı mart sonunda yoğunlaşır ve mayıs ayında maksimuma ulaşır (Yang ve ark. 2008). Küresel bazda yüksek karbon yoğunluğu nedeniyle orman yangınları yangın emisyonlarının ana kaynağıdır. Tarımsal atıkların yakılması ikinci sırada gelmektedir (Chang ve Song 2010). Anız yakımının toplam küresel biokütle yakma sonucu oluşan emisyonların %9,5`ni ve küresel biokütle yanmasından dolayı atmosfere atılan $CO_2$ emisyonlarının ise %9`nu oluşturduğu tahmin edilmektedir (Andreae ve Merlet 2001). Bu ve bunun gibi nedenlerden dolayı birçok ülkelerde mahsul kalıntılarının hasat sonrası yakılması yasaklanmıştır. Dünya genelinde hasat sonrası anız yakımından kaynaklanan sera gazı emisyonlarına bitki türlerine göre bakıldığı zaman sırasıyla mısır, buğday, çeltik ve şeker kamışı gelmektedir (Şekil 2.22).



Şekil 2.22. Dünya genelinde bitki türlerine göre anız yakımı sonucu oluşan sera gazı emisyonları (CO_2 eşdeğeri), 1990-2018 ortalaması
Kaynak: Anonim 2021b

Anız yakımından kaynaklanan emisyon miktarlarını kıtalara göre değerlendirdiğimiz zaman ilk sırada Asya kıtası (%50), ardından %25,7 ile Amerika, %11,5 ile Afrika ve

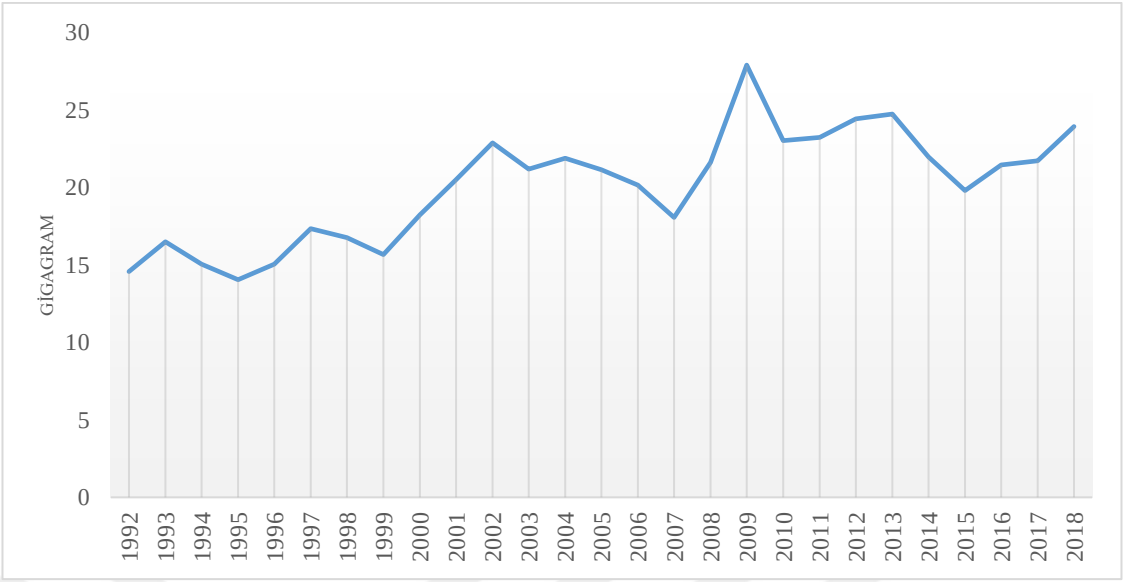
%11,3 ile Avrupa kıtası gelmektedir (Anonim 2021b). Şekil 2.23`de anız yakımı sonucu atmosfere en çok sera gazı emisyonu salan ülkeler sunulmuştur.



Şekil 2.23. Anız yakımı sebebiyle tarımsal sera gazlarına en çok katkıda bulunan ülkeler, 1990-2018 ortalaması
Kaynak: Anonim 2021b

Şekil 2.23`e göre Asya kıtasında anız yakımı sebebiyle tarımsal sera gazlarına en çok katkısı olan ülkelerin başında Çin, Hindistan, Endonezya, Rusya, Tayland ve Pakistan gelmektedir. ABD, Brezilya ve Meksika ise Amerika kıtasında bahsi geçen konu ile ilgili ilk sıradadır.

Azerbaycan`da anız yakımı sonucu oluşan sera gazı emisyonları sırasıyla dünya genelinde olduğu gibi en çok buğday (%88,9), mısır (%10,6) ve çeltik tarlalarının (%0,5) hasat sonrası yakılmasından kaynaklanmaktadır. Azerbaycan`da anız yakımı kaynaklı emisyonlar çeltik yetiştiriciliğinde olduğu gibi diğer tarımsal faaliyetlerle kıyaslandığı zaman çok azdır. Azerbaycan`da tarımsal kalıntıların yakılması sonucu atmosfere salınan sera gazları tarımsal kaynaklı emisyonlar arasında %0,9`luk çok düşük bir paya sahiptir. Şekil 2.24`de Azerbaycan`da 1992-2018 yılları arasında anız yakımı sonucu oluşan sera gazı emisyonlarının grafiksel gösterimi sunulmuştur.



Şekil 2.24. Azerbaycan`da anız yakma sonucu oluşan sera gazı emisyonları (CO_2 eşdeğeri), 1992-2018
Kaynak: Anonim 2021b

Azerbaycan`da 1992-2018 yılları arasında anız yakımından kaynaklanan sera gazı emisyonlarında dalgalanmalar olmasına rağmen artan bir ivmenin olduğu görülmektedir. Bu artış 1992-2018 yılları arasında %64 oranında olmuştur (Anonim 2021b). Bu da anız yakımı konusunda gerekli adımların atılması gerektiğini göstermektedir.

2.7.5. Kimyasal gübre kullanımı

Tarım için yararlı olan topraklar, besin maddelerinin hem bitkiler tarafından tüketilmesi hem de yıkanma ve erozyon gibi diğer faktörler sonucu bir süre sonra fakirleşmektedir. Bundan dolayı tarım için vazgeçilmez faktör olan gübreleme, zararlılara karşı mücadele ve doğru sulama yöntemleri gibi tarımsal işlemlerle verimliliğin artırılması amaçlanmaktadır. Bitkiler tarafından tüketilen besin maddelerinin tekrar takviye edilmesi toprağın verimliliğini sürdürebilmesi adına çok önemlidir. Bunun içinde gübrelemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebepten de gübreleme yıllardır tarımsal üretim için önemini korumaktadır. Tarımsal üretimde kimyasal gübreler verimi artırmasının yanı sıra birçok olumsuzluklara neden olabilmektedirler. Bu olumsuzlukların başında toprağa uygulanan gübrenin miktarı ve zamanı önemli etkenler olarak görülmektedir. İçinde olduğumuz 21.

yüzyılda yapılan son araştırmalar gübre uygulamaları neticesinde oluşan hataların ciddi anlamda çevreye zarar verdiğini göstermektedir (Sönmez ve ark. 2008).

Gübre, tarımsal üretimde en önemli girdilerden biridir. Yeterli miktarda uygulanmadığı zaman verim ve kalitede önemli kayıplar olmaktadır. Fazla uygulandığı zaman ise gübrenin yıkanması ile taban ve yüzey sularının kirlenmesine, nitröz oksit (N_2O) emisyonu ile hava kirliliğine neden olduğu görülmüştür. Özellikle azot ve fosforlu gübreler bu tür kirlenmelere örnek gösterilebilir. Kimyasal gübreleri tamamen kullanmamak söz konusu olmadığı için, doğru uygulama yönteminin seçilmesi çok önemlidir. Tarımda kimyasal gübrelerin aşırı kullanımı ve bazı gübrelerin ağır metaller içermesi (Örn; kadmiyum ve krom) çok sayıda çevresel sorunlara yol açmaktadır (Atılgan ve ark. 2007).

Günümüzde insanlar kimyasal gübrelerin kullanımının çevre üzerindeki zararlı etkilerinin farkındalar, fakat artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılamak amacıyla bazen çevre kirliliği gibi konular göz ardı edilmektedir. Bu ihtiyaç daha az imkanlara sahip, gelişmekte olan ve daha az gelişmiş ülkelerde kontrolsüz gübre ve tarımsal ilaç kullanımına neden olabilmektedir (Atılgan ve ark. 2007).

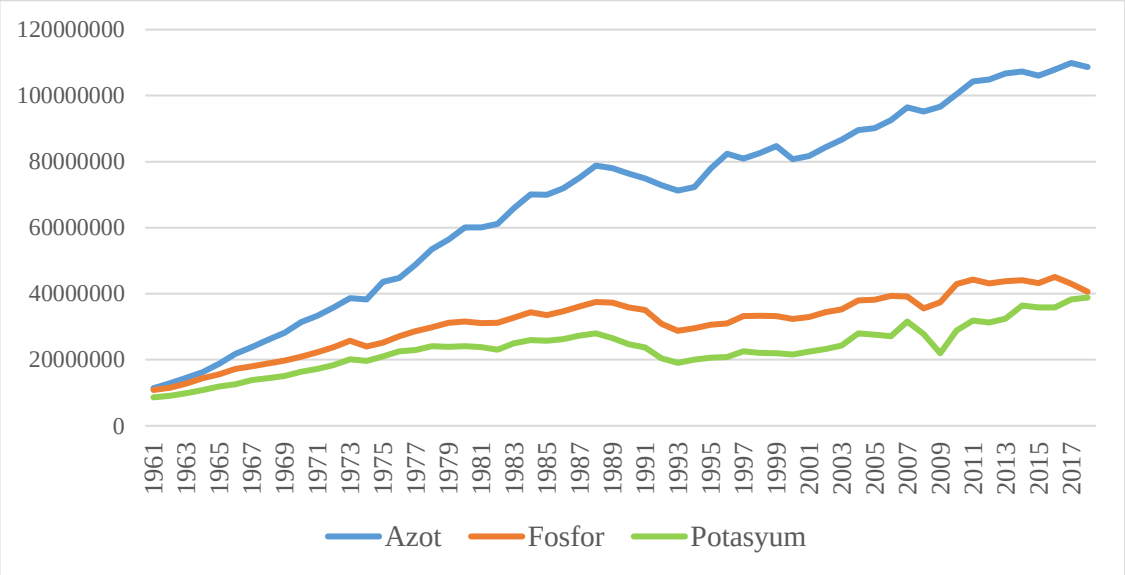
Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli`nin (IPCC) 2006 verilerine göre, tarım topraklarına uygulanan azot gübrelerinin %1`i N_2O olarak atmosfere salınmaktadır (De Klein ve ark. 2006). N_2O için belirlenen bu salınım faktörü toprağın ve bitkinin alım kapasitesinden fazla azotlu gübre uygulandığı durumlarda yükselebilmektedir (Halvorson ve ark. 2008). Azotlu gübrelerin uygulandığı tarım arazilerinden kaynaklanan N_2O salınım miktarını etkileyen başlıca faktörler aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Bouwman ve ark. 2001).

- İklim
- Toprağın bünyesi
- Arazinin drenaj durumu
- Toprağın organik C içeriği
- Toprak pH`sı
- Topraktaki NO_3-N miktarı

- Üretimi yapılan ürün cinsi ve
- Gübre türüne göre N uygulama oranları.

Bu faktörlerin dışında, N_2O salınım miktarının ölçüldüğü sıklık ve süre uzunluğu da başka önemli faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Crutzen ve ark. (2008) doğrudan ve dolaylı olarak gerçekleşen N_2O salınımının toprağa uygulanan azotlu gübrelerin %3-5`i arasında olduğu ve bu değerlerin IPCC`nin 2006 yılı raporlarında gösterilen salınım değerlerinden üç ila beş kat daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Aradaki bu farkın tarım alanları dışındaki N_2O salınımından kaynaklandığını, fakat bu salınımında gübre kullanımıyla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Tarımsal faaliyetler sonucu oluşan N_2O salınım değerlerindeki bu farklılıklar doğru metodoloji ve ölçüm yöntemlerinin belirlenmesinin çok önemli olduğuna vurgu yapmaktadır. 1961-2018 yılları arasında dünya genelinde tarımda kullanılan azot, fosfor ve potasyum gübrelerinin grafiksel gösterimi Şekil 2.25`de sunulmuştur.

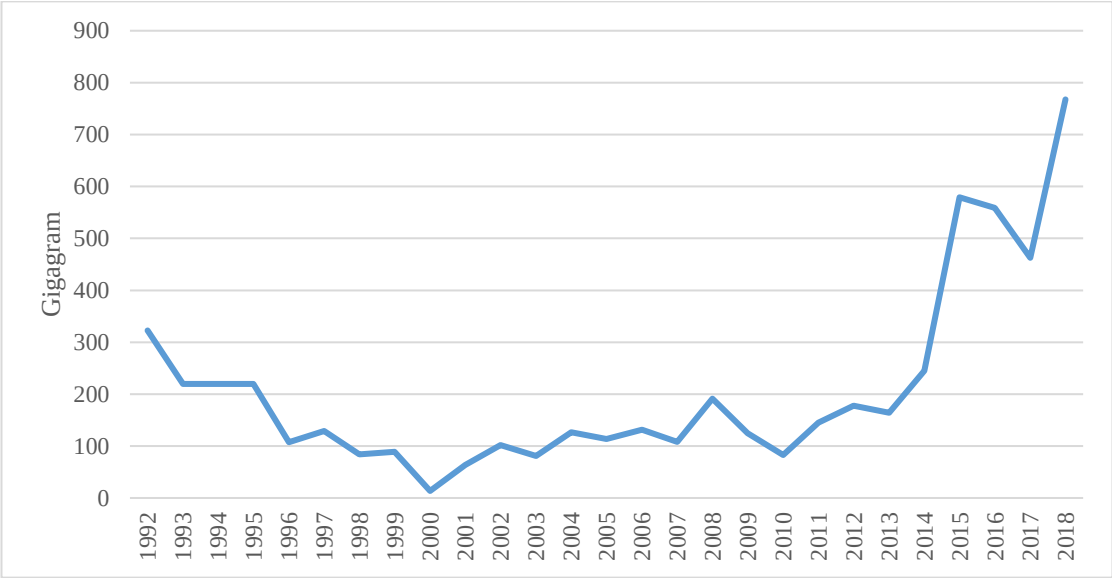


Şekil 2.25. Dünya genelinde tarımda kullanılan kimyasal gübre tüketimi, 1961-2018
Kaynak: Anonim 2021b

Şekil 2.25`in sonuçlarından da görüldüğü üzere tarımda en çok kullanılan üç kimyasal gübre türü arasında ilk sırada azot gübresi gelmektedir. Azot gübresi dünya genelinde

bitki yetiştiriciliğinde en çok tercih edilen gübre türüdür. Azot gübresinde 1961 yılından 2018 yılına kadar çok büyük oranda (%853) artış olmuştur. Bu artış fosfor gübresinde %275 ve potasyum gübresinde ise %351 oranında gerçekleşmiştir (Anonim 2021b). Bu artış oranları, konu ile ilgili literatürde bahsedildiği üzere, modern tarıma geçişle birlikte kimyasal gübre tüketimine olan talebin hızla artması fikrini doğrular niteliktedir.

Azerbaycan`da da dünya genelinde olduğu gibi tarımda en yaygın kullanılan gübre türü azotdur. Azot, fosfor ve potasyum gübrelerinin yaklaşık olarak tamamı Azerbaycan`a yurtdışından ithal edilmektedir. Azerbaycan`da kimyasal gübre kullanımı kaynaklı sera gazı emisyonları yıllara göre incelendiği zaman, emisyon miktarının bağımsızlığın ilk yıllarında yüksek oranda olduğu görülmektedir. Bu Sovyetler Birliği döneminde kimyasal gübre kullanımın ekilebilir hektar başına gerektiğinden fazla kullanılmasının bir sonucudur (Şekil 2.26). Bağımsızlığın ilk yıllarından başlayarak 2000 yılına kadar kimyasal gübre kaynaklı sera gazı emisyonlarında bir düşüşün olduğu görülmektedir. 2000 yılından itibaren Azerbaycan`da kimyasal gübre kullanımından kaynaklı sera gazı emisonları yükselişe geçmiş ve bu yükseliş 2013 yılından sonra yukarı doğru sert bir ivme kazanmıştır.



Şekil 2.26. Azerbaycan kimyasal gübre kullanımı kaynaklı sera gazı emisyonları (CO_2 eşdeğeri), 1992-2018.
Kaynak: Anonim 2021b

Azerbaycan`da 1992-2018 yılları arasında tarımda kullanılan azot gübresinde %137 oranında yüksek bir artış olduğu, fakat diğer gübre türlerinin kullanımında ise bir azalmanın olduğu görülmektedir. Fosfor gübresinde bu azalma %93, potasyum gübresinde ise %24 oranında olmuştur. Fosfor gübresi kullanımındaki bu azalma potasyum gübresine kıyasla çok yüksek oranda olmuştur. 1992 yılında Azerbaycan`da tarımda kullanılan toplam fosfor gübresi 20 bin ton iken, bu rakam 2017 yılında 1329 tona kadar düşmüştür (Anonim 2021b).

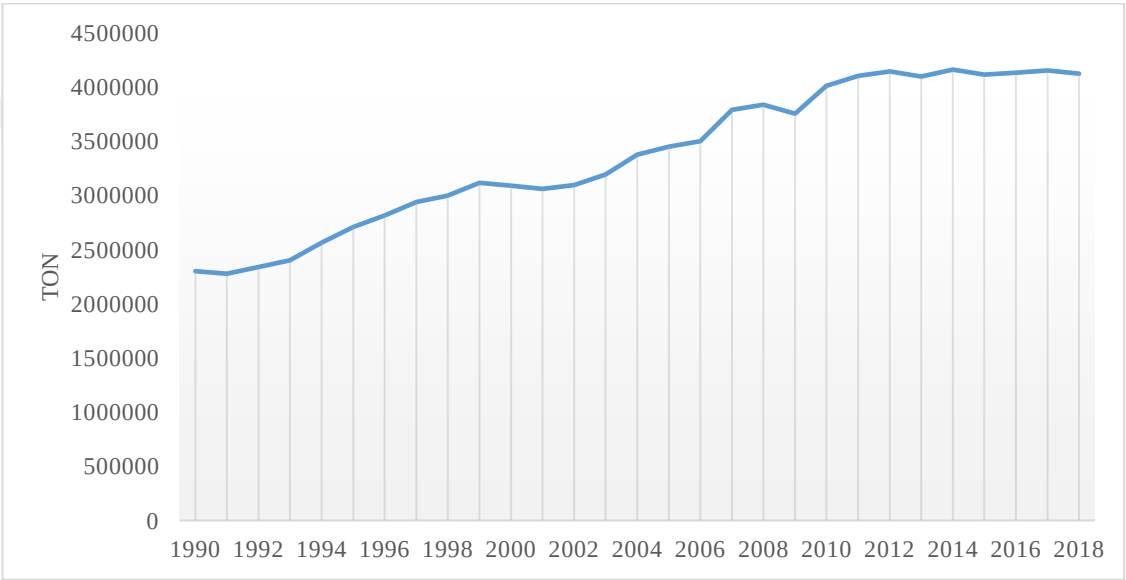
2.7.6. Pestisit kullanımı

Bitkisel üretimde hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadelede çoğunlukla pestisitler tercih edilmektedir. Pestisitler istenmeyen organizmaları yok etmek için kullanılan sentetik organik birleşmelerdir. Bu gruba bitki koruma amacıyla kullanılan her türlü ilaç, preparat ve bunların imalinde kullanılan maddeler dahildir. Pestisitlerin kullanılmadığı takdirde ürünlerde %60'lara varan oranlarda verim ve kalite düşüklüğü görülmektedir. Bu sebepten, ürün kaybına neden olan zararlı organizmaların ve hastalıkların kontrol edilmesi için bitki koruma ilaçlarının kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Fakat diğer taraftan, pestisitler uzun süre kullanıldığı zaman yararlarının yanı sıra, ekosisteme ve insan sağlığına zarar vermektedirler. Bu sebepten dolayı, bazı pestisit türlerinin kullanımı yasaklanmış veya sınırlandırılmıştır (Tiryaki ve ark. 2010).

Pestisit kalıntılarının ne kadar riskli olduğu ilk kez 1948 yılında insan vücudunda pestisit kalıntılarının bulunmasıyla gündeme gelmiştir. Gıdalar pestisit kalıntılarının en önemli kaynağıdır. Bu sebepten, FAO ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 1960 yılında "Pestisit Kalıntıları Kodex Komitesi" kurulmuştur. Bu komitenin çalışmaları sayesinde bilimsel araştırma verilerine dayanarak gıdalarda izin verilen maksimum pestisit kalıntı değerleri hesaplanmıştır (Akman ve ark. 2004).

Pestisit deyimi alivist (kuş öldürücü), algisit (alg öldürücü), bakterisit (bakteri öldürücü), herbisit (yabancı ot öldürücü), fungusit (mantar öldürücü), insektisit (böcek öldürücü), larvisit (larva öldürücü), rodentisit (kemirgen öldürücü) ve virüsit (virüs öldürücü) şeklinde sıralanabilecek kimyasalların tümünü kapsamaktadır (Anonim 2009).

Bütün dünyada tarım sektöründe ürünleri hastalık ve zararlılardan korumak ve kaliteli ürün elde etmek için pestisitler yaygın şekilde kullanılmaktadır. 1990-2018 yılları arasında dünya genelinde tarımda kullanılan pestisit miktarı %80 oranında artmıştır. (Şekil 2.27). Pestisitlerin bu yaygın kullanışı sonucu insan, hayvan ve çevre sağlığı bakımından çok sayıda problemler meydana gelmiştir. Pestisitlerin çevre üzerinde yaratdığı sorunlar hava, su ve toprak kirliliği bakımından üç başlık altında incelenmektedir (Yıldırım, 2008).



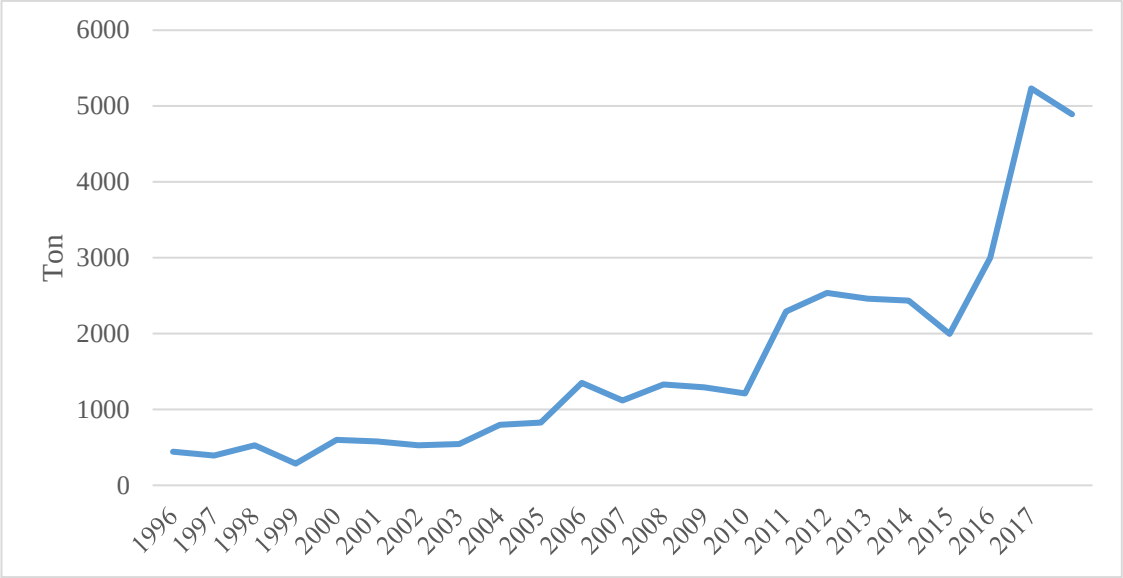
Şekil 2.27. Dünya genelinde tarımda kullanılan toplam pestisit miktarı, ton (1990-2018) Kaynak: Anonim 2021b

Tarım ilaçları bitki üzerine, doğrudan toprak yüzeyine veya tohum ilaçlaması şeklinde uygulanmaktadır. Bitki üzerine uygulanan ilaçların büyük bir kısmı toprağa düşmekte ve bu pestisitler kalıcı olduğu durumlarda önemli sorunlara neden olmaktadır. Bitkilere uygulandıktan sonra toprak yüzeyinde kalan pestisitler sulama ve yağmur suları vasıtasıyla yeraltı ve diğer su kaynaklarına ulaşabilmektedir. Pestisitlerin yeraltı ve diğer su kaynaklarına karışması bitki örtüsü, eğim, toprak tipi ve yağış miktarına bağlı olarak değişmektedir. Tarımsal ilaçlar yeraltı sularına karıştıktan sonra da parçalanmaya devam etmektedir. Fakat bu parçalanma daha az sıcaklık, ışık ve oksijen nedeniyle daha düşük oranda olmaktadır. Bulaşma kaynakları tespit edilip durdurulsa bile, yeraltı sularının kendini doğal yollarla saflaştırması uzun zaman gerektirir. Yeraltı suların temizlenmesi

son derece zor ve yüksek maliyetlidir. Yeraltı su kirliliğinin azaltılması için en iyi yöntem kirliliğin önlenmesidir (Altikat ve ark. 2009). Su kaynaklarına karışan pestisitler hem hayvanlara zarar vermekte hem de bu suların içme suyu olarak kullanılması halinde insanlar için de bir tehlike oluşturmaktadır. Yeraltı su kaynaklarının ve içme sularının tarım arazilerine yakın olması bu suların pestisit kaynaklı kirlenme potansiyelini daha da artırmaktadır (Pazı ve ark. 2013).

Topraktaki mikroorganizmalar toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını düzenlemektedirler. Her gram toprakta bir milyondan fazla bakteri olduğu belirtilmekte ve bu bakteri ve mikroorganizmaların öldürülmesi topraktaki dengeyi bozmaktadır. Pestisitler bu mikroorganizmaların ölümüne veya faaliyetlerinin engellenmesine neden olurlar. Örnek olarak, pestisitler toprak verimliliğinin artırılmasında önemli rolu olan solucanların ölmesine neden olmaktadırlar. Pestisitlerin toprak verimliliğini negatif yönde etkilemesine dair birçok araştırmalar mevcuttur. Orman toprakları için bu tehlike daha da büyüktür. Orman alanlarında ilaçlama yapılmakta, ancak toprak işleme yapılmamaktadır. Sonuç olarak bu alanlarda mikroorganizmaların popülasyonu önemli oranda değişmektedir (Yıldırım 2008, Altikat ve ark. 2009).

