

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**PALAS OVASI'NDAKİ SEBZE ÜRETİMİNİN ÇEVRESEL
ETKİLERİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

**Hazırlayan
Merve TEMİZYÜREK ARSLAN**

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Evrim KARAÇETİN BELL**

Doktora Tezi

**Nisan 2021
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**PALAS OVASI'NDAKİ SEBZE ÜRETİMİNİN ÇEVRESEL
ETKİLERİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
(Doktora Tezi)**

**Hazırlayan
Merve TEMİZYÜREK ARSLAN**

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Evrim KARAÇETİN BELL**

**Nisan 2021
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Merve TEMİZYÜREK ARSLAN

İmza

“Palas Ovası’ndaki Sebze Üretiminin Çevresel Etkileri ve Çözüm Önerileri” adlı Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Merve TEMİZYÜREK ARSLAN

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Evrim KARAÇETİN BELL

Çevre Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Oktay ÖZKAN

Dr. Öğr. Üyesi Evrim KARAÇETİN BELL danışmanlığında **Merve TEMİZYÜREK ARSLAN** tarafından hazırlanan “**Palas Ovası’ndaki Sebze Üretiminin Çevresel Etkileri ve Çözüm Önerileri**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Çevre Mühendisliği** Anabilim Dalında **Doktora** tezi olarak kabul edilmiştir.

02/04/2021

JÜRİ:

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Evrim KARAÇETİN BELL

Üye : Prof. Dr. Filiz DADAŞER ÇELİK

Üye : Doç. Dr. Kahraman GÜRCAN

Üye : Doç. Dr. Niğmet UZAL

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mert ELVERİCİ

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun tarih vesayılı kararı ile onaylanmıştır.

..... / /

Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

“Palas Ovası’ndaki Sebze Üretiminin Çevresel Etkileri ve Çözüm Önerileri” başlıklı tez çalışmasının yürütülmesi ve düzenlenmesi sırasında yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Evrim Karaçetin BELL’e, katkı ve önerilerinden dolayı tez izleme komitesi üyeleri Doç. Dr. Kahraman GÜRCAN’a ve Prof. Dr. Filiz DADAŞER-ÇELİK’e, jüri üyeleri Dr. Öğr. Üyesi Mert ELVERİCİ’ye ve Doç. Dr. Niğmet UZAL’a,

Tez çalışmama olan katkılarından dolayı öncelikle Furkan KANARYA’ya, bilgi ve görüşleriyle tezime verdiği katkılardan dolayı sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Oğuzhan UZUN’a, Sultan GÜNEŞ’e, Prof. Dr. Nuray ATEŞ’e, Dr. Yeşim BEKYÜREK’e ve çalışmamı yürütebilmem için her türlü yardımı ve kolaylığı sağlayan değerli üreticilere,

Çalışmalarım süresince maddi ve manevi desteklerini her zaman hissettiğim Prof. Dr. Oktay ÖZKAN’a, Dr. Öğr. Üyesi Hamdi MIHÇIOKUR’a, Dr. Öğr. Üyesi İbrahim UYANIK’a, Hatice DAL’a, Mehmet SOYLU’ya, Mert YİĞİT’e ve her zaman yanımda olan değerli arkadaşlarım Mücella İLKENTAPAR’a ve Yüksel GÜL’e,

Bu süreçte dünyanın öbür ucunda bile olsa her daim yardımına koşan, bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren değerli hocam, ağabeyim Doç. Dr. Doğan ERDEMİR’e,

Her zaman yanımda olan en büyük destekçilerim annem Figen TEMİZYÜREK’e, babam Cengiz TEMİZYÜREK’e, kardeşim Dr. Özge TEMİZYÜREK’e, beni her zaman cesaretlendiren ve her koşulda destek olan ağabeyim Yb. Ertan BİNAY’a ve teyzem Ema BİNAY’a, dualarını esirgemeyen ve her zaman yanımda olan anneanneme,

Çalışmalarına olan katkılarının yanı sıra, bana verdiği her türlü destek, gösterdiği fedakârlık ve sabır için sevgili eşim Kemal ARSLAN’a,

Teşekkür ederim.

Merve TEMİZYÜREK ARSLAN

Nisan 2021, KAYSERİ

PALAS OVASI'NDAKİ SEBZE ÜRETİMİNİN ÇEVRESEL ETKİLERİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Merve TEMİZYÜREK ARSLAN

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora Tezi, Nisan 2021

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Evrim KARAÇETİN BELL

ÖZET

Bu tez çalışmasında, Kayseri’de bulunan Palas Ovası’ndaki sebze üretiminin çevresel etkilerinin araştırılması ve bu etkilerin azaltılması konusunda farklı çözüm önerileri sunulmuştur. Küresel ısınma, ötrofikasyon ve asidifikasyonun çevresel etkilerini incelemek için beşikten kapıya yaklaşımıyla Yaşam Döngüsü Analizi (YDA) metodu kullanılmıştır. Buna ek olarak; bölgenin erozyon potansiyeli, tarımda su tüketimi ve enerji verimliliği araştırılmıştır. Son olarak; üreticiler tarafından kullanılan tarım ilaçlarının çevresel risk analizi değerlendirilmiştir.

Palas Ovası’nda tarım yapan üç organik ve üç konvansiyonel üretici seçilerek yüz yüze anket çalışmaları yapılmış ve bu üreticiler tarafından uygulanan tüm tarım yöntemleri kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; organik üreticilerin genel çevresel etkilerinin konvansiyonel üreticilere göre daha az olduğu ve enerji verimliliğinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aşırı sulama yapan bazı üreticilerde; sulama işleminin, su ve elektrik tüketimini aynı anda kapsamasının sonucu olarak en yüksek çevresel etkiye sahip olan kültürel uygulama olduğu görülmüştür. Ayrıca bazı üreticilerde aşırı gübre kullanımı tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak; bu çevresel etkileri azaltmak için farklı senaryolar geliştirilmiştir. Bu çalışma, YDA yaklaşımının tarımın çevresel etkilerini belirlemede ve çözüm üretmede etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Yaşam Döngüsü Analizi, Sera Gazı Emisyonu, Tarımsal Üretim, Tarımın Çevresel Etkileri, Sürdürülebilir Tarım

ENVIRONMENTAL IMPACTS OF THE VEGETABLE PRODUCTION IN PALAS BASIN AND RECOMMENDING SOLUTIONS

Merve TEMİZYÜREK ARSLAN

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

PhD Thesis, April 2021

Supervisor: Assist. Prof. Evrim KARAÇETİN BELL

ABSTRACT

In this study, the environmental effects of vegetable production in the Palas Basin in Kayseri were investigated and solutions were recommended. Life Cycle Assessment (LCA) from cradle to farm gate was used to evaluate the global warming potential, acidification and eutrophication impacts. In addition, erosion potential of the region, water consumption and energy efficiency of the farming were calculated. Finally, environmental risk analysis of pesticides was carried out.

Three organic, three conventional farmers in the Palas Basin were selected and face-to-face surveys were conducted and all their farming methods were recorded. The overall environmental impacts of organic farmers were less than the conventional farmers and the energy efficiency was higher among organic farmers. The amount of water used was very high in some farms which placed irrigation as the highest impact agricultural process both because of the water and electric consumption. Also in some farms excessive use of fertilizers was recorded. We also evaluated different scenarios to decrease these environmental impacts. This study shows that the LCA approach is an effective method in determining the environmental impacts of agriculture and to provide solutions.

Keywords: Life Cycle Assessment, Greenhouse Gas Emission, Agricultural Production, Environmental Impacts of Agriculture, Sustainable Agriculture

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	iii
KABUL VE ONAY	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xvii
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Tarımın Önemi ve Çevresel Etkileri	3
1.2. Sebze Üretimi ve Çevresel Etkileri	5
1.2.1. Dünyada ve Türkiye’de Sebze Üretimi	5
1.2.2. Sebze Tarımı	7
1.2.2.1. Konvansiyonel Tarım.....	7
1.2.2.2. Organik Tarım.....	7
1.2.2.3. Sebze Tarımında Kültürel Uygulamalar	8
1.2.3. Sebze Üretiminin Çevresel Etkileri	10
1.2.3.1. Küresel Isınma	11
1.2.3.2. Ötrofikasyon.....	11
1.2.3.3. Asidifikasyon	11
1.2.3.4. Erozyon	12

1.3. Yaşam Döngüsü Analizi (YDA)	13
---	-----------

2. BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

2.1. Çalışma Alanı	20
2.2. Anket Çalışması.....	22
2.2.1. Anket Yapılan Üreticiler.....	23
2.2.1.1. Konvansiyonel Üreticiler	23
2.2.1.2. Organik Üreticiler	24
2.3. YDA Yaklaşımı.....	32
2.3.1. Amaç ve Kapsam Tanımı	33
2.3.1.1. Sistem Tanımı ve Sistem Sınırlarının Belirlenmesi	34
2.3.2. Yaşam Döngüsü Envanteri	36
2.3.3. Etki Değerlendirmesi	37
2.3.3.1. Enerji kullanımı.....	37
2.3.3.2. Küresel Isınma Potansiyeli.....	41
2.3.3.3. Ötrofikasyon Potansiyeli	43
2.3.3.4. Asidifikasyon Potansiyeli	53
2.3.3.5. Erozyon	55
2.3.4. Yorumlama	57
2.3.5. Çevresel Risk Değerlendirmesi	58
2.3.6. Su Tüketimi.....	59

3. BÖLÜM

SONUÇLAR VE BULGULAR

3.1. Yetiştirilen Ürünlere Dair Bilgiler.....	62
3.2. Üreticilerin Kullandıkları Tarım Makinelerine Dair Bilgiler	66
3.3. Çapalamaya Dair Bilgiler.....	68
3.4. Gübre Kullanımına Dair Bilgiler.....	68
3.4.1. Hayvan Gübresi Kullanımı	69

3.4.2. Mineral Gübre Kullanımı	72
3.5. Üreticilerin Sulama İşlemlerine Dair Bilgiler.....	74
3.6. Üreticileri Kullandıkları Tarım İlaçlarına Dair Bilgiler	76
3.7. Ürünlerin Hasadına Dair Bilgiler	77
3.8. Tarımsal Aktivitelerde Enerji Kullanımı.....	80
3.8.1. Enerji Girdileri	80
3.8.1.1. Doğrudan Enerji Girdileri	80
3.8.1.1.1. Tarım Makinelerinin Kullanımından Kaynaklı Enerji Girdisi.....	80
3.8.1.1.2. İnsan Enerjisi Kullanımından Kaynaklı Enerji Girdisi	81
3.8.1.1.3. Yakıt Enerjisinden Kaynaklı Enerji Girdisi	81
3.8.1.1.4. Elektrik Enerjisinden Kaynaklı Enerji Girdisi	82
3.8.1.2. Dolaylı Enerji Girdileri	83
3.8.1.2.1. Hayvan Gübresi.....	83
3.8.1.2.2. Mineral Gübre	84
3.8.1.2.3. Tarım İlaçları.....	85
3.8.1.2.4. Su	85
3.8.1.3. Sermaye Enerjisi Girdileri.....	86
3.8.2. Enerji Çıktıları	86
3.8.3. Enerji Verimliliği Analizi	88
3.8.4. Ürün Miktarlarının Kıyaslanması	90
3.9. Çevresel Etkilerin Değerlendirmesi.....	91
3.9.1. Enerji Kullanımı	91
3.9.1.1. Sermaye Enerjisi	92
3.9.1.2. Doğrudan Enerji	93
3.9.1.3. Dolaylı Enerji	95
3.9.2. Küresel Isınma Potansiyeli	97
3.9.3. Ötrofikasyon Potansiyeli	110
3.9.4. Asidifikasyon Potansiyeli	124

3.9.5. Erozyon.....	137
3.9.6. Normalizasyon	139
3.9.7. Çevresel Risk Değerlendirmesi	146
3.9.8. Su Kullanımının Değerlendirilmesi	147
3.9.9. Mineral Gübre Kullanımının Değerlendirilmesi.....	153

4. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

KAYNAKÇA	166
EKLER.....	178
EK-1. Üreticilerle Yapılan Anket Formu.....	178
ÖZGEÇMİŞ.....	186

KISALTMALAR

FAO: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization of the United Nations)

YDA: Yaşam Döngüsü Analizi

EEA: Avrupa Çevre Ajansı (European Environment Agency)

IPCC: Hükûmetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change)

TOB: Tarım ve Orman Bakanlığı

ISO: Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı (International Organization for Standardization)

ECETOC: Avrupa Kimyasal Ekotoksikoloji ve Toksikoloji Merkezi (European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals)

TAGEM: Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü

PEC: Tahmini Çevresel Konsantrasyon (Predicted Environmental Concentration)

PNEC: Tahmin Edilen Etkisiz Çevresel Konsantrasyon (Predicted Noeffective Environmental Concentration)

NOEC: Etki Gözlenmeyen Çevresel Konsantrasyon (No Observed Effect Concentration)

EC₅₀: %50 Etkili Konsantrasyon

LC₅₀: %50 Ölümcül Konsantrasyon

EPA: Çevre Koruma Ajansı (The Environmental Protection Agency)

USDA: Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (United States Department of Agriculture)

APLE: Yıllık Fosfor Kaybı Tahmin Aracı (Annual Phosphorus Loss Estimator Tool)

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Dünyada sebze üretim miktarı (ton)	6
Tablo 2.1. Üreticilerle yapılan anket içeriği.....	31
Tablo 2.2. Tarımsal aktivitelere bağlı olarak oluşan emisyonlar	36
Tablo 2.3. Tarımsal üretimdeki kültürel işlemlerde kullanılan doğrudan ve dolaylı enerji kaynakları.....	39
Tablo 2.4. Tarımsal girdilerin enerji eşdeğerleri.....	40
Tablo 2.5. Tarımsal girdilerin CO ₂ -eşdeğerleri için emisyon faktörleri	42
Tablo 2.6. Ötrofikasyon emisyon faktörleri	44
Tablo 2.7. Hayvan gübresi özellikleri	45
Tablo 2.8. İnfiltrasyon hızının değerlendirilmesi.....	46
Tablo 2.9. Toprağa, sıcaklığa ve infiltrasyon oranına bağlı olarak uygulanan NH ₄ -N'nin % olarak maksimum potansiyel NH ₃ kaybı.....	46
Tablo 2.10. Farklı sıcaklık sınıfları için zaman faktörleri.....	47
Tablo 2.11. Farklı sıcaklık sınıfları için yağmur faktörleri.....	48
Tablo 2.12. NH ₃ buharlaşma hassasiyetine göre gruplandırılmış Avrupa ülkeleri.....	48
Tablo 2.13 Avrupa'da farklı mineral gübre uygulamaları için emisyon faktörleri.....	49
Tablo 2.14. Toprak dokularının 6 sınıf mevcut saha kapasitesine (FCa), orta toprak yoğunluğuna atanması.....	51
Tablo 2.15. Toprak yapılarının 5 etkili köklenme bölgesi sınıfına, orta yoğunlukta toprağa atanması.....	51
Tablo 2.16. Ötrofikasyon için nihai faktörler ve etki faktörleri.....	53
Tablo 2.17. Asidifikasyon emisyon faktörleri.....	54
Tablo 2.18. Asidifikasyon için nihai faktörler ve etki faktörleri.....	55
Tablo 2.19. Toprak erozyonu risk sınıfları.....	57
Tablo 3.1. Üreticilerin uyguladığı tarıma dair genel bilgiler	62
Tablo 3.2. Üreticilerin ettikleri ürünlere dair bilgiler	63
Tablo 3.3. Ürün ekimi sürecine dair bilgiler	65
Tablo 3.4. Üreticilerin kullandıkları tarım makinelerine dair bilgiler	66
Tablo 3.5. Tarım makinelerinin kullanıldığı kültürel işlemler ve kullanım süreleri.....	68
Tablo 3.6. Üreticilerin çapalama bilgileri	68
Tablo 3.7. Sonbaharda hayvan gübresi uygulaması.....	69

Tablo 3.8. İlkbaharda kullanılan hayvan gübresine dair bilgiler	71
Tablo 3.9. Üreticilerin mineral gübre kullanımına dair bilgiler	72
Tablo 3.10. Her bir üretici için ürün başına düşen gübre ve bitki besin maddesi miktarları	73
Tablo 3.11. Üreticilerin sulama miktarları	75
Tablo 3.12. Üreticilerin sulamada kullandıkları elektrikli dalgıç pompa özellikleri	76
Tablo 3.13. Üreticilerin ilaçlama işlemine dair bilgiler	77
Tablo 3.14. Üreticilerin hasat sürecine dair bilgiler	77
Tablo 3.15. Üreticiler tarafından hasat edilen ürün miktarları	79
Tablo 3.16. Makine kullanımından kaynaklı birim alan başına tüketilen enerji	81
Tablo 3.17. Birim alan başına harcanan toplam insan enerjisi	81
Tablo 3.18. Üreticilerin birim alan başına yakıt tüketimi	82
Tablo 3.19. Birim alan başına tüketilen toplam yakıt enerjisi	82
Tablo 3.20. Sulama işleminde elektrik enerjisi tüketimi	82
Tablo 3.21. Kullanılan hayvan gübresinin gömülü enerjisi	83
Tablo 3.22. Her bir ürün için birim alan başına mineral gübre üretiminden kaynaklı tüketilen enerji	84
Tablo 3.23. Her bir üretici için birim alan başına mineral gübre üretiminden kaynaklı tüketilen enerji miktarı	85
Tablo 3.24. Tarım ilaçlarının üretiminden kaynaklı birim alan başına harcanan enerji	85
Tablo 3.25. Üreticilerin birim alan başına tükettikleri toplam su miktarı ve suyun gömülü enerjisi	86
Tablo 3.26. Makine üretiminden kaynaklı enerji tüketimi	86
Tablo 3.27. Üreticilerin birim alan başına her bir ürün için enerji çıktıları	87
Tablo 3.28. Her bir üreticinin birim alan başına toplam enerji çıktısı	88
Tablo 3.29. Üreticilerin enerji girdileri ve enerji çıktılarının oranları	88
Tablo 3.30. Üreticilerin ürün miktarlarının Kayseri ve Türkiye genelindeki üretim miktarları ile kıyaslanması	90
Tablo 3.31. Hayvan gübresinin gömülü enerjisinden kaynaklı dolaylı enerji kullanımı	96
Tablo 3.32. Mineral gübreden kaynaklı dolaylı enerji kullanımı	96
Tablo 3.33. Üretim yapılan birim alan başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeli	98
Tablo 3.34. Üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeli	100
Tablo 3.35. Her bir üretici için birim alan başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeli	103

Tablo 3.36. Her bir üretici için birim miktardaki ürün başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeli	103
Tablo 3.37. Üretim yapılan birim alan başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeli	112
Tablo 3.38. Üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeli ...	114
Tablo 3.39. Her bir üretici için birim alan başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeli	117
Tablo 3.40. Her bir üretici için birim miktardaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeli	117
Tablo 3.41. Üretim yapılan birim alan başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeli	125
Tablo 3.42. Üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeli ..	127
Tablo 3.43. Her bir üretici için birim alan başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeli....	130
Tablo 3.44. Her bir üretici için birim birim miktardaki ürün başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeli	130
Tablo 3.45. Üreticilerin toprak yapısına dair bilgiler.....	137
Tablo 3.46. Üreticilerin toprak sınıflandırmasına dair bilgiler	137
Tablo 3.47. Her bir üretici için LS katsayısı	138
Tablo 3.48. Her bir üreticinin erozyona bağlı yıllık toprak kaybı	138
Tablo 3.49. Toprak erozyonunu önleyici faaliyetler uygulanması sonucunda toprak kayıplarında meydana gelebilecek azalma miktarları	139
Tablo 3.50. Normalizasyon için belirlenen değerler	139
Tablo 3.51. Normalize edilmiş değerler.....	141
Tablo 3.52. K1 ve K2 üreticileri için çevresel risk değerlendirmesi	146
Tablo 3.53. K3 ve O3 üreticileri için çevresel risk değerlendirmesi	147
Tablo 3.54. Üreticilerin tükettikleri su miktarları	148
Tablo 3.55. Ürünlerin tahmin edilen su ihtiyaçları	149
Tablo 3.56. Her bir üretici için tahmin edilen toplam su ihtiyacı	150
Tablo 3.57 (a). Ürünlerin tahmini su ihtiyacı kadar sulama yapılması durumunda üreticilerin Küresel Isınma, Ötrofikasyon ve Asidifikasyon Potansiyellerinde meydana gelecek değişimler.....	151
Tablo 3.57 (b). Ürünlerin tahmini su ihtiyacı kadar sulama yapılması durumunda üreticilerin enerji tüketimlerinde meydana gelecek değişimler	151
Tablo 3.58. Aşırı su ile yetiştirilebilecek ürünler.....	152
Tablo 3.59. Üreticilerin kullandığı gübre miktarları ve önerilen değerler	153
Tablo 3.60. Üreticilerin çevresel etki potansiyellerinde meydana gelecek azalmalar ..	154

Tablo 3.61 (a). Su ve mineral gübre kullanımı önerilen miktarda yapıldığında üreticilerin enerji kullanımlarında meydana gelen değişiklikler	154
Tablo 3.61 (b). Su ve mineral gübre kullanımı önerilen miktarda yapıldığında üreticilerin Küresel Isınma, Ötrofikasyon ve Asidifikasyon Potansiyelinde meydana gelen değişiklikler.....	155



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Toprağı ekime hazır hale getirmek için toprak işleme uygulaması	8
Şekil 1.2. Ekim öncesi fide hazırlığı	9
Şekil 2.1 (a). Palas Ovası'nın Coğrafi Konumu.....	21
Şekil 2.1 (b). Üreticilerin tarım arazilerinin harita üzerindeki konumu.....	21
Şekil 2.2. Tuzla Gölü	22
Şekil 2.3. YDA çerçevesi	32
Şekil 2.4. Sistem sınırları	34
Şekil 2.5. Akım şeması	35
Şekil 2.6. Cropwat programı ara yüzü	61
Şekil 3.1. Tarımsal üretim takvimi.....	65
Şekil 3.2. Üreticilerin enerji verimliliğinin kıyaslanması	89
Şekil 3.3. Tarımsal üretimde enerji kullanımı.....	92
Şekil 3.4. Sermaye Enerjisi Kullanımı.....	93
Şekil 3.5. Doğrudan enerji kullanımı	94
Şekil 3.6. Dolaylı enerji kullanımı	95
Şekil 3.7. Her bir üretici için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeli	105
Şekil 3.8 (a). Üreticilerin yetiştirdiği ürünler için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeli	107
Şekil 3.8 (b). Üreticilerin yetiştirdiği ürünler için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeli	109
Şekil 3.9. Her bir üretici için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeli	118
Şekil 3.10 (a). Üreticilerin yetiştirdiği ürünler için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeli	120
Şekil 3.10 (b). Üreticilerin yetiştirdiği ürünler için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeli	122
Şekil 3.11. Her bir üretici için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeli	131
Şekil 3.12 (a). Üreticilerin yetiştirdiği ürünler için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeli	133

Şekil 3.12 (b). Üreticilerin yetiştirdiği ürünler için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeli	135
Şekil 3.13 (a). Konvansiyonel üreticiler için etki potansiyellerinin normalizasyonu ...	142
Şekil 3.13 (b). Organik üreticiler için etki potansiyellerinin normalizasyonu	143
Şekil 3.14. Üreticilerin toplam çevresel etkilerinin normalizasyonu	145
Şekil 3.15. Üreticilerin su kullanımı	150



GİRİŞ

Tarım, tüm dünyada ekonomik ve sosyal kalkınma için önemli bir etkiye sahiptir. Günümüzde birçok ülkede temel geçim kaynağı olan tarım, insan popülasyonundaki artışın gıda ihtiyacında da artışa sebep olmasıyla gün geçtikte daha da önemli bir hal almaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) belirttiğine göre, insan nüfusunda meydana gelen %70'lik bir artış, gıda talebinde %20 oranında bir artışa yol açmaktadır [1]. Ancak gıda üretiminde yaşanan artış, pek çok çevresel sorunu da beraberinde getirmekte, çevre sorunlarının dolaylı etkisi de toprakta ve tarımda verimi azaltmaktadır. Dolayısıyla artan nüfusun gıda teminini sağlayabilmek için tarımda sürdürülebilirlik oldukça önem kazanmaktadır. Enerjinin verimli kullanılması, doğal kaynakların tüketiminin azaltılması ve çevresel kirlilik oluşturulmaması tarımın sürdürülebilirliğini sağlamak için başlıca dikkat edilmesi gereken hususlardır.

İhracat potansiyeli ve yüksek istihdam sağlamasından dolayı tarımın Türkiye'deki yeri oldukça önemlidir. Kırsal alanda yaşayan insanların büyük çoğunluğu geçimini tarımdan sağlamakta olup insan gücünün dörtte biri tarım sektöründe istihdam etmektedir [2]. Tarımsal üretimde meyve ve sebze üretimi önemli bir bölümü oluşturmaktadır. Ülkemizin iklim ve coğrafi yapısı, oldukça çeşitli sebze üretimine imkân sağlamaktadır. Sebze üretimi ülkemizin ekonomisi açısından da önemlidir. 2018-2019 yılı için Türkiye'de üretilen sebze miktarı 27.984.444 ton iken tarımın gelişme hızı %27 ve Gayri Safi Yurt içi Hasıladaki payı %6,4 olarak kaydedilmiştir [3].

Bu çalışma Kayseri Palas Ovası'nda yürütülen sebze üretiminin çevresel etkilerini ortaya çıkartıp çözüm önerileri sunmayı hedeflemektedir. Literatürde Palas Ovasında bulunan Tuzla Gölündeki su değişimi ve jeomorfolojik özelliklerine dair çalışmalar bulunmaktadır [4–6]. Ancak bölgedeki sebze üretiminin çevresel etkilerine dair detaylı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmayla, Palas Ovası'nda yapılan organik ve

konvansiyonel tarım uygulamalarının mevcut durumu incelenerek birbirleri ile kıyaslaması yapılarak her iki tarım uygulaması için de sera gazı salınımı ve enerjinin etkin kullanımına yönelik alternatif öneriler geliştirilmesi amaçlanmıştır. Sera gazı salınımlarının yol açtığı çevresel problemler olan ötrofikasyon, asidifikasyon ve küresel ısınma için üreticilerin oluşturduğu etki potansiyellerinin yanı sıra, çalışma alanındaki erozyon potansiyeli de her bir üretici için hesaplanmıştır. Bunlara ek olarak, tarım ilacı kullanan üreticiler için çevresel risk değerlendirilmesi yapılmış ve üreticilerin su tüketimleri incelenmiştir.

Ayrıca, literatürdeki çalışmalar genellikle tek bir ürün veya benzer türdeki ürünlere odaklanırken bu çalışmada aynı tarım arazisi üzerinde yetiştirilen, su ihtiyaçları ve gübre uygulamaları birbirinden farklılık gösteren, münavebe uygulaması yapılarak yetiştirilen ürünlere odaklanılmıştır. Böylece farklı ürünlerin aynı anda yetiştirilmesi durumunda çevresel etkilerin de tespit edilmesi mümkün olmuştur.

Çalışma alanında yapılan organik ve konvansiyonel üretim gibi farklı tarım uygulamaları; çevresel etkisi en yüksek olan noktalardaki esas kaynağı bulmak, en fazla sera gazı emisyonu salınımına yol açan ve enerji tüketimi en yüksek olan faktörleri belirlemek için her aşamada incelenmiştir. Ayrıca enerji tüketiminin ve çevresel etkilerin azaltılmasına yönelik çözüm önerileri geliştirilmiştir. Bu amaçlar doğrultusunda tarımsal faaliyetlerin her birinin çevresel etkilerini ölçmede kullanılabilecek en etkin araçlardan biri olan Yaşam Döngüsü Analizi (YDA) metodu kullanılmıştır. Bu metot, bütüncül bir yaklaşım sağlayarak tarımsal üretim kültürel uygulamalarını, tarımsal girdilerin üretiminden ürünün tarladan hasadına kadar olan süreçteki çevresel faktörleri her adımda inceleme imkânı sunmuştur.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Tarımın Önemi ve Çevresel Etkileri

İnsanlık, yerleşik hayata geçtiğinden beri tarımla iç içedir. Başlangıçta tamamen iklime bağlı bir şekilde tarım yapılırken zamanla sulamaya geçilerek iklime bağılılık azaltılmış, sanayi devrimiyle birlikte tarımda makineleşmeye geçilerek insan ve hayvan gücü yerini makinelere bırakmıştır. 2. Dünya Savaşı'ndan sonra Yeşil Devrim ile kimyasal gübre ve pestisit kullanımı yaygınlaşmıştır. Çok uzun zaman boyunca insanlar çevreye verdiği zararın farkında olmadan yaşamıştır. Son yıllarda, İnsanların çevre konusunda duyarlılıkları arttıkça iklim değişimi konusu da önem kazanmıştır. Avrupa Çevre Ajansı'na (EEA) göre; tarım, iklim değişiminden etkilenmesinin yanı sıra, iklim değişimine katkıda da bulunmaktadır. Yani birbirleriyle karmaşık bir neden-sonuç ilişkilerinin bulunduğu da söylenebilmektedir [7].

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'ne (IPCC) göre iklim değişimi, mevcut iklim özelliklerinde meydana gelen bir değişimin on yıllarca veya daha uzun sürmesi durumudur [8]. İklim değişiminin temel sebebinin sera gazları (CO_2 , CH_4 , N_2O , kloroflorokarbonlar, perflorokarbonlar gibi florlu gazlar, vs.) olduğu bilinmektedir. Tarım ve hayvancılık aktivitelerinin yılda 5 milyar ton CO_2 eşdeğeri emisyonun atmosfere salındığı belirtilmiştir. Hayvanların enterik fermantasyonlarından ve hayvan gübresi üretiminden kaynaklanan CH_4 , %55 oranla bu emisyon salınımına en büyük katkıda bulunmaktadır [9]. IPCC 5. Değerlendirme Raporu'nda CH_4 gazının CO_2 eşdeğeri 28 olarak önerilmiştir [10]. CH_4 ve N_2O , CO_2 'den çok daha fazla sera gazı potansiyeline sahiptir [11]. Tarımda biçme, budama, ilaçlama, sürme gibi makine kullanımına bağlı olarak yapılan uygulamalarda fosil yakıtların tüketimi de doğrudan CO_2 , CH_4 gibi sera gazı emisyonlarının atmosfere salınımına sebep olmaktadır [11,12].

2019 yılı verilerine göre Türkiye’de yaklaşık 23 milyon hektarlık alanda tarım yapılmaktadır [5]. Bu üretim süreci gerçekleşirken yerelde ya da küresel düzeyde pek çok çevresel sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunlara örnek olarak; tarımsal araçların kullanımı sırasında ortaya çıkan karbon emisyonu, su kaynaklarının tüketilmesi, toprak yapısının bozulması gibi direkt etkiler olabileceği gibi, kimyasalların hem insan hem de hedef olmayan canlı türlerine zarar vermesi, toprakta asidifikasyon, karasal ya da sucul sistemlerde ötrofikasyon verilebilir [13]. Bu etkilerin değerlendirilmesinde, Küresel Isınma Potansiyeli, Ötrofikasyon Potansiyeli, Asidifikasyon Potansiyeli gibi sayısal değerler oluşturularak tarımın çevreye etkileri somutlaştırılabilmektedir. Örneğin tarımda makine kullanımı, yakıt harcanmasıyla birlikte karbon emisyonlarına yol açacak ve atmosfere sera gazlarının salınımına sebep olacaktır. Ayrıca makinelerin üretimi sırasında da çevresel etkiler ortaya çıkabilecek, sera gazı salınabilecektir. Bu anlamda YDA gibi bütüncül sistemler tüm unsurları bir araya getirerek gerçek karbon ayak izinin belirlenmesinde yardımcı olacaktır.

Tarımın çevresel etkileri, birçok kategoride değerlendirilmesi mümkün olup uygulanan tarım türüne göre değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada konvansiyonel ve organik tarımın çevresel etkilerinin incelenerek karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Organik tarım, Tarım ve Orman Bakanlığı’na (TOB) göre; insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyen ve üretimde kimyasal girdi kullanılmadan, üretimden tüketime kadar her aşaması kontrollü ve sertifikalı tarımsal üretim biçimidir [14]. Bu aşamada aslında tarımı çevre dostu yapan, tek bir isim altında sertifikalandırılması değil, her bir tarımsal faaliyetin etkilerinin tek tek incelenmesi olacaktır. Konvansiyonel tarım ise, Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik’te “Organik tarım faaliyetleri dışındaki tüm faaliyetleri” ifade etmektedir ve organik olarak sertifikalandırılmamıştır [15].

Enerjinin verimli kullanılması ve ötrofikasyon, asidifikasyon, erozyon, doğal kaynakların tüketimi gibi çevre sorunlarının en aza indirilmesi sürdürülebilir tarımda önemli hedeflerdir. Bu çalışmanın amacı, Palas Ovası’nda sebze üretiminin çevresel etkilerini incelemek ve çözüm önerileri sunmaktır. Bu nedenle daha çevre dostu olduğu düşünülen organik tarım, konvansiyonel tarımla kıyaslanabilecek, bunun yanı sıra sebze üretim sürecinde çevresel sıcak noktalar belirlenecektir. Farklı senaryolar üreterek tarımın sürdürülebilirliğinin sağlanması amaçlanmaktadır.

1.2. Sebze Üretimi ve Çevresel Etkileri

1.2.1. Dünyada ve Türkiye’de Sebze Üretimi

FAO tarafından belirtildiği üzere, 2000 yılında dünya genelindeki toplam sebze üretimi yaklaşık 42 milyon hektarlık alanda 685 milyon ton iken bu değer 2017 yılı verilerine göre 122,2 milyon hektar alanda yaklaşık 1,09 milyar ton olarak kaydedilmiştir. Bu yıllar arasında sebze üretilen tarım arazileri %39, elde edilen toplam sebze miktarı %59 oranında bir artış göstermiştir. 2017 yılı verilerine bakıldığında; en fazla sebze üretimi Çin Halk Cumhuriyeti’nde 554,2 milyon ton olarak kaydedilmiştir. Türkiye genelinde ise 30,9 milyon ton sebze üretimi gerçekleştirilmiş olup dünya genelinde dördüncü sırayı almıştır. Türkiye’nin dünya sebze üretimindeki payının %2,82 oranındadır. Tablo 1.1’de dünyada sebze üretiminde en fazla paya sahip olan ülkeler gösterilmektedir. [16].

Tablo 1.1. Dünyada sebze üretim miktarı (ton)

Ülkeler/Yıllar	2000	2005	2010	2015	2016	2017
Çin Halk Cumhuriyeti	298.123.000	368.409.000	457.435.300	532.955.033	540.686.818	554.290.579
Hindistan	71.383.100	71.615.878	99.349.826	117.854.662	122.180.707	127.144.323
ABD	37.477.819	34.902.284	34.723.852	34.472.523	34.678.865	32.623.212
Türkiye	18.841.662	26.472.162	25.997.195	29.552.290	30.266.897	30.869.967
Rusya Federasyonu	10.467.960	11.821.789	12.131.791	16.120.150	16.290.999	16.405.842
Nijerya	8.277.564	11.115.881	12.090.760	16.122.242	16.195.359	16.380.707
Vietnam	6.290.865	7.591.996	8.120.046	14.586.232	15.204.722	15.732.895
Meksika	8.620.255	9.720.427 1	11.075.756	13.230.469	14.320.934	15.520.031
Mısır	12.568.379	14.406.872	16.773.785	16.370.731	15.285.351	15.248.443
İran (İslam Cumhuriyeti)	8.463.952	11.241.605	14.006.099	13.694.966	13.720.465	14.272.774
Toplam	480.514.556	557.577.467	691.704.410	804.959.298	818.831.117	838.488.773
Diğer ülkeler	204.219.200	224.496.332	232.032.150	250.911.419	261.857.797	255.854.934
Dünya toplam	684.733.756	782.073.799	923.736.560	1.055.870.717	1.080.688.914	1.094.343.707

Türkiye, sahip olduğu ekolojik ve iklimsel zenginliğinin sonucu olarak birçok farklı türde sebze üretimine olanak sağlamaktadır. Sebzelerin insan beslenmesinde önemli bir yerinin olmasının yanı sıra, ülke ekonomisindeki yeri nedeniyle sebze tarımı önemli bir araştırma konusudur [17]. Özellikle ülkenin kırsal kesimlerinde yaşayan insanlar için başlıca gelir kaynaklarından biridir. Türkiye'deki tarım alanlarının yaklaşık %3'ünde sebze tarımı yapılırken, toplam bitkisel üretimin yaklaşık % 25'ini sebzeler oluşturmaktadır. En çok üretilen sebzeler domates, salatalık, karpuz ve biber olarak belirlenmiştir [3,17].

1.2.2. Sebze Tarımı

1.2.2.1. Konvansiyonel Tarım

Konvansiyonel tarım, kendinden önceki yöntem ve usulleri kapsayan, bölgeden bölgeye değişiklik gösteren üretim sistemidir. Sebze üretimindeki konvansiyonel uygulamalarda, üretim verimliliğini artırmak ve üretim sistemini iyileştirmek için kimyasal tarım ilacı ve gübre kullanımı görülmektedir. Özellikle Azot (N) ve fosfor (P) içerikli mineral gübre kullanımının ötrofikasyon, asidifikasyon gibi çevresel sorunların esas kaynağı olduğu bilinmektedir. Yabani otlarla mücadele, haşere kontrolü amacıyla kullanılan tarım ilaçlarının çevre ve insan üzerinde toksik etkileri görülebilmektedir.

1.2.2.2. Organik Tarım

Organik tarım, TOB'a göre, üretimden tüketim noktasına kadar her aşaması kontrol edilen, kimyasal girdi kullanılmayan ve çevresel zarar vermeyen üretim şeklidir [15]. Konvansiyonel tarımla organik tarım arasındaki en büyük fark; kimyasal girdilerdir. Çalışmanın ilerleyen kısımlarında detaylıca bahsedildiği gibi, çevresel etkilerin en önemli sebebi sentetik gübre ve tarım ilaçlarının kullanımıdır. Organik tarım; doğal kaynakların ve ekosistemin korunmasını sağlayarak tarımın sürdürülebilirliğini amaçlamaktadır. Bu sebeplerle, organik tarımın konvansiyonel tarıma göre daha sağlıklı ve çevre dostu olduğu düşünülmektedir [15].

1.2.2.3. Sebze Tarımında Kültürel Uygulamalar

Toprak işleme ile üretim süreci başlamaktadır. Toprak işleme, sonbaharda ve ilkbaharda ekim öncesi ve sonrasında toprağa uygulanan tüm düzeltme işlemlerini kapsamaktadır. Sonbaharda yapılan işlemler, toprağın ilkbaharda ekime hazır hale getirilmesini amaçlamaktadır. İlkbaharda ise fide ve tohum ekilecek alanları düzenlemek için yapılmaktadır. Toprak işleme bütün üreticiler tarafından traktör ile yapılmaktadır. Toprak işleme için traktör kullanım süresi, sonbaharda ve ilkbaharda yapılan bütün işlemlerin toplam süresini ifade etmektedir (pullukla gübreyi toprağa karıştırma, kazayağıyla toprağı düzeltme vb.). Şekil 1.1’de ekim öncesi toprak işlemeye dair örnek gösterilmektedir.



Şekil 1.1. Toprağı ekime hazır hale getirmek için toprak işleme uygulaması

Gübreleme, sonbahar ve ilkbahar gübrelemesi olarak ikiye ayrılmıştır. Sonbahar gübrelemesi bütün üreticiler için uygulama şekli olarak aynıdır: yanmış veya yanmamış hayvan gübresi traktör yardımıyla ekim yapılacak arazinin tamamına serilmektedir. Yanmış hayvan gübresi, üreticilerin çoğunluğu tarafından kullanılmakta olup; büyükbaş hayvan atığının tarım arazisinin kullanılmayan bir kısmına yığılıp bekletilmesiyle elde edilmektedir. Hayvan atığı, en az bir yıl bekletilip birkaç kez karıştırılarak gübreye dönüşümü sağlanmaktadır. Bu süreçte yanması için başka herhangi bir işlem yapılmamakta, ayrıca hayvan atığının içerisine herhangi bir şey ilave edilmemektedir. Hayvan gübresi tarım arazisine tamamen serildikten sonra gübrenin toprağa iyice karışması için tekrar toprak işleme yapılmaktadır. Bu işlem genellikle traktörün arkasına

pulluk takılarak yapılmaktadır. Pulluk, toprağın 25-30 cm derinliklerine kadar inerek gübrenin toprağa karışmasını sağlamaktadır.

Ekim, nisan ve mayıs ayları içinde yapılmaktadır. Üreticiler çok yakın tarihlerde ekime başlamaktadır. Ürün çeşitliliğinden dolayı her bir üretici için ekim süreci birkaç gün sürmektedir. Ürünlerin çoğunluğu fide olarak ekilmektedir. Fidelerin hazırlığı üreticilerin kendilerine ait seralarda yapılmakta olup Şekil 1.2’de örnek bir fide hazırlığı gösterilmektedir.



Şekil 1.2. Ekim öncesi fide hazırlığı

Üreticilerin çoğu ürünlerin fidelerini bir önceki dönemden hasat edilen ürünlerin tohumlarından hazırlamaktadır. Fide hazırlığını kendisi yapmayan üreticiler ise satın almaktadır.

Çapalama, bütün üreticilerde sıra içlerinde el çapasıyla, sıra arasında çapa motoru ile yapılmaktadır. Çapa motorunun rahatça kullanılabilmesi için ürünlerin sıraları arasında fazladan boşluk bırakılmaktadır. Bu sayede sıra içleri elle çapalanırken aynı anda sıra aralarının çapa motoru yardımıyla çapalanması da mümkün olmaktadır. Üreticiler tarafından kullanılan çapa motorları yakıt olarak mazot tüketmektedir.

İlkbahar gübrelemesi üreticiler arasında farklılık göstermektedir. Bazı üreticiler sadece hayvan gübresi kullanırken, bazıları bunun yanında mineral gübre de kullanmaktadır. Burada bahsedilen mineral gübre; endüstriyel ya da kimyasal gübre olarak da bilinmektedir. Konvansiyonel üreticiler inorganik mineral gübre kullanırken, organik üreticiler TOB tarafından organik tarımda kullanımına izin verilen mineral gübreleri kullanmaktadır. Bu gübreler, fide ekimi sırasında toprağa doğrudan uygulanabilirken, bazı gübre türleri sulama kanalıyla da uygulanabilmektedir.

Sulama, genellikle damlama sulama şeklinde olsa da yağmurlama ve salma sulama uygulamaları da görülmektedir. Üreticilerin tamamı, ürünlerin fide veya tohum ekimlerini tamamladıktan sonra verilen ilk su olan can suyunu salma sulama ile vermektedir. Beyaz fasulye, kavun, karpuz gibi az su ihtiyacı olan ürünlerde salma veya yağmurlama sulama uygulanmaktadır. Damlama sulama sistemleri, üreticilerin tamamı tarafından kullanılmakta olup sıra arasındaki boşluklara yerleştirilmektedir. Damlaticılar arasındaki boşluklar, iki fide arasında bırakan boşluğa eşit olarak ayarlanmaktadır.

İlaçlama, üreticiler arasında farklılık göstermektedir. Bütün üreticiler ilaçlama yapmamaktadır. İlaçlama yapan üreticilerin hepsi sırt tulumbası kullanarak tarım ilacını uygulamaktadır. Sırt tulumbası yakıt olarak benzin tüketmektedir. Üreticiler arasında sırt tulumbasının ve yakıt deposunun hacmi değişkenlik göstermektedir.

Hasat, genellikle temmuz ayının sonunda başlayıp ekim ayının sonuna kadar devam etmektedir. Ancak mevsim sıcaklıklarına göre değişkenlik gösterebildiği için bu süre bazen kasım ayına kadar uzayabilmektedir. Bütün üreticiler hasadı elle yapmaktadır. Hasat süreci başladığında ilk haftalar ürün miktarı fazla olduğu için hasat yapan insan sayısı ve hasat için harcanan süre fazlayken, ilerleyen zamanlarda ürün miktarıyla birlikte azalmaktadır.

1.2.3. Sebze Üretiminin Çevresel Etkileri

Sebze tarımı, gıda temini açısından önemli bir faaliyet olmasının yanı sıra, yukarıda da belirtildiği gibi aynı zamanda oldukça önemli bir gelir kaynağıdır. Tarımsal üretimde uygulanan kültürel işlemler, tarım ürüne göre değişiklik gösterebilmektedir. Tarım; sadece yağışlara bağlı olarak yapıldığında kuru tarım, sulama sistemleri kullanıldığında ise sulu tarım şeklinde uygulanmaktadır. Sulama dışında, sebze üretiminde haşere ve

yabani ot kontrolünü sağlamak için kullanılan tarım ilaçları, ürün verimliliğini artırmak amacıyla kullanılan gübreler, toprak işleme uygulamaları gibi kültürel işlemler sonucunda doğal kaynakların tüketilmesi, emisyon salınımı gibi çevresel sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu çevresel etkilerden aşağıda detaylıca bahsedilmiştir.

1.2.3.1. Küresel Isınma

Tarımsal uygulamalar ve bu uygulamalar süresince kullanılan tarımsal girdilerin üretimi ve kullanımı sırasında oluşan CO₂, N₂O, CH₄ gibi sera gazlarının atmosfere salınımı küresel ısınmaya başlıca sebep olan etmenlerdir. Bu uygulamalara örnek olarak toprak işleme, çapalama gibi tarım makinelerinin kullanıldığı kültürel uygulamalar verilirken tarımsal girdi olarak da mineral gübre ve fosil yakıtlar verilebilir. Küresel ısınma potansiyeli, CO₂-eşdeğeri olarak ifade edilmektedir [12].

1.2.3.2. Ötrofikasyon

Ötrofikasyon, bitki besin maddesi zenginleşmesi olarak da adlandırılmaktadır. Ortamda bitki besin maddesi dengesizliğine yol açtığı için; toprakta kuraklık, hastalık ve haşere oluşumuna, sucul ortamda plankton ve alg varlığının aşırı derece çoğalmasının sonucunda güneş ışınlarının su altına geçmesini engeller. Bunun sonucu sudaki çözünmüş oksijen miktarını azaltarak sucul yaşam için negatif koşullar oluşturur. Tarımda ötrofikasyona yol açan başlıca etmen N ve P içerikli mineral gübre kullanımı ve hayvan gübresi kullanımıdır. Gübre kullanımı sonucunda bitki besin maddeleri yağmur ve sulama suyuyla bileşerek tarım arazisi yakınlarındaki yüzey sularına veya topraktan sızarak yeraltı suyuna karışıp sucul ortamdaki bitki besin maddesi miktarını artırarak ötrofikasyona sebep olmaktadır. Ayrıca gübre ve fosil yakıt kullanımı sonucu atmosfere salınan emisyonlar da ötrofikasyona yol açmaktadır.

1.2.3.3. Asidifikasyon

Asidifikasyon, atmosferdeki diğer moleküllerle birleşerek daha geniş çevreye zarar veren ve yüzeyde "asit yağmuru" olarak geri dönen emisyonların havaya salınması olarak tanımlanmaktadır [18]. Tarımsal üretim sürecinde fosil yakıt tüketimi ve azotlu gübre kullanımından kaynaklı olarak oluşan azotlu ve kükürtlü bileşikler, asidifikasyona yol açan ana etmenlerdir.

1.2.3.4. Erozyon

Tarımsal uygulamalarda erozyon en sık görülen çevresel problemlerden biridir. Erozyon, tarımsal topraklarda birçok sebepten dolayı istenmemektedir. En önemli sebebi, toprağın verimli üst kısmının kaybına neden olmaktadır. Ayrıca, rüzgâr veya su erozyonuyla; toprağın üst kısmındaki mineral, organik madde, ağır metal ve tarım ilacı kalıntıları yüzey sularına karışarak su kaynaklarına taşınıp çevresel yük oluşturabilmektedir.

Bu çevresel etkilerin toprak, su ve hava üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerinden aşağıda bahsedilmektedir.

Toprak

Toprak için en önemli çevresel sorunlardan biri erozyondur. Sebze üretimi kültürel uygulamalarında, bir önceki ekim döneminden kalan bitki köklerinin topraktan temizlenmesi, tarım arazisine serilen gübrenin toprakla tamamen karıştırılması, toprağın düzeltilip bir sonrası ekim için hazır hale getirilmesi amacıyla yapılan toprak işleme kültürel uygulamaları, su ve rüzgâr gibi doğal etmenler ve gübre kullanımı gibi sebeplerle tarım arazilerinde erozyon problemi olarak görülmektedir. Erozyon, toprağın verimli üst tabakasının taşınmasına yol açarak toprağın üretim kapasitesini düşürür. Bu durum, gübre kullanımının artırılmasını gerekli kılmaktadır. Gübre kullanımı, erozyon dışında toprağın bitki besin maddesi dengesini ve fiziksel yapısını da bozmakta olup ötrofikasyon, asidifikasyon gibi çevresel problemlere yol açmaktadır. Fiziksel yapısı bozulan toprak, tarım için elverişsiz hale dönüşmektedir.

Su

Sulu tarım uygulamalarında, suyla ilgili en önemli problem sulama suyunun temin edilmesi için doğal su kaynaklarının aşırı tüketilmesidir. Sulamada, yeraltı ve yerüstü sularının kullanımını söz konusudur. Türkiye’de tarımda kullanılan su oranının %74 olduğu bilinmektedir [19].

Tarımda suyla ilgili bir diğer önemli problem ise, tarımsal uygulamalarda kullanılan mineral gübre, hayvan gübresi, pestisit gibi girdilerin yüzey sularıyla tanışarak veya yeraltı suyuna sızarak kirlilik oluşturmalarıdır. Özellikle N ve P içerikli gübre kullanımına bağlı olarak sucul ortamda görülen en büyük çevresel problem ötrofikasyondur. Bitki besin maddesi zenginleşmesi olarak da bilinen ötrofikasyon,

ortamda bulunan bitki besin maddelerinin aşırı miktarda artmasıyla sucul ekosistemin dengesini bozmakta, diğer organizmaların yaşam koşulları için tehdit oluşturmaktadır. Ötrofikasyonun yanı sıra asidifikasyon da sucul ortamın dengesini bozarak istenmeyen koşullara yol açmaktadır.

Hava

Sebze üretimi, doğrudan hava kalitesini etkilemese de, üretim sürecinde kullanılan tarımsal girdiler ve uygulanan kültürel işlemler sonucu oluşan emisyonlar hava kirliliğine yol açmaktadır. Özellikle tarımda makine kullanımı, beraberinde yakıt tüketimini de getirdiği için, küresel ısınmaya yol açan sera gazı emisyonlarının salınımına sebep olmaktadır. Ayrıca, tarımsal üretimde kullanılan girdilerin sadece kullanımı değil, üretimleri sırasında salınan sera gazı emisyonları da dolaylı olarak hava kalitesini etkilemektedir. Bunlara ek olarak anız yakımı da önemli miktarlarda sera gazı salınımlarına sebep olmaktadır.

1.3. Yaşam Döngüsü Analizi (YDA)

Yaşam Döngüsü Analizi (YDA) gibi bütüncül yaklaşımlar, sera gazı emisyonlarını hesaplamak ve çevresel etkileri değerlendirmek için tarımsal üretim sistemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. YDA, bir ürünü oluşturmak için gerekli olan hammaddeyi elde etmeden ürünün “beşikten mezara” bertarafına kadar olan tüm süreci kapsar. Bu sürecin tüm aşamalarından kaynaklanan çevresel etkileri inceler [20]. Literatürde, tarımın çevresel etkilerini araştırmak için yaşam döngüsü analizinin kullanıldığı birçok çalışma bulunmaktadır.

Valiante vd. (2019) [21] iki farklı üretim türünde çevresel etkileri en fazla olan uygulamaları belirlemek için İtalya ve İsviçre’de farklı uygulamalarla çilek üretiminin çevresel etkilerini incelemiş ve bu yöntemleri verimlilik açısından kıyaslamıştır. 1 kg çilek fonksiyonel birim olarak seçilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; verim ve ekimden önce arazide yapılan uygulamaların çevresel sonuçların ana etmenleri olduğunu vurgulamışlardır. İsviçre’deki üretim yöntemi, su buharı sterilizasyonu içerdiğinden açık alandaki üretimde İtalya’da yapılan üretime göre daha yüksek etki gösterdiğini, fakat İtalya’da daha yüksek ortalama verim elde edildiğini belirtmişlerdir. Sonuçlar, İtalya’nın

İsviçre'den daha fazla verimlilik elde ettiğini ve çevresel etkilerinin İsviçre'den daha az olduğunu göstermiştir.

Brenttrup vd. (2001) [22], bir YDA yaklaşımı ile şeker pancarı üretiminde farklı formlarda azotlu gübrelerin kullanılmasının çevresel etkilerini incelemiştir. Yaşam Döngüsü Etki Analizi yaklaşımını kullanmak için iyi belgelenmiş ve düzenli olarak uygulanan bir etki değerlendirme yöntemi olan Eko-indikatör 95 metodunun seçmişlerdir. Sonuç olarak, üç farklı azotlu gübre çeşidi karşılaştırıldığında en yüksek eko-indikatör değerine sahip azotlu gübre üre olarak görülürken, üre amonyum nitrat en düşük değere sahip olmuştur. Farklılıkların esas olarak, N içerikli gübre uygulandıktan sonra farklı miktarlardaki amonyak buharlaşmasından kaynaklı olduğunu vurgulamışlardır.

Mohamad vd. (2014) [23], organik tarımın tarımsal uygulamaların çevresel etkilerini azaltarak faydalı etkileri olduğu hipotezini araştırarak Apulia (İtalya) bölgesindeki organik ve konvansiyonel zeytin sistemleri arasındaki çevresel etki ve ekonomik performansı karşılaştırmıştır. Sonuçlara göre organik tarımın net bugünkü değeri ve iç kârlılık oranı konvansiyonel tarımdan daha yüksektir. Ayrıca organik tarımın; özellikle yabani ot ve haşere kontrolü sırasında fosil yakıt tüketiminin azaltılmasının daha verimli olduğunu göstermesi, aynı zamanda doğal kaynakların tüketilmesi üzerindeki daha düşük çevresel etkileri nedeniyle tarım uygulamalarının çevresel yüklerini azaltması konusunda daha iyi bir performans sergilediğini gözlemlemişlerdir. Bunun yanı sıra; insan sağlığı ve ekosistem kalitesi üzerinde daha yüksek etkiye sahip olan sentetik toprak gübrelerinin yerine, hayvan gübresi uygulamanın daha çevre dostu bir uygulama olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, organik tarımda çok önemli olan toprak organik karbonunu ve toprak organik maddesini artırmak için hayvan gübresi gibi organik gübreler tercih edilen kaynaklar olduğunu; bu nedenle, gübre uygulamasının toprak verimliliği ve toprağın organik karbon içeriği üzerindeki etkisinin eklenmesi, farklı gübre senaryolarını karşılaştırmak için daha eksiksiz bir resim sağladığı vurgulamışlardır.

Nemeczek vd. (2011) [24], organik tarımın çevresel yükleri azaltıp azaltmadığı teorisini test etmek için İsviçre organik ve entegre tarla bitkileri ve yem üretim sistemlerini YDA yöntemiyle karşılaştırmıştır. Entegre tarıma kıyasla genel bir organik tarım değerlendirmesi yapıldığında, organik tarımın genel olarak çevresel açıdan daha üstün veya eşit olduğu sonucuna varılmıştır. İsviçre organik tarım sistemleri için belirlenen ana

dezavantajlar; daha düşük verim ve nispeten yüksek nutrient kayıplarıdır. Düşük verimlerin bir sonucu olarak da bazı üretim faktörleri daha az verimli kullanılmakta olduğu; bu durumun da organik tarımın avantajlarını kısmen geçersiz kıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca farklı gübre yönetiminin verime kıyasla nispeten daha yüksek besin kayıplarına yol açtığı kaydedilmiştir. Bu iki noktanın organik tarım sistemlerinin çevresel optimizasyonu için ana öncelikler olduğu görülmüştür. Bunlara ek olarak; farklı form ve miktarlarda gübre uygulanması durumunda, organik tarımda mineral gübre kullanılmadığından aynı gübre seviyesinde konvansiyonel gübreye göre daha az enerji ürettiği gözlemlenmiştir.

Bartzas ve Komnitsas (2017) [25], Aegina adasında (Yunanistan) fıstık üretiminin çevresel etkisini ve enerji kullanımı ayak izini, çevresel etkileri en aza indirmek ve çevresel performansı artırmak için farklı gübre kullanımlarını ve atıkları değerlendirmek için bir YDA yaklaşımı uygulamıştır. 1 ton kuru fıstık üretimi sırasında en yüksek etkiye neden olan yetiştirme faaliyetlerini belirlemek ve çiftlik ölçeğinde daha çevre dostu yönetim uygulamalarını keşfetmek için beş çevresel etki kategorisi (Asidifikasyon Potansiyeli, Ötrofikasyon Potansiyeli, Küresel Isınma Potansiyeli, Ozon Tüketim Potansiyeli, Fotokimyasal Ozon Oluşturma Potansiyeli) ve enerji kullanımına (Kümülatif Enerji İhtiyacı) ilişkin bir göstergiyi değerlendirmişlerdir. Gübreleme, sulama ve ürün yetiştirme işlemlerinin en etkili aşamalar olduğunu tespit etmişlerdir. Değerlendirme seçenekleri de dahil olmak üzere iki yeni senaryoyu inceleyerek en yüksek çevresel etkiye ve enerji tüketimine sahip süreçleri belirlemeyi hedeflemişlerdir. Belirledikleri etki kategorilerinde mevcut durumu iki farklı senaryo ile karşılaştırarak etki analizini analiz etmişler ve bunun sonucunda mevcut duruma göre daha çevreci tarımsal üretim türleri olduklarını göstermişlerdir.

Pishgar-Komleh vd. (2012) [26], İsfahan'da üç farklı büyüklükteki tarım arazisinde 300 çiftçiyle yüz yüze yapılan anket sonucunda patates üretiminde enerji tüketimini ve sera gazı emisyonlarını incelemişlerdir. Tarım arazilerini boyutlarına göre sınıflandırmış olup; tarım arazisi 1 ha'dan küçükse "küçük", 1-5 ha aralığındaysa "orta", 5 ha'dan büyükse "büyük" olarak adlandırmışlardır. Buna göre yaptıkları analizlerin sonucunda; patates üretiminin ortalama toplam enerji girdisi ve çıktısı sırasıyla 47 ve 79,3 GJ/ha; patates üretiminde en çok enerji tüketen girdiler olarak bulunan kimyasal gübre, tohum ve dizel yakıt için toplam enerji girdileri sırasıyla 23,18, 11,47 ve 5,64 GJ/ha olarak

hesaplanmıştır. Küçük çiftlikler kategorisinin daha fazla enerji tükettiği sonucuna varılmıştır. Çalışma alanında enerji kullanımının iyileştirilmesi için mazot, mineral gübre ve tohum girdisinin azaltılması gerektiğini, dolaylı enerji girdisinde en yüksek paya sahip kimyasal gübrenin (%49) toprağa ihtiyaç duyduğu kadar verilmesi için toprak analizi yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Romero-Gómez vd. (2012) [27], YDA eğitimi ve YDA'nın doğal kaynakları en aza indirmek için uygulama üretim tekniklerini kullanarak İspanya'nın Granada ilinin iç kesimlerinde 2008 ve 2009 yılları arasında ilkbahar sonbahar mahsul döngüsü boyunca yeşil fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) çevresel etkilerini ve uygulamalarını araştırmışlardır. Analiz edilen yeşil fasulye yetiştirme sistemleri; sera, buğulama sistemi ve kontrol (açık arazi) olarak belirlenmiştir. Yapılan deney koşulları altında, 2009 yılındaki tüm işlemlerin; üretimi keskin bir şekilde düşüren iklim koşulları nedeniyle 2008 yılında yapılan üretimden daha büyük bir etki yaptığı kaydedilmiştir. Bu çalışmada uygulanan YDA yaklaşımının, farklı işlemlerin çevresel etkilerini gerekçelendirmek için minimum verime ulaşmanın önemini gösterdiği belirtilmiştir.

Liu vd. (2010) [28] Çin'deki farklı armut üretim zincirlerinin üretiminden kaynaklanan fosil yakıt kullanımı ve sera gazı emisyonları açısından çevresel sonuçları değerlendirmek için YDA yaklaşımı kullanmışlardır ve YDA sonuçları, sera gazı emisyonlarına en çok katkıda bulunan süreçleri göstermiştir. Bu sonuçlara göre; sera gazı emisyonları ve fosil enerji kullanımı çevresel performans organik veya konvansiyonel gibi tarım sistemleriyle ilişkilendirilmediğinden dolayı farklı üretim zincirlerinde farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Ancak, çiftlik topografyası ve dolayısıyla makine kullanımı, ürünlerin mevsimselliği, dolayısıyla depolama ihtiyacı ve gübre yönetimi dahil olmak üzere yerel çiftçilik uygulamaları ile birlikte belirlendiği sonucuna ulaşmışlardır. YDA yaklaşımının çevresel etkileri azaltmak için tarımsal girdilerin seçimlerinde rehberlik edecek bir araç olarak kullanılabileceğini vurgulamışlardır. YDA değerlendirmesinin sonuçları; armut üretim zincirinde geleneksel depolama sistemlerinin yerine, biyogaz üretimi için hayvan gübresi kullanarak verimli bir şekilde kontrol edilen atmosfer depolama sistemlerinin kullanılmasının, konvansiyonel tarımdan organik tarıma dönüşümün ve mekanik yetiştiriciliğin azaltılmasının; enerji kullanımının ve sera gazı emisyonunun azaltılması konusunda birer seçim olabileceğini belirtmişlerdir.

Gunady vd. (2012) [29] Avustralya’da marul (*Lactuca sativa*) , çilek ve düğme mantar (*Agaricus bisporus*) üretiminin her aşamasında sera gazı emisyonlarını hesaplayarak YDA ile değerlendirerek çevresel yüklerin en yüksek olduğu yerleri belirlemişlerdir. Çalışma; tarım öncesi (tarım makineleri ve kimyasal üretimi, hammadde transferi), tarım (tarım makinelerinin kullanımı, kimyasal kullanımı, sulama suyu kullanımı, atık üretimi, enerji ve elektrik tüketimi) ve tarım sonrası (ürünlerin dağıtım merkezine, depoya ve perakende satışa transferi) olmak üzere üç aşamadaki kültürel uygulamaları kapsamaktadır. Sonuçlar, çiftlik aşamasındaki yoğun tarım makineleri operasyonları nedeniyle çilek ve marulların yaşam döngüsü sera emisyonlarının mantarlardan daha yüksek olduğunu göstermiştir. Ancak mantarların, turba, yumurtlama ve kompostun taşınması nedeniyle çiftlik öncesi aşamada önemli ölçüde daha yüksek sera emisyonlarına sahip olduğu belirtilmiştir.

Zarei vd. (2019) [30] İran'da açık arazi ve seralarda yetiştirilen salatalık ve domateslerin çevresel etkilerini YDA yöntemi ile incelemişlerdir. Birincil veriler İran’ın Fars şehrindeki 47 sera ve 211 açık tarım arazisi olan çiftçilerden elde edilmiştir. Fonksiyonel birim olarak üretilen 1 ton ürünün etki potansiyelleri incelendiğinde; serada üretilen salatalığın daha yüksek verim ve daha az toplam enerji girdisi nedeniyle açık arazide yetiştirilen salatalık üretiminden daha düşük çevresel etkilere sahip olduğunu belirtmişlerdir. Fakat domates üretiminde bu durumun tam tersi sonuca ulaşmışlardır; serada yapılan domates üretiminin, temelde seralarda ısıtma sistemlerinde kullanılan doğal gaz ve mazot ihtiyacı nedeniyle açık arazide üretilen domatese göre daha fazla çevresel etkiye sahip olduğu görülmüştür. İki ürünün hektar başına yapılan üretim açısından karşılaştırılması durumunda, serada yapılan salatalık üretiminin tüm etki kategorilerinde serada üretilen domatesten daha çevre dostu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak; çalışmada ürünün çevreye olan etkisinin düşük olmasının ürünün yetiştirilmesi gerektiği anlamına gelmediğini, yüksek çevresel etkileri azaltmak için çalışmalar yapılması sonucunu elde etmişlerdir.

Enerjinin verimli kullanılması ve ötrofikasyon, asidifikasyon, toksisite, doğal kaynakların tüketimi gibi çevre sorunlarının en aza indirilmesi sürdürülebilir tarımda önemli hedeflerdir. Bu çalışmanın amacı, Palas Ovası’nda farklı tarım uygulamalarıyla yapılan sebze üretiminin çevresel etkilerini incelemek ve çözüm önerileri sunmaktır. Bu nedenle daha çevre dostu olduğu düşünülen organik tarım, konvansiyonel tarımla kıyaslanmış,

bunun yanı sıra sebze üretim sürecinde çevresel yükün en fazla olduğu noktalar belirlenmiştir. Farklı senaryolar üretilerek tarımın sürdürülebilirliğinin sağlanması için çözüm önerileri sunulmuştur.



2. BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

Palas Ovası'nda yapılan farklı tarım uygulamalarının çevresel etkilerini araştırmak için bölgede tarımsal üretim yapan altı farklı üretici belirlenmiştir. Bu üreticilerin tamamı karışık sebze üretimi yapmakta olup üç üretici organik tarım, üç üretici konvansiyonel tarım yöntemleri uygulamaktadır.

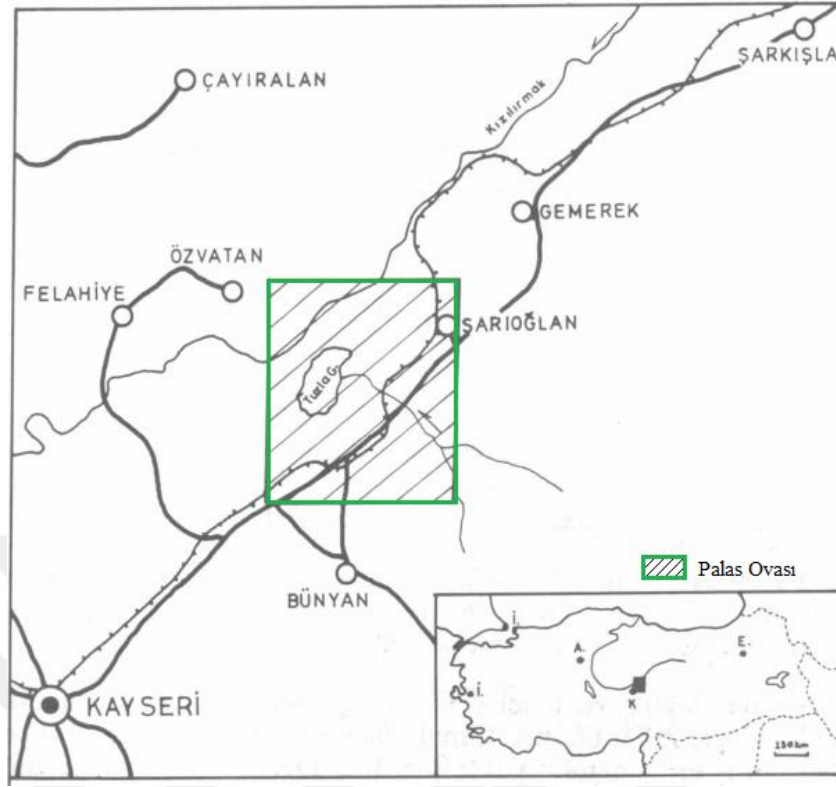
Bölgedeki üreticilerin hiçbirinin kazancı sadece sebze üretimi üzerinden değildir. Hayvancılık, buğday üretimi, bağcılık gibi farklı üretim sistemlerini uygulamaktadırlar. Sebze daha çok yerel pazara yönelik üretilmektedir. Üreticiler toplam tarım alanlarının bir kısmını sebze üretimi için ayırmakta, bu alanı kendi içinde parsellere bölerek her yıl ürettikleri bitkilerin yerlerini aynı alan içerisinde yıldan yıla değiştirmektedirler. Domates, biber, patlıcan, fasulyeden karpuz, ayçiçeğine kadar geniş bir yelpazede ürünleri bulunmaktadır. Yıldan yıla bu ürünleri değiştirebilmekte, bazı ürünleri üretmekten vazgeçip, yeni ürünler sisteme ekleyebilmektedirler. Sebze için ayırdıkları alanlarda benzer ihtiyaçları olan ürünlere yapılacak işlemleri aynı zamanlara getirecek şekilde planlama yapmakta, sürme, sulama, gübreleme gibi ihtiyaçları olan ürünlere işlemleri ortak yapmaktadırlar. Bu hali ile bölgedeki üreticiler büyük alanlarda tek tip (monokültür) tarım yapan çiftçilerden ayrılmaktadır. Bu sebeple de bu çalışmada tek bir ürüne odaklanılmamış, sebze üretim alanı içerisinde birim alana (ha) uygulanan tüm işlemler ortak değerlendirilmiştir. Ancak farklı uygulama yapılan ürünler de göz önüne alınarak ürün bazında değerlendirmeye de gidilmiştir.

Üreticilerin uyguladıkları tarım yöntemlerini her açıdan değerlendirebilmek için her biriyle yüz-yüze görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Tarımsal üretim süreci boyunca meydana gelen değişiklikleri ve ilerlemeleri kaydedebilmek için de anket çalışmalarına ilaveten üreticilerin her biriyle sıklıkla telefon görüşmeleri yapılmış, ayrıca arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

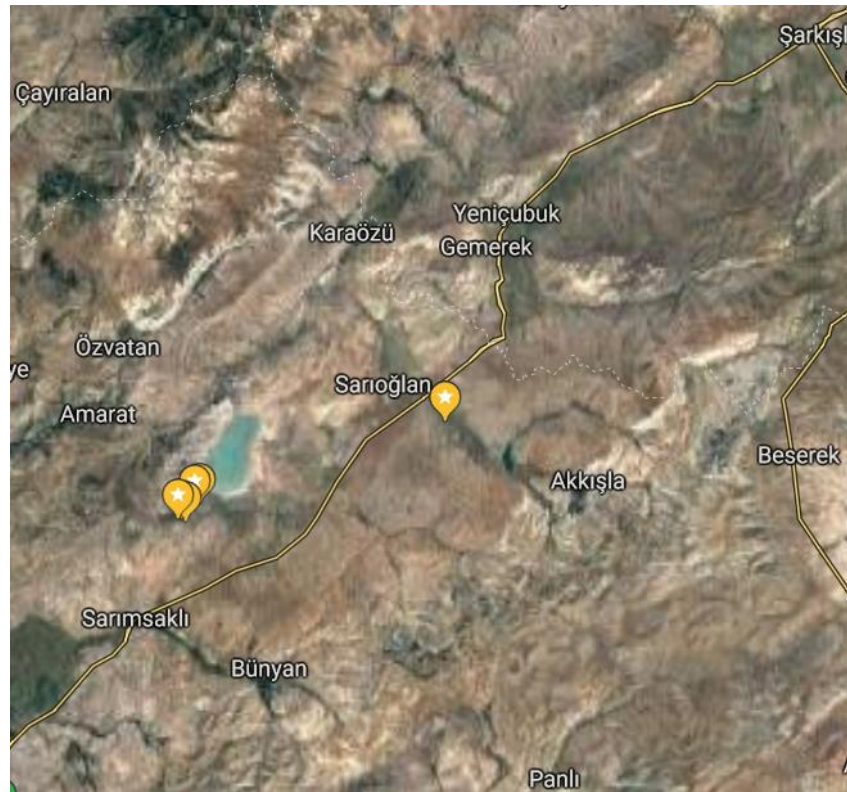
2.1. Çalışma Alanı

Palas Ovası, çöküntü ovası karakterinde olup İç Anadolu Bölgesi'nde Kayseri ili sınırlarında bulunmakta olan kapalı bir havzadır. Yaklaşık 106 km² alana sahiptir. Ortalama deniz seviyesinden yükseltisi 1135 metredir [31]. Bölgeye karasal iklim hakim olmakla birlikte, 1931-2019 yılları arasında yıllık en yüksek sıcaklık değeri 40,7°C, en düşük sıcaklık değeri -32,5°C, ortalama sıcaklık ise 10,6°C'dir. Aylık toplam yağış miktarı ortalaması 8,8-51,6 mm aralığında değişirken yıllık ortalama toplam yağış miktarı 389,2 mm'dir [32]. Toprak yapısı değişkenlik gösterse de genel olarak kumlu tınlı bir yapıya sahiptir.