Azerbaycan`da Sovyetler döneminde tarım ürünlerinde hastalık ve zararlılara karşı mücadelede uzun yıllar yüksek miktarda tarımsal ilaç uygulamaları yapılmıştır. Bu süre zarfında pestisitlerin kullanım miktarı olması gerekenden 10-15 kat fazla olmuştur. Bu nedenle ülke arazilerinin neredeyse %15`i yüksek oranda kimyasal maddelere maruz kalmıştır. Yapılan araştırmalarda 1 ha tarım arazisindeki kimyasal ilaç kalıntılarının uluslararası standartların izin verdiği sınırdan 50-60 kat daha fazla olduğu görülmüştür (Babayev ve Babayev 2011). Şekil 2.28`de Azerbaycan için ithal edilen pestisit miktarının grafiksel gösterimi sunulmuştur.



Şekil 2.28. 1996-2018 yılları arasında Azerbaycan`da ithal edilen pestisit miktarı, ton
Kaynak: Anonim 2021b

Şekil 2.28 incelendiğinde ithal edilen pestisit miktarının yukarı doğru artış gösterdiği görülmektedir. Azerbaycan`da ithal edilen pestisit miktarı 1996-2018 yılları arasında %1000 oranında artmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmanın temel amacı Azerbaycan için seçilmiş tarımsal girdiler ve tarımsal makro göstergelerin çevre kirliliği üzerindeki etkisini analiz etmektir. Çalışmada, Azerbaycan için 1992-2018 yıllarına ait FAOSTAT ve Dünya Bankası (World Development Indicators-WDI) veri tabanından elde edilen yıllık veriler kullanılmıştır. Kullanılan tüm veriler doğal logaritması alınarak modele dahil edilmiştir. FAOSTAT ve Dünya Bankası veri tabanında Azerbaycan için çalışmada kullanılan değişkenlerle ilgili verilerin ulaşılabilir olması dikkate alınmış ve bundan dolayı zaman aralığı olarak 1992-2018 dönemi seçilmiştir. Çalışma bir bağımlı, dördü tarımsal girdi ve dördü tarımsal makro göstergeler olmak üzere sekiz bağımsız değişkenden oluşmakta ve her bir değişken için yirmi yedi gözlem sayısı yer almaktadır. Araştırmaya dahil edilen değişkenler tarımsal girdi değişkenleri ve tarımsal makro gösterge değişkenleri olmak üzere iki grup halinde incelenmiştir. Her grup bir bağımlı dördü bağımsız olmak üzere beş değişkenden oluşmaktadır. Çalışmada bağımlı değişken olarak toplam tarımsal sera gazı emisyonları (CO_2 eş değeri) seçilmiştir. Tarımsal girdiler grubundaki bağımsız değişkenler tarımsal enerji tüketimi, kimyasal gübre tüketimi, toplam pestisit kullanımı ve hayvan sayısı olarak belirlenmiştir. Tarımsal makro göstergeler grubundaki bağımsız değişkenler ise tarımsal katma değer, bitkisel üretim endeksi, hayvansal üretim endeksi ve tarımsal ihracat endeksi olarak belirlenmiştir. Çizelge 3.1`de çalışmanın analizinde kullanılan değişkenlere ait açıklamalara yer verilmiştir.

Çizelge 3.1. Ekonometrik analizde kullanılan değişkenlerle ilgili açıklayıcı bilgiler

Değişkenler	Kısaltma	Ölçü birimi	Kaynak
Tarımsal sera gazı emisyonları (CO_2 eş değeri)	CO_2	Gigagrams	FAOSTAT
Tarımsal enerji tüketimi	TET	Terajoule (TJ)	FAOSTAT
Kimyasal gübre tüketimi	KGT	Ton	FAOSTAT
Tarımda toplam pestisit kullanımı	PK	Ton	FAOSTAT
Toplam büyük ve küçük baş hayvan sayısı (kümes hayvanları hariç)	HS	Baş	FAOSTAT
Tarımsal katma değer	TKD	Constant 2010 US$	World Bank
Bitkisel üretim endeksi	BÜE	Endeks	World Bank
Hayvansal üretim endeksi	HÜE	Endeks	World Bank
Tarımsal ihracat endeksi	TİE	Endeks	FAOSTAT

3.1.1. Ekonometrik model

Tarımın çevre kirliliği üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla literatürdeki çalışmalar temel alınmış ve bu doğrultuda tarımsal girdi değişkenleri için 3.1 ve tarımsal makro gösterge değişkenleri için ise 3.2 nolu eşitlikdeki gibi model oluşturulmuştur.

$$CO_2 = f(TET, KGT, PK, HS) \tag{3.1}$$

$$CO_2 = f(TKD, BÜE, HÜE, TİE) \tag{3.2}$$

3.1 ve 3.2 numaralı model yeniden yazılarak doğrusal-logaritmik model haline dönüştürülmüştür.

$$\ln CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 \ln TET_t + \beta_2 KGT_t + \beta_3 \ln PK_t + \beta_4 \ln HS_t + \varepsilon_t \tag{3.3}$$

$$\ln CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 \ln TKD_t + \beta_2 BÜE_t + \beta_3 \ln HÜE_t + \beta_4 \ln TİE_t + \varepsilon_t \tag{3.4}$$

Modelde *ln* doğal logaritmayı, β katsayısı ise bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etki oranını ifade etmektedir. Bu modelde; $\ln CO_2$ toplam tarımsal sera gazı emisyonlarını (CO_2 eş değeri) (gigagrams), lnTET tarımsal enerji tüketimini (Terajoule), lnKGT kimyasal gübre tüketimini (ton), lnPK toplam pestisit kullanımını (ton), lnHS

toplam büyük ve küçük baş hayvan sayısını, lnTKD tarımsal katma değeri (Constant 2010 US$), lnBÜE bitkisel üretim endeksini, lnHÜE hayvansal üretim endeksini, lnTİE tarımsal ürünlerinin ihracat değer endeksini, ε_t ise hata terimini temsil etmektedir.

3.2.2. Tanımlayıcı istatistikler

Çizelge 3.2 ve 3.3`de sırasıyla tarımsal girdi ve tarımsal makro gösterge değişkenleri ile ilgili ortalama, medyan, minimum, maksimum, çarpıklık ve basıklık değerleri gibi temel tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon matris değerleri sunulmuştur. Tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon matrisi değişkenler arasındaki ilişkilerle ilgili bazı önbilgiler vermektedir. Ancak, değişkenler arasındaki ilişkilerle ilgili daha etkin bilgi edinmek için ekonometrik analiz yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Çalışmada kullanılan seriler, analize doğal logaritmaları alınarak dahil edildiği için serilerin standart dağılımları büyük sapmalar göstermemektedir.

Çizelge 3.2. Tarımsal girdi değişkenleri ile ilgili tanımlayıcı istatistikler.

İstatistikler	CO_2	TET	KGT	PK	HS
Ortalama	8,5612	9,6266	10,0817	5,4526	16,0141
Medyan	8,5947	9,7983	9,9211	5,0039	16,0984
Maksimum	8,8424	10,9366	11,6863	6,2971	16,2478
Minimum	8,2344	8,3901	7,6497	5,0039	15,6336
Std. Sap.	0,2098	0,6706	0,8140	0,5749	0,2232
Çarpıklık	-0,2382	0,0111	-0,4098	0,5727	-0,4955
Basıklık	1,5927	2,2623	2,5946	2,4737	1,6627
Jarque-Bera	2,4834	0,6129	3,6165	4,0969	3,1168
Olasılık	0,2889	0,7361	0,1639	0,1289	0,2105
Gözlem sayısı	27	27	27	27	27
		Korelasyon matrisi			
	CO_2	TET	KGT	PK	HS
CO_2	1,0000				
TET	-0,1946	1,0000			
KGT	0,4380	0,5471	1,0000		
PK	0,8351	0,2225	0,5807	1,0000	
HS	0,9845	-0,3059	0,2977	0,7657	1,0000

Çizelge 3.2`de görüldüğü gibi Jarque-Bera olasılık değeri %10 anlamlılık düzeyinin üzerinde olduğu için tarımsal girdi değişkenlerinin tamamı normal dağılım sergilemektedir. Verilerin normal dağılım gösterdiği çarpıklık ve basıklık değerlerine

bakarakta anlaşılmaktadır. Basıklık değerleri (-3;3), çarpıklık değerleri ise (-1;1) olduğunda, bu durum kabul edilebilir normallik oranına işaret etmektedir (Hair ve ark. 2016). Bu şartları göz önünde bulundurarak, Çizelge 3.2`de tüm değişkenlerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin kabul edilebilir aralıkta olduğu söylenebilir. Bu durum, tarımsal girdi değişkenlerinin uyumlu ve kabul edilebilir olduğunu ayrıca buna ait tüm göstergelerin iyi olduğu anlamına gelmektedir.

Korelasyon katsayıları -1 ile +1 arasında değerler almakta ve değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ile ilgili bize bilgi vermektedir. Katsayıların uç değerlere yaklaşması değişkenler arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Korelasyon katsayısı 0 olduğu zaman, bu iki değişken arasında doğrusal bir ilişki olmadığı anlamına gelmektedir. Tarımsal girdi değişkenleri ile ilgili korelasyon değerleri incelendiğinde enerji tüketimi hariç diğer değişkenlerle CO_2 emisyonu arasında orta ve güçlü pozitif ilişkinin olduğu görülmektedir. Enerji tüketimi ile hem CO_2 hem de HS değişkeni arasında negatif fakat güçlü olmayan bir korelasyon olduğu görülmektedir.

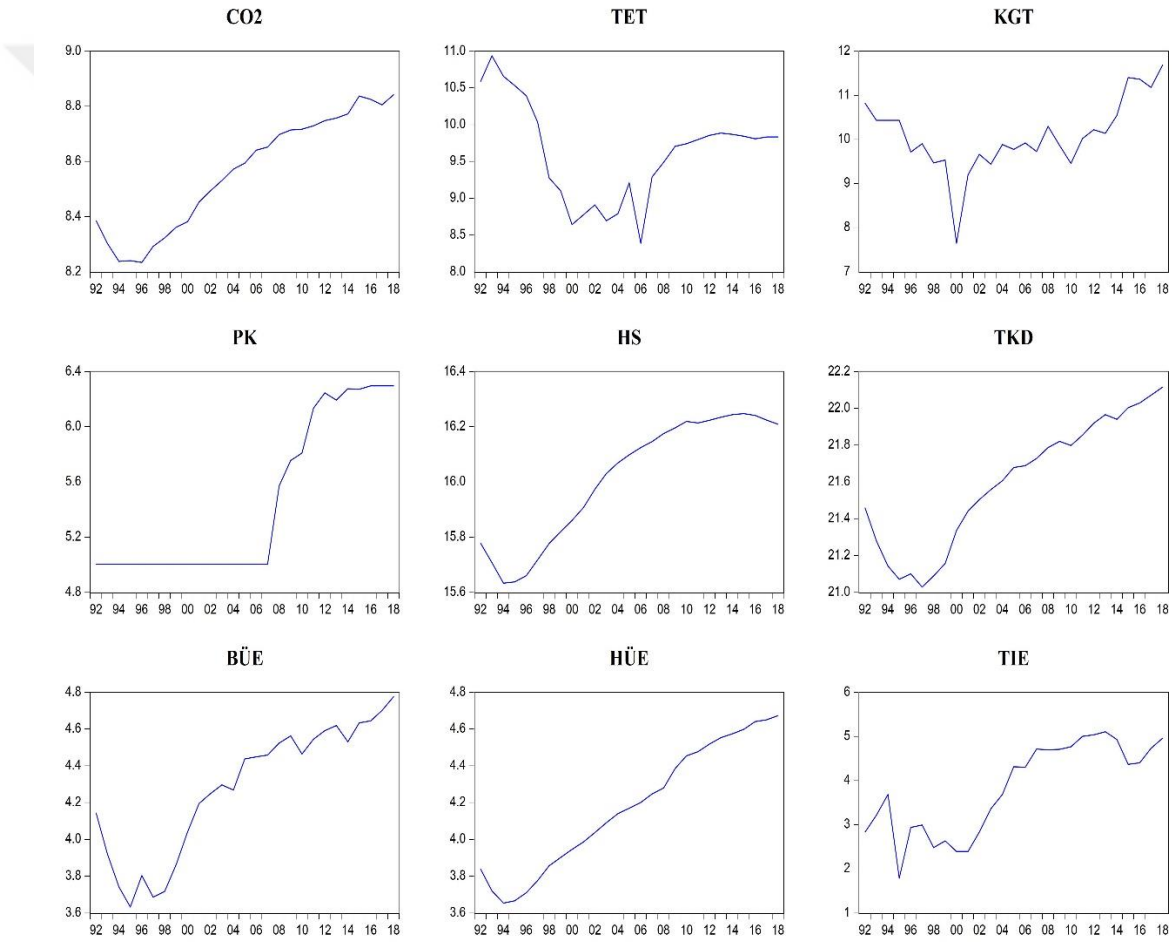
Çizelge 3.3. Tarımsal makro gösterge değişkenleri ile ilgili tanımlayıcı istatistikler.

İstatistikler	CO_2	TKD	HÜE	BÜE	TİE
Ortalama	8,5612	21,5997	4,2783	4,1764	3,8283
Medyan	8,5947	21,6796	4,4381	4,1704	4,3041
Maksimum	8,8424	22,1167	4,7773	4,6743	5,1120
Minimum	8,2344	21,0291	3,6336	3,6543	1,7918
Std. Sap.	0,2098	0,3486	0,3552	0,3419	1,0317
Çarpıklık	-0,2382	-0,2520	-0,5118	-0,0248	-0,3371
Basıklık	1,5927	1,7489	1,8878	1,6292	1,6771
Jarque-Bera	2,4834	2,0467	2,5703	2,1167	2,4801
Olasılık	0,2889	0,3594	02766	0,3470	0,2894
Gözlem sayısı	27	27	27	27	27
			Korelasyon matrisi		
	CO_2	TKD	HÜE	BÜE	TİE
CO_2	1,0000				
TKD	0,9828	1,0000			
HÜE	0,9729	0,9875	1,0000		
BÜE	0,9867	0,9678	0,9443	1,0000	
TİE	0,8673	0,8642	0,8509	0,8508	1,0000

Çizelge 3.3`de tarımsal makro gösterge değişkenleri ile ilgili Jarque-Bera olasılık değerlerine baktığımız zaman tüm serilerin normal dağılım gösterdiğini ve çarpıklık (-

1;1) ve basıklık (-3;3) değerlerinin de gereken aralıkta olduğu görülmektedir. Böylece, tarımsal girdi değişkenlerinde olduğu gibi tarımsal makro gösterge değişkenlerinin de birbirine uyumlu ve kabul edilebilir olduğunu söyleyebiliriz. Tarımsal makro göstergelerle ilgili korelasyon matrisi sonuçlarına bakıldığı zaman bütün değişkenler arasında güçlü pozitif korelasyon ilişkisinin olduğu görülmektedir.

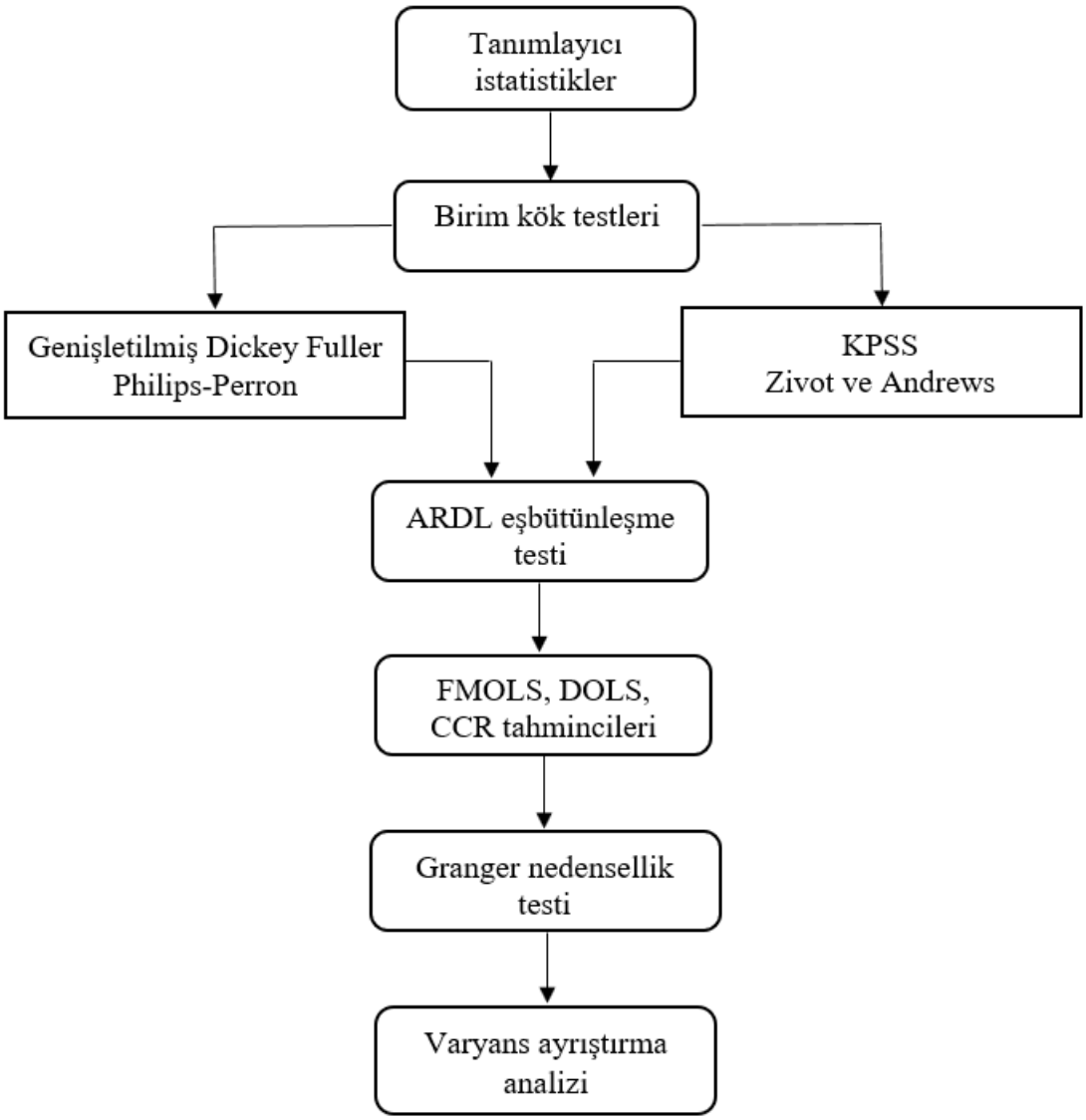
Şekil 3.1`de analizde kullanılan değişkenlerle ilgili serilerin grafikleri sunulmuştur. Grafikleri incelediğimizde 1992-2018 yılları arasında çeşitli dalgalanmalar olsa da sonuç olarak yukarı doğru bir artış görülmektedir.



Şekil 3.1. Ampirik analizde kullanılan serilerin grafiksel gösterimi

3.2. Yöntem

Çalışmada ekonometrik yöntem olarak zaman serisi yaklaşımı kullanılmıştır. Araştırmada öncelikle, zaman serilerindeki küçük dalgalanmaların önüne geçebilmek için serilerin logaritmaları alınmıştır. Daha sonra, zaman serilerinin durağanlığının sınanması için birim kök testleri yapılmıştır. Bunun için Augmented Dickey-Fuller (ADF-1981), Philips-Perron (PP-1988), Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS-1992) ve yapısal kırılmaların içsel olarak tahmin edildiği Zivot ve Andrews (ZA-1992) birim kök testleri kullanılmıştır. Durağanlığın sınanmasının ardından seriler arasındaki ilişkinin varlığını ve yönünü araştırmak için ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. Bir sonraki aşamada ARDL eşbütünleşme modelinin sonuçlarının geçerliliğini kuvvetlendirmek ve desteklemek için uzun dönem tahmincilerinden FMOLS, DOLS, CCR testleri yapılmıştır. Eşbütünleşme ve uzun dönem tahmincilerinin ardından değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin tespiti için Granger (1969) nedensellik testi gerçekleştirilmiştir. Son olarak araştırmada bağımlı değişken olan tarımsal sera gazı emisyonlarındaki değişimin ne kadarının tarımsal girdi veya tarımsal makro gösterge değişkenleri tarafından kaynaklandığını test etmek için varyans ayrıştırma analizi yapılmıştır. Şekil 3.2`de araştırmada kullanılan analizlerin grafiksel gösterimi sunulmuştur.



Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan analizlerin grafiksel sunumu

3.2.1. Zaman serileri

Zaman serisi verileri zamana bağlı olarak gözlemlenen verilere verilmiş isimdir. Bu veriler gözlem sıklığına göre başka bir deyişle gözlemlendikleri aralıklara göre özel isimler alırlar. Örnek olarak, yılda bir kez gözlemlenen verilere yıllık veriler, altı ayda bir yani yılda iki kez gözlemlenen veriler altı aylık veriler, her ay gözlemlenen veriler aylık ve son olarak yılın her günü yani 365 defa gözlemlenen veriler ise günlük veriler kategorisine girmektedir.

Zaman serileri ister bilimsel amaçlı isterse de çeşitli amaçlarla ekonomi, sağlık, eğitim ve birçok farklı alanlarda derlenmekte ve toplanmaktadır. Özellikle ekonometrik ve istatistiksel çalışmalarda zaman serilerine çok yoğun ihtiyaç duyulmaktadır (Sevüktekin ve Çınar 2017).

Zaman serisi trent, mevsimsel dalgalanma, döngüsel dalgalanma ve düzensiz hareketlerin (hata terimi) bileşiminden oluşmaktadır.

Trent bir serinin belli bir süre boyunca yukarıya veya aşağıya doğru hareketine denilir yani serinin uzun dönemli eğilimini gösterir. Serinin yıl içerisinde belirli zamanlarda azalışa ya da artışa sahip olması mevsimsel dalgalanmayı oluşturmaktadır. Mevsimsel dalgalanmaların olduğu serilere mevsimsel seriler adı verilmektedir. Mevsimsel dalgalanmalara örnek olarak, kış aylarında klima satışlarının azalması, yaz aylarında dondurma tüketiminin artması vb. gösterilebilir. Fakat artış ve azalışlar her yıl değilde iki ila on yıllık aralıklarla gözlemlenirse o zaman bu tür hareketlere döngüsel dalgalanma denilir. Düzensiz hareketlerde ise serinin hareketi belirli bir yapıya uymamakta ve hiçbir şekilde modellenmemektedir. Bu sebepten bu tür serilerin öngörüsü ve tahmini yapılamamaktadır. Çünkü ileride bu serilerin nasıl bir harekete sahip olabileceği bilinemez (Kadılar ve Çekim 2020).

Zaman serileri analizinin ve modellenmesinin başlıca nedeni iki temel başlık altında özetlenebilir. Bunlardan ilki, tek değişkenli zaman serileri analizlerinde yalnız bir seriye ait gözlemlerin yapısını anlamaya çalışmak, ikincisi ise iki ve daha fazla seri arasındaki ilişkileri incelemektir. Zaman serilerinin analizi, bir serinin özelliklerini ve yapısını ortaya koymaya çalışır (Pena ve ark. 2011, Sevüktekin ve Çınar 2017).

3.2.2. Zaman serilerinde durağanlık kavramı ve birim kök testleri

Zaman serileri ile ilgili yapılan çalışmalarda karşıladığımız ilk kavram durağanlıktır. Bunun için ilk önce serilerin durağan olup olmadığının incelenmesi gerekmektedir. Seriler durağan olmadığı zaman yapılan analizlerde sahte regresyon sorunu oluşmaktadır (Granger and Newbold 1974). Sahte regresyon sorunu değişkenler arasında ilişkinin

hatalı çıkmasına neden olur. Durağan olan zaman serileri (birim kök içermeyen) belli bir yatay eksen etrafında dağılmakta ve sürekli artış veya azalış trendi sergilememektedirler. Durağan serilerin varyansı, kovaryansı ve ortalaması zaman içerisinde sabittir. Durağan serilerde ortaya çıkan şoklar zamanla kaybolmakta, fakat durağan olmayan serilerde bu şoklar zamanla ortadan kalkmamaktadır. Bu sebepten serilerin durağan hale getirilmesi yapılan çalışma için çok önemlidir (Gujarati ve Porter 2009). Birim kök testleriyle ilgili literatürdeki ilk çalışmalar Fuller (1976) ve Dickey ve Fuller (1979, 1981)`e aittir (Elliott ve ark. 1996). Bu öncü çalışmaların öne sürdükleri yapıyı esas alarak modern birim kök testleri oluşturulmuştur. Nelson ve Plosser (1982)`in çalışması iktisatçıların dikkatini makroekonomik zaman serilerinde durağanlığın önemine çekmiştir. Bu araştırmadan sonra durağanlık, makroekonomik araştırmalarda bir öncelik veya ilk basamak analizi olarak kullanılmış ve birim kök testleriyle ilgili literatür gelişmeye başlamıştır.

Bu çalışmada serilerin durağanlığının test edilmesi için dört faklı birim kök testi kullanılmıştır. Bunun sebebi, her birim kök testinin farklı zayıf taraflarının bulunması ve bu zayıf yönler dikkate alınarak geliştirilmiş daha yeni testlerle karşılaştırma yapabilme düşüncesidir. Bu anlamda araştırmada geleneksel birim kök testlerinden Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) (1981), Philips-Perron (PP) (1988) ve Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) (1992) birim kök testi ve zaman serilerinde yapısal kırılmaları dikkate alan Zivot ve Andrews (ZA) (1992) birim kök testi kullanılmıştır. ADF, PP ve KPSS birim kök testleri yapısal kırılmaları dikkate almamaktadır. Çalışma 27 yıllık bir dönemi kapsadığı için bu zaman aralığında ekonomide birçok yapısal değişikliğin meydana gelmesi olasıdır. Bu sebepten yapısal kırılmaları da içinde barındıran Zivot ve Andrews (1992) testinin sonuçlarıda dikkate alınmıştır. ADF ve PP birim kök testleri için H_0 hipotezi serilerin birim kök içerdiğini, yani durağan olmadığını, H_1 hipotezi ise serinin birim kök içermediğini ve dolayısıyla durağan olduğunu ifade etmektedir. Modellerde yer alan gecikme uzunluklarının belirlenmesinde çeşitli bilgi kriterleri kullanılabilir. Bunlardan en yaygın kullanılanlar Akaike Bilgi Kriteri (AIC) (Akaike Information Criterion), Schwartz Bilgi Kriteri (SIC) (Schwartz Information Criterion), Bayesian Bilgi Kriteri (BIC) (Bayesian Information Criterion) ve Hannan-Quin Bilgi Kriteridir (HQ) (Hannan - Quinn Criterion). Bu çalışmada yerlerine göre Akaike ve Schwartz bilgi kriterleri tercih edilmiştir.