Şekil 2.1 (a)'da Palas Ovası'nın coğrafi konumu, Şekil 2.1 (b)'de üreticilerin tarım arazileri harita üzerinde gösterilmektedir.



Şekil 2.1 (a). Palas Ovası'nın Coğrafi Konumu [31]



Şekil 2.1 (b). Üreticilerin tarım arazilerinin harita üzerindeki konumu

Ovada, Kayseri'nin 40 km kuzeydoğusunda bulunan ve yaklaşık 30 km²'lik bir alana sahip olan Tuzla Gölü bulunmaktadır. Tuzla Gölü, sığ bir göl olduğu için, kışın meydana gelen yağışlarla birlikte genişleyip yaz aylarında artan sıcaklık ve buharlaşma ile daralmaktadır. Göl seviyesinde yıllar içinde düşüşler olduğu görülmüş olup 1975 yılından beri gölün küçüldüğü tespit edilmiştir. Gölün su seviyesinin azalmasının başlıca sebepleri küresel ısınmadan kaynaklı olarak sıcaklık ve buharlaşmanın artması ve tarımsal sulamalarda yeraltı suyunun aşırı tüketilmesi bulunmaktadır [5]. Tuzla Gölü'nde yaz aylarında suyun çekilmesiyle göl kenarında tuz tabakasının oluşumu gözlemlenebilmektedir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Tuzla Gölü

2.2. Anket Çalışması

Çalışma kapsamında yer alan üreticiler; organik sertifikalı üreticiler ve geleneksel tarım yöntemlerini uygulayan konvansiyonel üreticiler arasından seçilmiştir. Organik üreticiler, Kayseri Tarım ve Orman İl Müdürlüğü ile yapılan görüşmeler sonucunda Palas Ovası'nda tarım yapan üreticiler arasından belirlenirken, konvansiyonel üreticilerin de aynı bölgede tarım yapan üreticiler olmasına dikkat edilmiştir. Seçilen üreticiler, uyguladıkları tarım yöntemine göre kodlanmış olup konvansiyonel üreticiler K1, K2, K3 organik üreticiler de O1, O2, O3 üreticileridir. Aşağıda üreticilerin her biri hakkında bilgiler verilmektedir.

2.2.1. Anket Yapılan Üreticiler

2.2.1.1. Konvansiyonel Üreticiler

Konvansiyonel ya da geleneksel tarım, Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik'e göre; organik sertifikası olmayan diğer tüm tarım yöntemlerini ifade etmekte olup, genellikle kimyasal gübre ve tarım ilaçlarının kullanıldığı tarım yöntemi anlamına gelmektedir. Bölgeden seçilen konvansiyonel üreticilerin tamamı aileden çiftçi olduklarını belirtmişlerdir. Atadan kalan toprakları işleyerek üretim yapan küçük üreticilerdir. Bölgede, konvansiyonel üretici olmasına rağmen organik tarım yöntemlerini uygulayan üreticiler de bulunmaktadır. Bunlar, kimyasal gübre ya da tarım ilacı kullanmayıp sadece Tarım ve Orman İl Müdürlüğü tarafından onaylı, organik tarım için uygun olan tarım ilaçları kullanmaktadır. Ancak organik sertifikaları olmadığı için konvansiyonel üretici olarak sınıflandırılmaktadır. Aşağıda bölgede tarım yapan üreticiler arasından seçilen konvansiyonel tarım üreticileri hakkında detaylı bilgiler verilmektedir.

K1 Üreticisi

Konvansiyonel tarım yöntemleri uygulayan K1 üreticisi; ailesinden kendisine kalmış olan tarım alanında üreticiliği devam ettirmektedir. Tüm hayatı boyunca tarımda üreticilik yapmıştır. Tarım ile ilgili bir eğitimi bulunmamasına rağmen seminerlere katılmaktadır. Tarım dışında büyükbaş hayvancılık ve süt inekçiliği yapmaktadır. Sebze üretimi için ayırdığı alanda; domates, biber, patlıcan, salatalık, yeşil fasulye, kavun ve karpuzu karışık olarak ve münavebe usulü ile 0,562 hektarlık tarım alanında yetiştirmektedir. Sebze dışında ektiği ürünler farklı tarım arazilerindedir. Ürünlerinin tohum veya fide ekimi toplamda 3 gün sürmekte olup, mayıs ayı içerisinde birkaç gün aralıkla gerçekleştirmektedir. Yetiştirdiği ürünlerden domates, biber, patlıcan, salatalık ve yeşil fasulyeye mineral gübre uygulamaktadır. Çapalama tüm ürünler için eşittir. Tüm ürünleri için damlama sulama sistemi kullanmakta olup, hepsi aynı zamanlarda sulanırken, su ihtiyacı diğer ürünlerden çok daha az olan kavun farklı zamanda sulanmaktadır.

K2 Üreticisi

Konvansiyonel tarım yöntemleri uygulayan K2 üreticisi ailesinden kendisine kalmış olan tarım alanında 5-6 yıldır aktif olarak üretim yapmaktadır. Tarım ile ilgili bir eğitimi yoktur. Tarım dışında büyükbaş hayvancılıkla uğraşmaktadır. Sebze üretimi için ayırdığı

0,306 hektarlık alanda; domates, biber, salatalık, yeşil fasulye, kavun ve karpuzu karışık olarak ve münavebe usulü ile yetiştirmektedir. Sebze dışında ektiği ürünler farklı tarım arazilerindedir. Ürünlerinin tohum veya fide ekimi toplamda 3 gün sürmekte olup, mayıs ayı içerisinde birkaç gün aralıkla gerçekleştirmektedir. Domates ve biber fidelerini ekerken mineral gübre kullanmaktadır. Çapalama tüm ürünler için eşittir. Tüm ürünleri için damlama sulama sistemi kullanmakta olup, hepsi aynı zamanlarda sulanırken, su ihtiyacı diğer ürünlerden çok daha az olan kavun farklı zamanda sulanmaktadır. Tohum veya fidelerin ekimi yapıldıktan sonra ilk 4 hafta haftada 1, sonraki haftalarda ise haftada 2 kez sulama yapmaktadır.

K3 Üreticisi

Konvansiyonel tarım yöntemleri uygulayan K3 üreticisi ailesinden kendisine kalmış olan tarım alanında üretim yapmaktadır ve tüm hayatı boyunca tarımda üreticilik yapmıştır. Tarımla ilgili bir eğitimi olmamakla beraber seminerlere katılmaktadır. Tarım dışında süt inekçiliği yapmaktadır. Sebze üretimi için ayırdığı 0,339 hektarlık alanda; domates, biber, patlıcan, salatalık, yeşil fasulye, patates, kavun ve karpuzu karışık olarak ve münavebe usulü ile yetiştirmektedir. Sebze dışında ektiği ürünler farklı tarım arazilerindedir. Ürünlerinin tohum veya fide ekimi toplamda 3 gün sürmekte olup, mayıs ayı içerisinde birkaç gün aralıkla gerçekleştirmektedir. Bu üretici hiç mineral gübre kullanmamaktadır. Ancak, fide ekimi sırasında domates, biber, patlıcan, salatalık ve yeşil fasulye için fide başına 1 kg yanmış hayvan gübresi kullanmaktadır. Çapalama tüm ürünler için eşittir. Üretici hem salma hem de damlama sulama sistemi uygulamaktadır. Tohum veya fide ekiminden sonra 4 hafta boyunca salma sulama ile günde 12 saat sulama yaparken, ilerleyen haftalarda damlama sulama sistemini kullanıp günlük sulama süresini 6 saate düşürmektedir. Su ihtiyacı az olan kavun ayrı sulanırken, diğer tüm ürünler aynı anda sulanmaktadır.

2.2.1.2. Organik Üreticiler

Organik üreticiler, Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik kapsamında TOB tarafından organik tarımda yetki verilen Kontrol ve Sertifikasyon kuruluşlarıyla yapılan sözleşmeye dayalı olarak verilen organik tarım sertifikasını almış üreticileri ifade etmektedir. Aşağıda bölgede tarım yapan üreticiler arasından seçilen organik tarım üreticileri hakkında detaylı bilgiler verilmektedir.

01 Üreticisi

Organik sertifikalı üreticilerden olan O1 üreticisi ailesinden kendisine kalmış olan tarım alanında 40 yılı aşkın süredir üretim yapmaktadır. 8 senedir organik tarım yapmaktadır. Tarımla ilgili bir eğitimi olmamakla beraber seminerlere katılmaktadır. Tarım dışında büyükbaş hayvancılıkla uğraşmaktadır. Sebze üretimi için ayırdığı 1,036 hektarlık alanda; domates, biber, patlıcan, salatalık, yeşil fasulye, kavun, karpuz, ayçiçeği, kabak, soğan ve beyaz fasulyeyi karışık olarak ve münavebe usulü ile yetiştirmektedir. Sebze dışında ektiği ürünler farklı tarım arazilerindedir. Ürünlerinin tohum veya fide ekimi toplamda 3 gün sürmekte olup, mayıs ayı içerisinde birkaç gün aralıkla gerçekleştirmektedir. Fide ekimi sırasında; domates, biber, patlıcan, salatalık ve kabak için fide başına 0,1 kg yanmış hayvan gübresi uygulamaktadır. Ayrıca domatese mineral gübre uygulamaktadır. Çapalama tüm ürünlere aynı zamanda yapılmaktadır. Domates, biber, patlıcan, salatalık, yeşil fasulye ve kabak aynı zamanda damlama sulama sistemiyle sulanmaktadır. Ayçiçeği ve soğan, diğer ürünlere kıyasla daha az su ihtiyacı olduğundan farklı zamanlarda yine damlama sulama sistemiyle sulanmaktadır. Kavun, karpuz ve beyaz fasulye ise yağmurlama sulama sistemi kullanılarak sulanmaktadır. Yaz sıcaklıklarının çok arttığı zamanlarda günde 20 saat, diğer zamanlarda 6 saat sulama yapılmaktadır.

02 Üreticisi

Organik sertifikalı üreticilerden olan O2 üreticisi ailesinden kendisine kalmış olan tarım alanında tüm hayatı boyunca tarımda üreticilik yapmıştır. 6 senedir organik tarım yapmaktadır. Tarımla ilgili bir eğitimi olmamakla beraber seminerlere katılmaktadır. Tarım dışında süt inekçiliği yapmaktadır. Sebze üretimi için ayırdığı 1,046 hektarlık alanda; domates, biber, salatalık, mısır, kavun, karpuz ve ayçiçeğini karışık olarak ve münavebe usulü ile yetiştirmektedir. Sebze dışında ektiği ürünler farklı tarım arazilerindedir. Ürünlerinin tohum veya fide ekimi toplamda 3 gün sürmekte olup, mayıs ayı içerisinde birkaç gün aralıkla gerçekleştirmektedir. Fide ekimi sırasında; domates, biber ve salatalık için fide başına 0,1 kg yanmış hayvan gübresi uygulamaktadır. Çapalama işlemi tüm ürünlere aynı zamanda yapılmaktadır. Domates, biber, salatalık, mısır ve karpuz aynı zamanda damlama sulama sistemiyle sulanırken, kavun daha az su ihtiyacı olduğu için farklı bir zamanda ayrıca sulanmaktadır. O2 üreticisi diğer üreticilerden farklı olarak, sulamada yeraltı suyuna ek olarak yüzey suyu da

kullanmaktadır. Bulunduğu bölgede baraj gölünün olması yüzey suyu kullanımına imkân sağladığı için, diğer üreticilerin kullandığından daha az güçlü bir pompayla sulama işlemini gerçekleştirebilmektedir. Tüm ürünlere sulama kanalıyla mineral gübre uygulamaktadır.

03 Üreticisi

Organik sertifikalı üreticilerden olan O3 üreticisi ailesinden kendisine kalmış olan tarım alanında tüm hayatı boyunca tarımda üreticilik yapmıştır. 8 senedir organik tarım yapmaktadır. Tarımla ilgili bir eğitimi olmamakla beraber seminerlere katılmaktadır. Tarım dışında servis şoförlüğü yapmaktadır. Sebze üretimi için ayırdığı 0,584 hektarlık alanda; domates, biber, patlıcan, salatalık, yeşil fasulye, mısır, kavun, karpuz ve beyaz fasulyeyi karışık olarak ve münavebe usulü ile yetiştirmektedir. Sebze dışında ektiği ürünler farklı tarım arazilerindedir. Ürünlerinin tohum veya fide ekimi toplamda 3 gün sürmekte olup, mayıs ayı içerisinde birkaç gün aralıkla gerçekleştirmektedir. Fide ekimi sırasında sadece domates için fide başına 0,5 kg yanmış hayvan gübresi uygulamaktadır. Çapalama işlemini tüm ürünlere aynı zamanda yapmaktadır. Domates, biber, salatalık, yeşil fasulye, patlıcan ve mısır aynı zamanda damlama sulama sistemiyle sulanmaktadır. İlk 4 hafta boyunca haftada 3 kez sulanırken ilerleyen zamanlarda haftada 2 kez sulanmaktadır. Kavun, karpuz ve beyaz fasulye yağmurlama sulama ile sulanmaktadır. Tüm ürünlere sulama kanalıyla mineral gübre uygulamaktadır.

Üreticiler Tarafından Yetiştirilen Ürünler

Çalışma alanında belirlenen üreticiler; domates, biber, salatalık, kavun ve karpuzu ortak olarak yetiştirirken; patlıcan, yeşil fasulye, kabak, beyaz fasulye, mısır ayçiçeği, patates ve soğan üreticiden üreticiye değişkenlik göstermektedir. Yetiştirilen bütün bu sebzeler yaz sebzesi sınıfındadır. Çalışma alanı, İç Anadolu bölgesinde bulunduğundan, yaz kuraklığı sulamayı zorunlu hale getirmektedir. Yetiştirilen bütün sebzeler üreticiler tarafından damlama sulama sistemleri kullanılarak sulanmaktadır. Ancak bazı durumlarda yağmurlama ve salma sulama da yapılmaktadır. Aşağıda her bir ürünün hakkında bilgi verilmektedir.

Domates

Domates (*Lycopersicon esculentum*), dünyada en çok üretilen ve tüketilen ürünler arasındadır. Domates, 90-150 günlük büyüme dönemiyle hızla büyüyen bir üründür. Büyüme için optimum ortalama günlük sıcaklık 18 ila 25°C'dir ve gece sıcaklıkları 10-20°C arasındadır [33]. Karasal iklime sahip olan Palas Ovası'nda; genellikle mayıs ayının ilk haftasında fide ekimi yapılmaktadır. Temmuz aylarının sonunda hasat edilmeye hazır hale gelmektedir. Su ihtiyacı, bölgenin ortalama yağış miktarının altında kaldığı için sulama gerektirmektedir.

Biber

Biberin (*Capsicum annum* L.) tropikal Amerika kökenlidir. Biber, gündüzleri 18-27°C ve geceleri 15-18°C arasında mevsim sıcaklıklarının olduğu iklimlerde yetiştirilmektedir. Daha düşük gece sıcaklıkları, daha fazla dallanma ve daha fazla çiçekle sonuçlanır; daha yüksek gece sıcaklıkları erken çiçeklenmeye neden olur ve bu etki ışık yoğunluğu arttıkça daha belirgindir [33]. Tıpkı domates gibi, mayıs ayının ilk haftasında fide ekimi yapıp temmuz ayının sonunda hasada hazır hale gelmektedir. Su ihtiyacı, bölgenin ortalama yağış miktarının altında kaldığı için sulama gerektirmektedir.

Patlıcan

Patlıcan (*Solanum melongena*), dünyada en çok üretilen sebzeler arasında bulunmaktadır. Patlıcan için en uygun koşullar, gündüz sıcaklığının 26-32°C arasında ve gece sıcaklıklarının 21°C civarında olduğu bölgelerdir. Ayrıca patlıcan güneşi seven bir bitkidir ve tam gün ışığı alan bir alana konumlandırılmalıdır [33]. Domates ve biberde olduğu gibi fide ekimi mayıs ayının ilk haftasında yapıp temmuz ayında hasada hazır hale gelmektedir. Su ihtiyacı, bölgenin ortalama yağış miktarının altında kaldığı için sulama gerektirmektedir.

Salatalık

Salatalık (*Cucumis sativus*), yetiştirilen en eski sebze mahsullerinden biridir ve neredeyse tüm sıcaklık bölgeleri ülkelerinde yetiştirilmektedir. Salatalığın çimlenmesi için gereken sıcaklıklar 15-35°C arasında değişmektedir. [34]. Domates, biber ve patlıcanda olduğu gibi fide ekimi mayıs ayının ilk haftasında yapıp temmuz ayında hasada hazır hale

gelmektedir. Su ihtiyacı, bölgenin ortalama yağış miktarının altında kaldığı için sulama gerektirmektedir.

Yeşil Fasulye

Yeşil fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), baklagillerden bir bitki olup, kaynağının Orta Amerika ve Güney Amerika bölgeleri olarak bilinmektedir. Gelişme döneminde 20-25°C sıcaklığa ihtiyaç duymaktadır [35]. Fide ekimi mayıs ayının ilk haftasında yapıp temmuz ayında hasada hazır hale gelmektedir. Su ihtiyacı, bölgenin ortalama yağış miktarının altında kaldığı için sulama gerektirmektedir.

Kavun

Kavun (*Cucumis melo*), pek çok kültür çeşidi halinde geliştirilmiş bir *Cucumis* türü olup Afrika'da veya Güneybatı Asya'nın sıcak vadilerinde, özellikle İran ve Hindistan'da ortaya çıktığı bilinmektedir. Kavunun ideal yetiştirilme sıcaklığı 20-30°C arasındadır. [36]. Kavun, büyüme döneminde suya ihtiyaç duymakla beraber, meyvesi oluştuktan sonra genellikle sulanmamaktadır. Kavun yetiştiren üreticilerin tarım arazilerinde en az suladıkları üründür. Mayıs ayının ilk haftasında tohum ekimi tamamlanmış olup ağustos ayının sonlarına doğru hasada hazır hale gelmektedir. Kavun tohumları ekildikten sonra üreticilerden hiçbirisi gübre kullanmamaktadır.

Karpuz

Karpuz (*Citrullus vulgaris*), ekvatorun güneyindeki tropikal ve subtropikal Afrika'daki kurak alanlara özgüdür. Yeraltı suyu mevcut olduğunda mahsul çöl ikliminde hayatta kalabilmektedir. Bu nedenle sulama ihtiyacı azdır. Üreticiler arasında sulanma miktarı farklılık gösterse de diğer ürünlere kıyasla az sulandığını söylemek mümkündür. Karpuz, günlük ortalama sıcaklıkları 22-30°C olan sıcak ve kuru bir iklimi tercih etmektedir. Büyüme için maksimum ve minimum sıcaklıklar sırasıyla yaklaşık 35 ve 18°C'dir [33]. Mayıs ayının ilk haftasında tohum ekimi tamamlanmış olup ağustos ayının sonlarına doğru hasada hazır hale gelmektedir. Karpuz tohumları ekildikten sonra üreticilerden hiçbirisi gübre kullanmamaktadır.

Kabak

Kabak ya da balkabağı (*Cucurbita moschata*) kökeni Orta Amerika olarak tahmin edilen sıcak iklim seven bir bitkidir. Kabak, gelişme döneminde bol güneşe ihtiyaç duymaktadır.

İyi bir verim elde etmek için gereken optimum sıcaklık 18-25°C'dir [33]. Kabak, fide olarak mayısın ilk haftasında ekilip ağustos ayında hasat edilmektedir.

Beyaz Fasulye

Beyaz fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), yeşil fasulye gibi bir fasulye türüdür. Tıpkı yeşil fasulye gibi gelişme döneminde 20-25°C sıcaklığa ihtiyaç duymaktadır [35]. Mayıs ayının ilk haftasında tohum ekimi tamamlanmış olup ağustos ayının sonlarına doğru hasada hazır hale gelmektedir. Hasadı elle veya makineyle yapılmaktadır. Beyaz fasulye diğer ürünlerden farklı olarak yağmurlama sulama ile sulanmaktadır.

Mısır

Mısır (*Zea mays*), Orta Amerika'nın And bölgesinden gelmektedir. Mahsul, ortalama günlük sıcaklıkların 15°C'nin üzerinde olduğu ve donun olmadığı dönemde ılıman iklimden tropik iklimlere kadar değişen iklimlerde yetiştirilmektedir. Büyüme mevsimi boyunca ortalama günlük sıcaklıklar 20°C'den yüksek olduğunda, erken tahıl çeşitlerinin olgunlaşması 80-110 gün ve orta boy çeşitlerin 110-140 gün sürmektedir [33]. Üreticiler, silajlık mısır da yetiştirmekte olup farklı tarım arazilerinde farklı yöntemler kullandıkları için çalışma kapsamında değildir. Sadece tüketim amacıyla yetiştirdikleri mısır üretimi dikkate alınmıştır. Tohum ekimi mayıs ayının ilk haftalarında tamamlanan ürünler, ağustos ayının sonunda hasada hazır hale gelmektedir. Su ihtiyacı, bölgenin ortalama yağış miktarının altında kaldığı için sulama gerektirmektedir.

Ayçiçeği

Ayçiçeği (*Helianthus annuus*), Orta ve Kuzey Amerika'dan gelmektedir. Son zamanlarda bir yağ mahsulü olarak önemi artmıştır ve şu anda soya fasulyesinden sonra en önemli ikinci yağ mahsulüdür. Sulamada kuraktan ılımana kadar değişen iklimlerde yağmurla beslenen koşullarda büyür, ancak dona karşı hassastır. İyi bir büyüme için ortalama günlük sıcaklıklar 18-25°C arasındadır [33]. Ayçiçeği, tohum olarak mayıs ayının ilk haftasında ekilip ağustos ayında hasada hazır hale gelmektedir. Su ihtiyacı, bölgenin ortalama yağış miktarının altında kaldığı için sulama gerektirmektedir.

Patates

Patates (*Solanum tuberosum*), And Dağları'nda yüksek rakımlı tropikal bölgelerden gelmektedir. Ürün dünya çapında yetiştirilir, ancak ılıman iklimlerde özellikle önemlidir.

Verimler sıcaklıktan etkilenir ve optimum ortalama günlük sıcaklıklar 18-20°C'dir. Genel olarak yumru köklerinin başlaması için 15°C'nin altında bir gece sıcaklığı gereklidir. Normal yumru büyümesi için optimum toprak sıcaklığı 15-18°C'dir. Patates çeşitleri erken (90-120 gün), orta (120-150 gün) ve geç çeşitler (150-180 gün) olarak gruplandırılabilir [33]. Patates yetiştiren üreticiler, mayıs ayının ilk haftasında tohum olarak ekmiş, ağustos ayında hasat etmişlerdir. Su ihtiyacı, bölgenin ortalama yağış miktarının altında kaldığı için sulama gerektirmektedir.

Soğan

Soğan (*Allium cepa*), Yakın Doğu'dan geldiği düşünülen, ılıman iklimden tropikal iklimlere kadar çok çeşitli iklimlerde yetiştirilebilen bir üründür. Optimum ortalama günlük sıcaklık 15-20°C arasında değişmektedir. Özellikle gün uzunluğu gereksinimleri ile ilgili olarak doğru mahsul çeşidi seçimi çok önemlidir; örneğin, kısa günleri olan tropik bölgelerde uzun gün ılıman bir çeşitlilik, soğanı oluşturmada sadece vejetatif büyüme sağlayacaktır. Yetiştirme döneminin uzunluğu iklime göre değişir, ancak genellikle ekimden hasada kadar 130-175 gün gerekmektedir [33]. Soğan, tohum olarak mayıs ayının ilk haftasında ekilip ağustos ayında hasada hazır hale gelmektedir. Su ihtiyacı, bölgenin ortalama yağış miktarının altında kaldığı için sulama gerektirmektedir.

Anket İçeriği

Çalışma alanında sebze tarımı yapan üreticilerle 2018-2019 dönemi için yapılan anket içeriği Tablo 2.1'de gösterilmekte olup anket örneği Ek-1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Üreticilerle yapılan anket içeriği

Anket ana konuları	Alt başlık soruları
İşletmeci ile ilgili bilgiler	İşletmeci hakkında genel bilgiler (yaş, kaç yıldır üretim yapıldığı, eğitim durumu, hangi tarım yönteminin uygulandığı vs.)
Genel bilgiler	Arazi büyüklüğü, yetiştirilen ürün çeşitleri, işçi çalıştırılıp çalıştırılmadığı, uygulanan kültürel işlemler
Gübre kullanımı	Düzenli gübreleme yapılıp yapılmadığı, gübre çeşidi, miktarı, uygulama zamanı
Su kullanımı	Sulama yapılıp yapılmadığı, nasıl yapıldığı (motor, pompa veya yakıt kullanımı)
İlaçlama	Hangi zararlı ve hastalıkların bulunduğu, böcek ve hastalıklara karşı ilaçlama yapılıp yapılmadığı, hangi uygulamaların yapıldığı, hangi sıklıklarla yapıldığı (ya da zamanı), kullanılan ekipman, bu konuda karşılaşılan sorunlar
Yabani otlarla mücadele	Yabani otlarla mücadele edilip edilmediği, hangi yöntemin kullanıldığı (sürme, biçme, otlatma, ilaçlama), yapılan işlem, uygulama zamanı, kullanılan ekipman
Enerji/yakıt tüketimi	Kullanılan ekipman (traktör, su motoru, vs.), bu ekipmanların hangi aralıklarla ne kadar kullanıldığı ve tükettikleri yakıt miktarı
Çapalama/bakım	Budama zamanı, ekipman ve yöntem, hangi aralıklarda yapıldığı, kullanılan yakıt miktarı
Ürün hasadı	Ürün hasadının nasıl yapıldığı, ortalama ürün miktarı
Diğer sorular	Üreticilerin karşılaştığı sorunlar, ek bilgiler

Tabloda belirtildiği gibi, üreticilerle yapılan anket soruları; uygulanan tarım yöntemini tüm detaylarıyla anlamaya yöneliktir. Bu çalışmada, tarımın çevresel etkilerini belirlemek ve hesaplayabilmek için YDA metodu kullanılmıştır. YDA yaklaşımı, bütüncül bir bakış açısıyla bir sistemi oluşturan girdilerin temininden bertarafına kadar olan tüm süreci adım adım inceleme imkânı sunup, çevresel etkilerin en yüksek olduğu noktaların belirlenmesini sağlamaktadır. Bu sayede, YDA metodunun tarımsal üretim sistemlerinde çevresel etkilerin azaltılması için çözüm önerilerinin sunulmasında işlevsel bir yöntem olacağı düşünülmektedir.

2.3. YDA Yaklaşımı

YDA, bir ürünü oluşturmak için gereken hammaddenin eldesinden ürünün bertarafına kadar olan tüm süreci kapsar. Bu süreçteki tüm aşamalardan kaynaklanan çevresel etkileri inceler. “Yaşam döngüsü” terimi, ürünün kullanım ömrü boyunca üretim, kullanım ve bakımdan, ürünün imha edilmesi için gereken hammadde edinimi de dahil olmak üzere nihai bertarafına kadar olan büyük faaliyetlere atıfta bulunmaktadır [20]. ISO 14040 standardı YDA’yı; çalışmanın amacı, fonksiyonel birim ve sistem sınırları, etki kategorileri ve yaşam döngüsü envanteri olmak üzere dört aşamada açıklamaktadır. Yaşam döngüsü değerlendirme çerçevesi Şekil 2.3’te verilmiştir [37].



Şekil 2.3. YDA çerçevesi

YDA’nın ilk aşaması, analizin amaç ve kapsamının belirlenmesidir. Bu da analiz edilecek sistemin tanımlanmasını ve sistem sınırlarının çizilmesini kapsar [22]. YDA’nın kapsamı farklı çalışmalar için değişebilir. Hammadde temininden bertaraf aşamasına kadar “beşikten mezara” veya bu çalışmada olduğu gibi “beşikten kapıya” kadar olabilir. Bir ürünün beşikten kapıya (veya çiftlik kapısına) bir yaşam döngüsü, enerji ve malzemeler gibi gereksinimleri, üretim, nakliye, depolama, imha gibi süreçleri ve emisyonlar gibi atıkları içermektedir [28].

Bu çalışmada, Palas Ovası’nda organik ve konvansiyonel sebze üretimi yapan çiftçilerin üretim sürecinde birim alandaki (ha) çevresel etkilerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

Çalışma beşikten kapıya olarak tasarlanmıştır. Çalışma süresi bir yıl olup, üreticilerin 2018-2019 yılı üretimleri göz önüne alınmıştır.

Sistem Sınırlarına Dahil Edilmeyen Unsurlar

Bu çalışmada belirlenen tarımsal üretim sistemleri sınırları içerisinde doğrudan veya dolaylı olarak kalan fakat hesaplanması veri eksikliği, tahmin edilemeyen fiziksel şartlar gibi sebeplerden mümkün olmayan unsurlar aşağıda sıralanmıştır:

- Ekilen tohum veya fidenin gömülü enerjisi,
- Üreticiler tarafından hazırlanan fidelerin üretim sürecinde harcanan insan enerjisi,
- Sulamada kullanılan ekipmanların (lateraller, elektrikli dalgıç pompa) üretimi sırasında tüketilen enerji ve üretim işlemleri sırasında oluşan emisyonlar,
- İlaçlamada kullanılan sırt tulumbasının üretimi sırasında tüketilen enerji ve üretim işlemleri sırasında oluşan emisyonlar,
- Hayvan gübresi üretimi sırasında salınan emisyonlar,
- Yetiştirilen tarım ürünlerinin kullandığı serbest güneş enerjisi,
- İlkbahar gübrelemesi sırasında harcanan insan enerjisi,
- Üreticilerin tarım arazilerine ulaşım amacıyla kullandıkları traktörün harcadığı enerji, tüketilen yakıt miktarı ve bu süreçte oluşan emisyon salınımı.

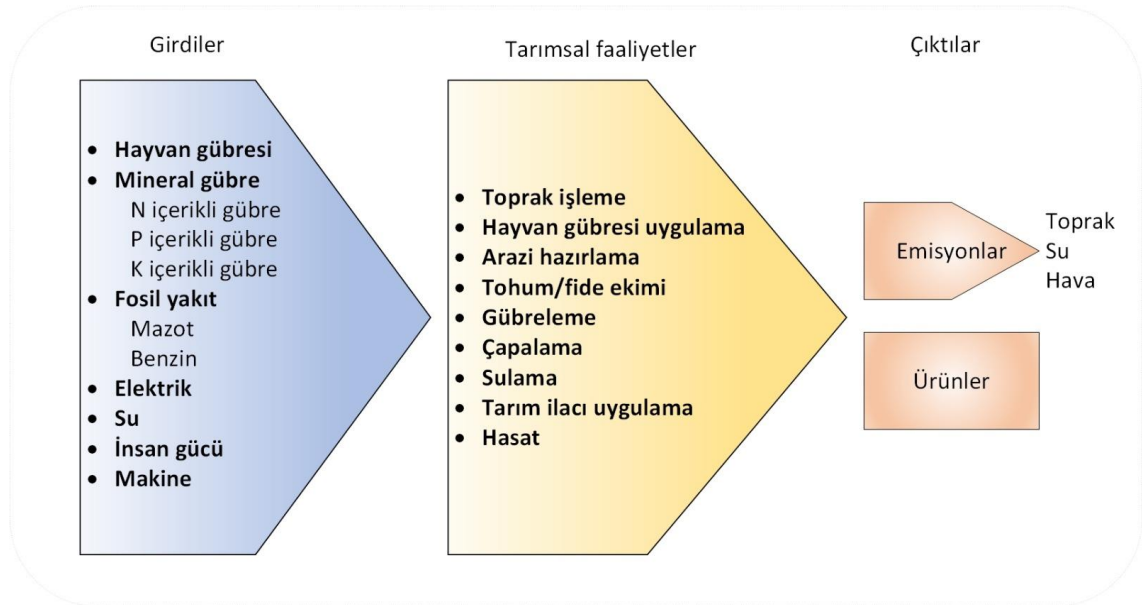
2.3.1. Amaç ve Kapsam Tanımı

Amaç ve kapsam tanımı, yapılacak çalışmada ulaşılmak istenen ana hedefin ve buna bağlı alt hedeflerin belirlenmesini sağlamaktadır. Bu çalışmanın ana hedefi, Kayseri Palas Ovası'nda yapılan tarımsal üretimdeki farklı tarım uygulamalarını; enerji kullanımı ve küresel ısınma, ötrofikasyon, asidifikasyon gibi çevresel etkiler açısından analiz etmektir. Temelde organik ve konvansiyonel olarak iki farklı tarım uygulaması olsa da, üretim sürecindeki uygulamalar değişkenlik gösterebildiği için her bir üreticinin bireysel olarak analiz edilmesine olanak sağlanması amaçlanmıştır. Böylece, tarımsal uygulamalarda en fazla çevresel etkiye sebep olan noktaların belirlenmesi ve tarımın çevresel etkilerinin azaltılması için çözüm önerileri sunulması hedeflenmiştir.

Fonksiyonel birim: ISO standartlarına göre, fonksiyonel birim (FB), YDA yaklaşımında girdi ve çıktılarla ilgili olduğu bir referans birim sağlamaktadır [37]. Analiz için FB, bir yılda hektar başına üretim olarak belirlenmiştir. Buna göre, elde edilen tüm sonuçlar birim alana bölünmüştür. Ancak ürünler arası farklı uygulamaların olması Küresel Isınma, Ötrofikasyon ve Asidifikasyon Potansiyeli açısından ürünlerde değişkenlik gösterdiği için hektar başına üretime ek olarak, üretilen birim miktardaki (kg) ürün de FB olarak kullanılmıştır.

2.3.1.1. Sistem Tanımı ve Sistem Sınırlarının Belirlenmesi

Çalışma, organik ve konvansiyonel olmak üzere farklı sebze üretim uygulamalarına odaklanmaktadır. Tarımsal üretim sistemi, bir tarım arazisindeki ürün hasadına bağlı olarak tüm aşamaları içermektedir. Sistemdeki tarımsal girdiler, mineral gübreler, hayvan gübresi, tarım ilaçları (örn; mantar ilacı, böcek ilacı), su, fosil yakıt, tohum, tarım makineleri (traktör ve çapa motoru). Yaşam döngüsü aşamalarına dahil edilen sistem sınırları, beşikten (hammadde çıkarma, örneğin yakıt, mineraller) çiftlik kapısına kadardır. Şekil 2.4'te sistem sınırları ve Şekil 2.5'te akım şeması gösterilmektedir.



Şekil 2.4. Sistem sınırları



Şekil 2.5. Akım şeması

2.3.2. Yaşam Döngüsü Envanteri

Yaşam döngüsü envanteri, sistem sınırları içerisinde gerçekleşen tüm kültürel işlemleri, bu kültürel işlemler sırasında kullanılan tüm materyalleri ve bunlara bağlı olarak oluşan çevresel emisyonları kapsamaktadır. Bu çalışmada kullanılan veriler, 2018-2019 üretim yılı için Mayıs ve Kasım 2019'da Kayseri'deki Palas Ovası'ndan üç organik ve üç konvansiyonel sebze üreticisinden farklı tarım uygulamalarının çevresel etkilerini araştırmak ve en fazla çevresel etkilere sebep olan ve en fazla enerji tüketen noktaları belirlemek için toplanmıştır. Bu altı üretici, uyguladıkları tarımın türüne göre kodlanmıştır (ör. Organik üreticiler için O1, O2, O3; konvansiyonel üreticiler için K1, K2, K3). Yaşam döngüsü envanteri, etki kategorilerini oluşturan değerlerin etki faktörleriyle çarpılması sonucu elde edilen değerlerden oluşmaktadır. Yaşam döngüsünü envanterini oluşturan tarımsal girdiler, kültürel işlemler ve bunlardan kaynaklı oluşan emisyonlar Tablo 2.2'de gösterilmektedir.

Tablo 2.2. Tarımsal aktivitelere bağlı olarak oluşan emisyonlar

Tarımsal aktivite	Kullanılan girdiler	Oluşan emisyonlar
Toprak işleme	Traktör, fosil yakıt	Traktör üretiminden kaynaklı oluşan emisyonlar Fosil yakıt kullanımından kaynaklı oluşan emisyonlar
Tohum/fide ekimi	İnsan enerjisi	-
Çapalama	Çapa motoru, fosil yakıt, insan enerjisi	Çapa motoru üretiminden kaynaklı oluşan emisyonlar Fosil yakıt kullanımından kaynaklı oluşan emisyonlar
Hayvan gübresi uygulama	Traktör, fosil yakıt, hayvan gübresi, insan enerjisi	Traktör üretiminden kaynaklı oluşan emisyonlar Fosil yakıt kullanımından kaynaklı oluşan emisyonlar Hayvan gübresi depolama ve uygulama sonrası oluşan emisyonlar
Mineral gübre uygulama	Mineral gübre, insan enerjisi	Mineral gübre üretiminden kaynaklı oluşan emisyonlar Mineral gübre kullanımından kaynaklı oluşan emisyonlar
Sulama	Su, elektrik	Elektrik üretiminden kaynaklı emisyonlar
Tarım ilacı uygulama	Tarım ilacı, insan enerjisi, fosil yakıt	Tarım ilacı üretiminden kaynaklı oluşan emisyonlar, ilaçlama yaparken kullanılan sırt tulumbasının fosil yakıt tüketiminden kaynaklı oluşan emisyonlar
Hasat	İnsan enerjisi	-

İnsan enerjisi kullanımında solunumdan kaynaklı emisyon salınımı, hayvan gübresi üretimi sırasında oluşan emisyon salınımı, bitkilerin fotosentez yaptığı sırada salınan emisyonlar, sulama ekipmanlarının üretimi sırasında salınan emisyonlar ve elektrik eldesi sırasında salınan emisyonlar ihmal edilmiştir.

2.3.3. Etki Değerlendirmesi

Bu aşamada, envanter analizi ile belirlenen tüm girdilerin, sistem içerisindeki kültürel işlemlerin ve bunlara bağlı olarak oluşan emisyonların çevre üzerindeki etkileri değerlendirilmektedir. Çevresel etkiler; enerji kullanımı, küresel ısınma, ötrofikasyon, asidifikasyon ve erozyon olarak belirlenmiştir. Enerji kullanımı; enerji girdileri, enerji çıktıları ve enerji çıktılarının enerji girdilerine oranı olarak ifade edilen enerji verimliliği kapsamaktadır. Bunlara ek olarak, üreticilerin kullandıkları tarım ilaçları için çevresel risk değerlendirilmesinin yapılması ve su tüketiminin araştırılması planlanmıştır.

2.3.3.1. Enerji kullanımı

Kaynakların ve enerjinin etkin kullanımı, ekonomik büyümenin temel gerekliliklerinden biri olmasının yanı sıra sürdürülebilir tarım için temel göstergelerden biridir [38,39]. Artan nüfusla birlikte sınırlı tarım alanı ve daha yüksek standartlarda yaşama arzusu yanıt olarak tarımda enerji kullanımı da artmaktadır [40]. Nüfusun artmasıyla yiyecek artmakta, bunun sonucu olarak gıda üretiminde kullanılan gübre, makine ve tarım kimyasalları da artmaktadır. Özellikle makine kullanımının artması, doğal kaynak kullanımının da artmasına sebep olmakta bu da çok çevre dostu olmayan sonuçlara yol açmaktadır [41]. Tarımda enerji kullanımı, gerekliliğin yanı sıra maliyetlidir. Tarım, enerji tüketirken aynı zamanda bir yandan da enerji üretmektedir [42]. Bu nedenle, tarımın enerjiyle olan ilişkisi oldukça önemlidir. Bu çalışmada tarımsal üretim sistemlerinde enerji girdisi; doğrudan enerji, dolaylı enerji ve sermaye enerji olarak üçe ayrılmıştır. Sermaye enerjisi, tarımsal üretim sürecinde kullanılan tarım makinelerinin üretiminden kaynaklı harcanan enerjiyi ifade etmektedir. Doğrudan enerji; tarım makinelerinin kullanımlarından kaynaklı harcanan enerji, insan enerjisi kullanımı, yakıt enerjisi ve elektrik enerjisi gibi enerjinin doğrudan kullanımının söz konusu olduğu durumları ifade etmektedir. Dolaylı enerji ise, tarımsal üretim sürecinde kullanılan gübre, tarım kimyasalları gibi materyallerin üretimlerinden kaynaklanan veya bu materyallerinin

bünyelerindeki gömülü enerjiyi ifade etmektedir. Enerji çıktısı da elde edilen ürünün gömülü enerjisini ifade etmektedir.

Doğrudan Enerji Girdileri: Doğrudan enerji, tarımsal girdilerin kullanımı veya kültürel işlemlerden kaynaklı olarak enerjinin herhangi bir forma dönüşmeden direkt olarak kullanıldığı durumları ifade etmektedir. Tarım makinelerinin kullanımından kaynaklı harcanan enerji, insan enerjisi kullanımından kaynaklı enerji, yakıt enerjisi ve elektrik enerjisi tarımsal üretimde doğrudan enerji girdileridir.

Dolaylı Enerji Girdileri: Dolaylı enerji, tarımsal girdilerin veya kültürel işlemlerin doğrudan bir enerjiye dönüşmediği, bünyesinde depolanan gömülü enerjinin başka bir forma dönüşerek kullanıldığı ve bu girdilerin eldesinde (bakım, transfer, üretim vs.) harcanan enerjileri ifade etmektedir. Bunlar; hayvan gübresi, mineral gübre, tarım ilacı ve sulama suyunun gömülü enerjileri olarak ifade edilebilir.

Tablo 2.3'te bu çalışmadaki tarımsal üretim uygulamalarında kullanılan doğrudan ve dolaylı enerji kaynakları gösterilmektedir.

Tablo 2.3. Tarımsal üretimdeki kültürel işlemlerde kullanılan doğrudan ve dolaylı enerji kaynakları

Kültürel İşlem	Doğrudan Enerji	Dolaylı Enerji
Toprak işleme	Toprak işleme için makine kullanımından kaynaklı tüketilen enerji Toprak işlemede makine kullanımı için tüketilen yakıtın gömülü enerjisi	Toprak işlemede kullanılan makinenin üretimi sırasında harcanan enerji
Gübreleme	Uygulanan gübrenin gömülü enerjisi (hayvan gübresi) Gübrelemede makine kullanımından kaynaklı tüketilen enerji Makine kullanımından kaynaklı tüketilen yakıtın gömülü enerjisi	Uygulanan gübrenin üretiminde harcanan enerji (mineral gübre)
Tohum/fide ekimi	Tohum/fide ekimi sırasında harcanan insan enerjisi	-
Çapalama	El çapasıyla çapalamaktan kaynaklı harcanan insan enerjisi Çapalamada kullanılan çapa motorunun tükettiği enerji Çapa motorunun harcadığı yakıtın gömülü enerjisi	Çapa motorunun üretiminde harcanan enerji
Sulama	Sulamada kullanılan elektrikli dalgıç pompanın elektrik tüketimi	Suyun gömülü enerjisi
İlaçlama	İlaçlama sırasında harcanan insan enerjisi İlaçlamada kullanılan sırt tulumbasının tükettiği benzinin gömülü enerjisi	İlaçlamada kullanılan tarım kimyasallarının üretiminde harcanan enerji
Hasat	Hasat sırasında harcanan insan enerjisi	-

Tohum/fidenin gömülü enerjisi, sulamada kullanılan fiskiye, damlama sulamada kullanılan lateraller, elektrikli dalgıç pompa gibi ekipmanların üretiminde harcanan enerji, ilaçlama kullanılan sırt tulumbası üretiminden kaynaklı enerji ve tarımsal ürünlerin kullandığı serbest güneş enerjisi sistem sınırlarına dahil edilmemiştir. İlkbaharda yapılan gübreleme, ekim sırasında yapıldığı için burada harcanan insan enerjisi ekim işlemine dahil edilmiştir.

Tablo 2.3'te görüldüğü üzere, toprak işleme, gübreleme, çapalama işlemlerinde enerji doğrudan kullanılırken, bu işlemleri yapmak için üretilen makinelerde dolaylı olarak kullanılmaktadır [41]. İnsan enerjisi, hayvan gübresi yenilenebilir enerji olarak sınıflandırılırken, sürme ve gübreleme işlemleri için kullanılan traktör, harcanan yakıt, elektrik, mineral gübre ve insektisit, fungusit gibi tarım kimyasalları da yenilenemez enerji sınıfındadır.

Kullanılan doğrudan ve dolaylı enerji miktarları, tarımsal girdinin enerji eşdeğerleriyle çarpılarak Eşitlik (2.1)'de belirtildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$\text{Enerji miktarı (MJ)} = \text{Tarımsal Girdi (birim)} \times \text{Enerji eşdeğeri (MJ birim}^{-1}\text{)} \quad (2.1)$$

Hesaplamalarda kullanılacak olan tarımsal girdilerin enerji eşdeğerleri literatürden derlenmiş olup Tablo 2.4'te gösterilmektedir.

Tablo 2.4. Tarımsal girdilerin enerji eşdeğerleri

Girdi	Birim	Enerji eşdeğeri (MJ birim ⁻¹)	Referanslar
Mazot	<i>l</i>	56,31	[43]
Benzin	<i>l</i>	42,33	[28]
Mineral gübreler	<i>kg</i>		
Azot (N)		78,10	[42]
Fosfor (P ₂ O ₅)		17,40	[42]
Potasyum (K ₂ O)		13,70	[42]
Hayvan gübresi	<i>kg</i>	0,30	[44]
Su	<i>m</i> ³	1,02	[40]
İnsan gücü	<i>sa</i>	1,96	[40]
Tarım ilaçları	<i>kg</i>		
Fungisitler		216	[45]
İnsektisitler		101,20	[45]

Sermaye Enerjisi Girdileri: Bu çalışmada sermaye girdileri tarım makinelerini ifade edilmektedir. Tüm üreticilerin tarım makinesi olarak traktör ve çapa motoru kullandığı üreticilerle yapılan anketler sonucunda tespit edilmiştir. Tarımsal üretim sürecinde kullanılan traktör ve çapa motoru, sadece bir yıllık üretim süreci için üretilmediği için doğrudan veya dolaylı enerji kategorisinde ele alınmamış olup ayrıca değerlendirilmiştir. Sermaye enerjisi, makinenin üretimi ve bakımı için harcanan enerjinin toplamını ifade etmekte olup, Eşitlik (2.4)'e göre hesaplanmaktadır [42].

$$ME = \frac{E \times G}{T} \quad (2.4)$$

Burada;

ME: makine enerjisi (MJ yıl⁻¹)

E: 62,7 MJ/kg sabit

G: Makinenin ağırlığı (kg)

T: Makinenin faydalı kullanım ömrü (yıl)

olarak ifade edilmektedir. Burada makinelerin gücü ve yakıt tüketimleri üreticilerle yapılan anketler sonucu elde edilirken, ağırlığı (G) ve faydalı kullanım ömrü (T) belirlenirken Ecoinvent Raporu dikkate alınmıştır [46]. Buna göre; makine ağırlıkları makinenin gücüne göre seçilmiş, faydalı kullanım ömrü ise traktörler için 12 yıl, çapa motorları için 15 yıl kabul edilmiştir. Makinelerin gücü HP olarak ifade edilmiş olup (1 HP = 0,746 kW) hesaplamalarda enerji miktarı GJ olarak (1 kWh= 3,6x10⁻³ GJ) ifade edileceğinden birim çevirme yapılmıştır.

Enerji Çıktıları: Sistemdeki enerji çıktıları, bir yıllık üretim süreci sonucunda elde edilen ürünlerin gömülü enerjisini ifade etmektedir. Enerji çıktısı; her bir ürünün gömülü enerjisine karşılık gelen enerji eşdeğeri ile çarpılması sonucu Eşitlik 2.5'te gösterildiği gibi elde edilmektedir [47]. Enerji çıktıları, sistemin verimliliğini değerlendirebilmek açısından kritik derece önemlidir. Sistemin enerjiyi etkin kullanıp kullanmadığının anlamak için sistemden çıkan enerjinin sisteme giren enerjiye olan oranına bakılmalıdır [42].

$$\text{Enerji oranı (Enerji kullanım verimi)} = \frac{\text{Enerji çıktısı (MJ fonksiyonel birim}^{-1})}{\text{Enerji girdisi (MJ fonksiyonel birim}^{-1})} \quad (2.5)$$

2.3.3.2. Küresel Isınma Potansiyeli

Küresel Isınma Potansiyeli, tüm sera gazları için CO₂ eşdeğerindeki tüm emisyonları ifade eden IPCC Küresel Isınma Potansiyelleri kullanılarak karakterize edilmektedir [12]. Tarımsal girdilerden ve tarımsal üretim için uygulanan kültürel işlemlerden kaynaklı

olarak oluşan emisyon değerlerinin uygun karbondioksit eşdeğeri (CO₂-eq) ile çarpılmasıyla Küresel Isınma Potansiyeli hesaplanmaktadır (Eşitlik 2.6) [48].

$$\begin{aligned} \text{Emisyon} &= f(\text{Aktivite, Emisyon faktörü}) \\ \text{ve} \\ \text{Etki} &= \text{Emisyon} \times \text{Sınıflandırma faktörü} \end{aligned} \quad (2.6)$$

Sınıflandırma faktörü, 100 yıllık bir zaman ölçeği için IPCC kılavuzuna göre aşağıdaki gibi alınmıştır [10]:

CO₂: 1 kg CO₂-eq

N₂O: 265 kg CO₂-eq

Tarımsal aktivitelerde; araziye gübre uygulama ve yakıt tüketimi sonucunda oluşan emisyonlar Küresel Isınma Potansiyeline doğrudan katkı sağlarken, gübre, tarım makineleri, tarım ilaçları gibi girdilerin üretimleri sırasında salınan emisyonlar dolaylı olarak katkı sağlamaktadır. Tablo 2.5'te Küresel Isınma Potansiyeli hesaplamada kullanılan emisyon katsayıları gösterilmektedir.

Tablo 2.5. Tarımsal girdilerin CO₂-eşdeğerleri için emisyon faktörleri

Girdi	Birim	CO ₂ eşdeğeri (kg CO ₂ birim ⁻¹)	Referanslar
Fosil yakıtlar	<i>MJ</i>		
Mazot		2,76	[49]
Benzin		0,069	[28]
Mineral gübre üretimi	<i>kg</i>		
Azot (N)		1,3	[50]
Fosfor (P ₂ O ₅)		0,2	[50]
Potasyum (K ₂ O)		0,2	[50]
Tarım ilaçlarının üretimi	<i>kg</i>		
Fungisitler		3,90	[50,51]
İnsektisitler		5,10	[50,51]
Tarım makineleri	<i>MJ</i>	0,071	[52]
Elektrik tüketimi	<i>kWh</i>	0,481	[53]

2.3.3.3. Ötrofikasyon Potansiyeli

Ötrofikasyon, bitki besin maddesi zenginleşmesi olarak da adlandırılmaktadır. Ortamda bitki besin maddesi dengesizliğine yol açtığı için; toprakta kuraklık, hastalık ve haşere oluşumuna, sucul ortamda plankton ve alg varlığının aşırı derece çoğalmasının sonucunda güneş ışınlarının su altına geçmesini engeller. Bunun sonucu sudaki çözünmüş oksijen miktarını azaltarak sucul yaşam için negatif koşullar oluşturur [54].

Tarımsal üretim sisteminde ötrofikasyona yol açan başlıca kültürel işlem gübrelemedir. Konvansiyonel üreticilerde sıklıkla görülen azot (N) ve fosfor (P) içerikli mineral gübrelerin kullanımıyla, gübre içerisinde bulunan N ve P bileşenleri havaya suya ve toprağa karışarak Ötrofikasyon Potansiyelinin oluşmasında pay sahibi olmaktadır. Bu gübrelerin sadece kullanımı değil, üretimleri sırasında salınan emisyonlar da ötrofikasyonun yanında farklı çevresel problemlere sebep olmaktadır.

Hayvan gübresi, mineral gübre gibi sadece tarımsal uygulamalarda gübre olarak kullanılmak üzere üretilmediği, bir yan ürün olduğu için üretim süreci göz önüne alınmamıştır. Ancak, tarımsal üretimde kullanılacak hayvan gübresinin depolanması sırasında ve kullanımı sonucunda ortaya çıkan emisyonlar ötrofikasyona yol açmakta olup hesaplamalara dahil edilmektedir [55].

Tarımsal aktiviteden kaynaklı Ötrofikasyon Potansiyelinin hesaplanmasında farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu çalışma için Jensen vd. (1992) metodu kullanılmıştır [56]. Bu metotta azotun havaya ve suya yaydığı emisyonlar ve fosforun suya yaydığı emisyon ayrı ayrı hesaplanarak toplanmaktadır.

Nitrat (NO_3^-), amonyak (NH_3) ve azot oksit (NO_x olarak NO_2) sucul Ötrofikasyon Potansiyeli hesaplanmasının yanı sıra Küresel Isınma ve Asidifikasyon Potansiyellerinin hesaplanmasında da kullanılacaktır. Hesaplamalarda kullanılan formül Eşitlik (2.6)'da verilmiştir.

Ötrofikasyon Potansiyeli hesaplanırken; azotlu gübre üretiminden kaynaklı salınan emisyonlar (NH_3 ve NO_2), fosforlu gübre üretiminden kaynaklı salınan emisyonlar (NO_2 ve P), hayvan gübresi üretiminde ahırda bekletilmesi ve depolanması sırasında salınan emisyonlar (NH_3) ve yakıt kullanımından kaynaklı emisyon (NO_2) için literatürden

derlenen faktörler, Tablo 2.6’da gösterilmektedir. Bu katsayılar, gübrenin üretiminden kaynaklı emisyon salınımının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Mineral ve hayvan gübresi kullanımından kaynaklı emisyon salınımında ise Brentrup vd. (2000) geliştirdiği yöntem kullanılmıştır [55]. Gübre kullanımından kaynaklı olarak ortaya çıkan emisyonlardan NO_3^- ötrofikasyona, NH_3 asidifikasyona ve ötrofikasyona, N_2O da küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Gübre kullanımından kaynaklı emisyonların etki değerleri ayrıca hesaplanıp, her bir ürünün etki potansiyelleri değerlendirilirken kullanılmıştır. Bu hesaplamalar çalışmanın ilerleyen kısımlarında detaylıca gösterilmektedir.

Tablo 2.6. Ötrofikasyon emisyon faktörleri

	Aktivite	Oluşan emisyon	Emisyon Faktörü	Referans
N- içerikli gübre üretimi	Kültürel işlem kaynaklı emisyon	NO_2	$1,58 \times 10^{-3} \text{ kg/kg N}$	[57]
	Enerji kaynaklı emisyon	NH_3	$3,72 \times 10^{-3} \text{ kg/kg N}$	[57]
	Enerji kaynaklı emisyon	NO_2	$8,1 \times 10^{-3} \text{ kg/kg N}$	[58]
P- içerikli gübre üretimi	Kültürel işlem kaynaklı emisyon	NO_2	$1,53 \times 10^{-3} \text{ kg/kg P}$	[59]
	Enerji kaynaklı emisyon	P	$4 \times 10^{-3} \text{ kg/kg P}$	[60]
	Enerji kaynaklı emisyon	NO_2	$2,28 \times 10^{-3} \text{ kg/kg P}$	[58]
Hayvan gübresi üretimi	Ahırda bekletme ve depolama	NH_3	0,1 kg/kg N	[54]
	Yakıt kullanımı	NO_2	1,24 kg/GJ fosil*	[61]
	Elektrik tüketimi**	NO_2	0,84 g/kWh	[62]

*GJ fosil: Yakıt kullanımından kaynaklı toplam enerji içeriğidir.

**Elektrik tüketimi: En çok kullanılan elektrik kaynaklar için kullanılan katsayıların ağırlıklı ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Gübre Kullanımından Kaynaklı Oluşan Emisyonların Hesaplanması

Gübre kullanımından kaynaklı oluşan azot emisyonlarının hesaplanmasında Brentrup vd.’nin (2000) geliştirmiş olduğu metot kullanılmıştır. Bu metot, çevresel olarak en önemli N emisyonlarından olan ancak doğrudan ölçmenin uygulanabilir olmadığı NH_3 , N_2O ve NO_3^- emisyonlarının ortalama olarak tahmin edilmesine dayanmaktadır. Bu hesaplama, mineral gübre ve hayvan gübresi için ayrı ayrı yapılmıştır. Burada bahsedilen hayvan gübresi, kimyasal gübre gibi endüstriyel olarak üretilmediğinde organik gübre olarak kabul edilmektedir [55].

Bu metot, çevresel olarak en önemli N emisyonlarından olan ancak doğrudan ölçmenin uygulanabilir olmadığı NH_3 , N_2O ve NO_3^- emisyonlarının ortalama olarak tahmin edilmesine dayanmaktadır. İlk olarak hayvan gübresi (organik gübre) uygulamasından

kaynaklı amonyak (NH_3) buharlaşması hesaplanmıştır. Aşağıda hesaplamanın detayları hakkında bilgiler verilmektedir.

Hayvan gübresi kullanımından kaynaklı oluşan NH_3 buharlaşmasının hesaplanması

Bu hesaplamanın yapılabilmesi için; ortalama hava sıcaklığı, infiltrasyon hızı, uygulama ile birleşme/yağış arasında geçen süre ve uygulama sonrasında yağış/birleşme olup olmadığı bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yağış/birleşme ile ifade edilmek istenen; gübrenin toprağa herhangi bir şekilde karışıp karışmadığıdır. Yağış, sızmayı artırıp buharlaşmayı azaltmaktadır. Birleşme de gübredeki $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ iyonlarının toprakta daha derine gitmesini sağlayarak NH_3 buharlaşmasını azaltmaktadır [55]. Bu çalışmada birleşme; traktör arkasına takılan pulluk ile gübrenin toprağa karıştırılması anlamına gelmektedir. Tüm üreticiler, sonbaharda yaptıkları hayvan gübresi uygulamasından sonra pulluk ile karıştırma yapmakta olup bu kültürel işlem, toprak işlemeye dahil edilmiştir.

Hayvan gübresi uygulamasında toplam NH_3 buharlaşması (NH_3^b);

- Uygulama- yağış/birleşme arasında geçen sürede meydana gelen NH_3 kaybı (NH_3 kaybı¹),
- Yağıştan sonra meydana gelen NH_3 kaybı (NH_3 kaybı²),
- Birleşmeden sonra meydana gelen NH_3 kaybı (NH_3 kaybı³) toplamı olarak belirtilmiştir [55].

Hayvan gübresi K1 ve K2 üreticileri için yanmamış olarak kullanılırken diğer üreticiler tarafından yanmış olarak kullanılmaktadır. Literatürden büyükbaş hayvan gübresi özellikleri araştırılmış ve Tablo 2.7’de gösterilen sonuçlar elde edilmiştir [63].

Tablo 2.7. Hayvan gübresi özellikleri

Gübre Özelliği	Gübre Türü	Kuru madde (%)	N (kg/t)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (kg/t)
Yanmış	Büyükbaş (sığır) hayvan gübresi	25	5	0,50
Yanmamış	Büyükbaş (sığır) hayvan gübresi	25	4,5	0,45

Yanmış hayvan gübresi için toplam azot içeriği 5 kg/ton olarak belirlenirken yanmamış gübrenin azot içeriği 4,5 kg/ton olarak kabul edilmiştir. Bunun sebebi; yanma sırasında karbon ve azot emisyonları ortamdaki uzaklaşırken karbon, azottan daha fazla

uzaklaşmaktadır. Bu sebeple toplam azot miktarı azalmasına rağmen oransal olarak artmaktadır [64–68].

Sıcaklık, NH_3 buharlaşmasında anahtar parametre olup; 0-5, 5-10, 10-15 ve 15-20°C olmak üzere dört sınıfa ayrılmıştır. Hayvan gübresi uygulama zamanı bütün üreticiler için aynıdır. Gübreleme işlemi kasım ayının ortasında yapılmaktadır. Bu dönemde çalışma alanında ortalama hava sıcaklığının 5-10°C aralığında olduğu bilinmektedir [32].

İnfiltrasyon hızı, Horlacher ve Marschner’e (1990) göre uygulanan gübrenin fiziksel özellikleri göz önüne alınarak seçilmektedir [69]. Tablo 2.8’de belirtildiği üzere, katı hayvan gübresi için infiltrasyon hızı “düşük” olarak belirlenmiştir.

Tablo 2.8. İnfiltrasyon hızının değerlendirilmesi

İnfiltrasyon hızı	Uygulama koşulları
Düşük	Tahıl veya mısır anızında
	Yoğun şekilde sıkıştırılmış, suya doymuş toprakta
	Yüksek katı madde içerikli sıvı gübrede
Orta	Katı hayvan gübresinde
	Sıkıştırılmamış toprakta
	Orta katı madde içerikli sıvı gübrede
Yüksek	Çok sayıda makro gözenekli hazırlanmış toprakta
	(örn; sürülmüş toprak)
	Gevşek toprakta
	Düşük katı madde içerikli sıvı gübresinde
	Sıvı hayvan gübresinde

Zaman, yağış ve birleşme faktörleri, gübrenin uygulanma zamanı ile yağış veya birleşmenin arasındaki sürece bağlı olarak seçilen faktörler olup, gübre uygulaması ve yağış/birleşme arasında geçen sürede meydana gelen NH_3 kaybını hesaplamakta kullanılmaktadır. 5-10°C hava sıcaklığında, düşük infiltrasyon hızında meydana gelen maksimum potansiyel NH_3 kaybı Tablo 2.9’da görüleceği üzere %45 olarak belirlenmiştir [69]. Yani, yağış ve birleşme olmadan önce meydana gelen kayıp uygulanan $\text{NH}_4\text{-N}$ miktarının %45’i kadardır.

Tablo 2.9. Toprağa, sıcaklığa ve infiltrasyon oranına bağlı olarak uygulanan $\text{NH}_4\text{-N}$ ’nin % olarak maksimum potansiyel NH_3 kaybı [69]

Sıcaklık (°C)	Düşük infiltrasyon	NH_3 kaybı (%)	
		Orta infiltrasyon	Yüksek infiltrasyon
0-5	30	22	15
5-10	45	35	25
10-15	70	55	40
15-20	90	75	55

Hayvan gübresinin toprağa uygulanmasından sonra yağış veya gübrenin toprakla birleşmesi (toprağın sürülüp gübrenin daha çok yerleştirilmesi gibi) potansiyel NH_3 kaybında bir azalmaya neden olmaktadır [55]. Bu azalma, maksimum potansiyel NH_3 kaybının zaman faktörüyle çarpılması sonucunda bulunmaktadır. Tablo 2.10’da farklı sıcaklık sınıfları için zaman faktörleri verilmektedir [55,69].

Tablo 2.10. Farklı sıcaklık sınıfları için zaman faktörleri [55,69]

Sıcaklık (°C)	Uygulama ve yağış/birleşme arasında geçen zaman											
	1 saat	2 saat	4 saat	8 saat	12 saat	1 gün	2 gün	3 gün	4 gün	6 gün	8 gün	12 gün
0-5	0,04	0,07	0,10	0,15	0,19	0,25	0,35	0,45	0,54	0,60	0,80	1,00
5-10	0,06	0,10	0,14	0,20	0,25	0,35	0,50	0,65	0,73	0,85	1,00	
10-15	0,15	0,25	0,35	0,50	0,60	0,73	0,83	0,92	1,00			
15-20	0,20	0,30	0,45	0,65	0,75	0,85	0,95	1,00				

Gübre uygulaması ile yağış/birleşme arasında geçen süre “zaman faktörü”nün belirlenmesinde kullanılmaktadır. Üreticilerin tamamı, gübreleme yaptıktan hemen sonra pulluk yardımıyla toprağı işlediklerini belirtmişlerdir. Bu işlem, gübrenin toprağa karışması için yapılmakta olup birleşme olarak kabul edilmektedir. Birleşme, gübrelemeden hemen sonra sağlandığı için, gübreleme ve birleşme arasında geçen süre 1 saat olarak kabul edilmiştir. Buna göre zaman faktörü tüm üreticiler için “0,06” olarak belirlenmiştir. Bu durumda; gübre uygulama ve birleşme arasında geçen sürede meydana gelen NH_3 kaybı (NH_3 kaybı¹) maksimum potansiyel NH_3 kaybı (%45) ile zaman faktörünün (0,06) çarpılmasıyla hesaplanmaktadır (Eşitlik 2.7).

$$\text{NH}_3 \text{ kaybı}^1 = \text{maksimum potansiyel } \text{NH}_3 \text{ kaybı (\%45)} \times \text{zaman faktörü (0,06)} \quad (2.7)$$

Kalan potansiyel NH_4 kaybı, maksimum NH_3 kaybından (NH_3^t) uygulama ve birleşme arasında geçen sürede meydana gelen NH_3 kaybının (NH_3 kaybı¹) çıkartılmasıyla hesaplanmaktadır (Eşitlik 2.8).

$$\text{Kalan potansiyel } \text{NH}_4 \text{ kaybı} = \text{NH}_3^t - \text{NH}_3 \text{ kaybı}^1 \quad (2.8)$$

Bölgedeki Kasım ayında meydana gelen ortalama yağış miktarı Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünün verilerine göre ortalama 32,2 mm’dir [32]. Buna göre, gübreleme zamanındaki yağış miktarının 10 mm’den fazla olduğu kabul edilmiştir. Tabloya 2.11’e göre, 5-10°C hava sıcaklığında, 10 mm’den fazla yağışın olması durumunda yağmur faktörü “0” olarak belirlenmiştir [69].

Tablo 2.11. Farklı sıcaklık sınıfları için yağmur faktörleri [69]

Sıcaklık (°C)	Yağış			
	0-2 mm	2-5 mm	5-10 mm	> 10 mm
0-5	0,30	0,15	0,05	0
5-10	0,40	0,20	0,10	0
10-15	0,60	0,40	0,20	0
15-20	0,80	0,50	0,30	0

Yağıştan sonra meydana gelen NH_3 kaybı (NH_3 kaybı²); kalan potansiyel NH_4 kaybının yağmur faktörüyle çarpılmasıyla hesaplanmaktadır (Eşitlik 2.9).

$$\text{NH}_3 \text{ kaybı}^2 = \text{Kalan potansiyel } \text{NH}_4 \text{ kaybı} \times \text{yağmur faktörü} \quad (2.9)$$

Gübrenin toprakla birleştirilmesi NH_3 kaybını azalmaktadır [69,70]. Literatürde, gübrenin toprakla birleşmesi esnasında, kalan potansiyel NH_4 kaybının %2'sinin NH_3 buharlaşması olarak kaybolduğu kabul edilmektedir [71]. Buna göre, birleşmeden sonra meydana gelen NH_3 kaybı Eşitlik (2.10)'daki gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{NH}_3 \text{ kaybı}^3 = \text{Kalan potansiyel } \text{NH}_4 \text{ kaybı} \times 0,02 \quad (2.10)$$

Mineral gübre kullanımından kaynaklı NH_3 buharlaşmasının hesaplanması

Mineral gübre uygulamasından kaynaklı amonyak emisyonları, hayvan gübresine göre genellikle daha düşüktür. Bununla birlikte, bir mineral gübrenin amonyum ve üre içeriğine, iklim koşullarına ve toprak özelliklerine bağlı olarak, mineral gübreler uygulanırken de önemli ölçüde amonyak buharlaşması meydana gelebilmektedir [55]. Avrupa Kimyasal Ekotoksikoloji ve Toksikoloji Merkezi (ECETOC) (1994), Avrupa genelindeki farklı toprak özelliklerini ve gübre tipine bağlı olarak farklı NH_3 buharlaşma riskini hesaba katarak bu emisyonları tahmin etmek için bir yöntem önermiştir. Buna göre; Tablo 2.12'de görüleceği üzere NH_3 buharlaşma hassasiyetine göre üç ülke sınıfı tanımlanmıştır [72].

Tablo 2.12. NH_3 buharlaşma hassasiyetine göre gruplandırılmış Avrupa ülkeleri [72]

Grup	Ülkeler	Kalkerli toprak	pH (genellikle)	Hassasiyet
I	GR, E	Yaygın	>7	Yüksek
II	I, F, UK, IRL, P, B, NL, L	Kısmen var	7	Orta
III	N, S, FIN, DK, D, CH, A	Nadir	7<	Düşük

Çalışma alanının pH değerinin 7'den fazla olduğu yapılan toprak analizleri sonucunda tespit edilmiştir. Tablo 2.12'ye göre, çalışma alanının Grup-I'e dahil olduğu kabul edilmiştir.

Literatürde yapılan araştırmalara göre, ECETOC (1994) NH₃ buharlaşma duyarlılığındaki bölgesel farklılıkları hesaba katarak altı mineral gübre grubu için NH₃ emisyon faktörleri geliştirmiştir [55,72]. Ortaya çıkan emisyon faktörleri Tablo 2.13'te gösterilmektedir.

Tablo 2.13 Avrupa'da farklı mineral gübre uygulamaları için emisyon faktörleri [55,72]

Gübre türü	Grup-I	Grup-II	Grup-III
Üre	20	15	15
Amonyum Nitrat, Kalsiyum	3	2	1
Amonyum Nitrat, NP, NK, NPK	5	5	5
Amonyum Fosfat	15	10	5
Amonyum Sülfat	^a	^a	4
Susuz Amonyak	8	8	8
Üre Amonyum Nitrat solüsyonu			

^a Bu grup ülkelerde yaygın olmayan gübre

Bu durumda; Tablo 2.13'e göre Grup-I için kullanılan gübre türlerindeki NH₃-N buharlaşması %3 olarak belirlenmiştir.

Gübre kullanımından kaynaklı N₂O emisyonu salınımı

Tarımın, antropojenik kaynaklı N₂O emisyonlarında yaklaşık %33-48 oranlarında pay sahibi olduğu bilinmekte olup, bu değer küresel ısınma potansiyeline %5 oranında katkı sağlamaktadır. Tarımdan kaynaklı N₂O emisyonlarının yaklaşık %80'inin mineral ve hayvan gübresi uygulamasından kaynaklıdır. Tarımdaki N₂O emisyonlarının en büyük kaynağı; nitrifikasyon ve denitrifikasyon prosesleridir [55]. Gübre kullanımından kaynaklı emisyon salınımında N₂O'nun yanı sıra N₂ gazı salınımı da gerçekleşmektedir. Her ne kadar N₂ sera gazı olmasa da azot çevriminin bir parçası olduğu için hesaplamalara dahil edilmesi gerektiği belirtilmektedir. Gübre kullanımında uygulanan gübrenin %10'u N₂O ve N₂ emisyonları şeklinde kaybolmaktadır [73]. N₂O emisyonu için IPCC'nin emisyon faktörü 0,0125 göz önüne alındığında, bu %10'luk emisyonun yaklaşık %1'inin N₂O olduğu için, gübre uygulamasında salınan emisyonun %9'u N₂ gazı olarak kabul edilmiştir [55]. Salınan N₂O emisyonu miktarının hesaplamasında kullanılan Bouwman tarafından geliştirilmiş olan formül Eşitlik 2.11'de gösterilmektedir [71].

$$\text{Salınan N}_2\text{O miktarı} = \text{uygulanan toplam N}^a \times 0,0125 \quad (2.11)$$

Uygulanan toplam N^a, NH₃ için düzeltilmiş olmalıdır. Sebebi, NH₃ emisyonlarının N₂O emisyonlarından daha önce ortaya çıkmasıdır. Bu katsayı, IPCC tarafından da kullanılmaktadır [55]. Bouwman formülü çok yaygın olarak kullanılır ancak tüm parametreler için geçerli değildir. Tarımsal uygulamaların neden olduğu azot oksit tahmininde kullanılmaktadır [74].