3.2.3. Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi

Dickey-Fuller testindeki otokorelasyon sorununu ortadan kaldırmak için otokorelasyonu gidermeye yetecek kadar bağımlı değişkenin gecikmeli değeri Dickey-Fuller denkleminin sağ tarafına ilave edilmektedir. Dickey-Fuller regresyonu bu ilaveden sonra Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) denklemine dönüşmektedir (Dickey ve Fuller 1979). Birim kök testlerinden araştırmalarda uygulamasındaki kolaylıklar nedeniyle en yaygın tercih edileni Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) testidir. Denklem 3.5`de sabitli, denklem 3.6`da ise sabitli trendli ADF regresyon modeli sunulmuştur (Dickey ve Fuller 1981).

$$\Delta X_t = \alpha_0 + \beta_0 X_{t-1} + \sum_{i=1}^{k} \beta_i \Delta X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.5)$$

$$\Delta X_t = \alpha_0 + \alpha_{1t} + \beta_0 X_{t-1} + \sum_{i=1}^{k} \beta_i \Delta X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.6)$$

Denklemde; Δ birinci fark operatörünü, α ve β katsayı parametrelerini, t zaman trendini, k gecikme uzunluğunu, ε_t hata terimini belirtmektedir.

ADF testinde otokorelasyon sorununun ortadan kaldırılabilmesi için gecikme uzunluğunun (k) doğru belirlenmesi çok önemlidir. Modelde gecikme uzunluğunun fazla belirlenmesi yapılacak testlerin gücünü azaltırken, eksik belirlenmesi ise sonuçların yanlı olmasına neden olmaktadır (Enders 2010).

Serinin durağan olup olmadığına t istatistiğinin Mackinnon (1996) kritik değerleri ile karşılaştırılması sonucu karar verilir. T istatistiğinin hesaplanan mutlak değeri, farklı anlam düzeylerinde Mackinnon kritik değerlerinden küçükse serinin durağan olmadığı, büyük ise serinin durağan olduğuna karar verilir (Tarı 2005).

3.2.4. Phillips Perron (PP) birim kök testi

Phillips ve Perron araştırmalarında parametrik bir yöntem kullanarak ADF birim kök testindeki hata terimleri ile ilgili teoriyi geliştirmiş ve yeni bir varsayımda bulunmuşlardır. Bu varsayıma göre rassal hatalar homojen yerine heterojen olarak dağılabilirler (Çınar ve Öztürk 2018). PP testinde otokorelasyon sorununu yok etmek için ADF testinde uygulanan bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerini denklemin sağ tarafına yazmak yerine, optimal bant genişliğinin hesaplanması için Newey-West tahmincisi

kullanılmaktadır. Phillips Perron (PP) testi hata terimleriyle ilgili daha az kısıtlayıcı varsayımların yapıldığı ADF testinin geliştirilmiş halidir. PP birim kök testi ile ilgili, denklem 3.7`de sabitli ve 3.8`de ise sabitli trendli regresyon modelleri olarak sunulmuştur (Phillips ve Perron 1988).

$$\Delta X_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.7)$$

$$\Delta X_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1} + \alpha_2(t - T/2) + \varepsilon_t \quad (3.8)$$

Denklemde; Δ birinci fark operatörünü, α katsayı parametrelerini, t zaman trendini, T gözlem sayısını, ε_t hata terimini belirtmektedir.

PP testinde de sıfır hipotezi ADF testinde olduğu gibi "seri birim kök içermektedir" şeklinde kurulmakta ve elde edilen test istatistiği MacKinnon (1996) kritik tablo değerleri ile karşılaştırılmaktadır.

3.2.5. Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) birim kök testi

ADF ve PP birim kök testlerinin gecikme uzunluğuna karşı hassas olması sebebiyle KPSS testi ile birim kök incelenmesinin desteklendiği yönünde literatürde araştırmalar vardır. Bu eksikliği ortadan kaldırmak için Kwiatkowski ve ark. (1992) tarafından KPSS birim kök testi geliştirilmiştir. KPSS birim kök testinde ADF ve PP birim kök testlerinden farklı olarak sıfır hipotezi "seri durağandır", alternatif hipotez ise "seri birim kök içeriyor" şeklinde kurulmaktadır (Kwiatkowski ve ark. 1992).

KPSS test istatistiği ile ilgili model denklem 3.9`da ifade edilmiştir:

$$\eta_\mu = T^{-2} \sum_{t=1}^{T} \frac{s_t^2}{s^2}(\ell) \quad (3.9)$$

KPSS birim kök testinde serinin durağan olup olmadığını anlamak için LM istatistik değerinin %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyindeki kritik değerlerle karşılaştırılması gerekmektedir. LM istatistik değeri kritik değerlerden büyük bulunduğu takdirde, H_0 hipotezi reddedilir yani seri durağan değildir. LM istatistik değeri kritik değerlerden küçük bulunduğu zaman ise, H_0 hipotezi kabul edilir ve bu sonuç serinin durağan olduğu anlamına gelir.

3.2.6. Zivot-Andrews (ZA) birim kök testi

Serilerde yapısal kırılmaları dikkate alan birim kök testleri Perron`un (1989) çalışması ile başlamıştır. Perron çalışmasında 1929-1933 yılındaki Büyük Buhran ve 1973 yılında yaşanmış petrol krizinin makroekonomik değişkenlerin ortalamasında önemli değişimlere neden olduğunu saptamıştır. Yine, bu dönem için oluşturulmuş kukla değişkenlerin birim kök testine ilave edildiği zaman önceden durağan olmayan birçok serinin durağan hale geldiğini gözlemlemiştir. Perron tarafından geliştirilmiş bu test istatistiğinde yapısal kırılma tarihlerinin önceden bilinmesi gerekmektedir. Zivot ve Andrews (1992) Perron tarafından geliştirilen test istatistiğini yapısal kırılma tarihlerinin önceden bilinmediği durumlara göre geliştirmiştir. ZA birim kök testinde tek yapısal kırılma dikkate alınarak serilerin durağanlığı test edilmektedir. ZA birim kök testi sonucunda belirlenen test istatistik değerleri mutlak değer olarak ZA tablo kritik değerlerinden büyük olduğu durumda sıfır hipotezi reddedilir. Yapısal kırılmanın varlığı ile birlikte serinin durağan olduğunu belirten alternatif hipotez kabul edilir (Yılancı ve Özcan 2010).

3.2.3. Eşbütünleşme analizi (ARDL sınır testi yaklaşımı)

Zaman serisi çalışmalarında değişkenler arasında uzun dönemli ilişkileri araştırmak için farklı eşbütünleşme testleri kullanılmaktadır. Eşbütünleşme testleri arasında literatürde en yaygın kullanılanları, Engle-Granger (1987) testi, Johansen (1988) testi ve Johansen ve Juselius (1990) testleridir. Fakat bahse konu olan bu testlerin uygulanabilmesi için tüm değişkenlerin birinci düzeyde durağan olmaları gerekmektedir. Diğer bir ifadeyle, tüm değişkenler I(1) olmalıdır. Bu koşul uygulamada bazı sorunlara yol açmaktadır. Pesaran, Shin ve Smith (1996), Pesaran ve Smith (1998), Pesaran ve Shin (1999), Pesaran ve ark (2001) tarafından geliştirilen ARDL yaklaşımı ile uygulamadaki bu sorun çözülmüştür. Bu yaklaşım son dönemlerde eşbütünleşme analizlerinde yaygın şekilde kullanılmaktadır. ARDL sınır testi yaklaşımının diğer eşbütünleşme testlerine göre bazı avantajları vardır. Bu yöntem serilerin durağanlık seviyesinin I(0) veya I(1) olmasına bakılmaksızın uygulanabilmektedir (Tang 2003). Başka bir ifadeyle, ilgili değişkenlerin bütünleşme düzeyi beklendiği gibi aynı olmayabilir. Bir diğer avantajı, diğer eşbütünleşme

testlerinden farklı olarak küçük örneklemlere de uygulanabilmesidir. Bu durumlarda bile tutarlı ve güvenilir sonuçlar verebilmektedir. Bu yöntem kullanılırken dikkat edilmesi gereken en önemli husus bağımlı değişkenin düzeyde I(0) değil birinci farkında I(1) durağan olması gerekmekte ve serilerin ikinci I(2) veya daha yüksek dereceden bütünleşik olmamasıdır. Bunun nedeni I(2) olarak tespit edilecek değişkenler için Pesaran ve ark.(2001) ve Narayan (2005) tablo kritik değerlerinin mevcut olmamasıdır (Narayan and Narayan 2004). Bu avantajlarından dolayı çalışmada ARDL modeli tercih edilmiştir. Tarımsal girdi değişkenleri için 3.10 nolu tarımsal makro gösterge değişkenleri için ise 3.11 nolu denklemdeki gibi model oluşturulmuştur.

$$\Delta \mathrm{CO}_{2\mathrm{t}} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k} \alpha_{1i} \Delta CO_{2t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{2i} \Delta TET_{t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{3i} \Delta KGT_{t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{4i} \Delta PK_{t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{5i} \Delta HS_{t-i} + \alpha_6 CO_{2t-1} + \alpha_7 TET_{t-1} + \alpha_8 KGT_{t-1} + \alpha_9 PK_{t-1} + \alpha_{10} HS_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.10)$$

$$\Delta CO_{2t} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k} \alpha_{1i} \Delta CO_{2t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{2i} \Delta TKD_{t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{3i} \Delta \mathrm{BÜE}_{t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{4i} \Delta \mathrm{HÜE}_{t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{5i} \Delta \mathrm{TİE}_{t-i} + \alpha_6 CO_{2t-1} + \alpha_7 TKD_{t-1} + \alpha_8 \mathrm{BÜE}_{t-1} + \alpha_9 \mathrm{HÜE}_{t-1} + \alpha_{10} \mathrm{TİE}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.11)$$

Bu modelde, Δ değişkenlerin birinci fark operatörünü, ε_t hata terimini, *k* ise optimal gecikme uzunluğunu temsil etmektedir. Ayrıca *α1, α2, α3, α4* ve *α5* katsayıları değişkenler arasındaki kısa dönem ilişkiyi gösterirken, *α6, α7, α8, α9* ve *α10* katsayıları ise değişkenler arasındaki uzun dönem dinamik ilişkileri ifade etmektedir.

ARDL sınır testi değişkenler arasında uzun dönem ilişkini, başka bir deyişle eşbütünleşmeyi, aşağıdaki alternatif hipotezlere göre test etme imkanı sunar. Denklem

3.12`deki boş hipotez (H_0) değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığına, alternatif hipotez ise (H_1) değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisine işaret etmektedir.

$$H_0: \alpha_6 = \alpha_7 = \alpha_8 = \alpha_9 = \alpha_{10}$$
$$H_1: \alpha_6 \neq \alpha_7 \neq \alpha_8 \neq \alpha_9 \neq \alpha_{10} \quad (3.12)$$

ARDL sınır testinin uygulanabilmesi için ilk olarak 3.11 ve 3.12 nolu denklemde *k* olarak gösterilen gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Gecikme uzunluğunun belirlenmesi amacıyla Akaike bilgi kriteri (AIC) kullanılmıştır. Sınır testi için optimum gecikme uzunluğu AIC`nin en küçük olduğu değer seçilir. ARDL testi yöntemi, *F*-istatistiği veya Wald istatistiğini temel alır. Modelden elde edilen *F* değeri örneklem büyüklüğüne bağlı olarak Pesaran ve ark (2001) ve Narayan (2005) tarafından hesaplanmış alt ve üst sınır değerleri ile karşılaştırılmaktadır. Pesaran ve ark. (2001) tarafından elde edilen kritik değerlerin geniş gözlem sayısına (500 ve 1000 arasında) sahip örneklemler için üretildiğinden, örnek kütlesi küçük olan çalışmalarda yanıltıcı sonuçlar vereceği bilinmelidir. Bu nedenle Narayan (2005) otuz ile seksen gözleme dayanan örneklem büyüklükleri için yeni kritik değerler oluşturmuştur. Çalışmamızda örnek büyüklüğü yirmi yedi olduğundan hem Narayan (2005) hem de Pesaran ve ark. (2001) tarafından hesaplanmış kritik değerler kullanılmıştır**.** Narayan (2005) tarafından hesaplanmış alt ve üst kritik değerler son dönem uygulamalı literatürde yaygın kullanılmaya başlanmıştır. Hesaplanan *F* istatistiği alt kritik değerden küçükse, boş hipotez kabul edilir ve seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığına karar verilir. *F* istatistiği alt ve üst kritik değerler arasında ise kesin bir yorum yapılamamaktadır. *F* istatistiğinin üst kritik değerden büyük olduğu durumda ise boş hipotez reddedilir ve bağımlı değişkenle tahminciler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu sonucuna varılır. Bu sonuç çalışmada kullanılan değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket etdiği anlamına gelmektedir. Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunduğu takdirde, uzun ve kısa dönem ilişkilerini belirlemek için ARDL modelleri kurulur. Modelin eşbütünleşme ilişkisine sahip olduğunun anlaşılmasının ardından uzun dönem katsayıları elde edilmektedir. Uzun dönem katsayılarının tahmininin yapılması için tarımsal girdi değişkenleri için 3.13 ve tarımsal makro gösterge değişkenleri için ise 3.14 nolu eşitlikte yer alan ARDL modeli oluşturulmuştur.

$$\mathrm{CO_{2t}} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k} \alpha_{1i} CO_{2t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{2i} TET_{t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{3i} KGT_{t-i} \sum_{i=0}^{k} \alpha_{4i} \Delta PK_{t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{5i} HS_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.13)$$

$$\mathrm{CO_{2t}} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k} \alpha_{1i} CO_{2t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{2i} TKD_{t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{3i} \mathrm{BÜE}_{t-i} \sum_{i=0}^{k} \alpha_{4i} \Delta \mathrm{HÜE}_{t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{5i} \mathrm{TİE}_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.14)$$

Uzun dönemli ilişkiye ait katsayılar belirlendikten sonra modelin diagnostik testlerine bakılarak modelin uygunluğuna karar verilmektedir. Değişkenler arasında kısa dönemli ilişkilerin belirlenmesinde ARDL'ye dayanan bir hata düzeltme modeli kullanılmaktadır. Tarımsal girdi değişkenleri için 3.15 ve tarımsal makro gösterge değişkenleri için ise 3.16 nolu eşitlikteki gibi hata düzeltme modelleri oluşturulmuştur.

$$\mathrm{CO_{2t}} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k} \alpha_{1i} CO_{2t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{2i} TET_{t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{3i} KGT_{t-i} \sum_{i=0}^{k} \alpha_{4i} \Delta PK_{t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{5i} HS_{t-i} + \alpha_6 ECT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.15)$$

$$\mathrm{CO_{2t}} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k} \alpha_{1i} CO_{2t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{2i} TKD_{t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{3i} \mathrm{BÜE}_{t-i} \sum_{i=0}^{k} \alpha_{4i} \Delta \mathrm{HÜE}_{t-i} + \sum_{i=0}^{k} \alpha_{5i} \mathrm{TİE}_{t-i} + \alpha_6 ECT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.16)$$

Modelde ECT_{t-1} değişkeni hata düzeltme terimini ifade edir. ECM ifadesinin katsayısı kısa dönemde meydana gelen bir şokun etkisinin ne kadarının uzun dönemde ortadan kalkacağını göstermektedir (Pesaran ve ark. 2001).

ARDL modelinin kararlılığını araştırmak ve değişkenlerle ilgili yapısal kırılmaların olup olmadığını belirlemek amacıyla Brown ve ark. (1975) önerdiği CUSUM ve CUSUMSQ testleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Eğer CUSUM ve CUSUMSQ değerleri %5 anlamlılık düzeyinde kritik sınırlar içerisindeyse, bu durumda ARDL modelindeki katsayıların istikrarlı olduğunu ifade eden H_0 hipotezinin kabul edilmesi anlamına gelmektedir.

3.2.4. FMOLS, DOLS ve CCR uzun dönem tahmincileri

ARDL sınır testinin sonuçlarının geçerliliğini kuvvetlendirmek ve desteklemek için araştırmada FMOLS (Tam Düzeltilmiş En Küçük Kareler Yöntemi), DOLS (Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi) ve CCR (Kanonik Koentegrasyon Regresyonu) tahmincilerine de yer verilmiştir. Değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkilerinin belirlenmesi ve onların katsayılarının yorumlanmasını kolaylaştırması, içsellik sorununun ortadan kaldırılması ve küçük örneklemlerde güvenilir sonuçlar vermesi gibi avantajlarından dolayı FMOLS, DOLS ve CCR tahmincileri araştırmalarda sıkça kullanılmakta olup birbirini desteklemektedir. Bu üç yöntem her ne kadar birbirini destekler nitelikte olsalarda uzun dönem eşbütünleşme katsayılarının hesaplanması bakımından değişik basamaklar içermektedirler (Adom 2015).

Phillips ve Hansen tarafından 1990 yılında geliştirilmiş FMOLS yöntemi, en küçük kareler (OLS) yönteminin geliştirilmiş hali olup, standart tahmincilerde ortaya çıkan diagnostik sorunları ortadan kaldırmaktadır. Bir diğer taraftan FMOLS yönteminin yardımıyla gözlem sayısı az olan serilerde doğru ve sapmasız sonuçlar elde edilmektedir (Phillips ve Hansen 1990).

DOLS tahmincisi Stock ve Watson (1993) tarafından ilk defa uygulanmış ve Pedroni (2000, 2001) tarafından geliştirilmiştir. DOLS tahmincisinin yardımıyla bağımsız değişkenlere ait uzun dönem katsayıları tahmin edilebilmekte ve hata terimi ile bağımsız

değişkenler arasındaki içsellik sorunundan meydana gelen sapmalar giderilebilmektedir (Nazlıoğlu 2010).

Park (1992) tarafından geliştirilen CCR yöntemi FMOLS yöntemiyle yakından ilişkilidir. Fakat FMOLS yönteminden farklı olarak CCR`de stokastik şoklarla koentegrasyon denklemi arasındaki uzun dönemli bağımlılığı yok etmek için değişkenlerin düzey değerleri değil durağan değerleri kullanılmaktadır. CCR yönteminde FMOLS yönteminde olduğu gibi öncelikle hata terimleri ve kovaryans matrisleri elde edilir (Küçükaksoy ve ark. 2015).

3.2.5. Granger nedensellik analizi

Değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin tespiti için literatürde yaygın olarak kullanılan test Granger nedensellik testidir. Bu sebepten araştırmada seçilmiş değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunduktan sonra nedensellik ilişkisinin tespiti için Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Granger tarafından 1969 yılında geliştirilen Granger nedensellik testi değişkenler arasındaki ilişkinin nedenselliğinin yönünü belirlemek için kullanılmaktadır. X ve Y gibi iki değişken için mevcut Y değeri X değerinin daha önceki dönem değerleri ile tahmin edilebiliyorsa bu X değişkeninden Y değişkenine doğru bir Granger nedenselliğin olduğu anlamına gelmektedir. X ve Y arasında tek veya çift yönlü Granger nedensellik ilişkisi olabildiği gibi, değişkenler arasında nedensellik ilişkisi olmayadabilir (Charemza ve Deadman 1993). Granger nedensellik testinin uygulanabilmesi için serilerin hem durağan olması hem de eşbütünleşik ise aralarında en az tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olmalıdır. Bununla birlikte, serilerin aynı düzeyde durağan olmaları gerekmemektedir. Durağan olmayan seriler için farkı alındıktan sonra Granger nedensellik testi uygulanmaktadır. (Gökmenoğlu ve Taşpınar 2018). Granger nedensellik testi, hem iki değişken arasındaki ilişkinin nedenselliğinin yönünü belirlemek için (bilateral/pairwise causality) hem de VAR modeli yardımıyla çok değişkenli nedenselliğin (multivariable causality) belirlenmesinde kullanılmaktadır (Gujarati ve Porter 2009). Bu araştırmada pairwise Granger nedensellik testi kullanılmıştır ve denklemler aşağıdaki şekildedir.

$$X_t = \sum_{i=1}^{k} \alpha_i x_{t-i} + \sum_{i=1}^{k} \beta_i y_{t-1} + e_{1t} \quad (3.17)$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^{k} \alpha_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^{k} \beta_i x_{t-1} + e_{2t} \quad (3.18)$$

Denklemde X_t ve Y_t ilgili değişkenleri, k gecikme değerini, e_{1t} ve e_{2t} normal dağılıma sahip bozucu terimi ifade etmektedir.

Nedensellik testinde sıfır hipotezi $H_0: \alpha_1 = 0$ şeklinde kurulmakta ve "*X, Y*`nin Granger nedeni değildir" olarak belirlenmektedir. Granger nedensellik testinde sıfır hipotezi *F* testi kullanılarak test edilmektedir. Sıfır hipotezi, iki etkenden birisinin veya ikisinin birlikte *Y*`yi etkilemesi durumunda reddedilmektedir.

3.2.6. Varyans ayrıştırma analizi

Varyans ayrıştırması VAR modelindeki katsayıları yorumlamak için kullanılan diğer bir yöntemdir. Varyans ayrıştırma yöntemine göre her bir değişkenin hata varyansı kendi şoklarına ve sistemdeki diğer değişkenlerin şoklarına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bir diğer ifadeyle değişkenlerdeki değişimin yüzde kaç oranında kendisinden ve yüzde kaçınınsa diğer değişkenlerden kaynaklandığını göstermektedir. Bütün bunları özetlersek, VAR analizi yardımıyla elde edilen varyans ayrıştırma yöntemi, modelde seçilmiş bağımlı değişkende meydana gelen bir şok sonucu ortaya çıkan değişimlerin kaynağını ortaya çıkarmaktadır. Varyansdaki değişimin yüzde yüze yakın bir değerini kendi başına açıklıyorsa bu durumda değişken dışsal, tam tersi durumda ise içsel değişken olarak nitelendirilir. Varyans ayrıştırma yönteminde değişkenlerin sıralanması oldukça önemlidir. Varyans ayrıştırmada tahmin sonuçları değişkenlerin sıralanışına göre değişebilmektedir. Bundan dolayı, anlamlı sonuçlar elde edebilmek için değişkenlerin sıralanışını yaparken hata terimleri korelasyon matrisine bakılmaktadır. İki değişken arasındaki korelasyon ilişkisi %20'den büyükse o zaman sıralama önemlidir. Ancak korelasyon ilişkisi %20'den daha düşükse o zaman hangi değişkenin daha önce modele ekleneceğinin bir önemi yoktur. Bu araştırmada varyans ayrıştırma yönteminin kullanılmasındaki amaç, gelecek dönemlerde bir değişken üzerinde en fazla hangi

değişken ya da değişkenlerin etkili olduğu sorusuna cevap aramaktır (Tarı 2005, Enders 2010).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler arasında her hangi bir eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığını analiz etmeden önce serilerin durağanlığının araştırılması gerekmektedir. Durağan olmayan zaman serileri ile yapılan çalışmalarda sahte regresyon sorunu ortaya çıkmaktadır. Diğer taraftan ARDL sınır testinin uygulanabilmesi için serilerin maksimum birinci dereceden I(1) durağan olması gerekmektedir. Bu sebepten ilk olarak ADF, PP ve KPSS birim kök testleri yardımı ile durağanlık testi yapılmıştır. Durağanlık testi tarımsal girdiler ve tarımsal makro göstergeler için iki farklı çizelge halinde yapılmıştır. Tarımsal girdi ve tarımsal makro gösterge değişkenleri ile ilgili durağanlık testinin sonuçları sırasıyla Çizelge 3.4 ve 3.5`de sunulmuştur.

Çizelge 3.4. Tarımsal girdi değişkenleri için birim kök testi

Seviyesinde		**CO_2**	**TET**	**KGT**	**PK**	**HS**
ADF	Sabitli	0,254	-1,722	-1,634	0,146	-2,745
		(0,971)	(0,409)	(0,452)	(0,963)	(0,081)
	Sabitli+Trendli	-3,468	-1,485	-2,428	-1,640	-1,421
		(0,064)	(0,809)	(0,358)	(0,748)	(0,824)
PP	Sabitli	0,006	-1,722	-1,634	0,021	-0,741
		(0,951)	(0,409)	(0,452)	(0,952)	(0,819)
	Sabitli+Trendli	-3,399	-1,387	-2,225	-1,697	-1,607
		(0,073)	(0,841)	(0,457)	(0,723)	(0,762)
KPSS	Sabitli	0,201	0,107	0,328	0,248	0,171
	Sabitli+Trendli	0,106	0,171**	0,170**	0,124	0,159**
Birinci farkında		**ΔCO_2**	**ΔTET**	**ΔKGT**	**ΔPK**	**ΔHS**
ADF	Sabitli	-4,166**	-5,709***	-6,658***	-3,848***	-4,537***
		(0,004)	(0,000)	(0,000)	(0,008)	(0,002)
	Sabitli+Trendli	-3,956**	-6,380***	-7,116***	-3,869**	-4,831***
		(0,024)	(0,000)	(0,000)	(0,029)	(0,005)
PP	Sabitli	-4,504***	-5,644***	-6,804***	-3,845***	-2,744**
		(0,002)	(0,000)	(0,000)	(0,008)	(0,031)
	Sabitli+Trendli	-4,271***	-6,292***	-13,832***	-3,872**	-3,988**
		(0,013)	(0,000)	(0,000)	(0,029)	(0,023)
KPSS	Sabitli	0,731**	0,278**	0,376	0,647**	0,701**
	Sabitli+Trendli	0,170**	0,183**	0,501***	0,160**	0,154**

Not: ADF, PP ve KPSS testinde uygun gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriterine (SIC) göre belirlenmiştir. PP testinde çekirdek (kernel) yöntemi "Barlett kernel" ve bant genişliği (bandwith) "Newey West bandwith" yöntemine göre belirlenmiştir. Parantez içerisinde verilen değerler, MacKinnon (1996) tek yönlü p (olasılık) değerlerini ifade etmektedir. **, *** sembolleri birim kök testlerinde sırasıyla %5 ve %1 istatistiki anlam düzeylerini ifade etmektedir.