Gübre kullanımından kaynaklı NO₃⁻ sızması

Topraktaki mineraller esas olarak, NH₃ daha düşük oranlarda NH₄⁺tür [55]. NO₃⁻ toprak parçaları tarafından zor adsorbe edilmektedir. Bu yüzden yer altı suyuna kolayca süzlebilmektedir. Sonbahar sonu ve baharın başındaki yağışlar, evapotranspirasyonu aştığı için NO₃⁻ toprağın altına sızmaktadır. Bu sızma miktarı iklim ve toprak özelliklerine bağlıdır [55]. Bunun için toprak ve iklime dair parametreler de hesaplamalara dahil edilmektedir.

Toprakla ilgili olarak; toprağın su tutma kapasitesi, bitkinin etkin köklenme alanı gibi parametreler hesaplanmıştır. Bu parametreler, suyun ne kadarının bitki tarafından alındığının ne kadarının yeraltına sızdığının bilinmesi açısından önemlidir.

Etkili köklenme bölgesindeki tarla kapasitesi (FC_{RZe}), köklerin alabileceği su miktarını ifade etmektedir. Bu değer, faydalı tarla kapasitesi (FCa) etkin köklenme alanı değeriyle (RZe) çarpılmasıyla elde edilmektedir. Üreticilerin toprak yapısına dair verileri elde edebilmek için, her bir üreticinin tarım arazisinden toprak örneği alınmış ve Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümü Laboratuvarı'nda analiz ettirilmiştir. Buna göre, toprak yapısı ve toprak sınıfına dair bilgiler elde edilmiş olup hesaplamalarda kullanılmıştır. Etkili köklenme bölgesindeki tarla kapasitesini elde edebilmek için Eşitlik (2.12) kullanılmaktadır [55].

$$\text{FC}_{\text{RZe}} [\text{mm}] = \text{FCa} [\text{mm} \times \text{dm}^{-1}] \times \text{RZe} [\text{dm}] \quad (2.12)$$

Etkili köklenme bölgesindeki tarla kapasitesi ve etkin köklenme alanı doğrudan toprak yapısına bağlı olan değerler olduğu için, belirlenmesinde Alman Toprak Bilimi Derneği'nin (1992) belirlediği sınıflandırma kullanılmıştır [75]. Buna göre; Tablo 2.14

ve 2.15'te gösterildiği gibi toprak yapısına göre ortalama FC_{RZe} ve RZe değerleri seçilmektedir.

Tablo 2.14. Toprak dokularının 6 sınıf mevcut saha kapasitesine (FCa), orta toprak yoğunluğuna atanması [75]

Sınıf (Değerlendirme)	Toprak yapısı	FCa ($mm \times dm^{-1}$)	
		Aralık	Ortalama
Çok düşük	S	<10	8
Düşük	IT	10-14	12
Orta	IS, tS, sL, tL, uT, T	14-18	16
Yüksek	uS, sU, uL	18-22	20
Çok yüksek	IU, tU, U	>22	24
Bataklık	Hh, Hn		60

^a S= kum, s= kumlu, U= silt, u= siltli, T= kil, t=killi, L=tın, l=tınlı, H=bataklık, h=bataklıkli, n=yarı-bataklıkli

Tablo 2.15. Toprak yapılarının 5 etkili köklenme bölgesi sınıfına, orta yoğunlukta toprağa atanması [75]

Sınıf (Değerlendirme)	Toprak yapısı ^a	RZe (dm)	
		Aralık	Ortalama
Çok düşük	Hn	<3	2
Düşük	S, Hn	3-5	4
Orta	IS, uS	5-7	6
Yüksek	tS, IS	7-9	8
Çok yüksek	U, sU, IU, tU, sL, uL, tL, tT, T	>9	10

^a S= kum, s= kumlu, U= silt, u= siltli, T= kil, t=killi, L=tın, l=tınlı, H=bataklık, h=bataklıkli, n=yarı-bataklıkli

İklimle ilgili parametrelerde ise, suyun drenaj hızını belirlemek için yağış verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bach (1987) tarafından geliştirilen Eşitlik 2.13 drenaj hızı hesabında kullanılmaktadır [76].

$$W_{drenaj} = 0,86 \times W_{yağış-yıl} (mm) - 11,6 \times (W_{yağış-yaz}/W_{yağış-kış})(mm) - 241,4 \quad (2.13)$$

Burada;

W_{drenaj} = suyun drenaj hızı (birimsiz)

$W_{yağış-yıl}$ = yıllık ortalama yağış miktarı (mm)

$W_{yağış-yaz}$ = yıllık ortalama yaz yağışı miktarı (mm)

$W_{yağış-kış}$ = yıllık ortalama kış yağışı miktarı (mm)

Burada yaz yağışı; 1 Nisan- 30 Eylül, kış yağışı 1 Ekim- 31 Mart arasında olan yağışları ifade etmektedir [55].

Drenaj suyunun yıllık değişim sıklığını hesaplamak için Eşitlik 2.14 kullanılmaktadır [55].

$$\text{Değişim frekansı} = W_{\text{drenaj}} (\text{mm}) \times FC_{RZE} \quad (2.14)$$

Topraktaki neredeyse bütün NO_3^- 'ün suda çözünmesinden dolayı, sonbaharın başlarında topraktaki bütün $\text{NO}_3\text{-N}$ sızmaya hazır halde bulunmaktadır. Drenaj suyunun değişim frekansı doğrudan sızmayla kaybolan nitrat miktarını verecektir. Eğer değişim frekansı 1'e eşit veya daha büyükse toprakta bulunan bütün nitrat bileşenleri sızacaktır. Bu nedenle değişim frekansının maksimum değeri 1'dir [41]. Sistemdeki azot dengesi hesaplanırken; sisteme giren azot miktarları toplanıp (gübrenin azot içeriği ve atmosferik birikim) sistemden ayrılan azot miktarları çıkartılarak (hasatla ayrılan ürünün azot içeriği, azot emisyonu salınımları) sistemde kalan net azot miktarı hesaplanmaktadır. Nitrat sızması hesaplanırken bu değer kullanılmaktadır. Sızan nitrat miktarı, Eşitlik (2.15)'te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır [54].

$$\text{Sızan } \text{NO}_3\text{-N (kg N/ha-yıl)} = \text{Azot dengesi (kg N/ha-yıl)} \times W_{\text{drenaj}} (\text{mm}) / FC_{RZE} (\text{mm}) \quad (2.15)$$

Sınıflandırma Faktörü:

Huijbregst and Seppälä (2001) tarafından sucul ötrofikasyon geliştirilmiş olan model, havaya ve toprağa salınan insan kaynaklı emisyonları da kapsamakta olup Eşitlik 2.16'da gösterildiği gibi hesaplanmaktadır [77].

$$AEP_{s,i,e} = AFF_{s,i,e} \times AEF_s \quad (2.16)$$

Burada, AEP ile gösterilen Sucul Ötrofikasyon Potansiyeli (*Aquatic Eutrophication Potential*), “i” bölgesinde, “e” bölgesine yayılan bileşiklerin sucul ötrofikasyonu için karakterizasyon faktörüdür. AFF, Sucul Nihai Faktör (*The Aquatic Fate Factor*), “i” bölgesinden “e” bölmesine salınan ve su ortamına taşınan bileşiklerin fraksiyonunu temsil etmektedir. AEF, Sucul Etki Faktörü (*Aquatic Effect Factor*), PO_4^{3-} e göre bileşiklerin kütle birimi başına fitoplanktonun potansiyel biyokütle üretimini temsil etmektedir [54]. Avrupa için nihai faktörler Tablo 2.16'de gösterilmektedir [77]. Türkiye için bu değerler kullanılacaktır.

Tablo 2.16. Ötrofikasyon için nihai faktörler ve etki faktörleri [77]

Ötrofik Maddeler	AFF	AEF	AEP (kg PO ₄ ⁻³ eq/kg)
NO ₃	0,37	0,42	0,16
P	0,03	3,06	0,09
PO ₄	1	1	1
NH ₃	0,42	0,35	0,15
NO ₂	0,52	0,13	0,07

2.3.3.4. Asidifikasyon Potansiyeli

Asidifikasyon, asitleme olarak da adlandırılmaktadır. Çoğunlukla SO₂ ve NH₃ emisyonlarından kaynaklanmaktadır. Bu emisyonların atmosferde bulunan diğer emisyonlarla birleşmesi çevreye daha zararlı hale gelmesine yol açabilmektedir. Örneğin, SO₂ gazının atmosferde su buharıyla birleşmesi asit yağmurlarına neden olmaktadır [18]. Asidifikasyon Potansiyeline katkıda bulunan emisyonlar, Ötrofikasyon Potansiyeli ile çakışmaktadır. Bunun için bölüştürme yapılmıştır. Asidifikasyon etki kategorisinin hesaplanması da tıpkı Ötrofikasyon Potansiyeli gibidir. Asidifikasyon Potansiyeli hesaplanırken; azotlu gübre üretiminden kaynaklı salınan emisyonlar (NH₃ ve NO₂), fosforlu gübre üretiminden kaynaklı salınan emisyonlar (NO₂ ve SO₂), hayvan gübresi üretiminde ahırda bekletilmesi ve depolanması sırasında salınan emisyonlar (NH₃), yakıt kullanımından kaynaklı emisyonlar (NO₂ ve SO₂) ve elektrik tüketiminden kaynaklı salınan emisyonlar (NO₂ ve SO₂) için literatürden derlenen faktörler, Tablo 2.17’de gösterilmektedir.

Tablo 2.17. Asidifikasyon emisyon faktörleri

Aktivite		Oluşan emisyon	Emisyon Faktörü	Referans
N- içerikli gübre üretimi	Kültürel işlem	NO ₂	1,58×10 ⁻³ kg/kg N	[57]
	kaynaklı emisyon	NH ₃	3,72×10 ⁻³ kg/kg N	[57]
	Enerji kaynaklı	NO ₂	8,1×10 ⁻³ kg/kg N	[58]
	emisyon	SO ₂	1,13×10 ⁻² kg/kg N	[58]
P- içerikli gübre üretimi	Kültürel işlem	NO ₂	1,53×10 ⁻³ kg/kg P	[59]
	kaynaklı emisyon	NO ₂	2,28×10 ⁻³ kg/kg P	[58]
	Enerji kaynaklı	NO ₂	2,28×10 ⁻³ kg/kg P	[58]
	emisyon	SO ₂	3,18×10 ⁻³ kg/kg P	[58]
Hayvan gübresini üretimi	Ahırda bekletme ve depolama	NH ₃	0,1 kg/kg N	[54]
Yakıt kullanımı		NO ₂	1,24 kg/GJ fosil	[61]
		SO ₂	0,153 kg/GJ fosil	[61]
Elektrik tüketimi**		NO ₂	0,84 g/kWh	[62]
		SO ₂	2,32 g/kWh	[62]

GJ fosil*: yakıt kullanımından kaynaklı toplam enerji içeriğidir.

**Elektrik tüketimi: En çok kullanılan elektrik kaynakları için kullanılan katsayıların ağırlıklı ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Gübre kullanımından kaynaklı oluşan NH₃ emisyon faktörü, ötrofikasyon emisyonlarının değerlendirilmesinde kullanılan metodolojiye göre hesaplanmaktadır. Asidifikasyona yol açan emisyonlar için nihai faktör, sucul nihai faktörden hesaplanmaktadır ve emisyonun katkısını her bir etki kategorisine bölüştürmek için sınıflandırma faktörüyle çarpılmaktadır [54].

Sınıflandırma Faktörü:

Asidifikasyona yol açan NH₃ ve NO₂ emisyonlarının nihai faktörleri Eşitlik 2.17'ye göre hesaplanmaktadır.

$$AcFF = 1 - AFF \quad (2.17)$$

Burada;

AcFF Asidifikasyon Nihai Faktörü (*Acidification Fate Factor*)

AFF: Sucul Nihai Faktör (*Aquatic Fate Factor*)

anlamına gelmektedir.

Tablo 2.18'de asidifikasyona yol açan emisyonların nihai faktörleri ve etki faktörleri verilmektedir [48].

Tablo 2.18. Asidifikasyon için nihai faktörler ve etki faktörleri [48]

Asitleştirici Maddeler	AFF	AcFF	AcEF	AcP (kg SO ₂ eq/kg)
SO ₂	0	1	1	1
NH ₃	0,42	0,58	1,88	1,09
NO ₂	0,52	0,48	0,7	0,34

Asidifikasyon etki faktörü (AcEF) kg SO₂ eq/kg olarak ölçülmektedir [48]. Asidifikasyon Potansiyeli (AcP) aynı birime sahiptir, çünkü sucul nihai faktörü (AFF) ve asidifikasyon nihai faktörü, su veya hava gibi belirli bir bölgeden bir bölmeye yayılan bir bileşik fraksiyonunu temsil etmektedir [54].

2.3.3.5. Erozyon

Erozyon, tarımsal topraklarda birçok sebepten dolayı istenmemektedir. En önemli sebebi, toprağın verimli üst kısmının kaybına neden olmaktadır. Bu da ürünlere zarar verebilmektedir. Ayrıca, rüzgâr veya su erozyonuyla; toprağın üst kısmındaki mineral, organik madde, ağır metal ve tarım ilacı kalıntıları yüzey sularına karışarak su kaynaklarına taşınıp çevresel yük oluşturabilmektedir. Erozyon potansiyelini tespit edebilmek için, toprak yapısından iklim özelliklerine kadar birçok parametre gerekmektedir. Çalışma alanındaki iklim özellikleri üreticilerin aynı havzada yer alması sebebi ile her yerde aynı kabul edilmiştir. Toprak özellikleri ise, her bir üreticinin tarım arazisinden alınan örneklerin analiz edilmesiyle belirlenmiştir.

Erozyon indikatörü, Wishmeier ve Smith (1965) tarafından yapılan ve yaygın olarak kabul edilen USLE (Universal Soil Loss Equaiton) modeline dayanmaktadır. Bu formül, uzun dönemde ortalama toprak kaybını tahmin etmek için kullanılmaktadır. USLE, aşağıda verilen 6 ana faktörün bir ürünü olarak toprak kaybını hesaplamaktadır. Bu formül ile bir yılda meydana gelen toprak kaybı miktarı belirlenebilmektedir (Eşitlik 2.18) [54,78].

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad (2.18)$$

Burada;

A: Tahmin edilen toprak kaybı (ton/ha-yıl)

R: Yağmur faktörü

K: Toprak erozyonuna yatkınlık faktörü

L: Eğim uzunluğu faktörü

S: Eğim derecesi faktörü

C: Zemin örtüsü faktörü

P: Erozyon önleyici faktörü ifade etmektedir.

Yağmur faktörü Eşitlik (2.19)'daki gibi hesaplanmaktadır:

$$R = 38,5 + 0,35 \times p \quad (2.19)$$

p, yıllık yağış miktarını göstermektedir.

Toprak erozyonuna yatkınlık faktörü (K), Eşitlik (2.20)'deki gibi hesaplanmaktadır [78].

$$K(\text{ton} \times \text{h}) / (\text{MJ} \times \text{mm}) = (2,1 \times 10^{-6}) \times (12 - \text{OM}) \times (\text{N1} \times \text{N2})^{1,14} + 0,0325 \times (\text{S} - 2) + 0,025 \times (\text{P} - 3) \quad (2.20)$$

Burada;

OM: Topraktaki organik madde yüzdesi

N1: %silt+%iyi kum

N2: %silt+%iyi kum+%kum

S: Toprak yapısı kodu

P: Toprağın geçirgenlik sınıfını ifade etmektedir.

Yamaç Uzunluğu ve Eğim Faktörü (LS): LS katsayısı; yamaç uzunluğu (L) ve eğim derecesinin (S) bir araya gelmesiyle oluşan katsayıdır. LS katsayısı, Eşitlik (2.21)'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$LS = (l/22,13)^m (0,043 \times x^2 + 0,3x + 0,43) / 6,613 \quad (2.21)$$

Burada;

m: Eğim derecesine bağlı olarak değişen üstel değerdir. Eğim ve üstel değer m arasındaki ilişki grafiğinde %1 eğime karşılık gelen değer “0,3” olarak belirlenmiştir [79]. Eğim derecesi ve eğim uzunluğu anket verilerinden elde edilmiştir.

x: Eğim derecesi (%1)

l: Eğim uzunluğunu ifade etmektedir.

Zemin Örtüsü Faktörü (C): Bu faktör; toprak, eğim ve yağış açısından belirli koşullar altında toprak kaybı oranını göstermektedir. Değeri 0-1 arasında değişmektedir. Daha yüksek değerler hiçbir örtü etkisi olmadığını gösterir ve toprak kaybı nadasla kıyaslanabilirken düşük C katsayısı ise erozyona neden olmayan çok güçlü bir etki anlamına gelmektedir [80]. Bu değer tarım arazileri için 0,38 olarak belirlenmiştir [78,81,82].

Erozyon Önleyici Faktörler (P): Erozyon önleyici faktörler belirli koruma uygulamalarıyla toprak kaybının yukarı ve aşağı eğim ekimine oranıdır [54]. Bu faktör 0-1 aralında değişmektedir. Eğer 1’e eşitse hiçbir koruma uygulama faktörü olmadığı anlamına gelmektedir. Çalışma alanında erozyonu önlemek için yapılan bir durum tespit edilemediği için bu değer 1 alınmıştır [82,83].

Toprak kaybıyla ilgili değerlendirme yapılırken Bergsma vd.’nin (1996) çalışması kullanılmıştır. Bu çalışmaya göre; toprak kaybı miktarına göre risk değerlendirmesi Tablo 2.19’a göre yapılmaktadır [84].

Tablo 2.19. Toprak erozyonu risk sınıfları

Risk sınıfları	Toprak kaybı miktarı (ton/ha-yıl)
Çok düşük	0-5
Düşük	5-12
Orta	12-25
Yüksek	25-60
Çok yüksek	60-150
Aşırı yüksek	150+

2.3.4. Yorumlama

Sistem sınırları içerisinde yaşam döngüsü envanterini oluşturan veriler ve bunların oluşturdukları çevresel etkiler değerlendirilerek çalışmanın amaç ve kapsamında belirlenen doğrultuda YDA kapsamında yorumlanmaktadır. Bu adım, bir sistemin

bileşenlerinin (girdiler, kültürel işlemler, çıktılar) hangi çevresel etkiye hangi boyutta sebep olduğunu somutlaştırarak anlaşılmasına imkân sağlamaktadır. Çevresel etkilerin hesaplanması ve yorumlanması çalışmanın ilerleyen kısımlarında detaylıca gösterilmektedir.

2.3.5. Çevresel Risk Değerlendirmesi

Tarımda kullanılan herbisit, insektisit, fungusit gibi çeşitli pestisit türlerinin kullanımı çevresel risk oluşumuna neden olmaktadır. Özellikle mantar hastalıkları, modern tarım sistemlerinde yüksek verimli aynı ürünlerin yaygın olarak ekildiği yerlerde direnç genlerinin çeşitliliğini azalmaya yol açmaktadır. Buna ek olarak, mantar hastalıklarının yayılımının iklim değişikliğini hızlandırabileceği düşünülmektedir [85]. Bu sebeplerle, mantar ilaçları (fungisitler) günümüzde gıda üretiminin bir parçası olmakla beraber gelecekte daha da önemli bir hale geleceği öngörülmektedir [86]. Pestisitlerin kullanımı, uygulanan bölgenin yakınındaki su kaynağına taşınmasıyla sonuçlanabilir. Bu durum, sucul sistemdeki canlılar için toksik etki oluşturabilmektedir [87]. Pestisitlerin ekolojik risk değerlendirmesi, çevresel maruziyet ve ekotoksikolojik etkilerin bir fonksiyonudur. Bu etki genellikle tahmini çevresel konsantrasyonun (Predicted Environmental Concentration, PEC) tahmin edilen etkisiz çevresel konsantrasyona (Predicted Noeffective Environmental Concentration, PNEC) oranı olarak ifade edilmektedir [88]. PEC değerleri; uygulama oranları, kalıcılık, sızıntı, soğurma ve bileşik biyoakümülyasyon dikkate alınarak veya doğrudan izleme verilerinden birkaç model kullanılarak hesaplanırken, PNEC değerleri genellikle, EC₅₀ (%50 etkili konsantrasyon), LC₅₀ (%50 ölümcül konsantrasyon) ve etki gözlenmeyen çevresel konsantrasyon (No Observed Effect Concentration, NOEC) gibi kritik toksikolojik konsantrasyonlar temelinde hesaplanmaktadır [89].

Çevresel risk, aşağıdaki gösterildiği şekilde belirlenmektedir:

PEC/PNEC	<0,1	→	Önemsiz
PEC /PNEC	0,1-1	→	Düşük
PEC/PNEC	1-10	→	Orta
PEC/PNEC	>10	→	Yüksek olarak ifade edilmektedir [90].

Mevcut toprak toksisite verilerinin sınırlı olması nedeniyle, ilgili makalelerin çoğunda toprak ortamı için potansiyel risk, yalnızca sucul toksisite verileri ve EC (2003) tarafından önerilen metodoloji kullanılarak tahmin edilecektir [91].

Sucul sistemde PNEC değeri Eşitlik 2.22’de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır [92].

$$PNEC_{su} = \frac{EC_{50} \text{ veya } LC_{50}}{1000} \quad (2.22)$$

Toprak için PEC ve PNEC hesaplamaları Eşitlik 2.23 ve Eşitlik 2.24’te gösterildiği şekildedir [93–95].

$$PEC_{toprak} = \frac{A}{D_{toprak} \times \rho_{toprak}} \quad (2.23)$$

Burada;

A= Bir yılda birim alanda uygulanan tarım ilacı miktarı, mg/m²-yıl

D_{toprak} = Toprak derinliği (m)

ρ_{toprak} = Toprağın yoğunluğu (kg/m³)

şeklinde ifade edilmiştir.

$$PNEC_{toprak} = (0,01176 + 0,01764 \times K_{oc}) \times PNEC_{su} \quad (2.24)$$

K_{oc} = organik karbon/su ayrışma katsayısını ifade etmektedir.

2.3.6. Su Tüketimi

Tarımda sulama işlemi, çevresel etkiler açısından iki önemli konuyu kapsamaktadır. Bunlardan birincisi enerji kullanımınıdır. Sulama, doğrudan ve dolaylı enerji girdisi açısından oldukça önemlidir. Suyun gömülü enerjisi dolaylı enerji olarak, sulamada kullanılan elektrikli pompaların tükettiği elektrik enerjisi de doğrudan enerji olarak değerlendirilmektedir. Üreticilerin tamamı damlama sulama sistemi kullanmakta, buna ilaveten bazı durumlarda yağmurlama ve salma sulama da görülmektedir. Ürünlerin fide veya tohumlarının ekiminden sonra verilen ilk su, can suyu olarak da bilinmektedir, tüm

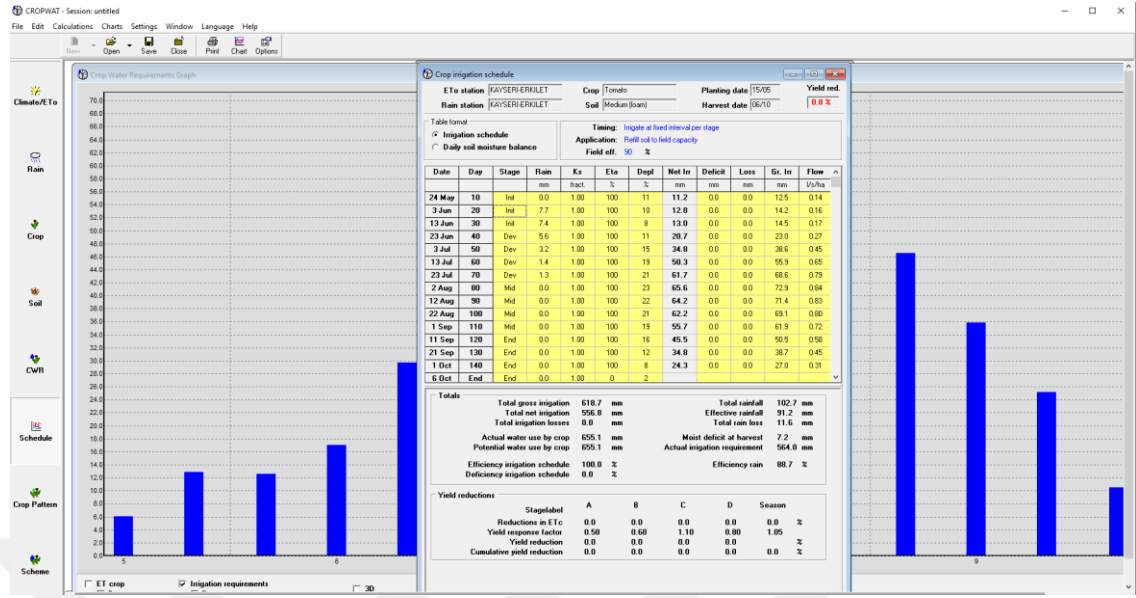
üreticiler tarafından salma sulama şeklinde verilmektedir. Ürünlerin sulanmasında tüketilen toplam su miktarları Eşitlik (2.2) ve (2.3)'te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Can suyu için harcanan su miktarı (m}^3\text{)} = \text{Pompa debisi (m}^3\text{/sa)} \times \text{sulama süresi (sa)} \quad (2.2)$$

$$\text{Damlama sulamada ürün başına tüketilen su miktarı (m}^3\text{)} = \text{sulama sayısı} \times \text{günlük sulama süresi (sa)} \times \text{damlatıcı sayısı} \times \text{damlatıcıdan akan suyun debisi (m}^3\text{/sa)} \quad (2.3)$$

Sulama işleminin önemli olduğu ikinci konu ise su tüketimidir. Sulamada kullanılan su kaynakları yeraltı suyu ve yüzey kaynakları olduğundan, aşırı sulama yapılması durumunda doğal su kaynaklarının tahribatı söz konusudur. Bu nedenle üreticilerin sulamada kullandıkları su miktarı, ürünlerin yeteri kadar sulandığı tespit edebilmek için önemlidir. Sulamanın yeteri kadar yapıp yapılmadığını anlayabilmek için ürünün su ihtiyacı bilgisine ihtiyaç duyulmaktadır. Ürünlerin su ihtiyaçlarını tespit edebilmek için FAO tarafından geliştirilmiş olan Cropwat programı kullanılmıştır.

Cropwat, ürünlerin su ihtiyacını; ürünün ekilme zamanı, ekildiği bölgedeki iklim özellikleri, ekildiği bölgenin toprak yapısı ve ekili olduğu alan bilgilerini kullanarak tahmin etmeye imkân sağlayan bir programdır. Ürünlerin ekili olduğu bölgenin iklim verileri, yine FAO tarafından geliştirilmiş bir program olan Climwat kullanılarak elde edilmiştir. Climwat programında ürünlerin ekili olduğu bölgeye en yakın olan istasyon seçilerek bir veri seti oluşturulmuş, bu veri seti Cropwat'a yüklenmiştir. Toprak verileri, bölgeden alınan toprak örneklerinin analiz edilmesiyle elde edilmiş olup, Cropwat programında hazır olarak bulunan FAO tarafından oluşturulmuş toprak verileri içerisinden uygun olan toprak yapısı seçilerek belirlenmiştir. Ürünlerin ekili olduğu alanlar ve ekilme zamanları anket sonuçlarından elde edilmiştir. Buna göre, her bir ürünün ihtiyaç duyduğu su miktarı tahmin edilmektedir. Şekil 2.6'da Cropwat programının ara yüzü görülmektedir.



Şekil 2.6. Cropwat programı ara yüzü

Her bir ürün için, damlama sulama sistemi verimi %90 kabul edilmiş olup tahminler aşama başına sabit aralıklarla sulama için yapılmıştır. Buna göre, programda FAO tarafından programda belirlenmiş ürünler arasından üreticilerin yetiştirdikleri ürünler seçilerek toplam su ihtiyaçları tahmin edilmiştir.

3. BÖLÜM

SONUÇLAR VE BULGULAR

3.1. Yetiştirilen Ürünlere Dair Bilgiler

Palas Ovası'nda yapılan farklı tarım uygulamalarının çevresel etkilerini incelemek için belirlenen altı üreticiyle yapılan anket çalışmaları sonucunda, üreticilerin uyguladığı tarıma dair elde edilen genel bilgiler Tablo 3.1'de gösterilmektedir.

Tablo 3.1. Üreticilerin uyguladığı tarıma dair genel bilgiler

Üretici	Uyguladığı tarım türü	Tarım arazisi boyutu (ha)	Ektiği ürünler
K1	Konvansiyonel	0,562	Domates, biber, patlıcan, salatalık, yeşil fasulye, kavun, karpuz
K2	Konvansiyonel	0,306	Domates, biber, salatalık, yeşil fasulye, kavun, karpuz
K3	Konvansiyonel	0,339	Domates, biber, salatalık, yeşil fasulye, patates, kavun, karpuz
O1	Organik	1,036	Domates, biber, patlıcan, salatalık, yeşil fasulye, kavun, karpuz, ayçiçeği, kabak, soğan, beyaz fasulye
O2	Organik	1,046	Domates, biber, salatalık, mısır, kavun, karpuz, ayçiçeği
O3	Organik	0,584	Domates, biber, patlıcan, salatalık, yeşil fasulye, mısır, kavun, karpuz, beyaz fasulye

Üreticilerin tamamı sebze üretimi yapmakta olup ürün desenleri birbirine benzemektedir. Buna rağmen farklı su ihtiyacı ve gübre uygulaması olan ürünler de bulunmaktadır. Üreticilerin yetiştirdikleri ürüne dair genel bilgiler Tablo 3.2'de verilmektedir.

Tablo 3.2. Üreticilerin ektikleri ürünlere dair bilgiler

Üretici	Ürün	Sıra sayısı	Sıra uzunluğu (m)	Sıra genişliği (m)	İki sıra arası boşluk (m)	Sıra üzeri iki ürün arasındaki boşluk (m)	Tohum/Fide	Tohum/Fide sayısı	Ekili olduğu alan (ha)	Ekili olduğu alan (%)
K1	Domates	22	40	0,75	2	0,8	Fide	1100	0,234	42
	Biber	9	40	0,75	2	0,25	Fide	1440	0,091	16
	Patlıcan	1	40	0,75	2	0,25	Fide	160	0,011	2
	Salatalık	1	40	0,75	2	0,25	Fide	160	0,011	2
	Y. fasulye*	1	40	0,75	2	0,25	Tohum	160	0,011	2
	Kavun	12	40	0,75	2	0,6	Tohum	533	0,124	22
	Karpuz	8	40	0,75	2	0,6	Tohum	1100	0,080	14
K2	Domates	10	30	0,3	1,5	0,3	Fide	1000	0,050	16
	Biber	6	30	0,3	1,5	0,3	Fide	600	0,028	9
	Salatalık	4	30	0,3	1,5	0,2	Tohum	600	0,017	6
	Y. fasulye	3	30	0,3	1,5	0,1	Tohum	900	0,012	4
	Kavun	19	30	0,3	1,5	0,6	Tohum	950	0,100	33
	Karpuz	19	30	0,3	1,5	0,6	Tohum	950	0,100	33
K3	Domates	20	40	0,8	1	0,8	Fide	1000	0,140	41
	Biber	8	40	0,8	1	0,3	Fide	1067	0,054	16
	Patlıcan	2	40	0,8	1	0,3	Fide	267	0,010	3
	Salatalık	1	40	0,8	1	0,6	Fide	67	0,007	2
	Y. fasulye	2	40	0,8	1	0,3	Fide	267	0,010	3
	Patates	2	40	0,8	1	0,05	Tohum	1600	0,010	3
	Kavun	8	40	0,8	1	0,6	Tohum	533	0,054	16
	Karpuz	8	40	0,8	1	0,6	Tohum	533	0,054	16
O1	Domates	21	40	0,2	0,8	0,8	Fide	1050	0,150	14
	Biber	6	40	0,2	0,8	0,15	Fide	1600	0,021	2
	Patlıcan	2	40	0,2	0,8	0,15	Fide	533	0,005	0,5
	Salatalık	4	40	0,2	0,8	0,4	Fide	400	0,013	1

Tablo 3.2. (devamı)

Üretici	Ürün	Sıra sayısı	Sıra uzunluğu (m)	Sıra genişliği (m)	İki sıra arası boşluk (m)	Sıra üzeri iki ürün arasındaki boşluk (m)	Tohum/Fide	Tohum/Fide sayısı	Ekili olduğu alan (ha)	Ekili olduğu alan (%)
O1	Y. fasulye	4	40	0,2	0,8	0,2	Tohum	800	0,013	1
	Kavun	50	40	0,2	0,8	0,4	Tohum	5000	0,200	19
	Karpuz	25	40	0,2	0,8	0,4	Tohum	2500	0,100	10
	Ayçiçeği	6	40	0,2	0,8	0,4	Tohum	600	0,021	2
	Kabak	3	40	0,2	0,8	0,4	Fide	300	0,009	1
	Soğan	2	40	0,2	0,8	0,05	Tohum	1600	0,005	0,5
	B. fasulye**	125	40	0,2	0,8	0,08	Tohum	1050	0,500	48
	Domates	27	40	0,5	0,9	0,66	Fide	1636	0,200	19
O2	Biber	20	40	0,5	0,9	0,33	Fide	2424	0,108	10
	Salatalık	20	40	0,5	0,9	0,66	Fide	1212	0,108	10
	Mısır	10	40	0,5	0,9	0,33	Tohum	1212	0,052	5
	Kavun	50	40	0,5	0,9	0,66	Fide	3030	0,276	26
	Karpuz	50	40	0,5	0,9	0,66	Fide	3030	0,276	26
	Ayçiçeği	5	40	0,5	0,9	0,66	Tohum	303	0,024	2
	Domates	18	30	0,5	1,5	0,4	Fide	1350	0,104	18
	Biber	8	30	0,5	1,5	0,15	Fide	1600	0,044	7
O3	Patlıcan	2	30	0,5	1,5	0,3	Fide	200	0,008	1
	Salatalık	2	30	0,5	1,5	0,3	Tohum	200	0,008	1
	Y. fasulye	4	30	0,5	1,5	0,15	Tohum	800	0,020	3
	Mısır	10	30	0,5	1,5	0,15	Tohum	2000	0,056	10
	Kavun	25	30	0,5	1,5	0,6	Tohum	1250	0,146	25
	Karpuz	25	30	0,5	1,5	0,6	Tohum	1250	0,146	25
	B. fasulye	10	30	0,5	1,5	0,15	Tohum	2000	0,056	10

*Yeşil fasulye

**Beyaz fasulye

Tablo 3.2’de görüleceği üzere, her bir ürünün arazide ekildiği bölgeye dair bilgiler detaylıca verilmektedir. Burada; sıra olarak belirtilen yer, ürünün ekili olduğu hattır. İki sıra arasında, sıra üzeri bırakılan boşluktan bağımsız olarak belirli bir boşluk bırakılmaktadır. Sıra üzerinde, ürünlerin ekimi sırasında bırakılan boşluk ürünün türüne göre değişmektedir. Biber, soğan, beyaz fasulye gibi ürünler çok sık ekilirken kavun, karpuz gibi ürünler arasında daha fazla boşluk bırakılarak ekilmektedir. Üreticilerin tamamı ekimi mayıs ayında makine kullanımı olmadan elle yapmaktadır. Bu süreç bütün üreticiler için benzer uygulamaları içermektedir; fide veya tohum ekim işlemi mayıs ayının farklı günlerinde birkaç gün arayla gerçekleştirilmektedir. Şekil 3.1’de üreticilerin bir yıllık üretim sürecinde uyguladıkları kültürel işlemlerin takvimi gösterilmektedir.

Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Toprak İşleme					Ekim						
Sonbahar Gübrelemesi						Çapalama					
					Toprak İşleme		Hasat				
						Sulama					
						İlkbahar Gübrelemesi					
						İlaçlama					

Şekil 3.1. Tarımsal üretim takvimi

Şekil 3.1’de görüleceği üzere, üretim süreci bir önceki dönemin bittiği zaman olan kasım ayında toprak işleme uygulamasıyla başlamaktadır. Toprak işleme; hasat sonrasında tarım arazisinde kalan ürünlerin köklerini temizlemek ve toprağı düzeltmek için yapılmaktadır. Sonrasında sonbahar gübrelemesi yapılarak gübrenin toprağı karışması için tekrardan toprak işleme yapılmaktadır. Ürünlerin ekimi genellikle nisan-mayıs aylarında yapılmaktadır. Ekim işlemine dair detaylı bilgiler Tablo 3.3’te gösterilmektedir.

Tablo 3.3. Ürün ekimi sürecine dair bilgiler

Üretici	Ekim yapılan gün sayısı	Günlük çalışma süresi (saat/gün)	Çalışan kişi sayısı
K1	3	8	6
K2	3	4	3
K3	3	6	2
O1	3	10	2
O2	3	8	4
O3	3	6	3

Tablo 3.3'te görüleceği üzere, üreticilerin tamamı ürünlerin ekimini toplamda 3 günde gerçekleştirmektedir. Günlük çalışma saatleri 4-10 saat arasında değişmekte olup ekim işleminde çalışan insan sayısı 2-6 kişi arasındadır.

3.2. Üreticilerin Kullandıkları Tarım Makinelerine Dair Bilgiler

Üreticilerin tamamı makine olarak traktör ve çapa motoru kullanmaktadır. Bu makinelerin gücü, kullandığı yakıt türü, yakıt deposu, yakıt tüketimi ve kullanım süreleri üreticilerle yapılan anketlerden elde edilmiştir. Traktör bütün üreticiler tarafından toprak işleme ve gübreleme işlemlerinde kullanırken, çapa motoru da ilkbaharda çapa uygulamasında kullanılmaktadır. Traktör ve çapa motorlarının ağırlığı ve faydalı kullanım ömürleri Ecoinvent Raporu'ndan elde edilmiştir [96]. Tablo 3.4'te makinelere dair detaylı bilgiler verilmektedir.

Tablo 3.4. Üreticilerin kullandıkları tarım makinelerine dair bilgiler

Üretici	Tarım makineleri	Güç (HP)	Depo (litre)	Yakıt türü	Ağırlık (kg)	Yakıt tüketimi (litre/ha)	Faydalı kullanım süresi (yıl)
K1	Traktör	92	130	Mazot	5300	15,17	12
	Çapa motoru	5,5	3	Mazot	500	0,75	15
K2	Traktör	85	70	Mazot	3300	15	12
	Çapa motoru	7,5	3	Mazot	500	1,33	15
K3	Traktör	100	90	Mazot	5300	14	12
	Çapa motoru	7	4	Mazot	500	0,5	15
O1	Traktör	100	100	Mazot	5300	18,75	12
	Çapa motoru	7	3	Mazot	500	1	15
O2	Traktör	85	90	Mazot	5300	24	12
	Çapa motoru	2,5	3	Mazot	500	1,5	15
O3	Traktör	64	80	Mazot	3300	10,5	12
	Çapa motoru	7,5	4	Mazot	500	1,45	15

Traktörlerin ağırlığı, Ecoinvent Raporu'nda belirtildiği üzere, motor gücü değerine göre seçilmiştir. Faydalı kullanım ömrü; traktör için 12, çapa motoru için 15 yıl olarak kabul edilmiştir [96]. Tüm üreticilerin traktör ve çapa motoru için kullandığı yakıt türü mazottur.

Tarım makinelerinin kullanımı; toprak işleme ve gübreleme (sonbahar gübrelemesi) işlemlerinde traktör, çapalama işleminde de çapa motoru olarak belirtilmiştir. Üreticilerin ulaşım amacıyla traktör kullanımları hesaplamalara dahil edilmemiştir. Buna göre, üreticilerin tarım makinelerini kullandıkları kültürel işlemler ve kullanım sürelerine dair bilgiler Tablo 3.5’te gösterilmektedir.



Tablo 3.5. Tarım makinelerinin kullanıldığı kültürel işlemler ve kullanım süreleri

Üretici	Tarım arazisi boyutu (ha)	Traktör kullanım süresi (saat)		Çapa motoru kullanım süresi (saat)
		Toprak işleme	Gübreleme	Çapalama
K1	0,562	4,5	5	8
K2	0,306	3	4	7
K3	0,339	5	2	8
O1	1,036	7	2	10
O2	1,046	3	1	8
O3	0,584	5	1	8

Tablo 3.5'ten görüleceği üzere, üreticilerin organik veya konvansiyonel tarım yöntemleriyle üretim yapmaları kullandıkları tarım makineleri açısından farklılık oluşturmamaktadır. Tarım makinelerinin kullanımı her iki üretim türü için de birbirine yakındır.

3.3. Çapalamaya Dair Bilgiler

Üreticilerin hepsi çapa motoru ve elle çapalama yapmaktadır. Ürünlerin ekili olduğu sıra aralarında çapa motoru kullanılırken sıra içleri el çapası kullanılarak çapalanmaktadır. Sıra aralarında çapa motoru kullanımı sırasında sıra içleri de elle çapalandığı için, çapa motoru kullanım süresi ile elle çapalama süresi bütün üreticiler için aynıdır. Ürünlerin çapa istekleri oldukça benzer olduğu için her birinin eşit miktarda çapalandığı kabul edilmiştir. Tablo 3.6'da çapalamaya dair bilgiler verilmektedir.

Tablo 3.6. Üreticilerin çapalama bilgileri

Üretici	Çapalama sayısı	Çapalama süresi (saat/gün)	Çapa yapan insan sayısı
K1	4	8	3
K2	4	7	3
K3	3	8	3
O1	3	10	3
O2	3	8	4
O3	3	8	4

3.4. Gübre Kullanımına Dair Bilgiler

Üreticilerin tamamı tarım uygulamalarında gübre kullanmaktadır. Gübreleme işlemi; sonbahar ve ilkbahar gübrelemesi olarak ikiye ayrılmaktadır. Sonbahar gübrelemesinde bütün üreticiler büyükbaş hayvan gübresini tüm araziye traktör yardımıyla uygularken, ilkbahar gübrelemesi üreticiden üreticiye farklılık göstermektedir. İlkbahar

gübrelemesinde sadece hayvan gübresi değil, bazı üreticiler için mineral gübre uygulaması da söz konusudur. Gübre uygulamalarına dair detaylı bilgiler aşağıda verilmektedir.

3.4.1. Hayvan Gübresi Kullanımı

Bölgede büyükbaş hayvancılık yaygın olarak yapılmaktadır. Organik ve konvansiyonel üreticilerin tamamının büyükbaş hayvanları bulunmakta, bu sebeple hayvan gübresini kendi hayvanlarından temin etmektedirler. K1 ve K2 üreticisi hayvan gübresi yanmamış olarak kullanırken diğer bütün üreticiler yanmış olarak kullanmaktadırlar. Yanma işlemi, tarlanın kullanılmayan bir kısmına yığılan gübrenin yılda bir kez karıştırılmasıyla gerçekleşmektedir. Hayvan gübresinin sonbaharda yapılan uygulaması tüm üreticiler için aynıdır. Sonbaharda henüz ürünler ekilmeyip gübre tüm araziye serildiği için gübre miktarları her bir ürün için spesifik olarak hesaplanamamakta, sadece tüm arazi için kullanım miktarları bilinmektedir. Tarlanın bir sonraki ekim sürecine hazır hale getirilmesi için, kasım ayında tüm tarlaya traktör ile hayvan gübresi serilmekte, daha sonra pulluk yardımıyla toprağa karıştırılması sağlanmaktadır. Tablo 3.7’de sonbaharda yapılan hayvan gübresi uygulamasına dair detaylı bilgiler verilmektedir.

Tablo 3.7. Sonbaharda hayvan gübresi uygulaması

Üretici	Kullanılan toplam gübre miktarı (ton/ha)	Kullanılan gübre türü	Gübre uygulama zamanı (ay)	Gübre uygulama şekli	Gübreleme için traktör kullanım süresi (saat)
K1	40	Yanmamış hayvan gübresi	Kasım	Traktörle	5
K2	143,79	Yanmamış hayvan gübresi	Kasım	Traktörle	4
K3	14,74	Yanmış hayvan gübresi	Kasım	Traktörle	2
O1	3,86	Yanmış hayvan gübresi	Kasım	Traktörle	2
O2	5	Yanmış hayvan gübresi	Kasım	Traktörle	1
O3	10	Yanmış hayvan gübresi	Kasım	Traktörle	1

İlkbaharda, tüm üreticiler hayvan gübresi kullanmamakta, kullananlar da fidelerin toprağa ekilmesi sırasında (mayıs ayında) uygulamaktadır. K3 üreticisi ekim yaparken her fidenin dibine 1 kg, O1 ve O2 üreticileri 0,1 kg, O3 üreticisi de 0,5 kg hayvan gübresi

uygulamaktadır. İlkbaharda hayvan gübresi kullanan üreticilerin tamamı bu gübreleri yanmış olarak kullanmaktadır. Uygulanan toplam gübre miktarı; fide sayısı ve her fidenin dibine uygulanan gübre miktarının çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Tablo 3.8’de ilkbaharda yapılan hayvan gübresi uygulamasının detayları verilmektedir.



Tablo 3.8. İlkbaharda kullanılan hayvan gübresine dair bilgiler

Üretici	Ürün	Gübre uygulama zamanı (ay)	Gübre uygulama şekli	Fide sayısı	Fide başına uygulanan hayvan gübresi miktarı	İlkbaharda kullanılan hayvan gübresi miktarı (ton)	Ürünün ekili olduğu alan (ha)	Kullanılan hayvan gübresi miktarı (ton/ha)
K3	Domates	Mayıs	Elle	1000	1 kg/fide	1	0,14	7,14
	Biber	Mayıs	Elle	1067	1 kg/fide	1,07	0,05	19,90
	Patlıcan	Mayıs	Elle	267	1 kg/fide	0,27	0,01	25,64
	Salatalık	Mayıs	Elle	67	1 kg/fide	0,07	0,01	9,26
	Y. fasulye	Mayıs	Elle	267	1 kg/fide	0,27	0,01	25,64
O1	Domates	Mayıs	Elle	1500	0,1 kg/fide	0,11	0,15	0,70
	Biber	Mayıs	Elle	208	0,1 kg/fide	0,16	0,02	7,69
	Patlıcan	Mayıs	Elle	48	0,1 kg/fide	0,05	0,01	11,11
	Salatalık	Mayıs	Elle	128	0,1 kg/fide	0,04	0,01	3,13
	Kabak	Mayıs	Elle	88	0,1 kg/fide	0,03	0,09	3,41
O2	Domates	Mayıs	Elle	1636	0,1 kg/fide	0,16	0,2	0,82
	Biber	Mayıs	Elle	2424	0,1 kg/fide	0,24	0,11	2,24
	Salatalık	Mayıs	Elle	1212	0,1 kg/fide	0,12	0,11	1,12
O3	Domates	Mayıs	Elle	1350	0,5 kg/fide	0,68	0,10	6,52

3.4.2. Mineral Gübre Kullanımı

Mineral gübre olarak tanımlanan gübreler; bitkilerin ihtiyaç duydukları inorganik bileşenleri, tuzları ve bitki besin maddelerini içeren gübrelerdir. Anketlerden elde edilen verilere göre, K3 üreticisi hariç tüm üreticiler mineral gübre kullanmaktadır. Üreticiler tarafından kullanılan mineral gübre türleri ve miktarları Tablo 3.9’da gösterilmektedir.

Tablo 3.9. Üreticilerin mineral gübre kullanımına dair bilgiler

Üretici	Kullanılan gübre türü	Kullanılan gübre içeriği			Kullanılan gübre miktarı (kg/ha)	Gübre uygulama zamanı	Kullanılan ürün
		N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)			
K1	13-24-12	13	24	12	250	Fide ekimi sırasında	Domates, biber, patlıcan
	CAN (Kalsiyum Amonyum Nitrat)	26			250	Fide ekiminden 1 ve 2 hafta sonra	Domates, biber, patlıcan, salatalık, yeşil fasulye
	NK (Potasyum Nitrat)	13		45,5	69,8	Çiçekler döküldükten sonra	Domates, biber, patlıcan, salatalık, yeşil fasulye
K2	DAP (Diamonyum Fosfat)	18	46		2067	Fide ekimi sırasında	Domates, biber
	Üre	46			2067	Çapa yaparken	Domates, biber
O1	Potasmag			25	200	Çiçekler döküldükten sonra	Domates
O2	Potasmag			25	23,9	Çiçekler döküldükten sonra	Tüm ürünler
O3	Potasmag			25	85,7	Çiçekler döküldükten sonra	Tüm ürünler

Tablo 3.9’dan anlaşılabacağı üzere, üreticilerin kullandıkları mineral gübre türleri ve gübreleme yaptıkları ürünler farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar, ürünlerin çevresel etkileri ayrı ayrı incelendiğinde önem kazanmaktadır. Tablo 3.10’da üreticilerin yetiştirdikleri her bir ürün başına düşen toplam gübre ve mineral miktarları gösterilmektedir.

Tablo 3.10. Her bir üretici için ürün başına düşen gübre ve bitki besin maddesi miktarları

Üretici	Ürün	Gübre içeriği (kg)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
K1	Domates	40,15	14,04	14,37
	Biber	15,61	5,46	5,59
	Patlıcan	1,89	0,66	0,68
	Salatalık	1,53		0,35
	Y. fasulye	1,53		0,35
K2	Domates	64	46	
	Biber	38,4	27,6	
O1	Domates			7,50
O2	Domates			1,19
	Biber			0,65
	Salatalık			0,65
	Mısır			0,31
	Kavun			1,65
	Karpuz			1,65
	Ayçiçeği			0,15
O3	Domates			2,22
	Biber			0,93
	Patlıcan			0,16
	Salatalık			0,16
	Y. fasulye			0,42
	Mısır			1,19
	B. fasulye			3,12

Tablo 3.10'a bakıldığında, konvansiyonel üreticilerin N ve P içerikli mineral gübre kullandıkları; organik üreticilerin ise sadece K içerikli gübre kullandıkları görülmektedir. N ve P içerikli gübrelerin kullanımı ötrofikasyon, asidifikasyon gibi çevresel problemlere yol açarken K içerikli gübrelerin kullanımı bu problemlere sebep olmamaktadır. Çalışmanın ilerleyen kısımlarında gübre kullanımının oluşturduğu çevresel etkilerden detaylıca bahsedilmiştir.

3.5. Üreticilerin Sulama İşlemlerine Dair Bilgiler

Üreticilerin sulama rejimleri birbirlerine oldukça benzerdir. Ancak yetiştirdikleri ürün farklılıklarından kaynaklı bazı değişiklikler görülmektedir. Örneğin 13-14 hafta boyunca haftada 2 kez sulanan ürünün yanı sıra yılda toplam 3 kez sulanan ürün aynı anda yetiştirilmektedir. Sulama, bütün üreticiler tarafından damlama sulama sistemi kullanılarak yapılmaktadır. Ancak bazı durumlarda salma ve yağmurlama sulama da görülmektedir. Arazide yapılan ölçümler sonucunda her bir damlatıcıdan gelen su miktarı $6.10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$ ($\approx 0,02 \text{ m}^3/\text{sa}$) olarak tespit edilmiştir. Üreticilerin hepsi, damlama sulama sistemlerini her bir fideyi bir damlatıcı sulayacak şekilde dizayn ettiklerini beyan etmiştir. Bunun üzerine, her bir üreticinin ektiği ürünlerin fide sayısı anket verileri sonucunda elde edildiği için, ürün başına verilen su miktarı her bir ürün için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bütün üreticiler, ürünlerin ekiminden sonra can suyu vermektedir. Can suyu salma sulamayla verilmekte olup süresi 1-3 saat aralığında değişmektedir. Tablo 3.11’de üreticilerin sulama miktarları detaylıca gösterilmektedir.

Tablo 3.11. Üreticilerin sulama miktarları

Üretici	Ürün	Sulama Şekli	Can suyu verme şekli	Sulama sayısı Haftalık sulama sayısı	Sulanan hafta sayısı	Günlük sulama süresi (saat)	Can suyu için sulama süresi (saat)
K1	Domates, Biber, Patlıcan, Salatalık, Y. fasulye	Damlama	Salma	2	15	6	3
	Kavun	Damlama	Salma	1	2	6	3
	Karpuz	Damlama	Salma	1	4	6	3
K2	Domates, Biber, Salatalık, Y. fasulye	Damlama	Salma	1	4	8	3
	Kavun	Damlama	Salma	1	11	8	3
	Domates, Biber, Salatalık, Y. fasulye, Karpuz	Damlama		2	11	8	3
K3	Kavun	Damlama	Salma	1	3	6	1
	Domates, Biber, Patlıcan, Salatalık, Y. fasulye, Patates, Karpuz	Salma	Salma	1	4	12	1
	Domates, Biber, Patlıcan, Salatalık, Y. fasulye, Patates, Karpuz	Damlama		2	11	6	1
	Kavun	Yağmurlama	Salma	1	2	5	3
	Karpuz	Yağmurlama	Salma	1	2	5	3
O1	B. fasulye	Yağmurlama	Salma	1	4	5	3
	Ayçiçeği	Damlama	Salma	1	3	6	3
	Soğan	Damlama	Salma	1	7	6	3
	Domates, Biber, Patlıcan, Salatalık, Y. fasulye, Kabak	Damlama	Salma	1	4	6	3
	Domates, Biber, Patlıcan, Salatalık, Y. fasulye, Kabak	Damlama		2	7	20	
	Domates, Biber, Patlıcan, Salatalık, Y. fasulye, Kabak	Damlama		1	4	6	
O2	Domates, Biber, Salatalık, Mısır, Karpuz	Damlama	Salma	1	12	8	2
	Kavun	Damlama	Salma	1	3	8	2
	Ayçiçeği	Damlama	Salma	1	5	8	2
O3	Kavun	Yağmurlama	Salma	1	2	6	2
	Karpuz	Yağmurlama	Salma	1	3	6	2
	B. fasulye	Yağmurlama	Salma	1	7	6	2
	Domates, Biber, Salatalık, Y. fasulye, Patlıcan, Mısır	Damlama	Salma	3	4	6	2
	Domates, Biber, Salatalık, Y. fasulye, Patlıcan, Mısır	Damlama		2	11	6	

Tablodan görüleceği üzere, sulama miktarları her bir üretici için zamanla değişmektedir. Genellikle ürünlerde meyve oluşumu görülene kadar az sulama yapılmakta, sonrasında sulama miktarı artırılmaktadır. O1 ve O3 üreticilerinde diğerlerinden farklı olarak damlama sulamaya ilave olarak yağmurlama sulama da yapmaktadır. O1 üreticisi kavun, karpuz ve beyaz fasulyeyi sulamak için 1,8 m³/sa debiye sahip 30 adet fiskiye kullanmaktadır. O3 üreticisi ise yine aynı ürünler için aynı debide 18 adet fiskiye kullanmaktadır.

Sulamada kullanılan su, elektrikli dalgıç pompa yardımıyla yeraltı suyundan temin edilmektedir. Yalnızca O2 üreticisi, sulamada yeraltı suyunun yanı sıra tarım arazisinin yakınında bulunan baraj gölünden de faydalanmaktadır. Tablo 3.12’de üreticilerin sulamada kullandıkları elektrikli dalgıç pompa özellikleri verilmiştir.

Tablo 3.12. Üreticilerin sulamada kullandıkları elektrikli dalgıç pompa özellikleri

Üretici	Pompa gücü (HP)	Pompa debisi (m ³ /sa)
K1	10	45
K2	10	9
K3	10	0,5
O1	20	1,8
O2	2	25
O3	10	18

3.6. Üreticileri Kullandıkları Tarım İlaçlarına Dair Bilgiler

Konvansiyonel üreticilerin tamamı ilaçlama yaparken, organik üreticilerin sadece biri ilaçlama yapmaktadır. İlaçlama bütün üreticiler tarafından benzinle çalışan sırt tulumbası ile yapılmaktadır. Tablo 3.13’te üreticilerin ilaçlama sürecine ve kullandıkları tarım ilacına dair bilgiler verilmektedir.

Tablo 3.13. Üreticilerin ilaçlama işlemine dair bilgiler

Üretici	Kullanılan ilaç etken maddesi	Kullanılan ilaç türü	Kullanılan ilaç miktarı (gram)	İlaçlama süresi (saat)	İlaçlama sayısı	Tüketilen benzin miktarı (litre)	İlaçlanan ürün	İlaçlanan arazi boyutu (ha)
K1	Delta-methrin	İnsektisit	0,5	1	1	1,5	Domates	0,23
K2	Mancozeb	Fungisit	61,4	1	2	1	Domates Biber, Y.fasulye, Salatalık	0,11
K3	Bakır oksiklorür	Fungisit	1400	1	1	2	Hepsi	0,34
O3	Bakır oksiklorür	Fungisit	240	3	2	4	Hepsi	0,59

Tablo 3.13'ten görüleceği üzere, K1 üreticisi insektisit kullanırken; K2, K3 ve O3 üreticileri fungisit kullanmaktadır. K1 ve K2 üreticilerinin kullandığı ilaçlar kimyasal tarım ilacı sınıfına girmektedir. K3 ve O3 ise TOB tarafından organik tarımda kullanılmasına izin verilen bakır oksiklorür içerikli fungisit kullanmaktadır [96]. Yabani otlar mücadelesinde sıklıkla görülen herbisit çalışma alanında üretim yapan üreticiler tarafından kullanılmamaktadır. Yabani otlar mücadelesi için sadece çapalama işlemi uygulanmaktadır.

3.7. Ürünlerin Hasadına Dair Bilgiler

Hasat süreci, tüm üreticiler için temmuz ayının sonunda başlayıp kasım ayına kadar sürmektedir. Bütün üreticiler ürün hasatlarını elle yapmaktadır. Üreticilerin hasat sürecine dair bilgiler Tablo 3.14'te gösterilmektedir.

Tablo 3.14. Üreticilerin hasat sürecine dair bilgiler

Üretici	Çalışan insan sayısı	Günlük çalışma süresi (saat)	Haftalık hasat sayısı	Hasat yapılan hafta sayısı
K1	4	8	2	9
	4	8	1	5
K2	3	5	1	14
	2	5	2	9
K3	2	5	1	5
	3	8	2	9
O1	3	8	1	5
	8	8	1	1
O2	4	8	2	9
	4	8	1	5
O3	3	6	2	9
	3	6	1	5

Tablodan görüleceği üzere, üreticilerin bazılarında haftalık hasat sayıları zaman içinde değişiklik göstermektedir. Genellikle ürün miktarı azaldığı için hasat sürecinin ilerleyen zamanlarında haftalık hasat sayısı azaltılmaktadır. Hasat sayılarının yanı sıra tarım arazilerinde çalışan insan sayılarında da değişkenlik söz konusudur. Hasat edilecek ürün miktarının durumuna göre daha fazla insan çalışabilmektedir. Örneğin O1 üreticisi, tarım arazisinin büyük bir kısmını beyaz fasulye yetiştirmek için kullanmıştır. Beyaz fasulye, yetiştirilen ürünler içerisinde en geç hasat edilen ürün olduğu için üretim sezonunun son zamanlarında arazide çalışan insan sayısında artış görülmektedir. Üreticiler tarafından hasat edilen ürün miktarları Tablo 3.15'te gösterilmektedir.



Tablo 3.15. Üreticiler tarafından hasat edilen ürün miktarları

Üretici	Ürün	Hasat miktarı (ton)	Ekili olduğu alan (ha)	Alan başına hasat edilen ürün miktarı (ton/ha)
K1	Domates	8	0,234	34,19
	Biber	1	0,091	10,99
	Patlıcan	0,2	0,011	18,18
	Salatalık	0,4	0,011	36,36
	Y. fasulye	0,1	0,011	9,09
	Kavun	6	0,124	48,39
	Karpuz	2,5	0,080	31,25
K2	Domates	0,3	0,050	6,06
	Biber	0,13	0,028	4,66
	Salatalık	0,2	0,017	11,70
	Y. fasulye	0,1	0,012	8,55
	Kavun	1,5	0,100	15
	Karpuz	1	0,100	10
K3	Domates	5	0,140	35,71
	Biber	0,8	0,054	14,93
	Patlıcan	0,3	0,010	28,85
	Salatalık	0,15	0,007	20,83
	Y. fasulye	0,05	0,010	4,81
	Patates	0,2	0,010	19,23
	Kavun	1	0,054	18,66
	Karpuz	0,5	0,054	9,33
O1	Domates	2	0,150	13,33
	Biber	0,3	0,021	14,42
	Patlıcan	0,05	0,005	10,42
	Salatalık	0,2	0,013	15,63
	Y. fasulye	0,5	0,013	39,06
	Kavun	2	0,200	10
	Karpuz	0,5	0,100	5
	Ayçiçeği	0,06	0,021	2,88
	Kabak	0,1	0,009	11,36
	Soğan	0,1	0,005	20,83
	B. fasulye	1	0,500	2,00
O2	Domates	5	0,200	25,00
	Biber	2	0,108	18,45
	Salatalık	0,5	0,108	4,61
	Mısır	0,03	0,052	0,57
	Kavun	5	0,276	18,09
	Karpuz	5	0,276	18,09
	Ayçiçeği	0,01	0,024	0,25
O3	Domates	2	0,104	19,32
	Biber	1	0,044	22,99
	Patlıcan	0,5	0,008	66,67
	Salatalık	0,75	0,008	100
	Y. fasulye	0,5	0,020	25,64
	Mısır	0,03	0,056	0,54
	Kavun	2	0,146	13,75
	Karpuz	2	0,146	13,75
	B. fasulye	0,7	0,056	12,61

3.8. Tarımsal Aktivitelerde Enerji Kullanımı

Tarımsal aktivitelerde enerji kullanımı; enerji girdisi ve enerji çıktısı olmak üzere iki ana başlık altında değerlendirilmiştir. Enerji girdileri; doğrudan enerji, dolaylı enerji ve sermaye enerjisinden oluşurken, enerji çıktısı hasat edilen ürünlerin gömülü enerjisini ifade etmektedir. Buna göre, tarımda enerji kullanımına dair elde edilen veriler aşağıda detaylıca gösterildiği gibidir.

3.8.1. Enerji Girdileri

3.8.1.1. Doğrudan Enerji Girdileri

Doğrudan enerji; tarım makinelerinin kullanımlarından kaynaklı harcanan enerji, insan enerjisi kullanımı, yakıt enerjisi ve elektrik enerjisi gibi enerjinin doğrudan kullanımının söz konusu olduğu durumları ifade etmektedir. Bu çalışmada doğrudan enerji girdileri;

- Tarım makinelerinin kullanımından kaynaklı enerji girdisi,
- İnsan enerjisi kullanımından kaynaklı enerji girdisi,
- Yakıt enerjisi,
- Elektrik enerjisi olarak belirlenmiştir.

3.8.1.1.1. Tarım Makinelerinin Kullanımından Kaynaklı Enerji Girdisi

Tarım makinelerinin kullanımı; toprak işleme ve gübreleme (sonbahar gübrelemesi) işlemlerinde traktör, çapalama işleminde de çapa motoru olarak belirtilmiştir. Üreticilerin ulaşım amacıyla traktör kullanımları hesaplamalara dahil edilmemiştir. Çapa motoru kullanımına dair enerjinin hesaplanmasında, çapa motorunu kullanan kişiden kaynaklı olan insan enerjisi ihmal edilmiştir. Bu başlıkta sadece tarım makinelerinin motor gücünden kaynaklı harcanan enerji hesaplanmıştır. FB olarak birim alan başına tarımsal üretim seçildiği için, hesaplanan enerji değeri üreticinin tarım arazisi boyutuna (ha) bölünmektedir. Tablo 3.16'da üreticilerin tarım makinelerini kullanımlarından kaynaklı birim alan başına enerji tüketimleri gösterilmektedir.

Tablo 3.16. Makine kullanımından kaynaklı birim alan başına tüketilen enerji

Üretici	Toprak işleme (GJ/ha)	Gübreleme (GJ/ha)	Çapalama (GJ/ha)	Toplam (GJ/ha)
K1	1,98	2,20	0,84	5,02
K2	2,24	2,98	1,84	7,06
K3	3,96	1,58	1,33	6,87
O1	1,82	0,52	0,54	2,88
O2	0,65	0,22	0,15	1,03
O3	1,47	0,29	0,83	2,60

3.8.1.1.2. İnsan Enerjisi Kullanımından Kaynaklı Enerji Girdisi

Tarımsal üretimde insan enerjisi; ekim, çapalama, hasat ve ilaçlama işlemlerinde kullanılmaktadır. Buna göre birim alan başına harcanan insan enerjisi Tablo 3.17’de gösterilmektedir.

Tablo 3.17. Birim alan başına harcanan toplam insan enerjisi

Üretici	Kültürel işlemlerde harcanan insan enerjisi (GJ/ha)				
	Ekim	Çapalama	Hasat	İlaçlama	Toplam
K1	0,50	0,33	2,57	0,01	3,41
K2	0,23	0,54	1,34	0,04	2,15
K3	0,21	0,42	1,33	0,01	1,97
O1	0,11	0,17	1,17		1,45
O2	0,18	0,18	1,38		1,74
O3	0,18	0,32	1,39	0,02	1,91

3.8.1.1.3. Yakıt Enerjisinden Kaynaklı Enerji Girdisi

Yakıt tüketimi, makine kullanımının olduğu kültürel işlemlerde ve ilaçlama işleminde görülmektedir. İlaçlama işlemi, bütün üreticiler tarafından sırt tulumasıyla yapılmakta olup yakıt olarak benzin tüketilmektedir. Yakıt kullanımının görüldüğü diğer kültürel işlemler ise; toprak işleme, gübreleme ve çapalamadır. Toprak işleme ve gübrelemede traktör kullanılırken çapalama işleminde çapa motoru kullanılmaktadır. Bütün üreticiler için traktör ve çapa motoru kullanımında yakıt olarak mazot kullanılmaktadır. Üreticilerin birim alan başına yakıt tüketimleri Tablo 3.18’de gösterilmektedir.

Tablo 3.18. Üreticilerin birim alan başına yakıt tüketimi

Üretici	Kültürel işlemlerde tüketilen yakıt miktarı (litre/ha)				
	Toprak işleme ^a	Gübreleme ^a	Çapalama ^a	Toplam ^a	İlaçlama ^b
K1	121,47	134,96	42,70	299,14	6,41
K2	146,96	195,95	121,62	464,53	9,42
K3	206,37	82,55	35,38	324,29	5,90
O1	126,74	36,21	28,97	191,92	
O2	68,81	22,94	34,40	126,15	
O3	89,97	17,99	59,64	167,61	6,86

^a: Mazot, ^b: Benzin

Yakıtın üretim aşamasında da enerji harcanmaktadır. Bu sebeple kullanımından kaynaklı harcanan enerjinin üzerine %23 tolerans payı eklenmiştir (yakıtın kullanıma hazır hale gelmesi için çıkarılma, damıtma, taşıma vs. işlemleri süresindeki enerji tüketimi dahil edilmiştir) [97]. Bu hesaplamalara göre yapılmış olan birim alan başına enerji girdisi Tablo 3.19’da gösterilmektedir.

Tablo 3.19. Birim alan başına tüketilen toplam yakıt enerjisi

Üretici	Kültürel işlemlerde tüketilen yakıtın enerji içeriği (GJ/ha)				
	Toprak işleme	Gübreleme	Çapalama	İlaçlama	Toplam
K1	8,41	9,35	2,96	0,33	21,05
K2	10,18	13,57	8,42	0,49	32,66
K3	14,29	5,72	2,45	0,31	22,77
O1	8,78	2,51	2,01		13,29
O2	4,77	1,59	2,38		8,74
O3	6,23	1,25	4,13	0,36	11,97

3.8.1.1.4. Elektrik Enerjisinden Kaynaklı Enerji Girdisi

Tarımsal üretim sürecindeki elektrik tüketimi, tüm üreticiler için sulama işlemindeki elektrikli dalgıç pompadan kaynaklanmaktadır. Buna göre, Tablo 3.20’de üreticilerin sulama işleminde elektrik enerjisi tüketimleri gösterilmektedir.

Tablo 3.20. Sulama işleminde elektrik enerjisi tüketimi

Üretici	Sulamadan kaynaklı birim alanda elektrik enerjisi tüketimi (GJ/ha)	Can suyundan kaynaklı elektrik enerjisi tüketimi (GJ/ha)	Toplam elektrik enerjisi (GJ/ha)
K1	48,32	0,29	48,60
K2	50,72	0,26	50,99
K3	25,94	0,08	26,02
O1	87,16	0,16	87,32
O2	9,96	0,01	9,97
O3	48,98	0,09	49,07

Tablo 3.20’den görüleceği üzere; sulama işlemleri ve can suyu için harcanan elektrik enerjisi ayrı ayrı hesaplanmış sonrasında da toplam tüketilen elektrik enerjisi olarak ifade edilmiştir. O2 üreticisinin diğer üreticilere kıyasla çok daha az elektrik enerjisi kullandığı görülmektedir. Bunun nedeni, kullandığı pompa gücünün diğerlerinden daha düşük olmasıdır.

3.8.1.2. Dolaylı Enerji Girdileri

Dolaylı enerji olarak sınıflandırılan enerji kullanımları; tarımsal üretim sürecinde kullanılan materyal ve ekipmanların üretimlerinden ve gömülü enerjilerinden kaynaklıdır. Bunlar;

- Hayvan gübresi,
- Mineral gübre,
- Tarım ilaçları,
- Sulamada kullanılan suyun gömülü enerjisi olarak belirlenmiştir.

3.8.1.2.1. Hayvan Gübresi

Hayvan gübresi, ilkbaharda ve sonbaharda üreticiler tarafından farklı şekillerde uygulandığı için ayrı ayrı hesaplanmış olup gübrenin gömülü enerjisinden kaynaklı dolaylı enerji Tablo 3.21’de gösterildiği gibidir.

Tablo 3.21. Kullanılan hayvan gübresinin gömülü enerjisi

Üretici	Sonbaharda kullanılan gübrenin gömülü enerjisi (GJ/ha)	İlkbaharda kullanılan gübrenin gömülü enerjisi (GJ/ha)	Toplam (GJ/ha)
K1	12		12
K2	43,14		43,14
K3	4,42	3,61	8,03
O1	1,16	0,59	1,75
O2	1,5	0,38	1,88
O3	3	1,96	4,96

Tablo 3.21’de görüldüğü üzere, sonbaharda hayvan gübresi uygulaması tüm üreticiler tarafından yapılırken ilkbaharda K1 ve K2 üreticisi hariç diğerleri tarafından yapılmaktadır. K2 üreticisi, sadece sonbaharda hayvan gübresi uygulamasına rağmen birim alan başına diğer üreticilerden çok daha fazla miktarda gübre kullanmaktadır.