Çizelgede 3.4`de yer alan sonuçlara bakıldığı zaman CO_2, PK serilerinin her üç birim kök testinin sonuçlarına göre seviyelerinde birim kök içerdiklerini I(0), fakat birinci farkları alındığı zaman I(1) her iki serinin tüm birim kök test sonuçlarına göre durağan hale geldikleri görülmektedir. TET, KGT ve HS serilerine baktığımız zaman bir tek KPSS testi hariç diğer birim kök testi sonuçlarına göre seviyelerinde durağan olmadıkları, birinci dereceden farkları alındığında ise I(1) her üç birim kök testinin sonuçlarına göre durağan hale geldikleri görülmektedir. Durağanlık testinin ardından yapılacak olan ARDL eşbütünleşme testi için bağımlı değişkenin (CO_2) kesinlikle seviyesinde değil birinci dereceden durağan olması gerekmektedir. Çizelge 3.4`ün sonuçlarına bakıldığı zaman bu şartında sağlanmış olduğunu görülmektedir.

Çizelge 3.5. Tarımsal makro gösterge değişkenleri için birim kök testi

Seviyesinde		**TKD**	**BÜE**	**HÜE**	**TİE**
ADF	Sabitli	0,474	-0,121	0,642	-1,265
		(0,982)	(0,937)	(0,988)	(0,630)
	Sabitli+Trendli	-3,304	-3,392	-5,736***	-1,911
		(0,089)	(0,074)	(0,000)	(0,616)
PP	Sabitli	-0,074	-0,319	0,317	-1,041
		(0,943)	(0,909)	(0,975)	(0,723)
	Sabitli+Trendli	-3,316	-3,358	-4,901	-2,517
		(0,087)	(0,079)	(0,003)	(0,318)
KPSS	Sabitli	0,238	0,196	0,213	0,126
	Sabitli+Trendli	0,084	0,093	0,092	0,099
Birinci farkında		**ΔTKD**	**ΔBÜE**	**ΔHÜE**	**ΔTİE**
ADF	Sabitli	-3,622***	-4,483***	-4,863***	-6,780***
		(0,003)	(0,002)	(0,001)	(0,000)
	Sabitli+Trendli	-4,580***	-4,340***	-4,336***	-6,645***
		(0,006)	(0,011)	(0,011)	(0,000)
PP	Sabitli	-3,741***	-4,582***	-5,458***	-6,881***
		(0,010)	(0,001)	(0,000)	(0,000)
	Sabitli+Trendli	-3,903***	-4,387***	-8,933***	-6,750***
		(0,027)	(0,010)	(0,000)	(0,000)
KPSS	Sabitli	0,702**	0,680**	0,755***	0,632**
	Sabitli+Trendli	0,144**	0,143**	0,149**	0,125**

Not: ADF, PP ve KPSS testinde uygun gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriterine (SIC) göre belirlenmiştir. PP testinde çekirdek (kernel) yöntemi "Barlett kernel" ve bant genişliği (bandwith) "Newey West bandwith" yöntemine göre belirlenmiştir. Parantez içerisinde verilen değerler, MacKinnon (1996) tek yönlü p (olasılık) değerlerini ifade etmektedir. **, *** sembolleri birim kök testlerinde sırasıyla %5 ve 1% istatistiki anlam düzeylerini ifade etmektedir.

Çizelge 3.5`in sonuçları incelendiği zaman tarımsal makro göstergelerle ilgili değişkenlerin her üç birim kök testinin sonuçlarına göre seviyelerinde I(0) birim kök içerdiği söylenebilir. Değişkenlerin tamamının her üç birim kök testine göre birinci farkları alındığı zaman I(1) hem sabitli hem de sabitli ve trendli modele göre birim kök içermediği yani durağan hale geldiği görülmektedir.

Zaman serilerinin durağan olmamasının nedenlerinden bir tanesi de söz konusu seride yapısal kırılmaların olmasıdır. Bu sebepten araştırmada yapısal kırılmaların varlığını dikkate alarak birim kök analizi yapan Zivot ve Andrews (1992) testi de kullanılmıştır. Zivot ve Andrews (1992) testi serilerdeki yapısal kırılma varlığını üç farklı model ile araştırmaktadır. Model A sabitli, model B trendli ve model C ise hem sabitli hem de trendli yapısal kırılmaları test etmektedir. Zivot ve Andrews (1992) testi için sıfır hipotezi

serinin birim kök içerdiği, alternatif hipotez ise seride birim kökün olmadığı, yani serilerin durağan olduğu anlamına gelmektedir. Çizelge 3.6`da hem tarımsal girdi değişkenleri hem de tarımsal makro gösterge değişkenleri için Zivot-Andrews (1992) testinin sonuçları yer almaktadır (Model A ve C).

Çizelge 3.6. Zivot-Andrews birim kök testi

Tarımsal girdi değişkenleri (birinci farkında)				
Değişkenler	Model A (Sabitli)		Model C (Sabitli+Trendli)	
	t-istatistiği	Kırılma yılı	t-istatistiği	Kırılma yılı
CO_2	-6,4041***	2001	-6,6670**	2010
TET	-3,6357	1998	-5,0552**	1998
KGT	-3,7337	1998	-5,2291**	2000
PK	-17,8570***	2008	-5,9094***	2008
HS	-5,6748***	2002	-5,5193**	2002
Tarımsal makro gösterge değişkenleri (birinci farkında)				
TKD	-7,1456***	2000	-7,0122***	2009
BÜE	-6,0742***	2005	-5,1509**	2006
HÜE	-7,7118***	2014	-9,8881***	2009
TİE	-3,1109	2007	-7,6899***	2007

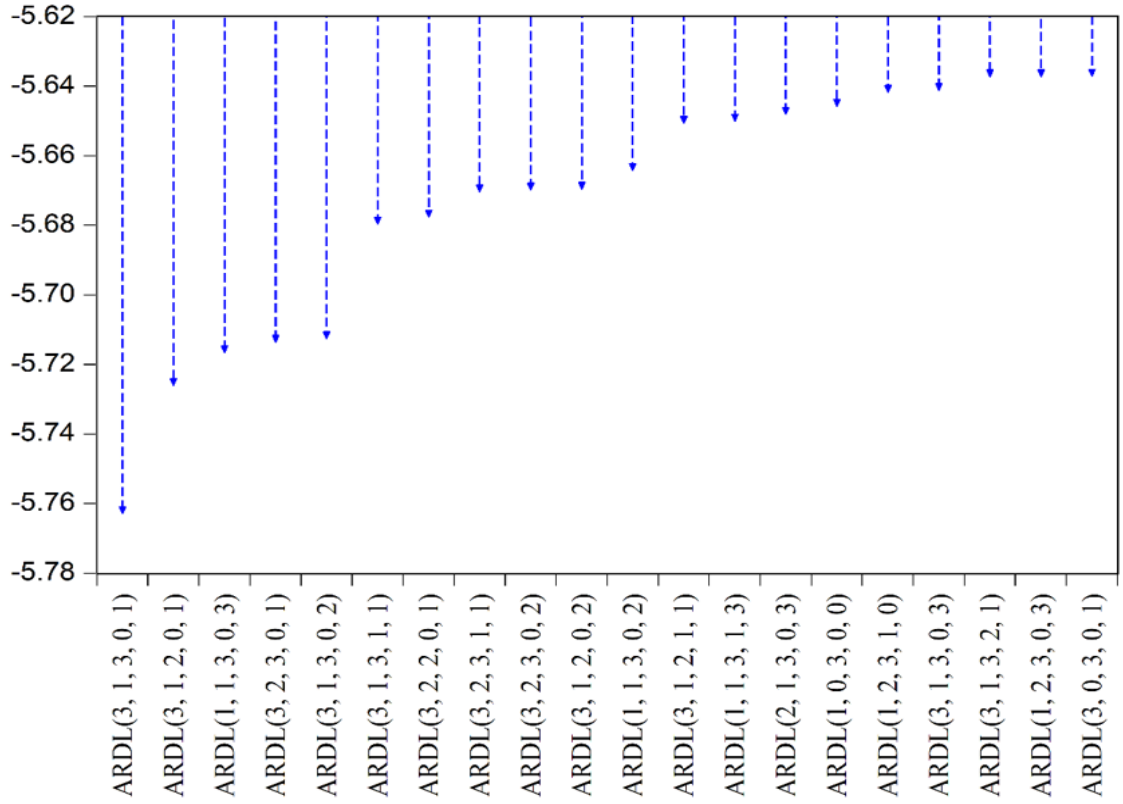
Not: Model A (sabitli) için tablo kritik değerler %1 ve %5 anlamlılık düzeyi için sırasıyla -5.34 ve -4.93`dür. Model C (sabitli ve trendli) için tablo kritik değerler %1 ve %5 anlamlılık düzeyi için sırasıyla -5.57 ve -5.08`dir. ***, ** sembolleri birim kök testinde sırasıyla %1 ve %5 istatistiki anlam düzeylerini ifade etmektedir.

Zivot-Andrews birim kök testinin sonuçları incelendiğinde değişkenlere ait test istatistiklerinin bazen modellerden birinde bazen de her iki modelde mutlak değerce kritik değerlerden büyük olduğu görülmektedir. Bu sonuç serilerin birim kök içerdiğini ifade eden H_0 hipotezinin reddedildiği ve yapısal kırılmalarla birlikte serilerin durağan olduğu anlamına gelmektedir. Birim kök testlerinin tamamına bakıldığı zaman tüm değişkenlerin bazılarının seviyesinde bazılarının ise farkları alındığı zaman durağan hale geldiği görülmektedir. Sonuç itibariyle, araştırmada kullanılan serilerin tamamı durağanlık bakımından ARDL eşbütünleşme testinin yapılması için uygundur.

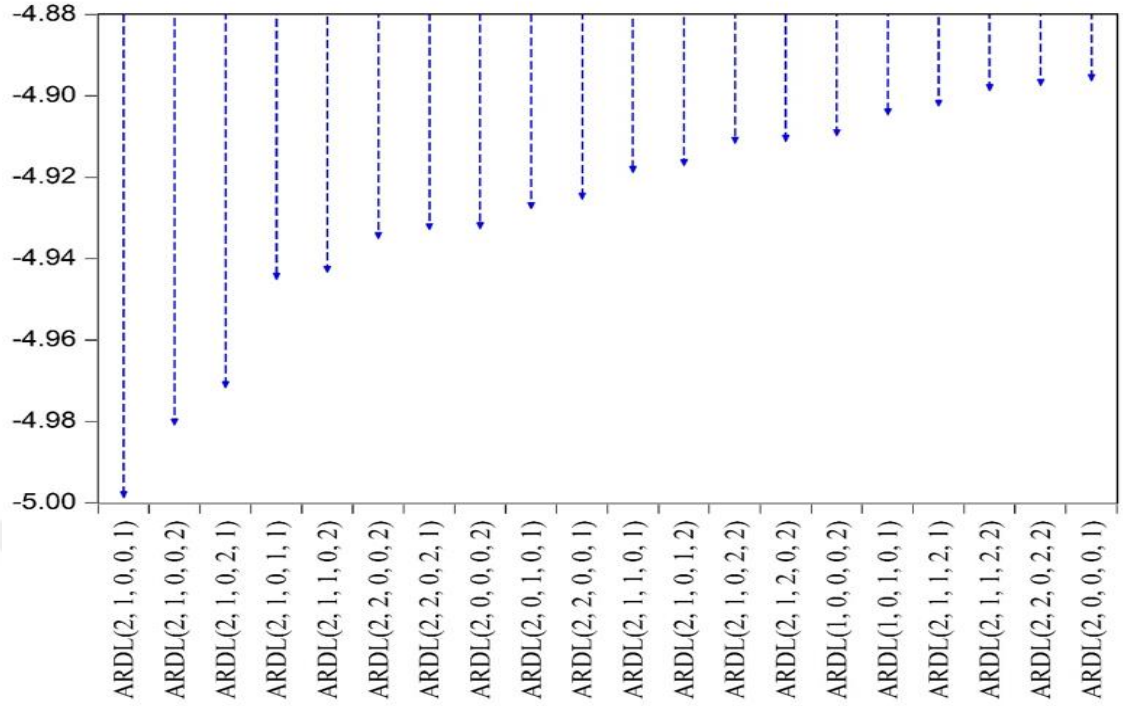
4.2. ARDL Sınır Testi Yaklaşımı Sonuçları

4.2.1. Uygun gecikme uzunluğuna sahip ARDL modellerinin belirlenmesi

ARDL modeli için ön koşul, uygun gecikme uzunluğunun tespit edilmesidir. Gecikme uzunluğunun belirlenmesi için AIC, SC ve HQ bilgi kriteri değerlerinden yararlanılmaktadır. En küçük kritik değerin sağlandığı gecikme uzunluğu modele ait gecikme uzunluğu olarak belirlenmektedir. Bununla birlikte ilgili gecikme uzunluğu ile oluşturulmuş olan modelde otokorelasyon probleminin bulunması halinde bir sonraki en küçük kritik değeri sağlayan gecikme uzunluğu ele alınır. Maksimum gecikme sayısı çözümlemede dört olarak alınmış ve değişkenlerle ilgili uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesinde AIC bilgi kriteri baz alınmıştır. Her iki değişken grubu için AIC bilgi kriterini minimum yapan 20 model şekil 3.3 ve 3.4`de raporlanmıştır. AIC bilgi kriterine göre tarımsal girdi değişkenleri için model (3, 1, 3, 0, 1) (Şekil 3.3) tarımsal makro gösterge değişkenleri için ise model (2, 1, 0, 0, 1) belirlenmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.3. Tarımsal girdi değişkenleri için Akaike bilgi kriterine göre en uygun 20 model



Şekil 3.4. Tarımsal makro gösterge değişkenleri için Akaike bilgi kriterine göre en uygun 20 model

4.2.2. ARDL modelleri için tanısal test sonuçları

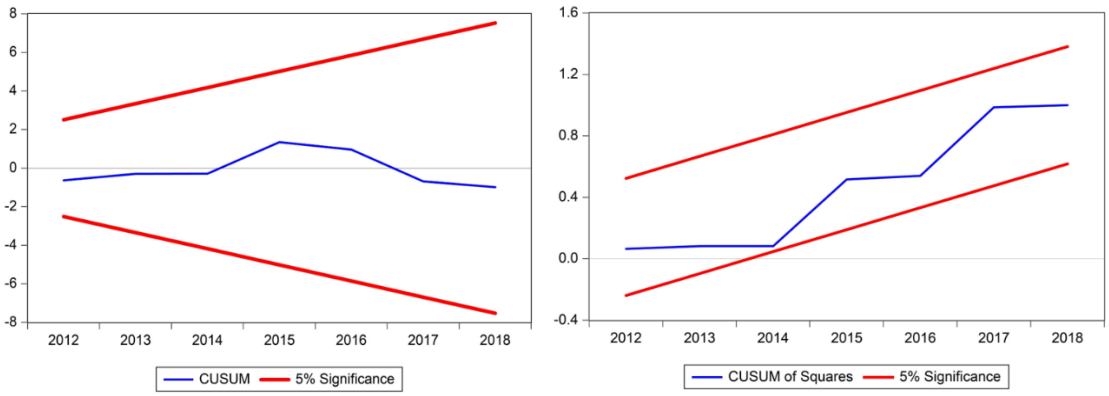
Gecikme uzunluğunun belirlenmesi ve uygun ARDL modelinin seçiminin ardından, seçilmiş modelin uygun model olup olmadığının tespit edilmesi gerekmektedir. Bunun için her iki modelin sağlıklı olup olmadığına yönelik tanısal testler yapılmıştır. Her iki değişken grubu için tahmin edilen model, otokorelasyon sorunu bulunup bulunmadığını tespit etmek için Breusch-Godfrey LM testi, değişen varyans sorununun bulunup bulunmadığının belirlenmesi amacıyla ARCH testi, normal dağılıma uygunluk için Jarque-Bera testi ve kurulan modelde model kurma veya belirleme hatasının olup olmadığının sınanması için Ramsey RESET testlerine tabi tutulmuştur. Çizelge 3.7`de hem tarımsal girdi hem de tarımsal makro gösterge değişkenleri için tanısal test sonuçları raporlanmıştır.

Çizelge 3.7. Tarımsal girdi ve tarımsal makro gösterge değişkenleri için tahmin edilmiş ARDL modelleri için tanısal test sonuçları

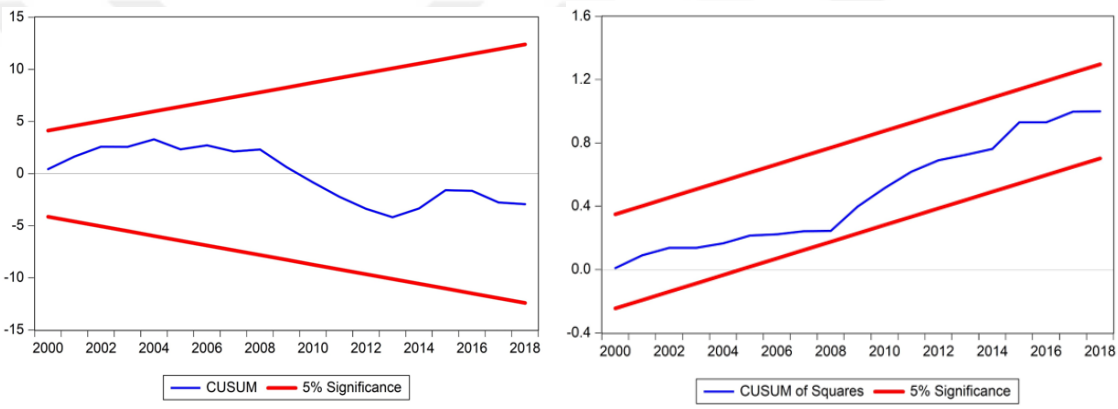
Tarımsal girdi değişkenleri, model (3, 1, 3, 0, 1)		
Testler	Katsayı	Olasılık
Breusch-Godfrey LM testi	1,2749	0,3469
ARCH testi	0,3501	0,5604
Jarque-Bera testi	2,3836	0,3037
Ramsey RESET testi	1,6181	0,1296
Makro tarımsal göstere değişkenleri, model (2, 1, 0, 0, 1)		
Breusch-Godfrey LM testi	1,0056	0,3908
ARCH testi	1,1511	0,2949
Jarque-Bera testi	3,1884	0,2031
Ramsey RESET testi	1,0331	0,3180

Çizelge 3.7`nin sonuçları incelendiğinde tüm tanısal testlerin olasılık değerleri %5 anlamlılık düzeyinden yüksek olduğu için her iki modelde otokorelasyon sorununun, değişen varyans sorununun, normal dağılım sorununun ve model kurma hatasının olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tahmin edilen ARDL modeli için yapılan bir diğer tanısal test CUSUM ve CUSUMSQ testleridir. CUSUM ve CUSUMSQ testleri tahmin edilen modelin yapısal kararlılığı sınamak, yani istikrarlı olup olmadığını anlamak için yapılmaktadır. CUSUM ve CUSUMSQ test sonuçlarına bakıldığında her iki model için test istatistiklerinin %5 anlamlılık düzeyinde kritik sınırlar arasında kaldığı görülmektedir. Bu sonuç H_0 hipotezinin kabul edildiğini, yani tahmin edilen her iki modelde ilgili dönem sürecinde yapısal değişikliğin olmadığı ve istikrarlı oldukları anlamına gelmektedir. Böylece, kurulan modelde hem uzun hem de kısa vadeli sonuçlar arasında tutarlılığın olduğu anlaşılmaktadır. CUSUM ve CUSUMSQ test sonuçları tarımsal girdi değişkenleri için Şekil 3.5`de, tarımsal makro gösterge değişkenleri için ise Şekil 3.6`da sunulmuştur.



Şekil 3.5. Tarımsal girdi değişkenleri için ARDL (3, 1, 3, 0, 1) modeline ait CUSUM ve CUSUMSQ testleri



Şekil 3.6. Tarımsal makro gösterge değişkenleri için ARDL (2, 1, 0, 0, 1) modeli ait CUSUM ve CUSUMSQ testleri

4.2.3. ARDL sınır testi sonuçları

ARDL modeli için uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi ve tahmin edilen model için tanısal testlerin yapılmasının ardından seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin araştırılması aşamasına geçilmiştir. ARDL sınır testinde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığını belirlemek için *F*-istatistiğinin belirlenmesi gerekmektedir. Çizelge 3.8 ve 3.9`da sırasıyla tarımsal girdi ve tarımsal makro gösterge değişkenleri için ARDL sınır testi sonuçları sunulmuştur.

Çizelge 3.8. Tarımsal girdi değişkenleri için ARDL sınır test sonuçları

Model	Gecikme uzunluğu		F- istatistiği	
CO_2 = f(TET, KGT, PK, HS)	(3, 1, 3, 0, 1)		4.30**	
Anlamlılık	Narayan		Pesaran	
	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır
%1	4,28	5,84	3,29	4,37
%5	3,06	4,22	2,88	3,87
%10	2,53	3,56	2,56	3,49

Not: ** sembolü %5 istatistiki anlam düzeyini ifade etmektedir.

Çizelge 3.8`de görüldüğü üzere tarımsal girdi değişkenleri için uzun dönem ilişkiyi test eden *F*-istatistiğinin değeri 4,30 olarak bulunmuştur. Bu değer hem Narayan (2005), hem de Pesaran ve ark. (2001)`den alınan %5 anlamlılık düzeyinde kritik üst sınır değerlerinden büyük olarak bulunmuş ve bu sonuç tarımsal girdi değişkenleri arasında bir eşbütünleşme ilişkisinin olduğu anlamına gelmektedir. Bu sonuç aynı zamanda tez çalışmasının iki ana hipotezinden birincisi olan H1 hipotezinin "tarımsal girdi grubundaki değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisi vardır" kabul edildiği anlamına gelmektedir.

Çizelge 3.9. Tarımsal makro gösterge değişkenler için ARDL sınır test sonuçları

Model	Gecikme uzunluğu		F- istatistiği	
CO_2 = f(TKD, BÜE, HÜE, TİE)	(2, 1, 0, 0, 1)		7.03***	
Anlamlılık	Narayan		Pesaran	
	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır
%1	4,28	5,84	3,29	4,37
%5	3,06	4,22	2,88	3,87
%10	2,53	3,56	2,56	3,49

Not: *** sembolü %1 istatistiki anlam düzeyini ifade etmektedir.

Çizelge 3.8`in sonuçları da Çizelge 3.9`un sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Tarımsal makro gösterge değişkenleri için hesaplanmış olan ARDL sınır testi *F*- istatistiği 7,03 olarak bulunmuş ve bu değer %1 anlamlılık düzeyinde hem Narayan hem de Pesaran üst sınır kritik değerlerinden büyüktür. Bu sonuca göre sıfır hipotezi reddedilmiş ve modeldeki değişkenler arasında eşbütünleşik bir ilişki olduğu anlamına gelen alternatif hipotez kabul edilmiştir. Bu sonuç aynı zamanda "tarımsal makro gösterge grubundaki

değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisi vardır" şeklinde kurulmuş H2 hipotezini doğrulamıştır.

4.2.4. ARDL modeli uzun ve kısa dönem tahmin sonuçları

Hem tarımsal girdi hem de tarımsal makro gösterge değişkenleri arasında bir eşbütünleşme ilişkisi tespit edildikten sonra bu değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkilerinin katsayıları tahmin edilebilmektedir. Tarımsal girdi ve tarımsal makro gösterge değişkenlerine ait uzun ve kısa dönem katsayıları ile ilgili sonuçlar sırasıyla Çizelge 3.10 ve 3.11`de yer almaktadır.

Çizelge 3.10. Tarımsal girdi değişkenleri için ARDL(3, 1, 3, 0, 1) modeline ait uzun ve kısa dönem katsayıları

Uzun dönem katsayıları				
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği	Olasılık
LnTET	-0,0830**	0,0307	-2,7048	0,0205
LnKGT	0,0699***	0,0169	4,1270	0,0017
LnPK	0,0862***	0,0275	3,1332	0,0095
LnHS	0,7827***	0,0655	11,9581	0,0000
C	-4,3526***	1,0605	-4,1043	0,0017
Kısa dönem katsayıları				
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği	Olasılık
D(LnCO_2(-1))	-0,2208	0,1643	-1,3436	0,2061
D(LnCO_2(-2))	-0,3288*	0,1687	-1,9489	0,0773
D(LnTET)	-0,0296**	0,0100	-2,9775	0,0126
D(LnKGT)	0,0230***	0,0054	4,2927	0,0013
D(LnKGT(-1))	-0,0136	0,0077	-1,7657	0,1051
D(LnKGT(-2))	-0,0072	0,0060	-1,1853	0,2609
D(LnPK)	0,0550**	0,0214	2,5677	0,0262
D(LnHS)	1,2520***	0,3495	3,5818	0,0043
ECT(-1)	-0,6383**	0,2440	-2,6159	0,0240

Not: *, **, *** sembolleri sırasıyla %10, %5 ve %1 istatistiki anlam düzeylerini ifade etmektedir.

Tarımsal girdi değişkenleri ile ilgili uzun dönem sonuçları incelendiği zaman öncelikle tarımsal enerji tüketimi (TET) ile bağımlı değişken tarımsal sera gazı emisyonları arasında (CO_2) negatif ve %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Çizelge 3.2`de tarımsal girdi değişkenleri ile ilgili korelasyon ilişkilerine ve Şekil 3.1`de ise serilerin grafiksel gösterimlerine bakıldığında tarımsal enerji tüketimi

ile sera gazı emisyonları arasında negatif bir ilişkinin olacağı tahmin edilebilir. Bu sonuç uzun dönemde diğer değişkenler sabitken tarımsal enerji tüketimindeki %1`lik bir artışın tarımsal sera gazı emisyonlarında %0,08 azalışa neden olması anlamına gelmektedir. Bu sonuç Appiah ve ark. (2018) ve Chandio ve ark. (2020)`in sonuçları ile benzerlik teşkil ederken, fakat Ben Jebli ve Ben Joussef (2017), Liu ve ark. (2017b), Gosh (2018), Agboola ve Bekun (2019), Ali ve ark. (2020) ve Koshta ve ark. (2020)`in sonuçları ile aynı doğrultuda değildir. Literatürde enerji tüketimi ve sera gazı emisyonları arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalara genel olarak bakıldığı zaman yenilenebilir enerji hariç enerji tüketiminin sera gazı emisyonları üzerinde pozitif etkisinin bulunduğu çalışmalar üstünlük sağlamaktadır. Bunun nedeni enerji kaynaklarının daha çok fosil yakıt kaynaklı olmasıdır. Azerbaycan`da tarımsal enerji tüketimin sera gazı emisyonları üzerinde negatif etkisinin olmasının iki nedeni vardır. Bunlardan ilki Azerbaycan`da tarımda kullanılan enerji kaynaklarına bakıldığı zaman nerdeyse yarısının hidroelektrik enerji santrallerinden elde edildiği diğer yarısının ise doğal gaz olduğu görülmektedir. Hidroelektrik enerji kaynakları bilindiği üzere yenilenebilir enerjinin bir çeşididir. Doğal gaz ise fosil yakıt kaynaklı olmasına rağmen kömür ve petrole kıyasla daha temiz bir yakıt türüdür. Böylelikle, tarımsal enerji tüketiminin sera gazı emisyonlarını artırdığı yönünde olan $H1_1$ hipotezi reddedilmiştir.

Kimyasal gübre tüketimi (KGT) ile tarımsal sera gazı emisyonları arasında %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu ilişkini işaretine göre değerlendirdiğimiz zaman pozitif yönde bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Bu durum ilgili dönemde Azerbaycan`da KGT değişkeninde %1`lik bir artışın tarımsal sera gazı emisyonlarını %0,07 artırdığı anlamına gelmektedir. Kimyasal gübre tüketimi ile CO_2 emisyonları arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olması beklenen bir sonuçtur. Kimyasal gübre tüketminin sera gazı emiysonları üzerinde pozitif etkisinin olduğu bu konuda yapılmış çok sayıda araştırmalarla ispatalanmıştır. Azerbaycan`da tarımsal faaliyetlerde kullanılan kimyasal gübre tüketimini incelediğimiz zaman 1992-2018 yılları arasındaki yirmi altı yıllık süre zarfında kimyasal gübre tüketiminin %138 oranında arttığı görülmektedir. Azerbaycan`da kimyasal gübre tüketimindeki bu artış 2014 yılından itibaren daha hızlı bir şekil almıştır. Bu sonuç, Hongdou ve ark. (2018), Ullah ve ark. (2018) ve Ronaghi ve ark. (2018)`in araştırmalarının sonuçları ile

uyumluluk teşkil göstermektedir. Kimyasal gübre tüketiminin tarımsal sera gazı emisyonlarını hem kısa hem de uzun dönem de pozitif yönde anlamlı etkisinin olması $H1_2$ hipotezini doğrulamaktadır.

Pestisit kullanımı (PK) ile tarımsal sera gazı emisyonları arasında %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu ilişkini işareti yönünden değerlendirdiğimiz zaman pestisit kullanımının da kimyasal gübre tüketiminde olduğu gibi tarımsal sera gazları üzerinde olumlu etkisinin olduğu görülmektedir. Diğer değişkenler sabitken pestisit kullanımındaki %1`lik bir artış tarımsal sera gazı emisyonlarını %0,09 artırmaktadır. Bu sonuç Ali ve ark. (2021)`in sonuçları ile aynı doğrultudadır. Literatürü incelediğimiz zaman pestisit kullanımının çevre üzerinde özellikle su kaynakları ve toprak üzerindeki negatif etkileri ile ilgili çok sayıda çalışmaların olduğu görülmektedir. Fakat pestisit kullanımının bir tarımsal girdi değişkeni olarak atmosfer yani hava kirliliği üzerindeki olumsuz etkileri ilgili az sayıda araştırmaya rastlanmıştır. Bu sebepten pestisit kullanımı ile ilgili sonuç bir tek Ali ve ark. (2021)`in sonuçları ile karşılaştırılmıştır. ARDL eşbütünleşme testi sonucu pestisit kullanımı ile tarımsal sera gazı emisyonları arasındaki bulunan ilişkinin varlığı ve yönü "pestisit kullanımı tarımsal sera gazı emisyonlarını artırır" şeklinde kurulan $H1_3$ hipotezini doğrulamaktadır.

Araştırmada kullanılan tarımsal girdi değişkenlerinden en sonuncusu olan hayvan sayısı (HS) değişkeni de tarımsal sera gazı emisyonları üzerinde pozitif etkiye sahiptir. Bu pozitif etki %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Diğer değişkenler sabitken HS değişkenindeki %1`lik bir artış tarımsal sera gazı emisyonlarını %0,78 artışa neden olmaktadır. Bu sonuç Ullah ve ark. (2018), Hongdou ve ark. (2018), Balogh (2020) ve Ali ve ark. (2021)`in sonuçları ile benzerlik ve uyumluluk göstermektedir. Hayvan sayısı değişkeninin tarımsal sera gazı emisyonları üzerindeki pozitif etkisi diğer tarımsal girdi değişkenlerine kıyasla daha büyük orandadır. Bunun nedeni ise, Azerbaycan`da en önemli tarımsal emisyon kaynakları arasında hayvancılıkla ilgili faaliyetlerin ilk sıralarda gelmesidir. Bunlar; hayvanların sindirim sistemi ile ilgili olan enterik fermantasyon, merada bırakılan hayvan dışkısı ve gübre yönetimidir. Azerbaycan`da tarımsal sera gazı emisyonları alt sektörlere göre incelediği zaman en çok paya sahip olanların enterik

fermantasyon ve merada bırakılan hayvan dışkısı olduğu görülmektedir. Hayvan sayısı değişkeninin tarımsal sera gazı emisyonları üzerindeki etkisini olumlu ve istatistiksel olarak anlamlı bulunması "hayvan sayısındaki artışlar tarımsal sera gazı emisyonları artırır" şeklinde kurulmuş $H1_4$ hipotezini doğrulamaktadır.

Çizelge 3.10`da tarımsal girdi değişkenleri için ARDL (3, 1, 3, 0, 1) modeline ait uzun dönem katsayıları ile birlikte kısa dönem katsayıları ve hata düzeltme terimi katsayısı da sunulmuştur. Sonuçlar uzun dönem katsayıları ile benzerlik göstermektedir. TET değişkeni uzun dönemde olduğu gibi kısa dönemde de tarımsal sera gazı emisyonları üzerinde negatif etkiye sahiptir. Bu negatif etki %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. KGT, PK ve HS değişkenlerine ait kısa dönem katsayıları da uzun dönem de tahmin edilen katsayılar gibi pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 3.10`da dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri de hata düzeltme terimi (ECT) katsayısıdır. Hata düzeltme terimi kısa dönemde meydana gelecek bir şok veya sapma sonrası uzun dönemde modelin yeniden dengeye gelme hızı ile ilgili bilgi vermektedir. Kısa dönemdeki sapmaların uzun dönemde düzeltilebilmesi için ECT katsayısının -1 ile 0 arasında negatif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlı olması çok önemlidir. Çizelge 3.10`a bakıldığında "ECT" şeklinde gösterilen hata düzeltme terimi katsayısının -0.64 olarak bulunduğu ve %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu sonuç, kısa dönemdeki şok ve sapma sonrası modelde yaranacak dengesizliklerin bir yıl sonra %64`ünün giderileceği anlamına gelmektedir.

Çizelge 3.11. Tarımsal makro gösterge değişkenleri için ARDL(2, 1, 0, 0, 1) modeline ait uzun ve kısa dönem katsayıları

Uzun dönem katsayıları				
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği	Olasılık
LnTKD	-0,1058	0,2215	-0,4779	0,6392
LnBÜE	0,3681**	0,1743	2,1119	0,0508
LnHÜE	0,3122***	0,0879	3,5510	0,0027
LnTİE	0,0138	0,0122	1,1272	0,2763
C	7,9216**	3,7752	2,0983	0,0521
Kısa dönem katsayıları				
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği	Olasılık
D(LnCO2(-1))	0,3646*	0,1837	1,9848	0,0646
D(LnTKD)	-0,2887	0,2200	-1,3124	0,2079
D(LnBÜE)	0,3345***	0,1149	2,9101	0,0102
D(LnHÜE)	0,2838***	0,0754	3,7617	0,0017
D(LnTİE)	-0,0191*	0,0111	-1,7260	0,1036
ECT(-1)	-0,9087***	0,2347	-3,8727	0,0013

Not: *, **, *** sembolleri sırasıyla %10, %5 ve %1 istatistiki anlam düzeylerini ifade etmektedir.

Tarımsal makro gösterge değişkenleri ile ilgili uzun dönem sonuçları incelendiğinde öncelikle modelde bağımsız değişken olarak yer alan tarımsal katma değer (TKD) ve bağımlı değişken olan tarımsal sera gazı emisyonu (CO_2) arasında negatif fakat istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Bu sonuç Gürbüz ve ark. (2020) tarafından daha önce yapılmış Azerbaycan`da tarımsal katma değer ve CO_2 emisyonları arasında ilişkiyi araştıran çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Fakat bahsi geçen çalışmada, TKD değişkeninin CO_2 emisyonları üzerindeki negatif etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. TKD değişkeninin sera gazı emisyonları üzerinde negatif etkisinin bulunması Liu ve ark. (2017a), Ronaghi ve ark. (2018), Çetin ve ark. (2020), Koshta ve ark. (2020) ve Wang ve ark. (2020)`in sonuçları ile de benzerdir. TKD değişkeninin tarımsal sera gazı emisyonu üzerinde negatif fakat anlamlı olmayan etkisinin bulunmasının çeşitli nedenleri olabilir. Azerbaycan için tarımsal katma değere baktığımız zaman genel itibarile bir artışın olduğu fakat toplam GSYİH içindeki payına baktığımız zaman bir düşüşün olduğu görülmektedir. 1990 yılında tarımsal katma değerin toplam GSYİH içindeki payı %26,5 iken bu değer 2019 yılında %5,72`lere kadar düşmüştür. TKD değişkeninin tarımsal sera gazı emisyonları üzerinde olumsuz etkisinin bir nedeni de bu düşüş olabilir**.** Bu sebepten hem tarımsal katma değerin GSYİH içindeki payının artırılması hem de bu artışın tarımsal emisyonların üzerinde pozitif etkiye neden

olmaması yönünde tarım politikalarının hazırlanması çok önemlidir. TKD değişkeni ile tarımsal sera gazı emisyonları arasındaki negatif ilişkiden dolayı "tarımsal katma değerdeki artışlar tarımsal sera gazı emisyonlarını artırır" şeklinde kurulmuş $H2_1$ hipotezi reddedilmiştir.

Bitkisel üretim endeksi (BÜE) ile ilgili uzun dönem katsayıları incelendiği zaman tarımsal sera gazı emisyonları üzerinde pozitif etkisinin olduğu görülmektedir. Bu pozitif etki %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Diğer değişkenler sabitken BÜE değişkeninde %1`lik bir değişim sera gazı emisyonlarını %0,37 artırmaktadır. Bu sonuç Sarkodie ve Owusu (2017), Appiah ve ark. (2018), Ali ve ark. (2020), Chandio ve ark. (2020) ve Leitao ve Balogh (2020)`nin sonuçları ile aynı doğrultudadır. Bitki yetiştiriciliğinde kimyasal gübre ve zirai ilaçlar gibi çevre konusunda hassas olan çok sayıda girdiler kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra yanlış toprak işleme ve yanlış sulama yöntemleri de sonuç olarak bitkisel üretimin çevre üzerinde olumsuz etkilerini artırmaktadır. Çizelge 3.10`da tarımsal girdi değişkenleri ile ilgili grupda hem kimyasal gübre kullanımının hem de pestisit kullanımının sera gazları üzerinde hem uzun hem de kısa dönemde pozitif etkisinin bulunması bu söylenenleri destekler niteliktedir. Bu sonuç ayrıca "bitkisel üretim endeksindeki artışlar tarımsal sera gazı emisyonlarını artırır" şeklinde kurulmuş $H2_2$ hipotezini doğrulamaktadır.

Bir diğer değişken olan hayvansal üretim endeksinin (HÜE) uzun dönem katsayılarına bakıldığı zaman BÜE değişkeninde olduğu gibi tarımsal emisyonlar üzerinde pozitif etkisinin olduğu görülmektedir. Bu pozitif etki %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. HÜE`de %1`lik bir artış olduğu zaman tarımsal sera gazı emisyonları buna karşılık olarak %0,31`lik bir artış göstermektedir. HÜE ve tarımsal emisyonlar arasındaki bu sonuç Sarkodie ve Owusu (2017), Appiah ve ark. (2018), Ali ve ark. (2020), Chandio ve ark. (2020) ve Leitao ve Balogh (2020), Ayyıldız ve Erdal (2021)`in araştırmalarının sonuçları ile uyumluluk teşkil etmektedir. Yukarıda da bahsedildiği gibi hayvancılık sektörü ve bu sektörle ilgili faaliyetler tarımsal sera gazı emisyonlarına neden olan aktiviteler arasında hem dünya genelinde hem de Azerbaycan`da ilk sıralarda gelmektedir. Tarımsal girdi değişkenleri ile ilgili grupda HS değişkeninin sera gazı emisyonları üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkisi

bulunmaktadır. Bu sonuç HÜE değişkenini de etkilemektedir. HÜE hayvancılık sektörünün ülke ekonomisine bir yansıması ve ekonomik göstergesi kabul edilmektedir. Hayvansal üretim endeksi araştırmanın konusu olan süre boyunca %70 oranında artış göstermiştir. Bu artış da hayvancılıkla ilgili faaliyetler doğru yöntemlerle yapılmaması durumunda tarımsal sera gazı emisyonları üzerinde pozitif etkiye neden olmaktadır. Ayrıca, HÜE ile ilgili bu sonuç "hayvansal üretim endeksindeki artışlar tarımsal sera gazı emisyonlarını artırır" şeklinde kurulmuş $H2_3$ hipotezinin kabul edildiği anlamına da gelmektedir.

Tarımsal makro gösterge değişkenlerinden sonuncusu olan tarımsal ihracat endeksi (TİE) ile ilgili uzun dönem katsayılarına bakıldığı zaman tarımsal sera gazı emisyonları üzerinde pozitif bir etkisinin olduğu fakat bu olumlu etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Bu sonuç Drabo (2011), Ronaghi ve ark. (2018), Balogh (2019) ve Balogh (2020)`nin sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Azerbaycan için tarımsal ihracat endeksi 1992-2018 yılları arasında yaklaşık olarak sekiz kat artmıştır. Bu artışa rağmen $CO_2$ emisyonları üzerinde pozitif fakat istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmaması Azerbaycan`ın tarım sektörü için çok olumlu bir sonuçtur. TİE değişkeninin tarımsal sera gazı emisyonları üzerindeki olumlu etkisinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamasından dolayı "tarımsal ihracat endeksindeki artışlar tarımsal sera gazı emisyonlarını artırır" şeklinde kurulmuş $H2_4$ hipotezi reddedilmiştir.

Tarımsal makro göstergelerle ilgili kısa dönem sonuçları incelendiğinde katsayı ve katsayı işaretleri ve anlamlılık düzeyleri uzun dönemle benzerlik göstermektedir. Uzun dönem de olduğu gibi kısa dönemde de TKD değişkeninin tarımsal sera gazı emisyonları üzerinde negatif ve istatistiksel olarak anlamsız, BÜE ve HÜE değişkenlerinin pozitif ve %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı, TİE değişkeninin ise olumlu fakat istatistiksel olarak anlamsız bir etkisi vardır. Hata düzeltme teriminin (ECT) katsayısı negatif (-0,91) ve anlamlı (0,001) bulunmuştur. Bu da makro tarımsal değişkenlerle ilgili modelde kısa dönemde olabilecek sapma ve dengesizliklerin %91`inin uzun dönemde ortadan kalkacağı anlamına gelmektedir.

4.3. FMOLS, DOLS ve CCR Test Sonuçları

ARDL sınır testi sonuçlarının sağlamlığı ve doğruluğu alternatif modeller kullanılarak sınanmıştır. Bu amaçla tarımsal girdi ve tarımsal makro gösterge değişkenleri FMOLS, DOLS ve CCR eşbütünleşme testlerinin yardımıyla analiz edilmiştir. Çizelge 3.12 ve 3.13`de sırasıyla tarımsal girdi ve tarımsal makro gösterge değişkenleri için FMOLS, DOLS ve CCR testlerinin sonuçları yer almaktadır.

Çizelge 3.12. Tarımsal girdi değişkenleri için FMOLS, DOLS, CCR eşbütünleşme testi sonuçları

FMOLS eşbütünleşme testi tahmin sonuçları				
Değişken	Katsayı	Std.t-Hata	t-istatistiği	Olasılık
TET	-0,0236***	0,0088	-2,6916	0,0137
KGT	0,0421***	0,0058	7,2634	0,0000
PK	0,0542***	0,0134	4,0594	0,0006
HS	0,7553***	0,0348	21,7147	0,0000
C	-4,0252***	0,5505	-7,3119	0,0000
DOLS eşbütünleşme testi tahmin sonuçları				
Değişken	Katsayı	Std.t-Hata	t-istatistiği	Olasılık
TET	-0,0146	0,0091	-1,6033	0,1231
KGT	0,0368***	0,0061	6,0572	0,0000
PK	0,0460***	0,0136	3,3702	0,0028
HS	0,7810***	0,0366	21,3109	0,0000
C	-4,4273***	0,5785	-7,6529	0,0000
CCR eşbütünleşme testi tahmin sonuçları				
Değişken	Katsayı	Std.t-Hata	t-istatistiği	Olasılık
TET	-0,0298***	0,0108	-2,7489	0,0120
KGT	0,0461***	0,0070	6,5602	0,0000
PK	0,0584***	0,0134	4,3556	0,0003
HS	0,7366***	0,0389	18,9306	0,0000
C	-3,7310***	0,6172	-6,0448	0,0000

Not: ** ve *** sembolleri sırasıyla %5 ve %1 anlam düzeylerini ifade etmektedir.

Çizelge 3.12`nin sonuçları incelediğinde tarımsal girdi değişkenleri için FMOLS, DOLS ve CCR testleri sonucu bulunan katsayılar, işaretleri ve anlamlılık düzeylerinin ARDL sınır testi sonuçları ile çok yakın benzerlik teşkil ettiği görülmektedir. Tarımsal enerji tüketimi her üç modelde sera gazı emisyonları üzerinde negatif etkiye sahiptir. Bu negatif etki DOLS modeli hariç diğer iki modelde %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Kimyasal gübre tüketiminin her üç modelde de tarımsal sera gazı emisyonları

üzerinde olumlu ve istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olduğu görülmektedir. Pestisit kullanımı ve hayvan sayısı değişkenlerinin üç eşbütünleşme testinin tamamında sera gazı emisyonları üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olduğu sonuçlardan anlaşılmaktadır. Tarımsal girdi değişkenleri ile ilgili FMOLS, DOLS ve CCR test sonuçları ARDL sınır testinin sonuçlarını destekler niteliktedir.

Çizelge 3.13. Tarımsal makro gösterge değişkenleri için FMOLS, DOLS, CCR eşbütünleşme testi sonuçları

FMOLS eşbütünleşme testi tahmin sonuçları				
Değişken	Katsayı	Std.t-Hata	t-istatistiği	Olasılık
TKD	-0,0716	0,1237	-0,5791	0,5687
BÜE	0,2984***	0,0865	3,4491	0,0024
HÜE	0,3573***	0,0640	5,5808	0,0000
TİE	0,0096	0,0092	1,0473	0,3069
C	7,3012***	2,1590	3,3817	0,0028
DOLS eşbütünleşme testi tahmin sonuçları				
Değişken	Katsayı	Std.t-Hata	t-istatistiği	Olasılık
TKD	-0,0163	0,1219	-0,1340	0,8947
BÜE	0,2252**	0,0905	2,4882	0,0209
HÜE	0,3800***	0,0593	6,4032	0,0000
TİE	0,0080	0,0094	0,8442	0,4077
C	6,3330***	2,1280	2,9760	0,0070
CCR eşbütünleşme testi tahmin sonuçları				
Değişken	Katsayı	Std.t-Hata	t-istatistiği	Olasılık
TKD	-0,1107	0,1240	-0,8928	0,3821
BÜE	0,3302***	0,0993	3,3259	0,0032
HÜE	0,3568***	0,0538	6,6274	0,0000
TİE	0,0128	0,0110	1,1725	0,2541
C	7,9990***	2,1685	3,6888	0,0014

Not: ** ve *** sembolleri sırasıyla %5 ve %1 anlam düzeylerini ifade etmektedir.

Tarımsal makro gösterge değişkenleri ile ilgili FMOLS, DOLS ve CCR eşbütünleşme test sonuçları incelendiği zaman değişkenlerle ilgili katsayılar, onların işaretleri ve anlamlılık düzeyleri tarımsal girdi değişkenlerin de olduğu gibi ARDL sınır testinin sonuçlarını desteklemektedir. Tarımsal makro gösterge değişkenlerinden ilki olan TKD değişkeni her üç test sonuçlarına göre sera gazı emisyonları üzerinde negatif fakat anlamlı olmayan bir etkiye sahiptir. Hem BÜE hem de HÜE değişkenleri üç testin tamamında tarımsal sera gazı emisyonları üzerinde pozitif ve çoğunluk itibariyle %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahiptir. Son tarımsal makro gösterge değişkeni olan TİE değişkeni

de ARDL sınır testinde de olduğu gibi sera gazı emisyonları üzerinde pozitif fakat anlamlı olmayan etkiye sahiptir.

Hem tarımsal girdi değişkenleri ile hem de tarımsal makro gösterge değişkenleri ile ilgili yapılmış olan FMOLS, DOLS ve CCR testlerinin sonuçları ARDL sınır testinin sonuçlarının geçerliliğini ve doğruluğunu desteklemektedir.

4.4. Granger Nedensellik Analizi Sonuçları

Eşbütünleşme testi sonuçları değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığı ile ilgili bilgi vermektedir. Fakat bu ilişkinin yönü hakkında bize bilgi vermemektedir. Bunun için son olarak değişkenler arasında ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Granger nedensellik testinde H_0 hipotezi "Granger nedeni değildir." şeklinde kurulmaktadır. Test sonucu elde edilen olasılık değeri 0,05'ten büyük olduğu durumda H_0 hipotezi kabul edilir. Fakat söz konusu bu olasılık değeri 0,05'ten küçük bulunmuş ise o zaman H_0 hipotezi reddedilir. Bu da tek yönlü nedensellik ilişkisinin var olduğu anlamına gelmektedir. Çizelge 3.14 ve 3.15`de sırasıyla tarımsal girdi ve tarımsal makro gösterge değişkenleri için Pairwise Granger nedensellik testinin sonuçları sunulmuştur.

Çizelge 3. 14. Tarımsal girdi değişkenleri için Pairwise Granger nedensellik analizi

Sıfır hipotezi	F-istatistiği	Olasılık	Karar
TET Granger nedeni değildir CO_2`nin	1,32069	0,2892	KABUL
CO_2 Granger nedeni değildir TET`in	3,68954**	0,0433	RED
KGT Granger nedeni değildir CO_2`nin	3,59245**	0,0465	RED
CO_2 Granger nedeni değildir KGT`nin	3,88547**	0,0375	RED
PK Granger nedeni değildir CO_2`nin	0,10806	0,8981	KABUL
CO_2 Granger nedeni değildir PK`nin	3,04321	0,0702	RED
HS Granger nedeni değildir CO_2`nin	3,73235**	0,0419	RED
CO_2 Granger nedeni değildir HS`nin	1,17447	0,3294	KABUL
KGT Granger nedeni değildir TET`nin	0,92095	0,4144	KABUL
TET Granger nedeni değildir KGT`nin	0,37751	0,6903	KABUL
PK Granger nedeni değildir TET`nin	1,52831	0,2412	KABUL
TET Granger nedeni değildir PK`nin	4,38677**	0,0263	RED
HS Granger nedeni değildir TET`nin	6,34356***	0,0074	RED
TET Granger nedeni değildir HS`nin	0,20684	0,8149	KABUL
PK Granger nedeni değildir KGT`nin	2.97336	0,0740	RED
KGT Granger nedeni değildir PK`nin	0.17219	0,8431	KABUL
HS Granger nedeni değildir KGT`nin	3.68601**	0,0434	RED
KGT Granger nedeni değildir HS`nin	1.39457	0,2710	KABUL
HS Granger nedeni değildir PK`nin	2.5775	0,1009	KABUL
PK Granger nedeni değildir HS`nin	0.1568	0,8559	KABUL

Not: ** ve *** sembolleri sırasıyla %5 ve %1 anlam düzeylerini ifade etmektedir. Gecikme uzunluğu AIC bilgi kriterine göre 2 olarak seçilmiştir.

Tarımsal girdi değişkenleri için Granger nedensellik testininin sonuçları incelendiğinde, ilk olarak kimyasal gübre tüketimi ile tarımsal sera gazı emisyonları arasında iki yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu görülmektedir. Bu sonuçtan hareketle, Azerbaycan`da kimyasal gübre tüketimi ile tarımsal sera gazı emisyonlarının birbirini etkilediğini söylemek mümkündür. Dolayısıyla, temel hipotez olan "kimyasal gübre tüketimi tarımsal sera gazı emisyonlarının Granger nedeni değildir" hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmiş ve KGT tarımsal sera gazı emisyonlarının nedeni olarak kabul edilmiştir. İkinci olarak hayvan sayısı değişkeninden tarımsal sera gazı emisyonlarına doğru ise tek yönlü nedensellik ilişkisi vardır. Burada da temel hipotez reddedilmiştir ve bu da HS değişkeninin tarımsal sera gazı emisyonlarının nedeni olduğu anlamına gelmektedir. Hem KGT ve hem de HS değişkeni ile tarımsal sera gazı emisyonları arasında nedensellik ilişkisini göz önünde bulundurarak, kimyasal gübre tüketimi ve hayvan sayısındaki artışların tarımsal emisyonları artırdığı söylenilebilmektedir. Her iki sonuç Ullah ve ark. (2018), Hongdou ve ark. (2018), Ronaghi ve ark. (2018), Balogh (2020) ve Ali ve ark.

(2021)`in sonuçları ile benzerlik teşkil etmektedir. Bunun dışında HS değişkeninden hem tarımsal enerji tüketimine hem de kimyasal gübre tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. HS değişkeninin tarımsal sera gazı emisyonu ve diğer değişkenlerle arasındaki nedensellik ilişkisi değerlendirildiğinde hem direkt olarak hem de dolaylı yolla kimyasal gübre tüketimini pozitif yönde uyarmakla, tarımsal emisyonları artırdığı görülmektedir. Hem tarımsal enerji tüketimi hem de pestisit kullanımı ile tarımsal sera gazı emisyonları arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunmamıştır. Fakat, TET değişkeninden farklı olarak PK`dan KGT`ye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Bu da pestisit kullanımının doğrudan olmasa bile dolaylı olarak tarımsal sera gazı emisyonlarını artırdığı anlamına gelmektedir.