Hayvan gübresi, büyükbaş hayvanların artıklarından elde edilen gübreyi ifade etmektedir. Hayvan gübresi, tarımsal üretimde kullanılmak üzere değil, et ve süt üretiminin yan ürünü olduğu için üretiminden kaynaklı enerji tüketimi hesaplamalara dahil edilmemiştir [97]. Ancak, gübrenin depolanması ve kullanımından kaynaklı emisyonlar hesaplamalara dahil edilmiştir.

3.8.1.2.2. Mineral Gübre

Mineral gübreler, bütün üreticiler tarafından kullanılmamaktadır. Kullanan üreticiler arasında da ürünler arası gübre kullanımlarında farklılıklar gözlenmektedir. Buna göre her bir ürün için birim alan başına mineral gübre üretiminden kaynaklı tüketilen enerji miktarları hesaplanmış olup Tablo 3.22’de gösterilmektedir.

Tablo 3.22. Her bir ürün için birim alan başına mineral gübre üretiminden kaynaklı tüketilen enerji

Üretici	Ürün	Gübre üretimi için tüketilen enerji (GJ/ha)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
K1	Domates	13,4	1,04	0,84
	Biber	13,4	1,04	0,84
	Patlıcan	13,4	1,04	0,84
	Salatalık	10,86		0,43
	Y. fasulye	10,86		0,43
K2	Domates	100,98	16,17	
	Biber	100,98	16,17	
O1	Domates			0,69
O2	Domates			1,19
	Biber			1,19
	Salatalık			1,19
	Mısır			1,19
	Kavun			1,19
	Karpuz			1,19
	Ayçiçeği			1,19
O3	Domates			4,28
	Biber			4,28
	Patlıcan			4,28
	Salatalık			4,28
	Y. fasulye			4,28
	Mısır			4,28
	Kavun			4,28
	Karpuz			4,28
	B. fasulye			4,28

Tablo 3.22’de görüleceği üzere, üreticilerin her bir ürün için kullandıkları N, P ve K içerikli mineral gübrelerin üretimi için birim alan başına yapılan enerji tüketimi gösterilmektedir. Burada, kullanılan mineral gübrelerin N, P ve K içeriklerinin enerji

eşdeğeri ile çarpılıp, mineral gübre kullanılan her bir ürünün ekili olduğu alana bölünmesiyle elde edilen sonuçlar sunulmaktadır. Tablo 3.23'te ise her bir üretici için kullanılan mineral gübrelerin üretiminden kaynaklı birim alan başına tüketilen enerji miktarları sunulmaktadır.

Tablo 3.23. Her bir üretici için birim alan başına mineral gübre üretiminden kaynaklı tüketilen enerji miktarı

Üretici	Mineral gübre üretimi için tüketilen enerji (GJ/ha)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Toplam
K1	13,24	1,04	0,82	15,10
K2	103,33	16,54		119,87
K3				
O1			0,69	0,69
O2			0,08	0,08
O3			0,01	0,01

3.8.1.2.3. Tarım İlaçları

K1, K2, K3 ve O3 üreticileri belirli ürünler için tarım ilaçları kullanmaktadır. Kullanılan tarım ilaçlarının üretimlerinden kaynaklı birim alan başına harcanan enerji Tablo 3.24'te gösterilmektedir.

Tablo 3.24. Tarım ilaçlarının üretiminden kaynaklı birim alan başına harcanan enerji

Üretici	Kullanılan ilaç türü	Kullanılan ilaç miktarı (gram)	Üretiminden kaynaklı harcanan enerji (GJ/ha)
K1	İnsektisit	0,5	0,0002
K2	Fungisit	61,4	0,0949
K3	Fungisit	1400	0,8667
O3	Fungisit	240	0,0864

3.8.1.2.4. Su

Üreticilerin sulama için kullandıkları suyun gömülü enerjisi, dolaylı enerji olarak değerlendirilmektedir. Buna göre her bir üreticinin kullandığı toplam su miktarı ve suyun gömülü enerjisi Tablo 3.25'te gösterilmektedir.

Tablo 3.25. Üreticilerin birim alan başına tükettikleri toplam su miktarı ve suyun gömülü enerjisi

Üretici	Birim alan başına tüketilen toplam su miktarı (m ³ /ha)	Birim alan başına tüketilen suyun gömülü enerjisi (GJ/ha)
K1	2397	2,45
K2	6566	6,70
K3	4134	4,22
O1	4908	5,01
O2	2091	2,13
O3	7634	7,79

3.8.1.3. Sermaye Enerjisi Girdileri

Sermaye enerjisi, tarımsal üretim sürecinde kullanılan makinelerin üretimi, bakımı vs. için tüketilen toplam enerjiyi ifade etmektedir. Üreticilerin hepsi tarım makineleri olarak traktör ve çapa motoru kullanmakta olup, bu makinelerden kaynaklı olarak hesaplanan sermaye enerjisi girdileri Tablo 3.26’da gösterilmektedir.

Tablo 3.26. Makine üretiminden kaynaklı enerji tüketimi

Üretici	Makinenin üretimi sırasında tüketilen enerji (GJ)			Arazi boyutu (ha)	Birim alan başına tüketilen enerji (GJ/ha)		
	Traktör	Çapa motoru	Toplam		Traktör	Çapa motoru	Toplam
K1	27,69	0,002	27,69	0,56	49,27	0,0037	49,27
K2	17,24	0,002	17,24	0,31	56,31	0,0068	56,32
K3	27,69	0,002	27,69	0,34	81,64	0,0062	81,65
O1	27,69	0,002	27,69	1,04	26,74	0,0020	26,74
O2	27,69	YOK	27,69	1,05	26,46	YOK	26,46
O3	17,24	0,002	17,24	0,58	29,55	0,0036	29,55

Tablo 3.26’ dan da görüleceği üzere, O2 üreticisi hariç bütün üreticiler kendilerine ait olan traktör ve çapa motorunu kullanmaktadır. O2 üreticisinin traktörü kendine ait olup çapa motorunu sadece çapalama işlemi yapılacağı zaman geçici süreliğine temin etmektedir.

3.8.2. Enerji Çıktıları

Enerji çıktıları, ürünlerin bünyesinde bulunan gömülü enerjileri ifade etmektedir. Buna göre, üretici başına ve üreticilerin her bir ürünü için birim alan başına enerji çıktıları Tablo 3.27’de gösterilmektedir.

Tablo 3.27. Üreticilerin birim alan başına her bir ürün için enerji çıktıları

Üretici	Ürün	Hasat miktarı (ton)	Ekili olduğu alan (ha)	Alan başına hasat edilen ürün miktarı (ton/ha)	Gömülü enerji (GJ/ha)
K1	Domates	8	0,234	34,19	27,35
	Biber	1	0,091	10,99	8,79
	Patlıcan	0,2	0,011	18,18	14,55
	Salatalık	0,4	0,011	36,36	29,09
	Y. fasulye	0,1	0,011	9,09	7,27
	Kavun	6	0,124	48,39	91,94
	Karpuz	2,5	0,080	31,25	59,38
K2	Domates	0,3	0,050	6,06	4,85
	Biber	0,13	0,028	4,66	3,73
	Salatalık	0,2	0,017	11,70	9,36
	Y. fasulye	0,1	0,012	8,55	6,84
	Kavun	1,5	0,100	15,00	28,5
	Karpuz	1	0,100	10,00	19
K3	Domates	5	0,140	35,71	28,57
	Biber	0,8	0,054	14,93	11,94
	Patlıcan	0,3	0,010	28,85	23,08
	Salatalık	0,15	0,007	20,83	16,67
	Y. fasulye	0,05	0,010	4,81	3,85
	Patates	0,2	0,010	19,23	30,77
	Kavun	1	0,054	18,66	35,45
	Karpuz	0,5	0,054	9,33	17,72
O1	Domates	2	0,150	13,33	10,67
	Biber	0,3	0,021	14,42	11,54
	Patlıcan	0,05	0,005	10,42	8,33
	Salatalık	0,2	0,013	15,63	12,5
	Y. fasulye	0,5	0,013	39,06	31,25
	Kavun	2	0,200	10,00	19
	Karpuz	0,5	0,100	5,00	9,5
	Ayçiçeği	0,06	0,021	2,88	34,04
	Kabak	0,1	0,009	11,36	18,18
	Soğan	0,1	0,005	20,83	33,33
	B. fasulye	1	0,500	2,00	29,4
O2	Domates	5	0,200	25,00	20
	Biber	2	0,108	18,45	14,76
	Salatalık	0,5	0,108	4,61	3,69
	Mısır	0,03	0,052	0,57	8,42
	Kavun	5	0,276	18,09	34,37
	Karpuz	5	0,276	18,09	34,37
	Ayçiçeği	0,006	0,024	0,25	2,9
O3	Domates	2	0,104	19,32	15,46
	Biber	1	0,044	22,99	18,39
	Patlıcan	0,5	0,008	66,67	53,33
	Salatalık	0,75	0,008	100,00	80
	Y. fasulye	0,5	0,020	25,64	20,51
	Mısır	0,03	0,056	0,54	7,95
	Kavun	2	0,146	13,75	26,12
	Karpuz	2	0,146	13,75	26,12
	B. fasulye	0,7	0,056	12,61	185,41

Tablo 3.27’de üreticilerin her bir ürününün birim alan başına gömülü enerjisi gösterilmiştir. Buna göre, üreticiler kendi içinde değerlendirildiği zaman ürün başına oluşan çevresel etkiler dikkate alınmaktadır. Üreticiler birbiriyle bireysel olarak veya uyguladıkları tarım yöntemine göre kıyaslanmak istendiğinde ise üretici başına oluşan çevresel etkiler göz önüne alınmaktadır. Bu sebeple, her bir üreticinin toplam enerji çıktısı da hesaplanmıştır. Üreticilerin bir yıllık tarımsal üretimin sonucu olarak üretici başına toplam enerji çıktıları Tablo 3.28’de gösterilmektedir.

Tablo 3.28. Her bir üreticinin birim alan başına toplam enerji çıktısı

Üretici	Toplam enerji çıktısı (GJ/ha)
K1	42,54
K2	17,42
K3	24,20
O1	22,13
O2	24,38
O3	37,93

3.8.3. Enerji Verimliliği Analizi

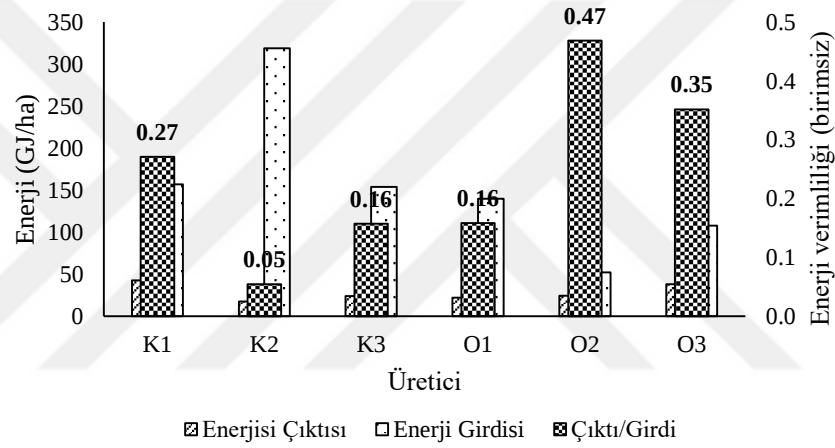
Bu çalışmada enerji verimliliği; enerji çıktısının enerji girdilerine oranı ile değerlendirilmiştir. Buna göre üreticilerin hesaplanan toplam doğrudan enerji girdisi, dolaylı enerji girdisi sermaye enerjisi girdisi, enerji çıktıları ve enerji çıktısı/enerji girdisi oranları Tablo 3.29’da gösterilmektedir.

Tablo 3.29. Üreticilerin enerji girdileri ve enerji çıktılarının oranları

Üretici	Enerji Girdileri (GJ/ha)				Enerji Çıktısı (GJ/ha)	Enerji Çıktısı/enerji girdisi oranı
	Sermaye Enerjisi	Doğrudan Enerji	Dolaylı Enerji	Toplam Enerji Girdisi		
K1	49,27	78,08	29,55	156,91	42,54	0,27
K2	56,32	92,86	169,80	318,98	17,42	0,05
K3	81,65	57,63	14,53	153,81	24,20	0,16
O1	26,74	104,94	7,97	139,66	22,13	0,16
O2	26,46	21,48	4,09	52,04	24,38	0,47
O3	29,55	65,55	12,85	107,95	37,93	0,35

Tablo 3.29’a bakıldığında, en yüksek verimliliğinin O2 üreticisinde olduğu görülmektedir. Bunun en önemli sebebi; O2 üreticisinin sulamada kullandığı elektrikli dalgıç pompanın gücünün diğer üreticilere kıyasla çok daha düşük olmasıdır. Pompa gücünün düşük olması, elektrik tüketimini azaltmakta ve enerji girdisi doğal olarak düşmektedir. Bu sebeple, enerji çıktısının enerji girdisine göre oranı daha düşüktür.

K2 üreticisinin enerji çıktısının enerji girdisine oranı 0,05 olarak hesaplanmış olup diğer üreticilerden %69-89 oranları arasında daha az verime sahip olan üreticidir. Enerji çıktısının enerji girdisine oranının bu kadar düşük olmasının başlıca sebebi; yüksek enerji içerikli mineral gübre ve hayvan gübresi kullanımının fazla olmasıdır. Özellikle hayvan gübresini diğer üreticilerden en az 4 kat daha fazla kullanmaktadır. Birim alan başına kullandığı mineral gübrelerin N ve P içeriği, diğer mineral gübre kullanan üreticilerin en az 10 katı kadardır. Bu şekilde aşırı mineral gübre ve hayvan gübresi girdisine rağmen, birim alan başına ürün çıktıları diğer üreticilerden daha azdır. Şekil 3.2’de üreticilerin enerji kullanımları ve enerji verimliliği grafik olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Üreticilerin enerji verimliliğinin kıyaslanması

Enerji çıktılarının enerji girdilerine olan oranına bakıldığında en yüksek orana O2 üreticisinin sahip olduğu görülmektedir. Bunun başlıca sebebi, diğer üreticilere kıyasla daha az enerji girdisi olmasıdır. Doğrudan enerji girdisinin diğer üreticilerden daha düşük olmasının en önemli nedeni, kullandığı elektrikli dalgıç pompanın gücünün diğer üreticilerinkinden daha düşük olmasının sonucunda elektrik enerjisi tüketiminin diğer üreticilerden daha az olmasıdır. Buna rağmen yeterli su temin edebilmesinin sebebi; diğer üreticiler gibi sadece yeraltı suyu değil aynı zamanda baraj gölünden kaynaklı yüzey suyu da kullanmasıdır. Bu durum, ihtiyacı olan su miktarını daha az enerji harcayarak elde edebilmesine olanak sağlamaktadır.

3.8.4. Ürün Miktarlarının Kıyaslanması

Üreticiler tarafından hasat edilen ürün miktarları, 2019 yılı için Kayseri ve Türkiye genelinde yapılan üretim miktarlarıyla kıyaslanmış olup Tablo 3.30’da gösterilmektedir [3].

Tablo 3.30. Üreticilerin ürün miktarlarının Kayseri ve Türkiye genelindeki üretim miktarları ile kıyaslanması [3]

Üretici	Ürün	Hasat edilen miktar (ton/ha)	Kayseri’deki üretim miktarı (ton/ha)	Türkiye’deki üretim miktarı (ton/ha)
K1	Domates	34,19	49,66	74,05
	Biber*	10,99	8,35	31,81
	Patlıcan	18,18	34,95	42,61
	Salatalık	36,36	22,90	53,21
	Y. fasulye	9,09	11,26	13,15
	Kavun	48,39	13,77	24,62
	Karpuz	31,25	16,63	46,43
K2	Domates	6,06	49,66	74,05
	Biber*	4,66	8,35	31,81
	Salatalık	11,70	22,90	53,21
	Y. fasulye	8,55	11,26	13,15
	Kavun	15,00	13,77	24,62
	Karpuz	10,00	16,63	46,43
K3	Domates	35,71	49,66	74,05
	Biber*	14,93	8,35	31,81
	Patlıcan	28,85	34,95	42,61
	Salatalık	20,83	22,90	53,21
	Y. fasulye	4,81	11,26	13,15
	Patates	19,23	40,76	35,34
	Kavun	18,66	13,77	24,62
	Karpuz	9,33	16,63	46,43
O1	Domates	13,33	49,66	74,05
	Biber*	14,42	8,35	31,81
	Patlıcan	10,42	34,95	42,61
	Salatalık	15,63	22,90	53,21
	Y. fasulye	39,06	11,26	13,15
	Kavun	10,00	13,77	24,62
	Karpuz	5,00	16,63	46,43
	Ayçiçeği	2,88	2,02	1,96
	Kabak	11,36	13,29	46,30
	Soğan	20,83	11,12	35,85
O2	B. fasulye	2,00	2,58	2,53
	Domates	25,00	49,66	74,05
	Biber*	18,45	8,35	31,81
	Salatalık	4,61	22,90	53,21
	Mısır	0,57	7,55	9,39
	Kavun	18,09	13,77	24,62
	Karpuz	18,09	16,63	46,43
	Ayçiçeği	0,25	2,02	1,96

Tablo 3.30 (devamı)

Üretici	Ürün	Hasat edilen miktar (ton/ha)	Kayseri'deki üretim miktarı (ton/ha)	Türkiye'deki üretim miktarı (ton/ha)
O3	Domates	19,32	49,66	74,05
	Biber*	22,99	8,35	31,81
	Patlıcan	66,67	34,95	42,61
	Salatalık	100,00	22,90	53,21
	Y. fasulye	25,64	11,26	13,15
	Mısır	0,54	7,55	9,39
	Kavun	13,75	13,77	24,62
	Karpuz	13,75	16,63	46,43
	B. fasulye	12,61	2,58	2,53

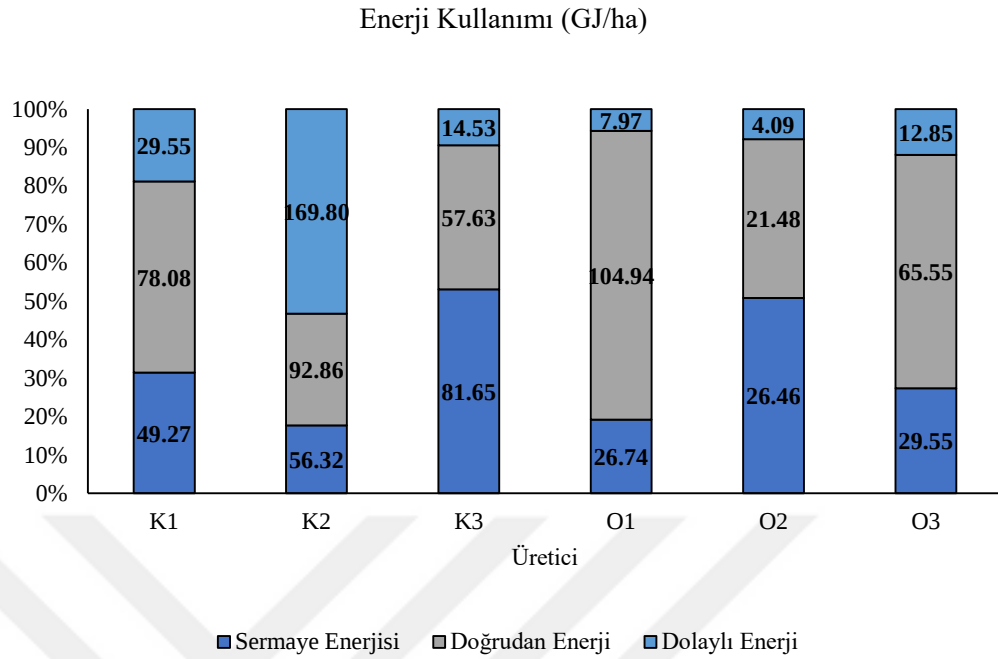
*Salçalık ve çarliston biber Kayseri için ayrıca bulunmadığı için Türkiye geneli değer de hesaplamaaya dahil edilmemiştir.

Tablodan görüleceği üzere; K1 üreticisi kavun üretiminde Kayseri ve Türkiye geneli üretimin üzerinde kalırken biber, salatalık ve karpuzda sadece Kayseri'deki üretim miktarından fazla üretmiştir. K2 üreticisi, sadece kavun üretiminde Kayseri genelindeki üretim miktarından fazla üretmiştir. K3 üreticisi ise biber ve kavun hariç tüm ürünlerinde Kayseri ve Türkiye geneli üretim miktarlarının altında kalmıştır. Bu iki ürün, Kayseri ortalamasının üzerindedir. O1, O2 ve O3 üreticilerine bakıldığında ise; ürün çeşitleri farklılık gösterse de, her bir üretici için birden fazla ürünün mutlaka Kayseri'deki üretim miktarından fazla olduğu görülmektedir. Özellikle O3 üreticisi, birçok üründe Kayseri ve Türkiye geneli üretim miktarının üzerindedir.

3.9. Çevresel Etkilerin Değerlendirmesi

3.9.1. Enerji Kullanımı

Enerji kullanımının değerlendirilmesinin temel amacı, enerji kullanım verimliliğini ölçmek ve üreticilerin enerji kullanımlarının en fazla olduğu noktaları belirleyerek çevresel sürdürülebilirlik için enerji tasarrufu çözümleri sunmaktır. Her bir üretici için tarımda enerji kullanımı Şekil 3.3'te gösterilmektedir.

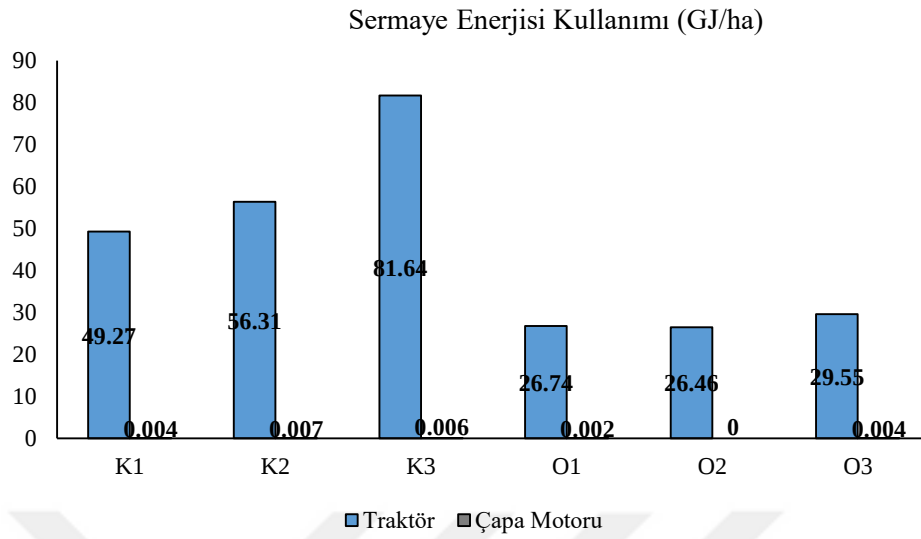


Şekil 3.3. Tarımsal üretimde enerji kullanımı

Şekil 3.3'ten görüleceği üzere, enerji kullanımları; doğrudan ve dolaylı enerjilerde her bir üretici için hem oransal olarak hem de miktar olarak farklılık göstermektedir. Sermaye enerjisi, K3 ve O2 üreticisi için yaklaşık aynı oranda olmasına rağmen, K3 üreticisinin yaklaşık 4 kat daha fazla sermaye enerjisi kullanımı olduğu görülmektedir. Aynı şekilde, K2 ve O3 üreticileri sermaye enerjisi girdisi oranı açısından kıyaslanacak olursa, O3 üreticisinin çok daha yüksek oranda sermaye enerjisi girdisi kullanımı görülmesine rağmen aslında K2 üreticisinin yaklaşık olarak yarısı kadar bir enerji girdisi mevcuttur. Bu sebeple, enerji kullanımlarının her bir kategori açısından değerlendirilebilmesi için aşağıda her bir üretici için detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.9.1.1. Sermaye Enerjisi

Sermaye enerjisi, her üretici için, tarımsal üretimde kullanılan tarım makineleri olan traktör ve çapa motoru üretimi için tüketilen enerjiyi ifade etmektedir. Şekil 3.4'te her bir üreticinin sermaye enerjisi kullanımı gösterilmektedir.

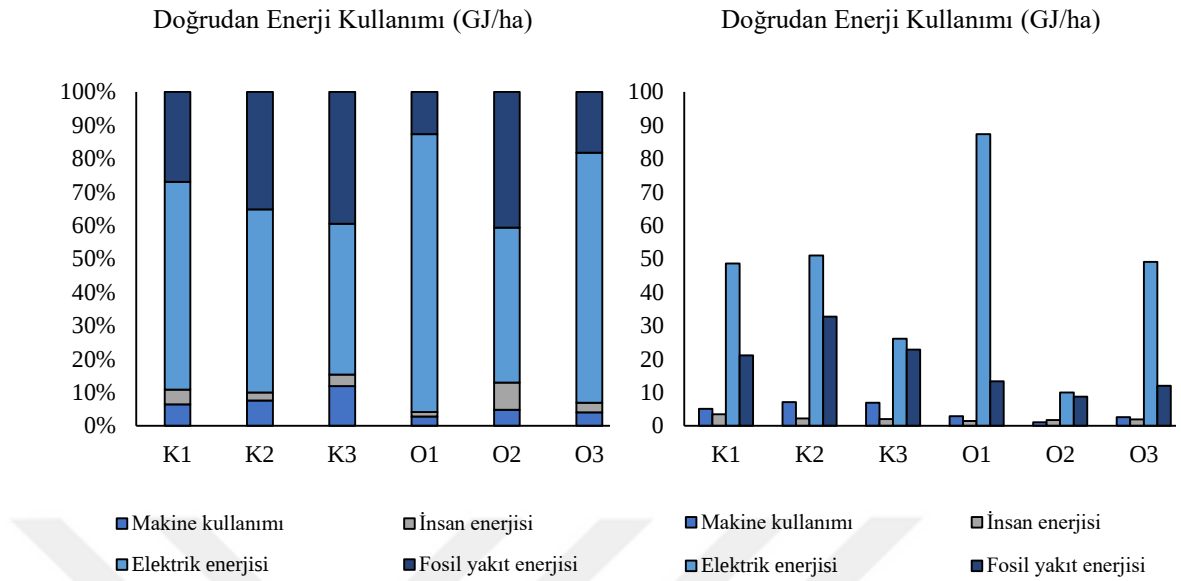


Şekil 3.4. Sermaye Enerjisi Kullanımı

Şekilden görüleceği üzere, sermaye enerjisi kullanımı, çok yüksek oranda traktör üretiminden kaynaklıdır. Çapa motoruna ilişkin enerji miktarı çok düşüktür. Kullanılan enerjinin yüksek olması, doğrudan makine gücüyle alakalıdır. Çünkü makine üretimi için harcanan enerjinin hesaplanmasında kullanılan formül; makine gücüne göre seçilmiş olan makine ağırlığının sabit bir değerle çarpılıp makinenin faydalı kullanım ömrüne bölünmesi şeklindedir (Eşitlik 2.4).

3.9.1.2. Doğrudan Enerji

Makine kullanımı, insan enerjisi, elektrik enerjisi ve fosil yakıt enerjisinden oluşan doğrudan enerji kullanımları her bir üretici için Şekil 3.6'da gösterilmektedir.



Şekil 3.5. Doğrudan enerji kullanımı

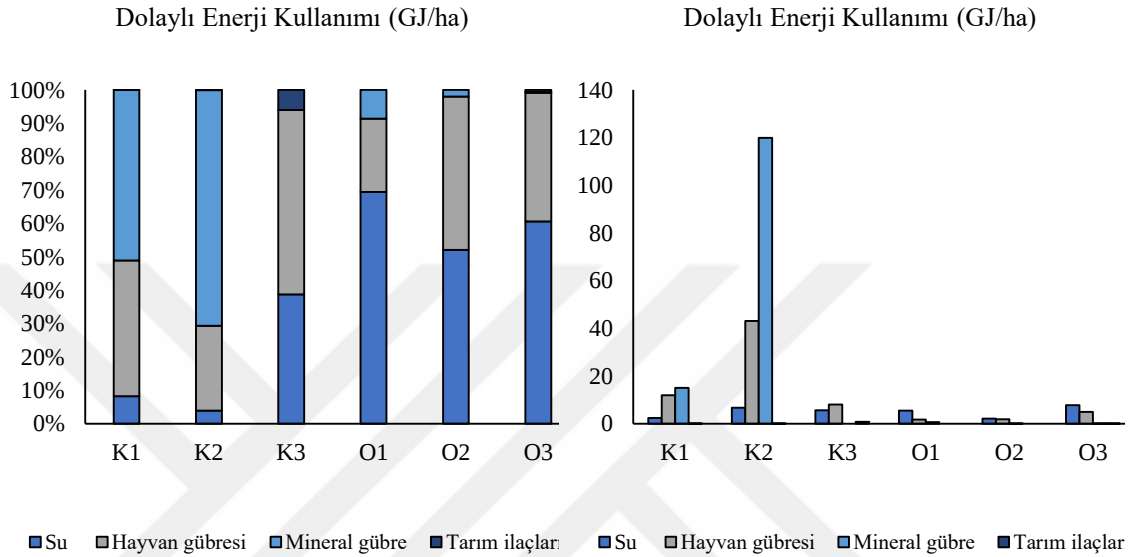
Şekil 3.5'te görüldüğü üzere, üreticiler arasında doğrudan enerji kullanımları açısından farklılıklar gözükse de, bütün üreticiler için en fazla değere ve orana sahip olan elektrik enerjisidir. Elektrik enerjisi, sadece sulamada kullanılan elektrikli dalgıç pompalar tarafından kullanılmaktadır. Bu durumda, doğrudan enerji kullanımında, tüm üreticiler için en fazla enerji tüketilen kültürel işlemin sulama olduğunu söylemek mümkündür.

Fosil yakıt enerjisi, yine tüm üreticiler için ortak olarak ikinci en fazla doğrudan enerji tüketimidir. Fosil yakıt tüketimi, makine kullanımına bağlı olup toprak işleme ve sonbahar gübrelemesi işlemlerinde mazot; ilaçlama işleminde benzinden kaynaklıdır. Fosil yakıtın enerjisi, yakıtın üretim aşamasında da enerji harcandığı için kullanımından kaynaklı harcanan enerjinin üzerine %23 tolerans payı eklenerek hesaplanmıştır.

Makine kullanımı ve insan gücüne bağlı olan kültürel işlemler, üreticiler için oldukça benzer şekilde yapıldığından doğrudan enerji tüketimleri de birbirine yakındır. Görüldüğü üzere, doğrudan enerji kullanımları, kullanım sıralaması açısından konvansiyonel ve organik üreticiler arasında fark oluşturmamaktadır.

3.9.1.3. Dolaylı Enerji

Su, hayvan gübresi, mineral gübre ve tarım ilaçlarının gömülü enerjilerini ifade eden dolaylı enerji kullanımı Şekil 3.6’da her bir üretici için gösterilmektedir.



Şekil 3.6. Dolaylı enerji kullanımı

Dolaylı enerji kullanımında bazı enerji türleri, üreticilerin kültürel işlem farklılıklarından kaynaklı olarak tüm üreticilerde mevcut değildir. Buna örnek olarak tarım ilaçları gösterilebilir. Üreticilerin tamamı ilaçlama yapmadıkları için, tarım ilaçlarının üretiminden kaynaklı olan dolaylı enerji girdisi sadece ilaçlama yapan üreticilerde hesaplamalara dahil edilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere, en düşük orana sahip olan tarım kimyasalların üretiminden kaynaklı dolaylı enerjidir.

Tüm üreticilerde ortak olarak bulunan ve hepsi için oldukça yüksek bir orana sahip olan hayvan gübresinin gömülü enerjisinden kaynaklı olan dolaylı enerji kullanımıdır. Bunun sebebi, konvansiyonel ve organik üreticiler için tamamen aynı şekilde yapılan sonbahar gübrelemesi işlemidir. Üreticilerin tamamı sonbaharda, kasım ayında, tarım arazilerini bir sonraki üretim dönemine hazırlamak için hayvan gübresini arazinin tamamına sermektedir. Bazı üreticiler ilkbaharda da hayvan gübresi uygulamaktadır. Ancak sonbahardakine kıyasla daha düşük miktarlardadır. Burada verilen değerler, sonbahar ve ilkbaharda uygulanan hayvan gübresi miktarlarının toplamıdır. Tablo 3.31’de hayvan gübresinin gömülü enerjisinden kaynaklı dolaylı enerji kullanımları gösterilmektedir.

Tablo 3.31. Hayvan gübresinin gömülü enerjisinden kaynaklı dolaylı enerji kullanımı

Üretici	Sonbaharda kullanılan gübrenin gömülü enerjisi	Enerji miktarı (GJ/ha)	
		İlkbaharda kullanılan gübrenin gömülü enerjisi	Toplam
K1	12		12
K2	43,14		43,14
K3	4,42	3,61	8,03
O1	1,16	0,59	1,75
O2	1,5	0,38	1,88
O3	3	1,96	4,96

Ortak olarak tüm üreticilerde görülen bir diğer enerji ise, suyun gömülü enerjisinden kaynaklı olan dolaylı enerji kullanımıdır. Sulama işleminde kullanılan su miktarı, her bir üretici için hesaplanmış olup organik ve konvansiyonel üreticiler arasında bir farklılık oluşturmamaktadır. Doğrudan enerji girdisinde en yüksek orana sahip olan enerjinin sulamadan kaynaklı elektrik enerjisi olduğu da göz önüne alınırsa, sulama işleminin, hem doğrudan hem de dolaylı enerji tüketimine oldukça önemli oranda katkı sağlayan, enerji tasarrufu konusunda öncelik verilmesi gereken bir kültürel işlem olduğu söylenebilir.

Burada, özellikle konvansiyonel ve organik üreticiler arasındaki en büyük farkı ortaya çıkaran, mineral gübrelerin üretiminden kaynaklı dolaylı enerji kullanımıdır. Mineral gübre; N, P ve K minerallerini içeren sentetik gübreleri ifade etmektedir. Tablo 3.32’de mineral gübreden kaynaklı dolaylı enerji kullanımları gösterilmektedir.

Tablo 3.32. Mineral gübreden kaynaklı dolaylı enerji kullanımı

Üretici	N	Enerji miktarı (GJ/ha)		Toplam
		P ₂ O ₅	K ₂ O	
K1	13,24	1,04	0,82	15,10
K2	103,33	16,55		119,87
K3				
O1			0,69	0,69
O2			0,08	0,08
O3			0,01	0,01

Tablo 3.32’den görüleceği üzere, konvansiyonel üreticilerden K1 ve K2 yüksek miktarlarda N ve P içerikli gübre kullandığı için dolaylı enerji kullanımlarında hem en yüksek değere hem de en yüksek orana sahip olan enerji türü mineral gübrelerden kaynaklıdır. Sadece K3 üreticisinde mineral gübre kullanımı görülmezken; organik üreticiler olan O1, O2 ve O3 üreticilerinde, çok düşük miktarlarda da olsa mineral gübreden kaynaklı dolaylı enerji kullanımı görülmektedir. Bunun sebebi, TOB tarafından

izin verilen K içerikli organik tarıma uygun gübre kullanımlarıdır. Her ne kadar bu gübre de mineral gübre sınıfına dahil edilse de kullanımından kaynaklı olarak ötrofikasyon ve asidifikasyon gibi çevresel problemlere neden olmadığı çalışmanın ilerleyen kısımlarında detaylıca anlatılmıştır.

3.9.2. Küresel Isınma Potansiyeli

Küresel Isınma Potansiyeli, CO₂-eşdeğeri olarak ifade edilmektedir. Bu çalışma kapsamında, Küresel Isınma Potansiyelinin hesaplanmasında kullanılan kültürel işlemler:

- Fosil yakıt tüketimi,
- Hayvan gübresi kullanımı,
- Mineral gübre üretimi (N, P, K içerikli),
- Mineral gübre kullanımı (N içerikli, N₂O salınımından kaynaklı),
- Tarım ilaçlarının üretimi,
- Sulamadan kaynaklı elektrik tüketimi,
- Makine üretimidir.