Çizelge 3.15. Tarımsal makro gösterge değişkenleri için Pairwise Granger nedensellik analizi

Sıfır hipotezi	F-istatistiği	Olasılık	Karar
TKD Granger nedeni değildir CO_2`nin	1,31098	0,2917	KABUL
CO_2 Granger nedeni değildir TKD`nin	0,74861	0,4858	KABUL
BÜE Granger nedeni değildir CO_2`nin	6,49669***	0,0067	RED
CO_2 Granger nedeni değildir BÜE`nin	2,08081	0,1510	KABUL
HÜE Granger nedeni değildir CO_2`nin	4,65021**	0,0220	RED
CO_2 Granger nedeni değildir HÜE`nin	2,82808	0,0829	RED
TİE Granger nedeni değildir CO_2`nin	1,61024	0,2247	KABUL
CO_2 Granger nedeni değildir TİE`nin	2,26238	0,1301	KABUL
BÜE Granger nedeni değildir TKD`nin	10,3131***	0,0008	RED
TKD Granger nedeni değildir BÜE`nin	2,60384	0,0988	RED
HÜE Granger nedeni değildir TKD`nin	4,58445**	0,0230	RED
TKD Granger nedeni değildir HÜE`nin	0,47371	0,6295	KABUL
TİE Granger nedeni değildir TKD`nin	1,56978	0,2327	KABUL
TKD Granger nedeni değildir TİE`nin	4,78085**	0,0201	RED
HÜE Granger nedeni değildir BÜE`nin	3,76890**	0,0408	RED
BÜE Granger nedeni değildir HÜE`nin	0,86237	0,4373	KABUL
TİE Granger nedeni değildir BÜE`nin	4,69705**	0,0213	RED
BÜE Granger nedeni değildir TİE`nin	6,62688***	0,0062	RED
TİE Granger nedeni değildir HÜE`nin	0,70411	0,5064	KABUL
HÜE Granger nedeni değildir TİE`nin	2,39873	0,1165	KABUL

Not: ** ve *** sembolleri sırasıyla %5 ve %1 anlam düzeylerini ifade etmektedir. Gecikme uzunluğu AIC bilgi kriterine göre 2 olarak seçilmiştir.

Çizelge 3.15`de yer alan sonuçlara bakıldığında bitkisel üretim endeksinden (BÜE) tarımsal sera gazı emisyonlarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu görülmektedir. Bu sonuç, Azerbaycan`da 1992-2018 dönemi boyunca, tarımsal sera gazı emisyonlarını etkileyen diğer faktörler sabitken, BÜE`nin tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarını etkileyen faktörlerden biri olduğunu göstermektedir. Sonuç itibariyle, temel hipotez olan "BÜE tarımsal sera gazı emisyonlarının Granger nedeni değildir" hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiş ve BÜE tarımsal sera gazı emisyonlarının nedeni olarak kabul edilmiştir. Hayvansal üretim endeksi değişkeni ile tarımsal sera gazı emisyonları arasında çift yönlü Granger nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle, HÜE ile tarımsal sera gazı emisyonları birbirini etkilemektedir. Çeşitli çalışmalar hem BÜE hem de HÜE ile sera gazı emisyonları arasındaki bu tür nedensellik ilişkisini desteklemektedir (Sarkodie ve Owusu 2017, Chandio ve ark. 2020, Leitao ve Balogh 2020). Ayrıca, bitkisel üretim endeksi ile hem tarımsal katma değer hem de tarımsal ihracat endeksi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Bir diğer sonuç ise hayvansal üretim endeksinden hem bitkisel üretim endeksine hem de tarımsal katma değere doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olmasıdır. Sonuç olarak, hem bitkisel üretim endeksi hem de hayvansal üretim endeksindeki artışlar tarımsal katma değeri artırmaktadır. Bu ise, Azerbaycan için tarım sektörünün GSYİH`nın içindeki payının yükselmesi anlamına gelmektedir. Fakat, BÜE ve HÜE değişkenlerindeki artışların tarımsal sera gazı emisyonlarını artırdığı unutulmamalıdır. Bu nedenle, BÜE ve HÜE`ni negatif yönde etkilemeden tarımsal sera gazı emisyonlarının azaltılması için politikaların geliştirilmesi gerekmektedir.

Hem tarımsal katma değer hem de tarımsal ihracat endeksi değişkenleri ile tarımsal sera gazı emisyonları arasında her hangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Bu da TKD ve TİE değişkenleri ile ilgili "TKD tarımsal sera gazı emisyonlarının Granger nedeni değildir" ve "TİE tarımsal sera gazı emisyonlarının Granger nedeni değildir" şeklinde kurulmuş temel hipotezlerin kabul edildiği anlamına gelmektedir.

Sonuç olarak hem tarımsal girdi değişkenleri hem de tarımsal makro gösterge değişkenleri için yapılmış olan Granger nedensellik analizinin sonuçları ARDL, FMOLS,

DOLS ve CCR eşbütünleşme test sonuçları ile benzerlik göstermekte ve onları destekler niteliktedir.

4.5. Varyans Ayrıştırma Analizi Sonuçları

Bu çalışmada, varyans ayrıştırma analizi yapılmasındaki amaç, bağımlı değişken olarak seçilmiş tarımsal sera gazı emisyonları üzerinde, gelecek dönemlerde en fazla hangi değişken ya da değişkenlerin etkili olduğu sorusuna cevap aramaktır. Bu nedenle hem tarımsal girdi değişkenleri hem de tarımsal makro gösterge değişkenleri ile ilgili kurulmuş modeller için varyans ayrıştırma analizi yapılmış ve elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır. Varyans ayrıştırma sonuçları Çoleski Ayrıştırması ile oluşturulmuştur. Çizelge 3.16 ve 3.17`de sırasıyla tarımsal girdi ve tarımsal makro gösterge değişkenleri için varyans ayrıştırma analizinin sonuçları sunulmuştur.

Çizelge 3.16. Tarımsal girdi değişkenleri için varyans ayrıştırma testi sonuçları

Dönem	Std. hata	$LNCO_2$	LNTET	LNKGT	LNPK	LNHS
1	0,026914	100,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	0,035698	92,996360	0,141236	2,119882	1,042873	3,699649
3	0,045040	84,499660	1,000497	5,203584	3,565675	5,730582
4	0,053715	73,906510	0,918466	9,908458	5,574022	9,692549
5	0,062301	63,802530	0,784368	13,064830	7,875453	14,472820
6	0,070581	54,335270	0,615503	15,922530	10,229820	18,896880
7	0,078219	46,781870	0,504539	18,366230	12,062770	22,284590
8	0,085068	40,784850	0,470495	20,551600	13,235400	24,957660
9	0,090974	36,198680	0,486179	22,401220	13,928780	26,985150
10	0,095933	32,718190	0,536983	24,078440	14,235340	28,431040

Tarımsal girdi değişkenleri için yapılmış varyans ayrıştırma analizinin sonuçları incelendiği zaman, tarımsal sera gazı emisyonunda ilk dönemde meydana gelen değişimin tamamının, yani %100'ünün kendisinden kaynaklandığı görülmektedir. Bu oran daha sonraki dönemlerde azalmakta ve onuncu dönemde yaklaşık %33'e kadar düşmektedir. Tarımsal sera gazı emisyonunda meydana gelen değişimde en yüksek paya sahip olan değişken HS`dir. HS'nin tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarında meydana gelen değişimi açıklama gücü on yıllık süreçte %0'dan %28'e yükselmiştir. Diğer bir ifadeyle tarımsal sera gazı emisyonlarındaki değişimlerin %28`i hayvan sayısı

kaynaklıdır. Bu değişimde en çok paya sahip ikinci değişken ise yaklaşık %24'lük pay ile KGT değişkenidir. Üçüncü en yüksek paya sahip değişken yaklaşık %14'lük pay ile PK değişkenidir. TET değişkeni yaklaşık %0,5`lik pay ile son sırada yer almaktadır. TET tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarında meydana gelen değişimi açıklama yönünde değerlendirilirse, diğer üç bağımsız değişkene göre oldukça zayıftır.

Bu sonuç, Azerbaycan`da sırasıyla hayvan sayısı, kimyasal gübre tüketimi ve pestisit kullanımının tarımsal sera gazı emisyonları üzerinde çok önemli etkisinin olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.17. Tarımsal makro gösterge değişkenleri için varyans ayrıştırma testi sonuçları

Dönem	Std. hata	$LNCO_2$	LNTKD	LNBÜE	LNHÜE	LNTİE
1	0,023055	100,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	0,035089	79,609110	0,572186	9,739249	1,889199	8,190253
3	0,043903	71,986240	0,609624	16,083320	5,052322	6,268489
4	0,051309	67,599600	1,239860	18,181140	7,418011	5,561392
5	0,057106	65,069170	1,517782	17,843760	10,280840	5,288446
6	0,062195	62,259950	2,074230	16,770310	13,227130	5,668378
7	0,066657	59,033120	2,641073	16,054570	15,976400	6,294835
8	0,070425	56,240880	3,223398	15,699480	17,852840	6,983411
9	0,073515	54,070880	3,794954	15,568550	18,921770	7,643853
10	0,076057	52,530810	4,321617	15,538370	19,453560	8,155646

Çizelge 3.17`nin sonuçlarına göre, tarımsal sera gazı değişkeninin ilk dönemdeki değişiminin tamamı kendisi tarafından açıklanırken, bu oran son dönemde yaklaşık olarak %53'e düşmüştür. Bu rakam tarımsal girdi değişkenleri grubunda onuncu dönemde %33 olarak bulunmuştur. Bu sonuç tarımsal girdi değişkenlerinin, tarımsal sera gazı emisyonlarında oluşacak herhangi bir şoku açıklama gücünün tarımsal makro gösterge değişkenlerinden daha fazla olduğu anlamına gelmektedir. Tarımsal makro göstergeler grubunda tarımsal sera gazı emisyonunu gelecek dönemlerde etkileyecek en etkili değişken HÜE değişkenidir. HÜE'nin tarımsal sera gazı emisyonlarında meydana gelen değişimi açıklama gücü 10 yıllık süreçte %0'dan %19,5'e yükselmiştir. İkinci sırada ise yaklaşık %16'lık pay ile BÜE değişkeni gelmektedir, bunu %8'lik pay ile TİE değişkeni takip ederken son sırada ise %4`lük pay ile TKD değişkeni yer almaktadır.

Tarımsal makro gösterge değişkenleri için yapılmış varyans ayrıştırma sonuçları Azerbaycan`da HÜE ve BÜE`nin tarımsal sera gazı emisyonundaki değişimin önemli kaynakları arasında yer aldığını göstermektedir. Her iki grup için yapılmış varyans ayrıştırma analiz sonuçlarına baktığımız zaman hem hayvan sayısı değişkeninin hem de hayvansal üretim endeksi değişkeninin tarımsal sera gazı emisyonları üzerinde önemli derecede etkisinin olduğu görülmektedir. Bu sonuç Azerbaycan`da hayvancılık sektörünün tarımsal sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde etkilediğinin bir göstergesidir. Teori ile uyumlu olan bu bulgu aynı zamanda Granger nedensellik ilişkisini de desteklemektedir.

Son olarak hem tarımsal girdi hem de tarımsal makro gösterge değişkenleri için yapılmış varyans ayrıştırma analizinden elde edilen sonuçlar Granger nedensellik testinin sonuçlarını destekler niteliktedir.

5. SONUÇ

Tarım ve çevre ilişkisi günümüzde oldukça önemli bir konu haline gelmiştir. Dünyada var olan bireylerin ve toplumların refahı için, sürdürülebilir bir çevrenin varlığı çok önemlidir. Bu sebepten çevre kirliliğine, özellikle sera gazı emisyonlarına neden olan faktörlerin belirlenmesi ve onlara karşı gereken tedbirlerin alınması zorunlu bir görev haline gelmiştir. Tarımsal faaliyetler ve genel olarak tarım sektörü sera gazı emisyonlarına etki eden en önemli sektörlerden biri olarak görülmektedir.

Bu çalışmada Azerbaycan için seçilmiş tarımsal girdi ve tarımsal makro gösterge değişkenlerinin tarımsal sera gazı emisyonları üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Araştırmada ilk olarak modelde yer alan değişkenlerin durağanlık düzeyleri ADF, PP, KPSS ve ZA birim kök testleri ile sınanmıştır. Modelde bağımlı değişken olarak yer alan tarımsal sera gazı emisyonunun birinci farkında durağan olduğuna, diğer sekiz bağımsız değişkenden bazılarının seviye değerlerinde bazılarının ise birinci dereceden farkı alındığı zaman durağan olduğuna karar verilmiştir. Çalışmada kullanılan serilerin farklı derecelerden karma olarak durağan olduğu ve ikinci dereceden I(2) durağan olan herhangi bir serinin olmamasından dolayı en uygun eşbütünleşme testi olarak ARDL sınır testi yaklaşımından faydalanılmıştır. ARDL sınır testi sonucunda hem tarımsal girdi hem de tarımsal makro gösterge değişkenleri arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu belirlenmiş ve ardından değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem ilişki katsayıları tahmin edilmiştir. Katsayılar açısından değerlendirdiğimiz zaman tarımsal girdi değişkenlerinden KGT, PK ve HS değişkenlerinin tarımsal sera gazı emisyonları üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı, TET değişkeninin ise negatif fakat anlamlı olmayan etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Tarımsal makro gösterge değişkenlerinden ise BÜE ve HÜE`nin tarımsal sera gazı emisyonları üzerinde pozitif ve anlamlı, TKD`nin ise negatif ve anlamlı olmayan etkisinin olduğu belirlenmiştir. TİE değişkeni ise sera gazı emisyonları üzerinde pozitif ve anlamlı olmayan bir etkiye sahiptir.

Bir sonraki adımda ARDL sınır testinin sonuçlarının geçerliliğini desteklemek ve kuvvetlendirmek adına FMOLS, DOLS ve CCR uzun dönem tahmincilerine yer verilmiştir. Her üç testin sonucu ARDL sınır testinin sonuçlarının geçerliliğini ve doğruluğunu destekler niteliktedir.

Eşbütünleşme testlerinin ardından değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Tarımsal girdi değişkenleri için yapılan Granger nedensellik testinin sonuçlarına göre dört bağımsız değişkenden ikisi, KGT ve HS`den tarımsal sera gazı emisyonlarına doğru nedensellik ilişkisi bulunmuştur. TET ve PK değişkenleri ile sera gazı emisyonları arasında nedensellik ilişkisi bulunmamıştır.

Tarımsal makro gösterge değişkenleri ile ilgili sonuçlara bakıldığı zaman BÜE`den CO_2 emisyonlarına doğru tek yönlü, HÜE ile CO_2 emisyonları arasında ise çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. TKD ve TİE değişkenleri ile sera gazı emisyonları arasında Granger nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır.

Son adım olarak hem tarımsal girdi hem de tarımsal makro gösterge değişkenlerinin bağımlı değişken olan tarımsal sera gazı emisyonu üzerindeki açıklama gücünü ölçen varyans ayrıştırma testi yapılmıştır. Varyans ayrıştırma testinin sonuçları göre, tarımsal sera gazı emisyonlarındaki değişim, tarımsal girdi değişkenleri grubunda en çok HS ve KGT, tarımsal makro gösterge değişkenleri grubunda ise HÜE ve BÜE değişkenlerinden kaynaklanmaktadır.

Tarım ve çevre, içinde çok sayıda öğeyi barındırmaktadır. Tarım ve çevreyi oluşturan öğeleri ayrı ayrı düşünmek, bu konuda oluşturulan politikalarda gelecekte çeşitli sorunların yaşanmasına neden olabilir. Bu nedenle, oluşturulan tarım ve çevre politikalarının beraber düşünülmesi gerekmektedir. Mevcut uygulamalar incelendiğinde tarım ve çevre politikaları konusunda ulaşılması gereken hedeflerin birbiri ile çok uyumlu olmadığı görülmektedir. Bir taraftan tarım sektörünün çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması için politikalar oluşturulurken, diğer taraftan tarımsal üretimin artırılması için girdi kullanımı teşvik edilmektedir. Bu nedenle uygulanan tarım-çevre politikaları çok dikkatlice seçilmelidir (Ataseven 2014). Tarımsal üretimde kullanılan

girdi ve teknolojilerin bilinçli ve çevreye duyarlı olarak seçilmesi ve uygulanması ile hem tarımsal üretimin artırılması hem de tarımın çevresel performansının artırılması sağlanabilmektedir. AB`de son dönemlerde çevre politikaları ile tarım politika hedefleri, birbirlerini destekler niteliktedir. AB`deki tarımsal çevre uygulamaları, çevre dostu tarımsal üretimi teşvik etmekle birlikte, tarımın çevresel performansını da artırmaktadır. Azerbaycan da tarımsal çevre politikalarının oluşturulması konusunda AB`nin bu konudaki uygulamalarını dikkate alınmalıdır.

Tarımsal faaliyetlerin çevre üzerindeki etkilerinin bilinmesi için tarımsal çevre göstergelerinin (indikatörler) doğru belirlenmesi çok önemlidir. FAO tarafından belirlenen tarımsal çevre göstergelerine örnek olarak aşağıdakiler gösterilebilir:

- Tarım kaynaklı toplam sera gazı emisyonları,
- Tarımda enerji kullanımı,
- Ekilebilir ve çok yıllık üretim alanı başına kimyasal gübre tüketimi,
- Ekilebilir alan başına pestisit kullanımı,
- Toplam alan içinde tarım alanı oranı (%),
- Tarım alanı içinde sulamaya uygun olan arazi (%),
- Organik tarım yapılan alan (%),
- Hektar başına düşen hayvan sayısı,
- Hayvancılıkta büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayısı,
- Toprak erozyonu ve arazi bozulması vb. (Beşen ve Olhan 2021).

Çevre duyarlı tarım politikalarının oluşturulması ve tarımın çevresel performansının izlenmesi için tarımsal çevre göstergelerinin doğru belirlenmesi çok önemlidir. Tarımsal çevre göstergeleri ile ilgili verilerin toplanması masraflı olmanın yanı sıra, kapsamlı inceleme ve araştırmalar da gerektirmektedir. Azerbaycan`da tarımsal çevre göstergeleri ile ilgili veriler, Azerbaycan Devlet İstatistik Komitesi tarafından toplanmaktadır. Ancak, tarımsal çevre göstergelerine ilişkin veri tabanı henüz tam oluşturulmamıştır. Azerbaycan`da ülke koşullarına uygun tarımsal çevre göstergelerinin belirlenmesi ve bu göstergeler ile ilgili verilerin sürekli yenilenmesi için gerekli izleme sisteminin kurulması önemli bir ihtiyaçtır. Bu altyapının kurulması için belirli bir zamana ihtiyaç vardır. Bu nedenle, gerekli altyapının hazırlanması için çalışmalara başlanılmalıdır.

Çevre dostu tarımın geliştirilebilmesi için, çiftçi ve arazi sahiplerinin tarım uygulamaları konusundaki hak ve sorumluluklarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu hak ve sorumlulukların belirlenmesinin ardından çiftçi ve arazi sahiplerinin çevresel hizmetlerinin karşılığı ödenmeli veya çevreye verdikleri zarara göre ödeme sorumluluğu getirilmesi gerekmektedir.

Tarımsal çevre politikalarında bir diğer önemli nokta üreticilerdir. Üreticilerin bu konuda gerekli donanımlara (yeterli ekonomik ve teknik büyüklük, bilgi, istek, yeterli işgücü vb.) sahip olması tarımsal çevre politikalarının oluşturulabilmesi ve sürdürülebilmesi açısından çok önemlidir. Bu konuda yapılan çalışmalar, üreticilerin büyük bir kesiminin hastalık ve zararlılarla mücadile aşamasında bilgi eksikliğinin olduğunu göstermektedir. Bu anlamda üreticilere çevreye en az zarar verecek ilaçların seçilmesi, bu ilaçların uygulama şekli ve zamanı, süresi bitmiş ve boş ilaç kutularının doğru yöntemlerle yok edilmesi gibi konularda gerekli bilgilerin verilmesi sağlanmalıdır. Gübreleme konusunda da aynı sorun yaşanmaktadır. Üreticilerin büyük bir kesimi gübrelemeyi toprak analizine göre değil, geçmiş tecrübelerine dayanarak yapmaktadırlar. Yapılmış toprak analiz sonuçlarına göre gübreleme yapılmalı ve uygulanan gübrenin cinsi, miktarı, uygulama zamanı bu konunun uzmanları tarafından belirlenmelidir. Nitrata duyarlı alanlar önceden belirlenmeli ve bu alanlar için gübre yönetim planlarının uygulanması zorunlu olmalıdır. Gübreleme konusunda da üreticiler için eğitim programları hazırlanmalıdır.

Tarımsal çevre politikaları oluşturulurken üreticiler kadar tüketicilerin de dikkate alınması gerekmektedir. Tarım ve çevre konularında tüketiciler bilinçlendirilmeli ve böylece ekoloji ve çevre dostu tarım uygulamaları ile üretilen tarım ürünlerine olan talep artırılabilmektedir. Çevre dostu tarım ürünlerine talep oluşturmanın yanı sıra bu tür ürünlere tüketici güveninin sağlanması da çok önemlidir.

Tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarının azaltılması için bir takım önlemler alınması gerekmektedir. Bunun için de ilk olarak büyük oranda sera gazı emisyonlarına neden olan tarımsal faaliyetler belirlenmeli ve ardından bu tarımsal faaliyetler sonucu oluşan sera gazı emisyonlarının azaltılması için gerekli yöntemler kullanılmalıdır. Dünya genelinde

olduğu gibi, Azerbaycan`da tarımsal emisyonların birçoğu tarım toprakları, hayvancılık ve gübre yönetimi gibi alt sektörlerden kaynaklanmaktadır. Bu üç alt sektörden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azaltılması toplam tarımsal emisyonların azalmasını sağlayacaktır.

Emisyon azaltım yöntemleri ülkeden ülkeye, bölgeden bölgeye farklılıklar göstermektedir. Tarım sektörü ile ilgili emisyon azaltım yöntemleri arasında en yaygın olanları, doğrudan emisyon azaltımı, gidermenin artırılması ve emisyondan kaçınmadır. Bu emisyon azaltım stratejileri her ülkenin kendi şartlarına göre değerlendirilmelidir (Menon ve ark. 2017).

Tarım toprakları, kimyasal ve hayvansal gübre ve toprakta kalan bitkisel artıklar nedeniyle çeşitli emisyonlara neden olmaktadır. Sera gazı emisyonlarının azaltılmasında toprak karbon tutma kapasitesinin artırılması çok önemlidir. Toprağın karbon tutma kapasitesinin ve organik madde içeriğinin artırılması için kompostlama uygulamaları, toprak analizlerinin yapılması, karbon oranı yüksek artıkların toprakta kullanılması, toprak işlemesiz tarım uygulamalarının artırılması ve mineral gübre uygulamalarının kontrolü gibi yöntemlerle toprak yönetiminden kaynaklı sera gazı emisyonları azaltılabilir. Kimyasal gübre ve pestisitlerin hem sera gazı emisyonlarına sebep olmaları hem de sağlık için sorunlar oluşturması nedeniyle, kullanımlarının azaltılması gerekmektedir. Toprak ve bitkilerin ihtiyacı olan minerallerin kompostlama yöntemi ile sağlanması ve karbon tutma kapasitelerinin artırılması emisyon azaltım stratejilerinin başında gelmektedir. Kompostlama, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iyileştirilmesi için kullanılabilecek en iyi yöntemlerden biridir (Zaimoğlu 2019). Toprağa verilen hayvan gübresi ve mineral gübreler ürüne her zaman tam olarak ulaşamaz. Ürüne ulaşmayan bu azot gübresinin büyük bir kısmı nitröz oksit emisyonlarına dönüşmektedir (Cassman ve ark. 2003, McSwiney ve Robertson 2005). Bu nedenle de azot gübresinin bitkilere daha iyi ulaşmasını sağlayan gübre uygulamaları tercih edilmelidir. Bu tür gübre uygulamalarına örnek olarak;

- Yavaş salınımlı azotlu gübre kullanımı,
- Gübrelerin bölünerek bitkilerin kritik büyüme dönemlerinde uygulanması,
- Serpme yerine direkt kök bölgelerine uygulama,

- Nitrifikasyon inhibitörlerinin kullanımı vb. gösterilebilir.

Kimyasal gübre kaynaklı emisyonlar konusunda dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli nokta, bu tür emisyonların sadece gübre uygulamaları sonrasında değil, aynı zamanda gübre üretimi ve nakliyesi sırasında da ortaya çıkmasıdır.

Toprak işleme sürecinde topraktaki mevcut karbon miktarı erozyon ve ayrışma yolu ile azalmaktadır. Fakat işlemesiz veya minimuma indirilmiş toprak işleme yöntemleri ile topraktaki organik karbon miktarının artırılması mümkündür (West ve Post 2002, Madari ve ark. 2005). İşlemesiz yöntemin bir diğer avantajı enerji kullanımından kaynaklanan karbondioksit emisyonlarının da azaltılmasıdır (Marland ve ark. 2003). Toprak işlemede dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan biri de ürün artıklarının (anız) tarlada tutulmasıdır. Toprak karbon oranının artırılmasında ürün artıklarının tarlada tutulmasının büyük katkısı vardır. Bu anlamda anız yakımının önüne geçilmeli ve anız yakımını yasaklayan kararlar daha da sertleştirilmelidir.

Azerbaycanda tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarının %50,3`ü enterik fermantasyon kaynaklıdır. Dolayısıyla, enterik fermantasyon kaynaklı emisyonların azaltılması toplam tarımsal emisyonların büyük ölçüde azalması ile sonuçlanacaktır. Enterik fermantasyon sonucu oluşan emisyonların azaltılmasında en yaygın kullanılan iki yöntem, iyileştirilmiş beslenme uygulamaları ve özel beslenme katkılarıdır.

İyileştirilmiş beslenme uygulamaları: Bu uygulamada, otlatma koşullarının iyileştirilmesi, bazı yağ çekirdeklerinin ve yağların besine eklenmesi, protein alımının düzenlenerek azot atımının azaltılması ve yemlerin daha verimli kullanılması gibi stratejiler değerlendirilebilir (Machmüller ve ark. 2000, Beauchemin ve McGinn 2005, Alcock ve Hegarty 2006).

Özel beslenme katkıları: Hayvan beslemede kullanılan bazı katkı malzemeleri enterik fermantasyon sonucu oluşan metan emisyonlarını azaltabilmektedir. Probiyotikler, özellikle metan azaltma yeteneğine sahip türler (maya kültürleri) metan azaltımını daha fazla sağlayabilmektedir (McGinn ve ark. 2004).

Enterik fermantasyondan sonra hayvancılıkla ilgili bir diğer önemli emisyon kaynağı gübre yönetimidir. Hayvan gübrelerinin depolanması sırasında büyük miktarda nitröz oksit ve metan gazı atmosfere atılmaktadır. Tanklarda ve lagünlerde depolanan hayvan gübrelerinden kaynaklanan metan emisyonları, çamurun katı kısımdan mekanik olarak ayrılması, soğutma veya metanın tutulması yöntemleri ile azaltılabilmektedir (Amon ve ark. 2006, Monteny ve ark. 2006). Ayrıca hayvan atıkları anaerobik parçalanarak metandan enerji elde edilmesi (biyogaz üretimi) için de kullanılabilmektedir (Clemens ve ark. 2006, Ağaçayak ve Öztürk 2017). Hayvan gübresini katı formda tutan kompostlaştırma yöntemleride metan emisyonlarını azaltabilmektedir. Fakat diğer taraftan nitröz oksit oluşumuna neden olmaktadır (Paustian ve ark. 2004). Kompostlaştırma önemli bir emisyon azaltım stratejisi olarak Azerbaycan`da değerlendirilebilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta havalandırmadır. Havalandırma yetersiz olursa, o zaman kompostlaştırmada önemli miktarda metan emisyonları ortaya çıkabilir (Xu ve ark. 2007). Bazı araştırmalar gübre yönetiminde nitröz oksit emisyonlarının azaltılması açısından gübre yığınlarının üstünün örtülmesinin öneminden de bahsetmektedir (Chadwick 2005).

Toprak yönetimi, enterik fermantasyon ve gübre yönetimi gibi başlıca tarımsal emisyon azaltım stratejilerinin yanı sıra, su yönetimi, arazi örtüsünün değiştirilmesi ve yangın yönetimi gibi farklı emisyon azaltım stratejileri de mevcuttur.

Yukarıda bahsi geçen yöntemleri kullanarak dünyanın birçok yerinde tarımsal emisyonlar önemli ölçüde azaltılmış ve aynı zamanda verim de artırılmıştır.

Tarımdan kaynaklanan çevre sorunlarının büyümesinin önüne geçmek için, etkili çevre duyarlı tarım politikaları hazırlanmalı ve istikrarlı bir şekilde uygulanmalıdır. Bu tür çevre dostu politikaları oluşturmak için, yeterli bilgi ve altyapıya sahip olmak çok önemlidir. Bunun içinde tarımsal faaliyetler sonucu oluşan çevre sorunlarındaki mevcut durumu, sorunların boyut ve nedenlerini, birbiriyle bağlantısını iyi bilmek gerekmektedir (Kük 2008). Azerbaycan'da tarımsal faaliyetlerin neden olduğu çevre sorunlarını gözlemleyen ve bununla ilgili yeterli bilgi veren bir sistem yoktur. Azerbaycan`da

tarımsal çevre sorunlarını önlemek için doğru yöntem ve teknikler (yasal düzenlemeler, ödemeler, üretici ve tüketicilerin bilinçlendirilmesi, eğitim, araştırma-geliştirme vb.) geliştirilmeli ve uygulanmalıdır. Bu kapsamda da Avrupa Birliği (AB) başta olmak üzere, gelişmiş ülkelerin çevreye duyarlı tarım politikaları örnek alınmalıdır.

Her araştırmada olduğu gibi bu araştırmada da bazı sınırlamalar mevcuttur. Bu çalışmada tarım sektörünün sera gazı emisyonları üzerindeki etkisini daha açıklayıcı şekilde göstermek için gerekli olan bazı değişkenlerle (traktör sayısı, tarımsal harcamalar vb.) ilgili veriler mevcut olmadığı veya eksik olduğu için ulaşılamamıştır. Bu çalışmada "sürdürülebilir tarım ve çevre ilişkisi" başlığı altında daha çok tarımsal faaliyetlerin sera gazı emisyonları (atmosfer) üzerindeki etkisi incelenmiştir. Tarımsal faaliyetlerin toprak ve su kaynakları üzerindeki etkilerine teorik olarak bakılmıştır. Gelecek çalışmalarda tarım sektörünün toprak ve su kaynakları üzerindeki etkilerinin derinlemesine araştırılmasına çok büyük ihtiyaç vardır. Bu çalışmada tarım sektörünün toplam tarımsal sera gazı emisyonları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Gelecekte tarım sektörünün CO_2, CH_4 ve N_2O emisyonları üzerindeki etkilerinin ayrı ayrı hesaplanması ile ilgili araştırmalar yapılabilir. Tarımsal faaliyetlerin sera gazı emisyonlarının yanı sıra bir diğer önemli çevre kirliliği göstergesi olan ekolojik ayak izi üzerindeki etkisinin incelenmesi gelecekte yapılabilecek çalışmalar için çok önemli bir konudur.

KAYNAKLAR

Adom, P.K., Amakye, K., Barnor, C., Quartey, G. 2015. The long-run impact of idiosyncratic and common shocks on industry output in Ghana. OPEC Energy Review, 39(March), 17-52.

Agboola, M.O., Bekun, F.V. 2019. Does agricultural value-added induce environmental degradation? Empirical evidence from an agrarian country. *Environmental Science and Pollution Research*. 26: 27660-27676. https://doi.org/10.1007/s11356-019-05943-z

Ağaçayak, T., Öztürk, L. 2017. Türkiye'de tarım sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik stratejiler. *Sabancı Üniversiteti, İstanbul Politikalar Merkezi Stiftung Mercator Girişim Eylül*.

Akman, Y., Ketenoğlu, O., Kurt, L., Düzenli, S., Güney, K. Ve Kurt, F., 2004. Çevre Kirliliği (Çevre Biyolojisi). Palme Yayıncılık, Ankara.

Alcock, D., Hegarty, R.S. 2006. Effects of pasture improvement on productivity, gross margin and methane emissions of a grazing sheep enterprise. In *International congress series* (Vol. 1293, pp. 103-106). Elsevier.

Ali, S., Ying, L., Shah, T., Tariq, A., Ali Chandio, A., Ali, I. 2019. Analysis of the nexus of CO_2 emissions, economic growth, land under cereal crops and agriculture value-added in Pakistan using an ARDL approach. *Energies*, *12*(23): 4590.

Ali, E.B., Anufriev, V.P. 2020. The causal relationship between agricultural production, economic growth, and energy consumption in Ghana. *R-Economy*, *6*(4): 231-241.

Ali, B., Ullah, A., Khan, D. 2021. Does the prevailing Indian agricultural ecosystem cause carbon dioxide emission? A consent towards risk reduction. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*(4): 4691-4703.

Almasri, M.N. 2007. Nitrate contamination of groundwater: A conceptual management framework. *Environmental Impact Assessment Review*, *27*(3): 220-242.

Al-mulali, U., Solarin, S.A., Ozturk. I. 2016. Does moving towards renewable energy causes water and land inefficiency? An empirical investigation. *Energy Policy,* 93: 303-314. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.03.023

Amon, B., Kryvoruchko, V., Amon, T., Zechmeister-Boltenstern, S. 2006. Methane, nitrous oxide and ammonia emissions during storage and after application of dairy cattle slurry and influence of slurry treatment. *Agriculture, ecosystems & environment*, *112*(2-3): 153-162.

Altan, T., Kanber, R., Özbek, H., Şekeroğlu, E. 2000. Tarım ve Çevre. *Özgürlük Dünyası Dergisi,* Sayı:102.

Altıkat, A., Turan, T., Torun, F.E., Bingöl, Z. 2009. Türkiye'de pestisit kullanımı ve çevreye olan etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *40*(2): 87-92.

Anand, S., Dahiya, R.P., Talyan, V., Vrat, P. 2005. Investigations of methane emissions from rice cultivation in Indian context. *Environment International*, *31*(4): 469-482.

Andreae, M.O., Merlet, P. 2001. Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. *Global biogeochemical cycles*, *15*(4): 955-966.

Anonim, 2009. Types of pesticides ingredients. EPA (Environmental Protection Agency). https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/types-pesticide-ingredients. (Erişim tarihi: 22.05.2021)

Anonim, 2013. Inventory of US greenhouse gas emissions and sinks: 1990-

2011. Washington DC: United States Environmental Protection Agency (EPA), 505. https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks. (Erişim Tarihi: 22.05.2021).

Anonim, 2016. Geri dönüşüm sektörü teşvik raporu. Değerlendirilebilir Atık Malzemeler Sanayicileri Derneği (TÜDAM). http://www.tudam.org.tr/geri-donusum-sektoru-tesvik-raporu.pdf. (Erişim tarihi: 09.03.2021).

Anonim, 2021a. Azerbaycan Devlet İstatistik Komitesi (AzStat). https://www.stat.gov.az/. (Erişim Tarihi: 25.05.2021).

Anonim, 2021b. FAOSTAT. http://www.fao.org/faostat/en/#home. (Erişim tarihi: 21.02.2021).

Anonim, 2021c. Climate Watch. https://www.climatewatchdata.org/. (Erişim Tarihi: 12.03.2021).

Appiah, K., Du, J., Poku, J. 2018. Causal relationship between agricultural production and carbon dioxide emissions in selected emerging economies. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*(25): 24764-24777.

Arıkan, Y. 2006. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü metinler ve temel bilgiler. *Bölgesel Çevre Merkezi, REC Türkiye Yayınları, 62s, Ankara*.

Arnold, N. 2013. Enerji Canavarı. (E. Kıral, Çev.). İstanbul: Timaş Yayınları.

Arslan, S. 2006. Toprak sıkışmasının azaltılması için alternatif bir yöntem: kontrollü tarla trafiği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, *9*(1): 135-141.

Ataseven, Y. 2010. Tarımsal faaliyetlerin içme suyu havzalarındaki etkilerinin araştırılması: Ankara ili örneği. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı.

Ataseven, Y. 2014. Türkiye'de tarımsal çevre politikaları: Mevcut durum ve beklentiler. *MKU Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1): 56-71.

Atılgan, A., Coşkan, A., Saltuk, B., Erkan, M. 2007. Antalya yöresindeki seralarda kimyasal ve organik gübre kullanım düzeyleri ve olası çevre etkileri. *Ekoloji*, *15*(62): 37-47.

Aydın, G., Karakurt, İ. 2009. Çeşitli kaynaklara bağlı olarak enerji sektöründen açığa çıkan küresel metan emisyonlarının bölgesel analizi. *Türkiye*, *21*: 629-637.

Aydoğan, B., Vardar, G. 2020. Evaluating the role of renewable energy, economic growth and agriculture on CO_2 emission in E7 countries. *International Journal of Sustainable Energy*, *39*(4): 335-348.

Ayyıldız, M. 1990. Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 1196, Ders Kitabı: 344, Ankara

Ayyildiz, M., Erdal, G. 2021. The relationship between carbon dioxide emission and crop and livestock production indexes: a dynamic common correlated effects approach. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*(1): 597-610.

Babayev, A.H., Babayev, V.A. 2011. Ekoloji tarımın temelleri: Ders kitabı.

Bal, H. 1985. Toprak sıkışması, sorunları ve çözüm yolları. Tarımsal Mekanizasyon 9. Ulusal Kongresi, Adana,131-138.

Balabanlı C, Türk M, Yüksel O. 2005. Erozyon ve çayır mera ilişkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(2): 23-34.

Balogh, J.M. 2019. Agriculture-specific determinants of carbon footprint. *Studies in Agricultural Economics*, *121*(3): 166-170.

Balogh, J.M. 2020. The role of agriculture in climate change: A global perspective. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *10*(2): 401.

Barbash, J. E., Thelin, G. P., Kolpin, D. W., Gilliom, R. J. 2001. Major herbicides in ground water: Results from the National Water-Quality Assessment. *Journal of Environmental Quality*, *30*(3): 831-845.

Barlas, N., Çok, İ., Akbulut, N. 2006. The contamination levels of organochlorine pesticides in water and sediment samples in Uluabat Lake, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, *118*(1-3): 383-391.

Baştabak, B., Koçar, G. 2019. Toprak kirliliği mücadelesinde enerji bitkilerinin kullanılması ve biyokütle enerjisi dönüşüm yöntemleri ile değerlendirilmesi. Yenilenebilir enerji kaynakları sempozyumu. Antalya

Bauer, A., Black, A.L. 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. *Soil Science Society of America Journal*, *58*(1): 185-193.

Bayramoğlu, Z., Bozdemir, M. 2020. Tarım sektöründe işgücü terminolojisinin tanımlanması. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi*, *8*(3): 773-783.

Beauchemin, K.A., McGinn, S.M. 2005. Methane emissions from feedlot cattle fed barley or corn diets. *Journal of animal science*, *83*(3): 653-661.

Ben Jebli M, Ben Youssef S 2017. The role of renewable energy and agriculture in reducing CO2 emissions: evidence for North Africa countries. *Ecol Indic.* 74: 295-301. https://doi:10.1016/j.ecolind.2016.11.032.

Ben Jebli, M., Ben Youssef, S. 2017. Renewable energy consumption and agriculture: evidence for cointegration and Granger causality for Tunisian economy. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *24*(2): 149-158.

Berg, W., Brunsch, R., Pazsiczki, I. 2006. Greenhouse gas emissions from covered slurry compared with uncovered during storage. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *112*(2-3): 129-134.

Bergman, W. 1992. Nutrient disorders of plant development: Visual and analytical diagnosis. Gustav Fischer, New York

Beşen, T., Olhan, E. 2021. Tarımsal çevre göstergelerinin AB, OECD ve FAO kapsamında değerlendirilmesi. *Bahçe*, *50*(1): 71-86.

Bouwman, A., Boumans, L.J.M., Batjes, N.H. 2001. Global estimates of gaseous emissions of NH_3, NO and N_2O from agricultural land. *International Fertilizer Industry Association (IFA) and Food and Agriculture Organization of the United* (FAO). http://www.fao.org/3/Y2780E/Y2780E00.htm (Erişim tarihi: 03.03.2021).

Branham, B., Miltner, E., Rieke, P. 1995. Potential groundwater contamination from pesticides and fertilizers used on golf courses. *USGA Green Section Record*, *33*(1): 33-37.

Brown, R.L., Durbin, J., Evans, J.M. 1975. Techniques for testing the constancy of regression relationships over time-with discussion. J R Stat Soc B. 37(32): 149-192.

Burakov, D. 2019. Does agriculture matter for environmental Kuznets curve in Russia: Evidence from the ARDL bounds tests approach. Agris On-Line Papers in Economics and Informatics. 11(3): 23-34. https://doi.org/10.7160/aol.2019.110303

Burney, J.A., Davis, S.J., Lobell, D.B. 2010. Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, *107*(26): 12052-12057.

Brühl, C., Lelieveld, J., Tost, H., Höpfner, M., Glatthor, N. 2015. Stratospheric sulfur

and its implications for radiative forcing simulated by the chemistry climate model EMAC. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, *120*(5): 2103-2118.

Cassman, K.G., Dobermann, A., Walters, D.T., Yang, H. 2003. Meeting cereal demand while protecting natural resources and improving environmental quality. *Annual Review of Environment and Resources*, *28*(1): 315-358.

Causape, J., Quílez, D., Aragües, R. 2004. Assessment of irrigation and environmental quality at the hydrological basin level: I. Irrigation quality. *Agricultural Water Management*, *70*(3): 195-209.

Chhabra, A., Manjunath, K.R., Panigrahy, S., Parihar, J.S. 2013. Greenhouse gas emissions from Indian livestock. *Climatic Change*, *117*(1-2): 329-344.

Chadwick, D.R. 2005. Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane from cattle manure heaps: effect of compaction and covering. *Atmospheric environment*, *39*(4): 787-799.

Chadwick, D., Sommer, S., Thorman, R., Fangueiro, D., Cardenas, L., Amon, B., Misselbrook, T. 2011. Manure management: Implications for greenhouse gas emissions. *Animal Feed Science and Technology*, *166*: 514-531.

Chandio, A.A., Akram, W., Ahmad, F., Ahmad, M. 2020. Dynamic relationship among agriculture-energy-forestry and carbon dioxide (CO_2) emissions: empirical evidence from China. *Environmental Science and Pollution Research*, *27*(27): 34078-34089.

Chang, D., Song, Y. 2010. Estimates of biomass burning emissions in tropical Asia based on satellite-derived data. *Atmospheric Chemistry & Physics*, *10*(5).

Charemza, W., Deadman, D. 1993. New directions in econometric pratice. UK, Edward Elgar Publishing

Chatfield, C. 1980. The analysis of time series: an introduction. Secon Edit, New York., Chapman and Hall/CRC.

Chavez, C., Coufal, C.D., Lacey, R.E., Carey, J.B., Beier, R.C. and Zhan, J.A. 2004. The impact of supplemented dietary methionine source on volatiles compound concentrations in broiler excreta. *Poult. Sci.,* 83 : 901-910

Clemens, J., Trimborn, M., Weiland, P., Amon, B. 2006. Mitigation of greenhouse gas emissions by anaerobic digestion of cattle slurry. *Agriculture, ecosystems & environment*, *112*(2-3): 171-177.

Connor, R. 2015. The United Nations world water development report 2015: water for a sustainable world. (Vol. 1). UNESCO publishing.

Çalışkan, D.Z., Kurt, Ü., Timur, M.C. 2017. İklim değişikliği ve ulaşım sektörü ilişkisinin ekonometrik analizi: Türkiye örneği. International Congress of Energy, Economy and Policy, 25-26 Mart, İstanbul

Çayır, M., Atılgan, A.,Hasan, Ö.Z. 2012. Büyükbaş hayvan barınaklarındaki gübrelikler ve su kaynaklarına olan durumlarının incelenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, *7*(2): 1-9.

Çetin, M., Saygın, S., Demir, H. 2020. Tarım sektörünün çevre kirliliği üzerindeki etkisi: Türkiye ekonomisi için bir eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, *17*(3): 329-345.

Çınar, U., Öztürk, S. 2018. Kamu ve dış borçlanması ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye üzerine ampirik bir uygulama (1975-2016). *Sosyal Bilimler Metinleri*, *2018*(1): 66-79.

Dahl C.A. 2004. International energy market, understanding pricing, policies and profits. Penn Well Corporation 1421 S. Sheridan Road Tulsa Oklahama 74112-6600 USA.

Defra, U.K. 2014. The 2014 government greenhouse gas conversion factors for company reporting. London: UK Department for Environment. *Food & Rural Affairs*.

De Klein, C., Novoa, R.S., Ogle, S., Smith, K.A., Rochette, P., Wirth, T.C., Walsh, M., Williams, S.A. 2006. N_2O emissions from managed soils, and CO_2 emissions from lime and urea application. IPCC guidelines for National greenhouse gas inventories, prepared by the National greenhouse gas inventories programme, 4: 1-54. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf (Erişim tarihi: 03.02.2021).

Deran, A. 2005. Meyve bahçelerinde maliyetlerin muhasebe kuramı çerçevesinde hesaplanması ve uygulamaları. *GÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi*.

Dickey, D.A., Fuller, W.A. 1979. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366): 427-431.

Dickey, D.A., Fuller, W.A. 1981. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: Econometric Soc.* 1057-1072.

Doğan, N. 2016. Agriculture and environmental Kuznets curves in the case of Turkey: Evidence from the ARDL and bounds test. *Agric Econ.* 62(12): 566-574. https://doi.org/10.17221/112/2015-AGRICECON

Doğan, N. 2019. The impact of agriculture on CO_2 emissions in China. *Panoeconomicus.* 66(2): 257-272. https://doi.org/10.2298/PAN160504030D

Doğan, Z., Arslan, S., Berkman, A. 2015. Türkiye`de tarım sektörünün iktisadi gelişimi ve sorunları: Tarihsel bir bakış. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *8*(1): 29-41.

Dong, H., Mangino, J., McAllister, T.A., Hatfield, J.L., Johnson, D.E., Lassey, K.R., de Lima, M.A., and Romanovskaya, A. 2006. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories - emissions from livestock and manure management.

Doorn, M.R.J., Towprayoon, S., Vieira, S.M.M., Irving, W., Palmer, C., Pipatti, R., Wang, C. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 5: Waste. The National Greenhouse Gas Inventories Programme, the Intergovernmental Panel on Climate Change. Hayama, Kanagawa, Japan, 6. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/5_Waste-1.pdf (Erişim Tarihi: 22.05.2021).

Drabo, A. 2011. Agricultural primary commodity export and environmental degradation: what consequences for population's health?. Clermont-Ferrand, France: Center for Study and Research on International Development (CERDI).

Eitzer, B.D., Chevalier, A. 1999. Landscape care pesticide residues in residential drinking water wells. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, *62*(4): 420-427.

Elliott, G., Rothenberg, T. J., Stock, J. 1996. Efficient tests for an autoregressive unit root. Econometrica, 64(4): 813-836.

Enders, W. 2010. Applied Econometric Time Series, Wiley.

Engle, R.F., Granger, C.W.J. 1987. Cointegration and error correction: Representation, estimation and testing. Econometrica, 55:251-276

Eraktan, G., Aksoy, S., Kuhnen, F., Olhan, E., Winkler, W. 2002. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde tarım teknolojilerindeki değişimin üretici davranışlarına ve bunun çevreye olası etkileri. *ÇESAV. Yayın*, (3):171-198.

Erdoğan, S. 2020. Enerji, çevre ve sera gazları. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10(1): 277-303.

Ersoy, A.E. 2017. Türkiye'nin hayvansal gübre kaynaklı sera gazı emisyonları durumu ve biyogaz enerjisi potansiyeli. Hacettepe Universitesi. Yüksek lisans tezi.

Espigares, M., Coca, C., Fernández-Crehuet, M., Moreno, O., Bueno, A., Galvez, R. 1997. Pesticide concentrations in the waters from a section of the Guadalquivir River Basin, Spain. *Environmental Toxicology and Water Quality: An International Journal*, *12*(3): 249-256.

Eyuboğlu, K., Uzar, U. 2020. Examining the roles of renewable energy consumption and agriculture on CO_2 emission in lucky-seven countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-10.

Fawell, J., Nieuwenhuijsen, M.J. 2003. Contaminants in drinking water environmental pollution and health. *British medical bulletin*, *68*(1), 199-208.

Feng, G.L., Meiri, A., Letey, J. 2003. Evaluation of a model for irrigation management under saline conditions: II. Salt distribution and rooting pattern effects. *Soil Science Society of America Journal*, *67*(1): 77-80.

Ferry, J.G. 1992. Biochemistry of methanogenesis. *Critical reviews in biochemistry and molecular biology*, *27*(6): 473-503.

Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Berntsen, T., Betts, R., Fahey, D. W., Van Dorland, R. 2007. Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. Chapter 2. In *Climate Change 2007. The Physical Science Basis*.

Freed, J. R., Skog, K., Mintz, C., Glick, N. 2004. Carbon storage due to disposal of biogenic materials in US landfills. In Proceedings of the third annual conference on carbon sequestration, US Department of Energy, Alexandria, VA, USA (pp. 1-15).

Fuller, W.A. 1976. Introduction to Statistical Time Series. New York: Wiley

Gaballah, M. S., Khalaf, K., Beck, A., Lopez, J. 2005. Water pollution in relation to agricultural activity impact in Egypt. *Journal of Applied Sciences Research*, *1*(1): 9-17.

Gay, S.W., Knowlton, K.F. 2005. Ammonia emissions and animal agriculture. Biological systems engineering publication no. 442-110. Virginia Cooperative Extension

Gökmenoğlu, K.K, Taşpınar, N. 2018. Testing the agriculture-induced EKC hypothesis: the case of Pakistan. Environ Sci Pollut Res. 25(23): 22829-22841. https://doi.org/10.1007/s11356-018-2330-6

Görcelioğlu, E. 2003. Sel ve çığ kontrolu. İ.Ü.Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü.Yayın No:4415, O.F.Yayın No:473, İstanbul.

Ghosh, S. 2018. Carbon dioxide emissions, energy consumption in agriculture: A causality analysis for India. *Arthaniti: Journal of Economic Theory and Practice*, *17*(2): 183-207.

Girotto, F., Cossu, R. 2017. Animal waste: Opportunities and challenges. *Sustainable Agriculture Reviews*. 22:1-13. Springer, Cham.

Gitay, H., Suarez, A., Watson, R.T., Dokken, D.J. 2002. Climate change and biodiversity. IPCC Technical Paper V, Intergovernmental Panel on Climate Change. *World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland*.

Gladwin, T.N., Kennelly, J.J., Krause, T.S. 1995. Shifting paradigms for sustainable development: Implications for management theory and research. *Academy of management Review*, *20*(4): 874-907.

Glanz, J. 1995. Saving our soil: solutions for sustaining earth's vital resource. Johnson

Books.
Granger C.W 1969.. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. Econometrica. 37: 424-438
Granger C.W., Newbold, P. 1974. Spurious regressions in econometrics. J Econom. 2(2): 111-120.
Gujarati, D.N., Porter, D.C. 2009. Basic Econometrics, New York: McGraw-Hill
Gurbuz, I. B., Nesirov, E., Ozkan, G. 2021. Does agricultural value-added induce environmental degradation? Evidence from Azerbaijan. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*(18): 23099-23112.
Hair Jr, J.F., Hult, G.T.M., Ringle, C., Sarstedt, M. 2016. A primer on partial least squares structural equation modeling *(PLS-SEM)*. Sage publications.
Haktanır, K. 1997. Doğal kaynak olarak toprak. İnsan çevre toplum, İmge kitapevi yayınları, Ankara, 193-225.
Halvorson, A.D., Del Grosso, S.J., Reule, C.A. 2008. Nitrogen, tillage, and crop rotation effects on nitrous oxide emissions from irrigated cropping systems. *Journal of Environmental Quality*, *37*(4): 1337-1344.
Herrero, M., Havlík, P., Valin, H., Notenbaert, A., Rufino, M.C., Thornton, P.K., Obersteiner, M. 2013. Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *110*(52): 20888-20893.
Herrero, M., Henderson, B., Havlík, P., Thornton, P.K., Conant, R.T., Smith, P., Butterbach-Bahl, K. 2016. Greenhouse gas mitigation potentials in the livestock sector. *Nature Climate Change*, *6*(5): 452-461.
Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Griggs, D.J., Maskell, K. 1997. An introduction to simple climate models used in the IPCC Second Assessment Report. WMO. (Eds.).
Hongdou, L., Shiping, L., Hao, L. 2018. Existing agricultural ecosystem in China leads to environmental pollution: an econometric approach. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*(24): 24488-24499.
Hristov, A.N. Oh, J. Firkins, J.L. Dijkstra, J. Kebreab, E. Waghorn, G. Makkar, H.P.S. Adesogan, A.T. Yang, W. Lee, C. Gerber, P.J. Henderson, B. Tricarico, J.M. 2013. Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. *J Anim. Sci*. 91: 5045-5069
Ingale, S.L., Lokhande, A., Zadbuke, S. 2013. Nutritional strategies to mitigate greenhouse gases emission from livestock agriculture: a review. *Livestock Research International*, *1*(2): 34-45.
Ingham, E. 2017. Soil biology and the landscape. *United States Department of Agriculture (USDA).* https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/soils/health/biology/?cid=nrcs142p2_053868. (Erişim tarihi: 31.01.2021).
Ismael, M., Srouji, F., Boutabba, M.A. 2018. Agricultural technologies and carbon emissions: evidence from Jordanian economy. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*(11): 10867-10877.
İkincikarakaya, S.Ü., Beyaz, K.B., Rezaei, F. 2013. Doğal kaynaklar ve tarım. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, *6*(1): 104-109.
İrget, M.E., Cengiz, A. 2018. Organik maddenin toprak kalitesi ve üretime etkileri. Organomineral gübre çalıştayı bildirileri, 17.
Jain, N., Bhatia, A., Pathak, H. 2014. Emission of air pollutants from crop residue

burning in India. *Aerosol and Air Quality Research*, *14*(1): 422-430.

Javid, M., Sharif, F. 2016. Environmental Kuznets curve and financial development in Pakistan. Renew Sust Energ Rev. 54: 406-414. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.019

Johansen, S. 1988. Statistical analysis of cointegration vectors. JEDC. 12(2-3): 231-254.

Johansen, S., Juselius, K. 1990. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to the demand for money. Oxford B Econ Stat. 52(2): 169-210.

Kadılar, C., Çekim, H.O. 2020. SPSS ve R uygulamalı zaman serileri analizine giriş. Seçkin yayınevi.

Kanber, R., Kırda, C., Tekinel, O. 1992. Sulama suyu niteliği ve sulamada tuzluluk sorunları. *ÇÜ Ziraat Fakültesi Genel Yayın*, *21*.

Karabulut, M., Küçükönder, M. 2008. Kahramanmaraş ovası ve çevresinde CBS kullanılarak erozyon alanlarının tespiti. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, *11*(2): 14-22.

Karaca, A., Turgay, O.C. 2012. Toprak kirliliği. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 1(1): 13-19.

Karagöz, A., Doğan, O., Erpul, G., Dengiz, O., Sönmez, B., Tekeli, İ., Madenoğlu, S. 2015. Çölleşme, kuraklık ve erozyonun olası etkilerinin Türkiye örneğinde değerlendirilmesi. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1*, 118.

Karakurt, İ., Aydın, G., Aydıner, K. 2011. Türkiye'nin gerçekleştirdiği metan emisyonları: Madencilik faaliyetlerinin payı. *Türkiye*, *22*: 11-13.

Kaya, S., Akar, F. 2002. Metaller, diğer organik maddeler ve radyoetkin maddeler. s. 240-243. Veteriner hekimliğinde toksikoloji 2. Baskı. Ed: S. Kaya, İ. Pirinçci, A. Bilgili., Medisan Yayınevi, Ankara.

Kayıkçıoğlu, H.H., Okur, N. 2012. Sera gazı salınımlarında tarımın rolü. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *9*(2): 25-38.

Kebreab, E., Clark, K., Wagner-Riddle, C., France, J. 2006. Methane and nitrous oxide emissions from Canadian animal agriculture: A review. *Canadian Journal of Animal Science*, *86*(2): 135-157.

Khare, E., Yadav, A. 2017. The role of microbial enzyme systems in plant growth promotion. *Clim Chang Environ Sustain*, *5*(2): 122-145.

Kılıç, G., Tanış, A., Karaca, Ö., Özdemir, D. 2004. İklim değişikliğinin etkilerinin araştırılması çalışma grubu raporu. *TC Çevre ve Orman Bakanlığı ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara*.

Kıral, T., Akder H. 2000. Makroekonomik göstergelerle Türkiye tarımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi (2. Cilt), ZMO Yayınları No:38, Ankara.

Koshta, N., Bashir, H.A., Samad, T.A. 2020. Foreign trade, financial development, agriculture, energy consumption and CO_2 emission: testing EKC among emerging economies. *Indian Growth and Development Review*. 14(1): 50-80

Koyuncu, M., Akgün, H. 2018. Çiftlik hayvanları ve küresel iklim değişikliği arasındaki etkileşim. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *32*(1): 151-164.

Köleli, N., Kantar, Ç. 2006. Fosforlu gübrelerde ağır metal tehlikesi. *Ekoloji Dergisi*, *9*: 1-5.

Kruger, D., Franklin, P. 2006. The Methane to markets partnership: Opportunities for coal mine methane utilization. In 11th US/North American mine ventilation symposium (pp. 3-8).

Kulaklıkaya, M., Zengin, E. 2005. Azerbaycan`da çevre sorunları ve çevre hukuku. Özel hukuk s.422

Kumari, S., Dahiya, R.P., Naik, S.N., Hiloidhari, M., Thakur, I.S., Sharawat, I., Kumari, N. (2016). Projection of methane emissions from livestock through enteric fermentation: A case study from India. *Environmental Development, 20*, 31-44.

Küçükaksoy, İ., Çifçi, I., Özbek, R.İ. 2015. İhracata dayalı büyüme hipotezi: Türkiye uygulaması. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *5*(2): 691-720.

Kük, M. 2008. Avrupa Birliğinde çevreye duyarlı tarım politikaları ve Türkiye'nin durumu. *Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara*.

Külling, D. R., Menzi, H., Kröber, T.F., Neftel, A., Sutter, F., Lischer, P., Kreuzer, M. 2001. Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane from different types of dairy manure during storage as affected by dietary protein content. *The Journal of Agricultural Science*, *137*(2): 235-250.

Kyung, D., Kim, M., Chang, J., Lee, W. 2015. Estimation of greenhouse gas emissions from a hybrid wastewater treatment plant. *Journal of Cleaner Production*, *95*: 117-123.

Lal, R., Stewart, B.A. 1990. Soil degradation: A global threat. *Advances in Soil*. New York: Springer-Verlag

Lal, R. 1997. Soil quality and sustainability. *Methods for assessment of soil degradation*, 17-30.

Leipzig, I.T.F.(2010. Reducing transport greenhouse gas emissions: trends & data. In Background for the 2010 International Transport Forum, Berlin.

Leitao, N.C., Balogh, J.M. 2020. The impact of energy consumption and agricultural production on carbon dioxide emissions in Portugal. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*, *12*(1): 49-59.

Leng, R.A. 1993. Quantitative ruminant nutrition-a green science. *Australian Journal of Agricultural Research*, *44*(3): 363-380.

Le Quere, C., Andres, R.J., Boden, T., Conway, T., Houghton, R.A., House, J.I., Zeng, N. 2013. The global carbon budget 1959-2011. Earth System Science Data, 5: 165-185.

Le Treut, H. 2007. Historical overview of climate change. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Liebig, M.A., Franzluebbers, A.J., Follett, R.F. 2012. Agriculture and climate change: Mitigation opportunities and adaptation imperatives. *Acedemic Press, San Diego, CA*, 3-11.

Liu, X., Zhang, S., Bae, J. 2017a. The impact of renewable energy and agriculture on carbon dioxide emissions: Investigating the environmental Kuznets curve in four selected ASEAN countries. J Cleaner Prod. 164: 1239-1247. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.086

Liu, X., Zhang, S., Bae, J. 2017b. The nexus of renewable energy-agriculture-environment in BRICS. Appl Energy. 204: 489-496. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.07.077

Loveland, P., Webb, J. 2003. Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review. *Soil and Tillage research*, *70*(1), 1-18.

Luzio, M., Srinivasan, R., Arnold, J.G. 2004. A GIS-coupled hydrological model

system for the watershed assessment of agricultural nonpoint and point sources of pollution. *Transactions in GIS*, *8*(1): 113-136.

Machmüller, A., Ossowski, D.A., Kreuzer, M. 2000. Comparative evaluation of the effects of coconut oil, oilseeds and crystalline fat on methane release, digestion and energy balance in lambs. *Animal Feed Science and Technology*, *85*(1-2): 41-60.

Mackinnon, J. 1996. Numerical Distribution Functions for Unit Root and Cointegration Tests. Journal of Applied Econometrics, 11

Madari, B., Machado, P.L., Torres, E., de Andrade, A.G., Valencia, L.I. 2005. No tillage and crop rotation effects on soil aggregation and organic carbon in a Rhodic Ferralsol from southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, *80*(1-2): 185-200.

Mahmood, H., Alkhateeb, T.T.Y., Al-Qahtani, M.M.Z., Allam, Z., Ahmad, N., Furqan, M. 2019. Agriculture development and CO_2 emissions nexus in Saudi Arabia. *Plos one*, *14*(12), e0225865.

Marland, G., West, T.O., Schlamadinger, B., Canella, L. 2003. Managing soil organic carbon in agriculture: the net effect on greenhouse gas emissions. *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*, *55*(2): 613-621.

Mateo-Sagasta, J., Ongley, E., Hao, W., Mei, X. 2013. Guidelines to control water pollution from agriculture in China: Decoupling water pollution from agricultural production. *FAO Water Reports*, *40*.

Mateo-Sagasta, J., Zadeh, S. M., Turral, H., Burke, J. 2017. Water pollution from agriculture: a global review. FAO-(*The Food and Agricultural Organization)*.

Mawhinney, M. 2008. Sustainable development: Understanding the green debates. John Wiley & Sons.

McBride, M.B. 2001. Cupric ion activity in peat soil as a toxicity indicator for maize. *Journal of Environmental Quality*, *30*(1): 78-84.

McCarty, J.L. 2011. Remote sensing-based estimates of annual and seasonal emissions from crop residue burning in the contiguous United States. *Journal of the Air & Waste Management Association*, *61*(1): 22-34.

McGinn, S.M., Beauchemin, K.A., Coates, T., Colombatto, D. 2004. Methane emissions from beef cattle: Effects of monensin, sunflower oil, enzymes, yeast, and fumaric acid. *Journal of animal science*, *82*(11): 3346-3356.

McLeod, A. 2011. World livestock 2011-livestock in food security. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

McSwiney, C.P., Robertson, G.P. 2005. Nonlinear response of N_2O flux to incremental fertilizer addition in a continuous maize (Zea mays L.) cropping system. *Global Change Biology*, *11*(10): 1712-1719.

Menon, S., Denman, K.L., Brasseur, G., Chidthaisong, A., Ciais, P., Cox, P.M., Zhang, X. 2007. Couplings between changes in the climate system and biogeochemistry. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007

Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., Meyer, L.A. 2007. Contribution of working group III to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, 2007. *IPCC Fourth Assessment Report (AR4)*.

Mills, J.A.N., Dijkstra, J., Bannink, A., Cammell, S.B., Kebreab, E., France, J. 2001. A mechanistic model of whole-tract digestion and methanogenesis in the lactating dairy cow: model development, evaluation, and application. *Journal of Animal*

Science, *79*(6): 1584-1597.

Mitra, S., Jain, M. C., Kumar, S., Bandyopadhyay, S. K., Kalra, N. 1999. Effect of rice cultivars on methane emission. *Agriculture, ecosystems & environment*, *73*(3): 177-183.

Monteny, G.J., Bannink, A., Chadwick, D. 2006. Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *112*(2-3): 163-170.

Mosier, A.R., Kroeze, C. 1998. A new approach to estimate emissions of nitrous oxide from agriculture and its implications for the global N_2O budget IGAC News Lett., 12, pp. 17-25

Mugwira, L.M., Murwira, H.K. 1997. Use of cattle manure to improve soil fertility in Zimbabwe: Past, current, and future research needs. *Soil Fertility Network for Maize-based Cropping Systems in Malawi and Zimbabwe*.

Muslu, Y. 2000. Ekoloji ve çevre sorunları, Aktif Yayınevi, İstanbul.

Naber, E.C., Bermudez, A.J. 1990. Poultry manure management and utilization problems and opportunities. Ohio State University Extension Bulletin 804. http://ohioline.osu.edu/b804/804_3.html

Narayan, S., Narayan, P.K. 2004. Determinants of demand for Fiji's exports: An empirical investigation. Dev Econ. 42(1): 95-112. https://doi.org/10.1111/j.1746-1049.2004.tb01017.x

Narayan, P.K. 2005. The saving and investment nexus for China: evidence from cointegration tests. Appl econ. 37(17): 1979-1990. https://doi.org/10.1080/00036840500278103

Nazlıoğlu, Ş. 2010. Makro iktisat politikalarının tarım sektörü üzerindeki etkileri: Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için bir karşılaştırma. Doktora Tezi. Kayseri: Erciyes Üniversitesi.

Nelson, C.R., Plosser, C.R. 1982. Trends and random walks in macroeconmic time series: some evidence and implications. *Journal of monetary economics*, *10*(2): 139-162.

Ngarava, S., Zhou, L., Ayuk, J., Tatsvarei, S. 2019. Achieving food security in a climate change environment: considerations for environmental Kuznets curve use in the South African agricultural sector. *Climate*, *7*(9) : 108.

Novak, S.M., Fiorelli, J.L. 2010. Greenhouse gases and ammonia emissions from organic mixed crop-dairy systems: a critical review of mitigation options. *Agronomy for Sustainable Development*, *30*(2) : 215-236.

Olgun, M., Polat, H.E. 2005. Ülkemizdeki hayvancılık işletmelerinde atık yönetim sistemlerinin değerlendirilmesi. *TMMOB Çevre Mühendisleri Odası*, *6*: 24-26.

Onions, C.T. 1964. The Shorter Oxfort English Dictonary, (Ed) Oxford:Clarendan press

Ozturk, I., Al-Mulali, U. 2015. Investigating the validity of the environmental Kuznets curve hypothesis in Cambodia. Ecol Indic. 57: 324-330. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.05.018

Özgen, N. 2013. Öğretmen adaylarının erozyon kavramına yönelik algıları: Fenomenografik bir araştırma. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *28*(28-2) : 321-334.

Parravicini, V., Svardal, K., Krampe, J. 2016. Greenhouse gas emissions from wastewater treatment plants. *Energy Procedia*, *97*: 246-253.

Parajuli, R., Joshi, O., Maraseni, T. 2019. Incorporating forests, agriculture, and energy consumption in the framework of the Environmental Kuznets Curve: A dynamic panel data approach. *Sustainability*, *11*(9): 2688.

Park, J.Y. 1992. Canonical cointegrating regressions. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 60(1): 119-143

Pazoki, M., Maleki Delarestaghi, R., Rezvanian, M.R., Ghasemzade, R., Dalaei, P. 2015. Gas production potential in the landfill of Tehran by landfill methane outreach program. *Jundishapur Journal of health sciences*, *7*(4).

Paustian, K., Collins, H.P., Paul, E.A. 1997. Management controls on soil carbon. *Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term experiments in North America*, 15-49.

Paustian, K., Babcock, B.A., Hatfield, J., Lal, R., McCarl, B.A., McLaughlin, S., Zilberman, D. 2004. Agricultural mitigation of greenhouse gases: science and policy options: cast (council on agricultural science and technology) report. R141 2004, ISBN 1-887383-26-3, pp. 120.

Pauwels, H., Lachassagne, P., Bordenave, P., Foucher, J. C., Martelat, A. 2001. Temporal variability of nitrate concentration in a schist aquifer and transfer to surface waters. *Applied geochemistry*, *16*(6): 583-596.

Pazı, İ., Gönül, L.T., Küçüksezgin, F. 2013. "Pesticide and PCB residues in biotic and abiotic environment in Lake Bafa". Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 30(4): 175-182.

Pedroni, 2000. Fully-Modified OLS for heterogeneous cointegrated panels. Advances in Econometrics, Vol. 15, pp. 93-130.

Pedroni, P. 2001. Purchasing Power Parity Tests in Cointegrated Panels. Review of Economics and Statistics, Vol. 83, pp. 727-731.

Pelletier, N., Tyedmers, P. 2010. Forecasting potential global environmental costs of livestock production 2000-2050. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *107*(43): 18371-18374.

Pena, D., Tiao, G.C., Tsay, R.S. 2011. A course in time series analysis (Vol. 322). John Wiley & Sons.

Perron, P. 1989. The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis. Econometrica (57): 1361-1401

Pesaran, M.H., Smith, R.P. 1998. Structural analysis of cointegrating VARs. J Econ Survey. 12: 471-505. https://doi.org/10.1111/1467-6419.00065

Pesaran, M.H., Shin, Y. 1999. An autoregressive distributed lag modeling approach to cointegration analysis, In: Strom, S., Holly, A., Diamond, P. (Eds.), Centennial Volume of Rangar Frisch, Cambridge University Press, Cambridge.

Pesaran, M.H., Shin, Y., Smith, R.J. 2001. Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. J Appl Econom. 16: 289-326.

Phillips, P., Perron, P. 1988. Testing for a unit root in time series regression. Biometrika. 75(2): 335-346.

Phillips, P.C., Hansen, B.E. 1990. Statistical inference in instrumental variables regression with I (1) processes. The Review of Economic Studies, 57(1): 99-125

Pipe, J. 2013a. Dünya enerji sorunları, doğal gaz temiz bir fosil yakıt mı? Ankara: Tübitak Yayınları

Pipe, J. 2013b. Dünya enerji sorunları, petrol nereye kadar?. Ankara: Tübitak Yayınları.

Polat, H.E. 2007. Ankara ili büyükbaş hayvancılık işletmelerinde atık yönetim sistemlerinin değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.

Polat, H.E., Olgun, M. 2009. Hayvancılık işletmelerindeki atık yönetimi uygulamalarının su kirliliği üzerine etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat*

Fakültesi Dergisi, *2009*(2): 71-80.

Polat, H. 2020. Farklı toprak işleme sistemlerinin sürdürülebilir organik madde yönetimine etkileri. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, *16*(1): 1-11.

Porterfield, J.W., Carpenter, T.G. 1986. Soil compaction: an index of potential compaction for agricultural tires. *Transactions of the ASAE*, *29*(4): 917-0922.

Qiao, H., Zheng, F., Jiang, H., Dong, K. 2019. The greenhouse effect of the agriculture-economic growth-renewable energy nexus: Evidence from G20 countries. Sci Total Environ. 671: 722-731. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.336

Ramachandra, T.V., Aithal, B.H., Sreejith, K. 2015. GHG footprint of major cities in India. Renew Sust Energ Rev. 44: 473-495. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.12.036

Reay, D., Smith, P., Van Amstel, A. 2010. Methane and climate change. London: Earthscan Ltd.

Rehman, A., Ozturk, I., Zhang, D. 2019. The causal connection between CO_2 emissions and agricultural productivity in Pakistan: empirical evidence from an autoregressive distributed lag bounds testing approach. *Applied Sciences*, *9*(8): 1692.

Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils . U.S. Dept. Agr. Handbook.

Ronaghi, M., Saghaian, S., Reed, M., Mohammadi, H. 2018. The impact of the agricultural sector in developing countries that produce natural gas on greenhouse gas emissions. *International Journal of Food and Agricultural Economics (IJFAEC), 6*(1128-2019-555): 53-69.

Sarı, M. 1997. Türkiye'deki hatalı ve yanlış arazi kullanımının boyutları ve erozyonla olan ilişkilerinde sonuç ve öneriler. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Bursa İl Müdürlüğü, Sayı (3): 21-22.

Sarkodie, S.A., Owusu, P.A. 2017. The relationship between carbon dioxide, crop and food production index in Ghana: By estimating the long-run elasticities and variance decomposition. *Environmental Engineering Research, 22*(2): 193-202.

Satyendra, T., Singh, R.N., Shaishav, S. 2013. Emissions from crop/biomass residue burning risk to atmospheric quality. *Int Res J Earth Sci*, *1*(1): 1-5.

Seedorf, J., Hartung, J. 1999. Survey of ammonia concentrations in livestock buildings. *The Journal of Agricultural Science*, *133*(4): 433-437.

Sevüktekin, M., Çınar, M. 2014. Ekonometrik zaman serileri analizi, Eviews uygulamalı. Dora Yayıncılık, 4. *Baskı, Bursa*.

Signor, D., Cerri, C.E.P. 2013. Nitrous oxide emissions in agricultural soils: a review. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, *43*(3): 322-338.

Sönmez, İ., Sönmez, S. 2007. Tuzluluk ve gübreleme arasındaki ilişkiler. *Tarımın Sesi Dergisi*, *16*: 13-16.

Sönmez, İ., Kaplan, M., Sönmez, S. 2008. Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. *Derim*, *25*(2): 24-34.

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T.D., Castel, V., Rosales, M., Rosales, M., de Haan, C. 2006. *Livestock's long shadow: environmental issues and options. Food & Agriculture Org.*

Stock, J.H., Watson, M.W. 1993. A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 61(4): 783-820

Smith, D.W. 2014. Contribution of greenhouse gas emissions: animal agriculture in perspective. *Animal agriculture & climate change. Department of Biological &*

Agricultural Engineering, Texas A & M University.

Taban, S. 2009. Tavuk dışkılarının organik gübreye dönüştürülmesi. Kompostlaştırma sistemlerive kompostun kullanım alanları çalıştayı. 18-19 Haziran 2009, Barcelo EresinTopkapı Hotel-İstanbul.

Taban, S., Turan, M.A., Katkat, A.V. 2013. Tarımda organik madde ve tavuk gübresi. Tavukçuluk Araştırma Dergisi, 10(1): 9-13.

Tang, T.C .2003. Japanese aggregate import demand function: Reassessment from the bounds testing approach. Jpn World Econ. 15: 419-436. https://doi.org/10.1016/S0922-1425(02)00051-8

Tanji, K.K. 1991. Pollution prevention in natural resources management with a focus on nitrates and pesticides in agricultural production systems. *Proc., Global Pollution Prevention-US EPA. p*, 271-288.

Tarı, R. 2005. Ekonometri. (3. Baskı). No: 172. İstanbul: Kocaeli Üniversitesi Yayınları.

Terry, R. 1997. Soil salinity. Brigham Young University, Collage of Biology and Agriculture Publishing. No: 282

Tıraş, H.H. 2012. Sürdürülebilir kalkınma ve çevre: Teorik bir inceleme. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *2*(2): 57-73.

Tian, H., Lu, C., Ciais, P., Michalak, A.M., Canadell, J. G., Saikawa, E., Yang, J. 2016. The terrestrial biosphere as a net source of greenhouse gases to the atmosphere. *Nature*, *531*(7593): 225-228.

Tiryaki, O., Canhilal, R., Horuz, S. 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, *26*(2): 154-169.

Tuna, Y. 1993. Tarımda verimlilik artışının ekonomik sonuçları: Türkiye ile ilgili bir değerlendirme. Ankara, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No:487

Türkeş, M., Sümer, U.M., Çetiner, G. 1999. İklim değişikliğinin bilimsel değerlendirilmesi. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, Çevre Bakanlığı, Çevre Kirliliğini Önleme ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 52-66.

Türkeş, M. 2000. Hava, iklim, şiddetli hava olayları ve küresel ısınma. *TC Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü*, 187-205.

Türkeş, M. 2008. Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, *1*(1): 26-37.

Ullah, A., Khan, D., Khan, I., Zheng, S. 2018. Does agricultural ecosystem cause environmental pollution in Pakistan? Promise and menace. *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 25, pp. 13938-13955. https://doi.org/10.1007/s11356-018-1530-4

Uzundumlu, A.S. 2012. Tarım sektörünün ülke ekonomisindeki yeri ve önemi. *Alınteri Zirai Bilimler Dergisi*, *22*(1): 34-44.

Van de Wal, R.S.W., Boer, B.D., Lourens, L.J., Köhler, P., Bintanja, R. 2011. Reconstruction of a continuous high-resolution CO_2 record over the past 20 million years. *Climate of the Past*, *7*(4): 1459-1469.

Waheed, R., Chang, D., Sarwar, S., Chen, W. 2018. Forest, agriculture, renewable energy, and CO_2 emission. *Journal of Cleaner Production*, *172*: 4231-4238.

Wang, L., Vo, X.V., Shahbaz, M., Ak, A. 2020. Globalization and carbon emissions: Is there any role of agriculture value-added, financial development, and natural resource rent in the aftermath of COP21?. *Journal of Environmental Management*, *268*: 110712.

West, T.O., Post, W.M. 2002. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation: a global data analysis. *Soil Science Society of America Journal*, *66*(6): 1930-1946.

Xu, S., Hao, X., Stanford, K., McAllister, T., Larney, F.J., Wang, J. 2007. Greenhouse gas emissions during co-composting of cattle mortalities with manure. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, *78*(2): 177-187.

Xue, B., Wang, L.Z., Yan, T. 2014. Methane emission inventories for enteric fermentation and manure management of yak, buffalo and dairy and beef cattle in China from 1988 to 2009. *Agriculture, ecosystems & environment*, *195*: 202-210.

Yang, S., He, H., Lu, S., Chen, D., Zhu, J. 2008. Quantification of crop residue burning in the field and its influence on ambient air quality in Suqian, China. *Atmospheric Environment*, *42*(9): 1961-1969.

Yılancı, V., Özcan, B. 2010. Yapısal kırılmalar altında Türkiye için savunma harcamaları ile GSMH arasındaki ilişkinin analizi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, *11*(1): 21-33.

Yılmaz, E., Alagöz, Z. 2008. Toprak bozulması. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, *22*(45): 58-65.

Yıldırım, E., 2008. Tarımsal zararlılarla mücadele yöntemleri ve kullanılan ilaçlar. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No:219, Erzurum.

Yurtkuran, S., Terzi, H. 2018. Empirical analyses of environmental Kuznets curve: Mexican case. IJEAS. 20: 267-284. https://doi.org/10.18092/ulikidince.350401

Yüksel, A., Akay, A.E., Reis, M., Gündoğan, R. 2007. Using The WEPP Model To Predict Sediment Yield In A Sample Watershed In Kahramanmaras Region. In *International Congress on River Basin Management (22-24 March), Antalya*.

Zaimoğlu, Z. 2019. İklim değişikliği ve Türkiye tarımı etkileşimi, Ankara.

Zalidis, G., Stamatiadis, S., Takavakoglou, V., Eskridge, K., Misopolinos, N. 2002. Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *88*(2): 137-146.

Zandi, G., Haseeb, M. 2019. The importance of green energy consumption and agriculture in reducing environmental degradation: Evidence from sub-Saharan African countries. *International Journal of Financial Research*, *10*(5): 215-227.

Zivot, E., Andrews, D.W.K. 1992. Further evidence on the great crash, the oil-price. J Bus Econ Stat. 10(3): 251-270