Küresel Isınma Potansiyeli; hem üretici başına hem de üreticilerin yetiştirdiği her bir ürün için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu girdilerden kaynaklı oluşan Küresel Isınma Potansiyeli değerleri sırasıyla birim alanda yapılan tarımsal üretim ve üretilen birim miktardaki ürün için Tablo 3.33 ve Tablo 3.34’te her bir üreticinin yetiştirdiği ürün başına; Tablo 3.35 ve Tablo 3.36’da üretici başına gösterilmektedir.

Tablo 3.33. Üretim yapılan birim alan başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeli

Üretici	Ürün	Tarım	Fosil yakıt	Tarım	Mineral gübre üretimi			Gübre kullanımı		Elektrik	TOPLAM
		makinelerinin	tüketimi	ilaçlarının	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Hayvan	Mineral	tüketimi	
		kg CO ₂ /ha	kg CO ₂ /ha	kg CO ₂ /ha	kg CO ₂ /ha	kg CO ₂ /ha	kg CO ₂ /ha	kg CO ₂ /ha	kg CO ₂ /ha	kg CO ₂ /ha	kg CO ₂ /ha
K1	Domates	3,5	849	0,01	223	12	12,28	594	551	6494	8738
	Biber	3,5	826		223	12	12,28	594	551	6494	8715
	Patlıcan	3,5	826		223	12	12,28	594	551	6494	8715
	Salatalık	3,5	826		181		6,28	594	448	6494	8552
	Y. fasulye	3,5	826		181		6,28	594	448	6494	8552
	Kavun	3,5	826					594		6494	7917
	Karpuz	3,5	826					594		6494	7917
K2	Domates	4	1316	2,18	1681	186		2133	4155	6812	16290
	Biber	4	1316	2,18	1790	198		2133	4423	6812	16678
	Salatalık	4	1316	2,18				2133		6812	10268
	Y. fasulye	4	1316	2,18				2133		6812	10268
	Kavun	4	1282					2133		6812	10232
	Karpuz	4	1282					2133		6812	10232
K3	Domates	5,8	917	16,06				340		3477	4755
	Biber	5,8	917	16,06				513		3477	4928
	Patlıcan	5,8	917	16,06				591		3477	5006
	Salatalık	5,8	917	16,06				369		3477	4784
	Y. fasulye	5,8	917	16,06				591		3477	5006
	Patates	5,8	917	16,06				243		3477	4658
	Kavun	5,8	917	16,06				243		3477	4658
	Karpuz	5,8	917	16,06				243		3477	4658
O1	Domates	1,9	530				10	73,13		11667	12282
	Biber	1,9	530					168		11667	12367
	Patlıcan	1,9	530					214		11667	12413
	Salatalık	1,9	530					106		11667	12305
	Y. fasulye	1,9	530					63,63		11667	12262

Tablo 3.33. (devamı)

Üretici	Ürün	Tarım makinelerinin üretimi kg CO ₂ /ha	Fosil yakıt tüketimi kg CO ₂ /ha	Tarım ilaçlarının üretimi kg CO ₂ /ha	Mineral gübre üretimi			Gübre kullanımı		Elektrik tüketimi kg CO ₂ /ha	TOPLAM kg CO ₂ /ha
					N kg CO ₂ /ha	P ₂ O ₅ kg CO ₂ /ha	K ₂ O kg CO ₂ /ha	Hayvan gübresi kg CO ₂ /ha	Mineral gübre kg CO ₂ /ha		
O1	Kavun	1,9	530					63,63		11667	12262
	Karpuz	1,9	530					63,63		11667	12262
	Ayçiçeği	1,9	530					63,63		11667	12262
	Kabak	1,9	530					110		11667	12308
	Soğan	1,9	530					63,63		11667	12262
	B. fasulye	1,9	530					63,63		11667	12262
O2	Domates	1,88	348				1,19	93,52		1333	1777
	Biber	1,88	348				1,19	112,76		1333	1797
	Salatalık	1,88	348				1,19	97,59		1333	1781
	Mısır	1,88	348				1,19	82,43		1333	1766
	Kavun	1,88	348				1,19	82,43		1333	1766
	Karpuz	1,88	348				1,19	82,43		1333	1766
	Ayçiçeği	1,88	348				1,19	82,43		1333	1766
O3	Domates	2,1	488	1,61			4,28	253		6556	7305
	Biber	2,1	488	1,61			4,28	165		6556	7217
	Patlıcan	2,1	488	1,61			4,28	165		6556	7217
	Salatalık	2,1	488	1,61			4,28	165		6556	7217
	Y. fasulye	2,1	488	1,61			4,28	165		6556	7217
	Mısır	2,1	488	1,61			4,28	165		6556	7217
	Kavun	2,1	488	1,61			4,28	165		6556	7217
	Karpuz	2,1	488	1,61			4,28	165		6556	7217
	B. fasulye	2,1	488	1,61			4,28	165		6556	7217

Tablo 3.34. Üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeli

Üretici	Ürün	Tarım	Fosil yakıt	Tarım	Mineral gübre üretimi			Gübre kullanımı		Elektrik	TOPLAM
		makinelerinin üretimi kg CO ₂ /kg	tüketimi kg CO ₂ /kg	ilaçlarının üretimi kg CO ₂ / kg	N kg CO ₂ / kg	P ₂ O ₅ kg CO ₂ / kg	K ₂ O kg CO ₂ /kg	Hayvan gübresini kg CO ₂ /kg	Mineral gübre kg CO ₂ /kg	tüketimi kg CO ₂ /kg	
K1	Domates	1E-04	0,03	0,003E-04	0,01		4E-04	0,02	0,02	0,20	0,27
	Biber	1E-04	0,03		0,02		11E-04	0,05	0,05	0,20	0,35
	Patlıcan	1E-04	0,03		0,01		7E-04	0,03	0,03	0,20	0,30
	Salatalık	1E-04	0,03				2E-04	0,02	0,01	0,20	0,26
	Y. fasulye	1E-04	0,03		0,02		7E-04	0,07	0,05	0,20	0,36
	Kavun	1E-04	0,03					0,01		0,20	0,24
	Karpuz	1E-04	0,03					0,02		0,20	0,25
K2	Domates	4E-04	0,12	3E-04	0,28	0,03		0,35	0,69	0,65	2,12
	Biber	4E-04	0,12	3E-04	0,38	0,04		0,46	0,95	0,65	2,60
	Salatalık	4E-04	0,12	3E-04				0,18		0,65	0,95
	Y. fasulye	4E-04	0,12	3E-04				0,25		0,65	1,02
	Kavun	4E-04	0,12					0,14		0,65	0,91
	Karpuz	4E-04	0,12					0,21		0,65	0,98
K3	Domates	3E-04	0,04	7E-04				0,01		0,15	0,20
	Biber	3E-04	0,04	7E-04				0,03		0,15	0,22
	Patlıcan	3E-04	0,04	7E-04				0,02		0,15	0,21
	Salatalık	3E-04	0,04	7E-04				0,02		0,15	0,20
	Y. fasulye	3E-04	0,04	7E-04				0,12		0,15	0,31
	Patates	3E-04	0,04	7E-04				0,01		0,15	0,20
	Kavun	3E-04	0,04	7E-04				0,01		0,15	0,20
	Karpuz	3E-04	0,04	7E-04				0,03		0,15	0,21
O1	Domates	3E-04	0,08				8E-04	0,01		1,77	1,86
	Biber	3E-04	0,08					0,01		1,77	1,87
	Patlıcan	3E-04	0,08					0,02		1,77	1,88
	Salatalık	3E-04	0,08					0,01		1,77	1,86

Tablo 3.34. (devamı)

Üretici	Ürün	Tarım makinelerinin üretimi kg CO ₂ /kg	Fosil yakıt tüketimi kg CO ₂ /kg	Tarım ilaçlarının üretimi kg CO ₂ /kg	Mineral gübre üretimi			Gübre kullanımı		Elektrik tüketimi kg CO ₂ /kg	TOPLAM kg CO ₂ /kg
					N kg CO ₂ /kg	P ₂ O ₅ kg CO ₂ /kg	K ₂ O kg CO ₂ /kg	Hayvan gübresi kg CO ₂ /kg	Mineral gübre kg CO ₂ /kg		
O1	Y. fasulye	3E-04	0,08					0,002		1,77	1,86
	Kavun	3E-04	0,08					0,01		1,77	1,86
	Karpuz	3E-04	0,08					0,01		1,77	1,87
	Ayçiçeği	3E-04	0,08					0,02		1,77	1,88
	Kabak	3E-04	0,08					0,01		1,77	1,86
	Soğan	3E-04	0,08					0,003		1,77	1,86
	B. fasulye	3E-04	0,08					0,03		1,77	1,89
O2	Domates	1E-04	0,02				1E-04	0,004		0,08	0,10
	Biber	1E-04	0,02				1E-04	0,01		0,08	0,11
	Salatalık	1E-04	0,02				3E-04	0,02		0,08	0,12
	Mısır	1E-04	0,02				21E-04	0,14		0,08	0,25
	Kavun	1E-04	0,02				1E-04	0,005		0,08	0,11
	Karpuz	1E-04	0,02				1E-04	0,005		0,08	0,11
	Ayçiçeği	1E-04	0,02				49E-04	0,34		0,08	0,44
O3	Domates	1E-04	0,03	1E-04			2E-04	0,01		0,40	0,45
	Biber	1E-04	0,03	1E-04			2E-04	0,01		0,40	0,44
	Patlıcan	1E-04	0,03	1E-04			1E-04	0,002		0,40	0,44
	Salatalık	1E-04	0,03	1E-04			0,4E-04	0,002		0,40	0,44
	Y. fasulye	1E-04	0,03	1E-04			2E-04	0,01		0,40	0,44
	Mısır	1E-04	0,03	1E-04			79E-04	0,30		0,40	0,75
	Kavun	1E-04	0,03	1E-04			3E-04	0,01		0,40	0,45
	Karpuz	1E-04	0,03	1E-04			3E-04	0,01		0,40	0,45
	B. fasulye	1E-04	0,03	1E-04			3E-04	0,01		0,40	0,45

Tablo 3.33 ve 3.34'e göre, tüm ürünlere tamamen aynı uygulamalar yapılmadığı için değerlerde değişiklikler gözlenmektedir. Küresel Isınma Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdi, hem alan başına hem de ürün miktarı başına değerlendirildiğinde ürünlerin tamamına yakınında elektrik tüketimi olarak görülmektedir. Özellikle organik üreticilerde Küresel Isınma Potansiyelini çok yüksek oranda elektrik tüketimi oluşturmaktadır. Elektrik tüketiminden sonra en fazla katkı sağlayan ikinci girdi ise fosil yakıt tüketimidir. N ve P içerikli mineral gübre kullanılan ürünlerde bu durum değişiklik gösterebilmektedir. K2 üreticisinin N ve P içerikli gübre kullandığı ürünler olan domates ve biberde mineral gübre ve hayvan gübresi, fosil yakıt tüketiminden daha fazla katkı sağlamaktadır. Tarım makinelerinin üretimi tüm ürünler için ortaktır. Fosil yakıt tüketiminde ise, traktör ve çapa motoru kullanımından kaynaklı mazot tüketimi tüm ürünler için ortakken, ilaçlama yapılan ürünlerde benzin tüketimi de gerçekleştiği için fosil yakıt tüketimleri bu iki yakıtın toplamıdır. Bu nedenle ilaçlama yapılan ürünlerin fosil yakıt tüketimleri diğer ürünlere göre daha fazladır.

Tablo 3.35 ve 3.36'da sırasıyla her bir üretici için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeli değerleri gösterilmektedir. Burada birim alan, üreticinin tarım arazisinin toplam boyutunu, birim ağırlıktaki ürün ise, her bir üretici tarafından yetiştirilen toplam ürün miktarını ifade etmektedir.

Tablo 3.35. Her bir üretici için birim alan başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeli

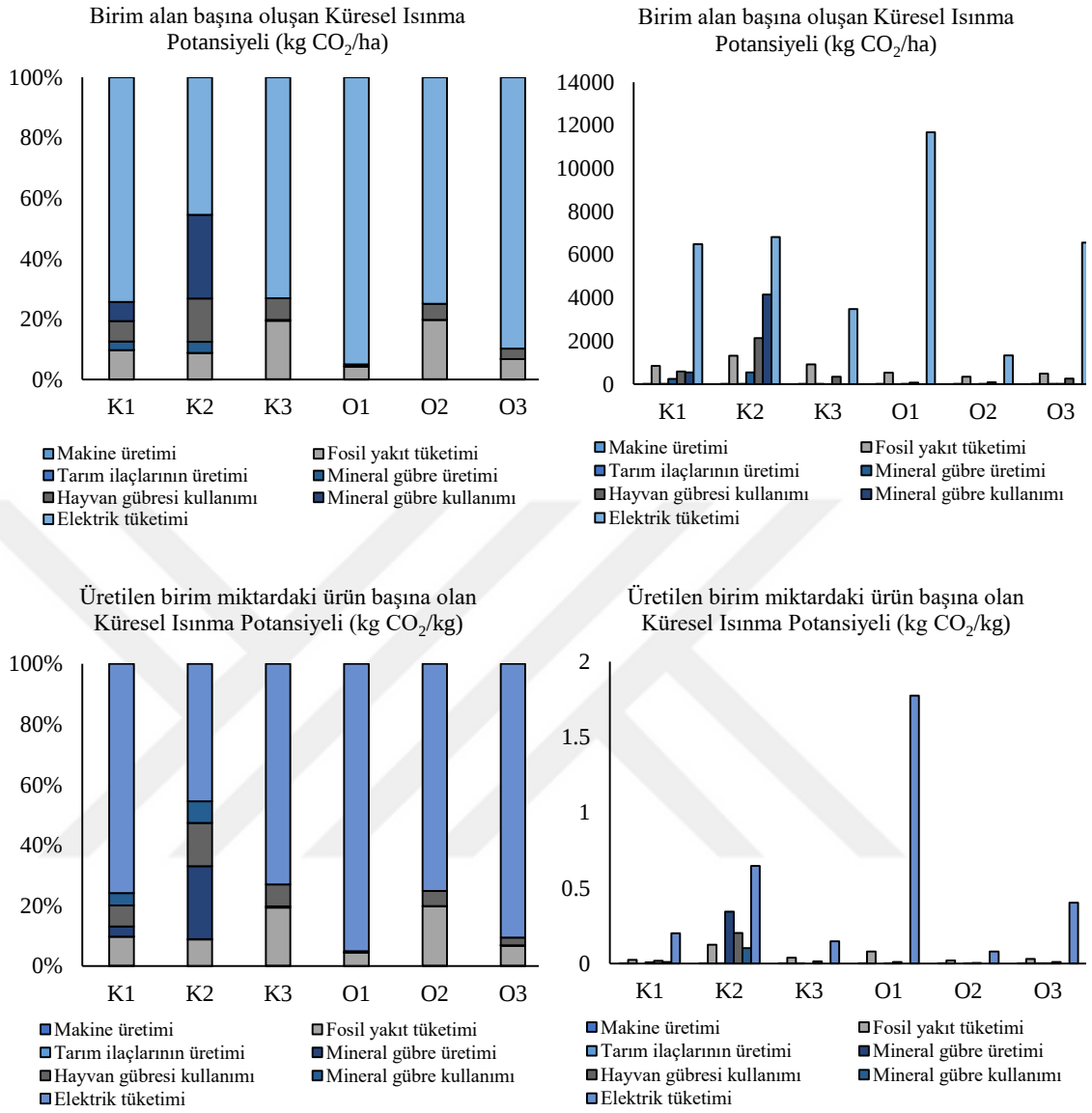
Üretici	Tarım makinelerinin üretimi (kg CO ₂ /ha)	Fosil yakıt tüketimi (kg CO ₂ /ha)	Tarım ilaçlarının üretimi (kg CO ₂ /ha)	Mineral gübre üretimi (kg CO ₂ /ha)			Gübre kullanımı (kg CO ₂ /ha)		Elektrik tüketimi (kg CO ₂ /ha)	TOPLAM (kg CO ₂ /ha)
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Hayvan gübresi	Mineral gübre		
K1	3,5	849	0,01	221	12	11,9	594	551	6494	8735
K2	4	1316	2,2	361	190		2133	4155	6812	14974
K3	5,8	917	16,1				340		3477	4755
O1	1,9	530				10	73		11667	12282
O2	1,9	348				1,2	94		1333	1777
O3	2,1	488	1,6			4,3	253		6556	7305

Tablo 3.36. Her bir üretici için birim miktardaki ürün başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeli

Üretici	Tarım makinelerinin üretimi (kg CO ₂ /kg)	Fosil yakıt tüketimi (kg CO ₂ /kg)	Tarım ilaçlarının üretimi (kg CO ₂ /kg)	Mineral gübre üretimi (kg CO ₂ /kg)			Gübre kullanımı (kg CO ₂ /kg)		Elektrik tüketimi (kg CO ₂ /kg)	TOPLAM (kg CO ₂ /kg)
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Hayvan gübresi	Mineral gübre		
K1	1E-04	0,03	0,003E-04	8E-03	0,04E-02	4E-04	0,02	0,01	0,20	0,26
K2	4E-04	0,12	3E-04	3E-01	3E-02		0,20	0,10	0,65	1,42
K3	2E-04	0,04	7E-04				0,01		0,15	0,20
O1	3E-04	0,08				8E-04	0,01		1,77	1,87
O2	1E-04	0,02				0,7E-04	0,01		0,08	0,11
O3	1E-04	0,03	1,E-04			3E-04	0,01		0,40	0,45

Üretici başına oluşan Küresel Isınma Potansiyellerine bakıldığında, elektrik tüketiminin tüm üreticiler için oldukça önemli miktarda katkı sağladığı görülmektedir. Elektrik tüketimi, sadece sulamada kullanılan elektrikli dalgıç pompalar tarafından kaynaklanmaktadır. En az Küresel Isınma Potansiyeline sahip olan O2 üreticisi 1777 kg CO₂/ha ile kendisine en yakın üreticiden %63 daha az CO₂ salınımına sebep olmaktadır. Bunun nedeni, sulama için kullandığı elektrikli dalgıç pompanın gücünün diğer üreticilerden çok daha düşük olmasıdır. O2 üreticisinin bulunduğu bölgede baraj gölünün olması, daha düşük güçte pompa ile yeterli sulama yapabilmesini sağlamaktadır. Bu sayede daha az emisyon salınımı ve enerji tüketimiyle yeterli sulamayı yapabilmektedir.

En fazla Küresel Isınma Potansiyeline sahip olan K2 üreticisi ise 14974 kg CO₂/ha ile kendisine en yakın üreticiden %18 daha fazla CO₂ salınımına sebep olmaktadır. Bunun en önemli nedeni, N ve P içerikli mineral gübre kullanımıdır. Mineral gübrenin kullanımı, mineral gübre üretiminin de sisteme dahil edilmesine sebep olduğu için Küresel Isınma Potansiyelinde artışa yol açmıştır. Bunun yanı sıra, hayvan gübresi kullanımının diğer üreticilere kıyasla daha fazla olmasının yanı sıra elektrik tüketimi de göz önüne alındığında Küresel Isınma Potansiyeli diğer üreticilerden de oldukça yüksektir. Şekil 3.7’de, her bir üretici için oluşan Küresel Isınma Potansiyeli, birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.7. Her bir üretici için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeli

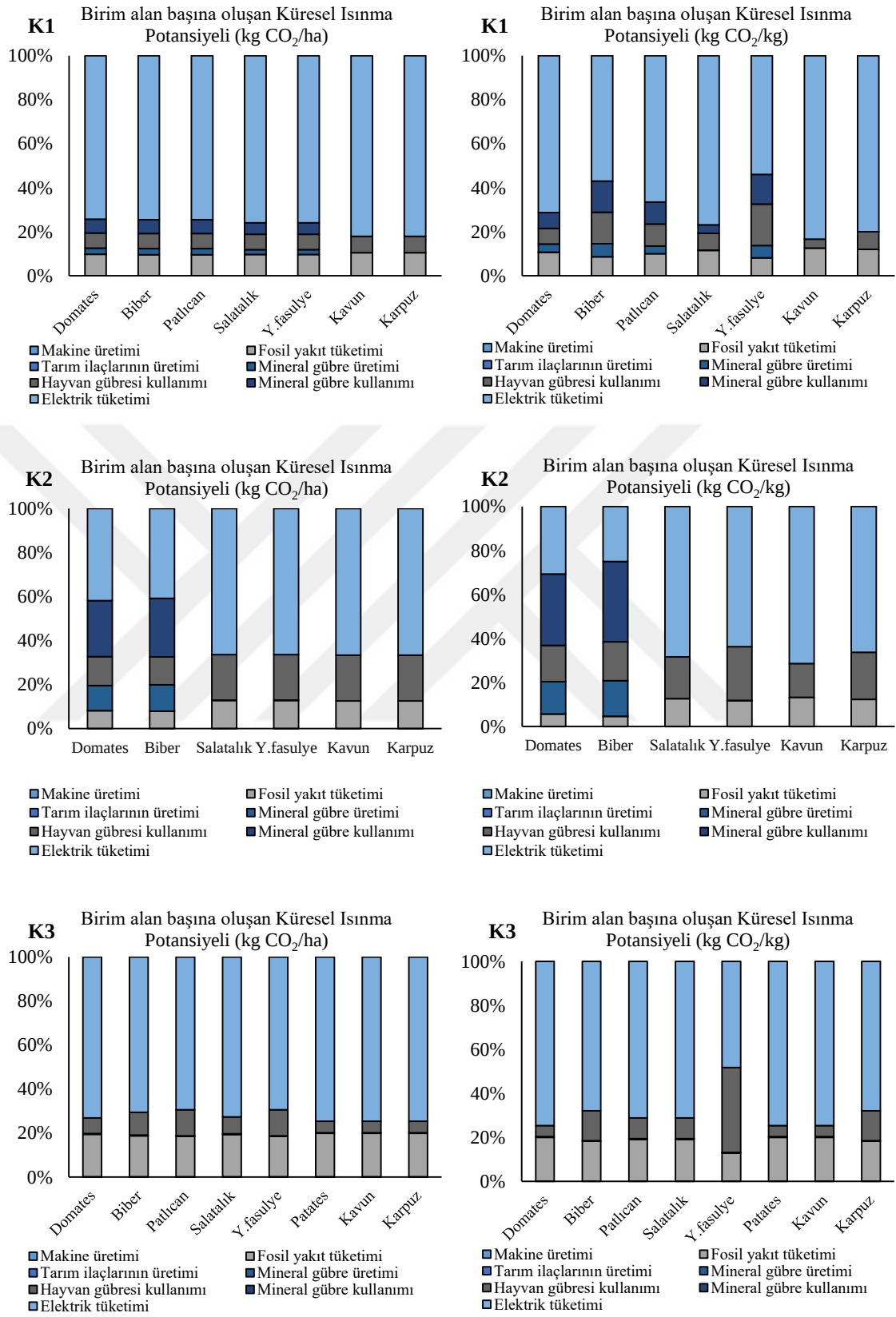
Şekil 3.7’den görüleceği üzere, her üretici için Küresel Isınma Potansiyelini oluşturan girdiler oransal olarak farklılık göstermektedir. Elektrik tüketimi üreticilerin tamamında en yüksek etkiye sahiptir. K2 üreticisinde yoğun mineral gübre kullanımı, elektrik tüketiminin etkisinin diğer üreticilere kıyasla daha az olmasına yol açmıştır. Özellikle O2 üreticisine bakıldığında; elektrik tüketiminin az olmasının, Küresel Isınma Potansiyelinin diğer üreticilerden çok daha düşük olmasını sağladığı görülmektedir.

Makine üretimi ve buna bağlı olarak fosil yakıt tüketimi, üreticiler arasında uygulama olarak farklılık oluşturmamasında rağmen, etki oranına bakıldığında herkes için benzer olmadığı görülmektedir. Bunun sebebi, üreticilerden bazılarının fosil yakıt tüketiminin etki oranını azaltacak kadar yüksek Küresel Isınma Potansiyeline sahip olan N ve P içerikli mineral gübre gibi girdileri sistemine dahil etmeleri, bunlara ilaveten aşırı sulama yapmalarının sonucu elektrik tüketimlerinin fazla olmasıdır. Uygulamada farklılıkların görüldüğü tarım ilaçları ve mineral gübre kullanımı, üreticilerin etki potansiyelleri arasındaki farkları belirlemeye önemli oranda katkı sağlamaktadır.

Mineral gübre üretiminde N, P ve K içerikli gübrelerin kullanımı sırasında oluşan emisyonların etki potansiyelleri hesaba katılmıştır. Tablo 3.33 ve 3.34’te görüldüğü üzere, K içerikli gübrelerin Küresel Isınma Potansiyeline katkıları N ve P içerikli gübrelerle göre oldukça düşüktür. N ve P içerikli mineral gübre kullanımı sadece K1 ve K2 üreticilerinde görülmekte olup, K2 üreticisinin kullanım oranı çok daha fazladır. Bu nedenle etki potansiyeline katkısı oldukça yüksektir.

Küresel Isınma Potansiyeli, birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına incelendiğinde, her iki durumda da K2 üreticisinin en yüksek değere sahip olduğu ve bu etkiye en fazla sebep olan girdinin mineral gübre olduğu görülmektedir.

Aşağıda her bir üreticinin yetiştirdiği ürünler için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeline katkı sağlayan girdilerin etki oranları gösterilmektedir.

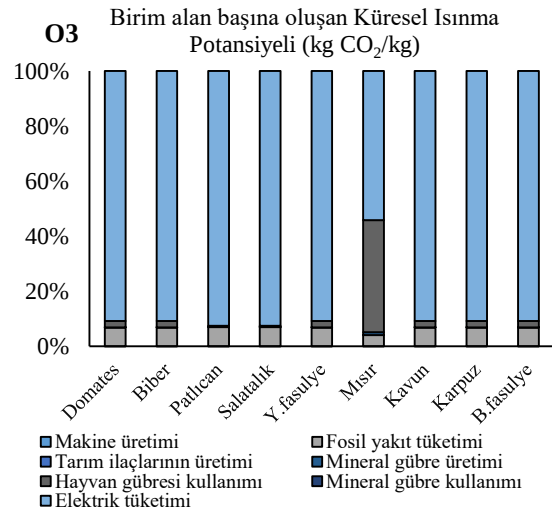
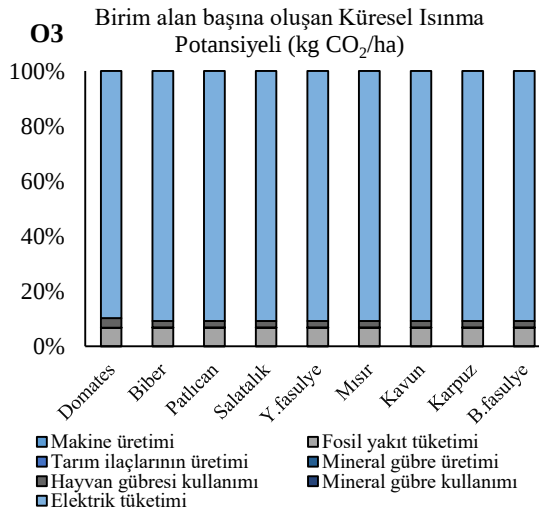
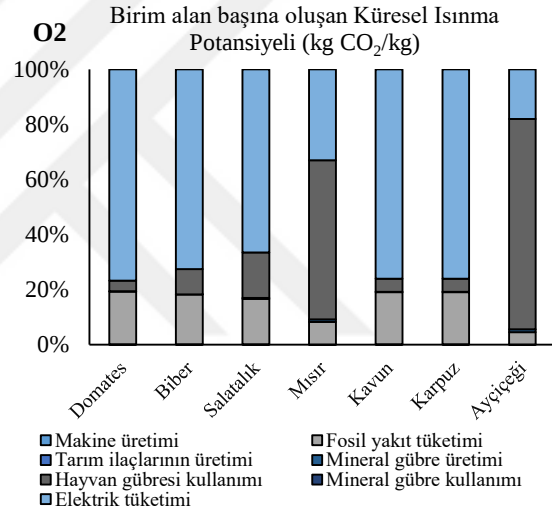
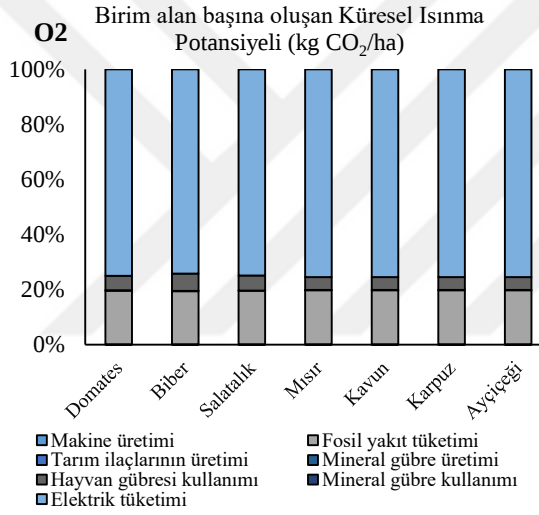
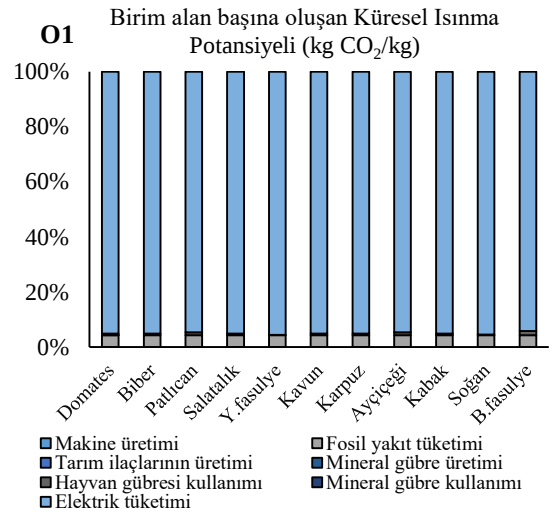
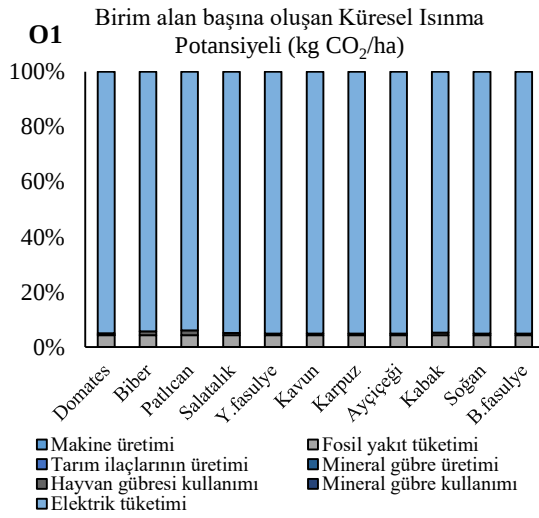


Şekil 3.8 (a). Üreticilerin yetiştirdiği ürünler için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeli

Şekil 3.8 (a)'ya bakıldığında K1 üreticisi için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına Küresel Isınma Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdi tüm ürünler için elektrik tüketimi olarak görülmektedir. Birim alan başına yapılan üretim için bakıldığında; tüm ürünlerde elektrik tüketimini, fosil yakıt tüketimi ve hayvan gübresi kullanımı izlemektedir. Mineral gübre kullanımının görüldüğü domates, biber, patlıcan, salatalık ve yeşil fasulyede ise mineral gübre kullanımı ve mineral gübre üretimi hayvan gübresi kullanımından sonra gelmektedir. Üretilen birim ağırlıktaki ürün miktarındaki etki değerlerine bakıldığında ise; mineral gübre kullanılmayan kavun ve karpuz için elektrik tüketimini, fosil yakıt tüketimi ve hayvan gübresi kullanımı takip ederken; mineral gübrenin kullanıldığı ürünlerde bu sıralama değişkenlik göstermektedir. Biber ve yeşil fasulyede hayvan gübresi ve mineral gübre kullanımını fosil yakıt tüketimi ve mineral gübre üretimi izlemektedir. Salatalıkta elektrik tüketiminden sonra en yüksek etki fosil yakıt tüketimidir. Bunu sırasıyla hayvan gübresi ve mineral gübre kullanımı takip etmektedir. Mineral gübre üretiminin etkisi ise diğerlerine göre oldukça düşüktür. Domates ve patlıcanda ise etki değerleri sırasıyla fosil yakıt tüketimi, hayvan gübresi kullanımı, mineral gübre kullanımı ve mineral gübre üretimi şeklindedir. Makine ve tarım kimyasallarının üretiminin etkisi tüm ürünler için çok düşüktür.

K2 üreticisinde, birim alan başına yapılan üretim için etki oranlarına bakıldığında en yüksek orana sahip girdinin tüm ürünler için elektrik tüketimi olduğu görülmektedir. Mineral gübre kullanımının görüldüğü domates ve biberde ikinci sırayı mineral gübre kullanımı alırken, diğer ürünlerde hayvan gübresi kullanımı ikinci sırada, fosil yakıt tüketimi ise üçüncü sıradadır. Üretilen birim ağırlıktaki ürün için oluşan etkilerin oranları, yoğun mineral gübre kullanımının görüldüğü domates ve biber için mineral gübre kullanımıyken diğer ürünler için elektrik tüketimidir. Makine ve tarım kimyasallarının üretiminin etkisi tüm ürünler için çok düşüktür.

K3 üreticisinde, birim alan başına yapılan üretim için Küresel Isınma Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdiler tüm ürünler için sırasıyla elektrik tüketimi, fosil yakıt tüketimi, hayvan gübresi kullanımıdır. Üretilen birim ağırlıktaki ürün için etki oranlarına bakıldığında, en yüksek oran tüm ürünler için elektrik tüketimidir. İkinci sırada yeşil fasulye için hayvan gübresi kullanımıyken diğer ürünler için fosil yakıt tüketimidir. Makine ve tarım kimyasallarının üretiminin etkisi tüm ürünler için çok düşüktür.



Şekil 3.8 (b). Üreticilerin yetiştirdiği ürünler için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeli

Şekil 3.8 (b)'ye göre, O1 üreticisi için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeline katkı sağlayan girdiler sırasıyla elektrik tüketimi, fosil yakıt tüketimi ve hayvan gübresi kullanımı olarak görülmektedir. Her iki durumda da elektrik tüketiminin etkisi diğer girdilere göre çok daha yüksektir.

O2 üreticisi için birim alan başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdiler sırasıyla elektrik tüketimi, fosil yakıt tüketimi ve hayvan gübresi kullanımıdır. Elektrik tüketiminin etkisinin diğer girdilere oranlara çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeline bakıldığında; mısır ve ayçiçeğinde en yüksek etkiye sahip girdinin hayvan gübresi kullanımı olduğu görülmektedir. Diğer ürünlerde ise en yüksek etki elektrik tüketiminden kaynaklıdır. Makine ve tarım kimyasallarının üretiminin etkisi tüm ürünler için çok düşüktür.

O3 üreticisi için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Küresel Isınma Potansiyeline katkı sağlayan girdiler sırasıyla; elektrik tüketimi, fosil yakıt tüketimi ve hayvan gübresi kullanımı olarak görülmektedir. Her iki durumda da elektrik tüketiminin etkisi diğer girdilere göre çok daha yüksektir. Üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan etki oranlarına bakıldığında, mısır için hayvan gübresi kullanımının etkisinin diğer ürünlere kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Makine ve tarım kimyasallarının üretiminin etkisi tüm ürünler için çok düşüktür.

3.9.3. Ötrofikasyon Potansiyeli

Ötrofikasyon potansiyeli PO_4^{3-} -eşdeğeri olarak ifade edilmektedir. Ötrofikasyon Potansiyeline yol açan girdiler ve kültürel işlemler:

- Fosil yakıt tüketimi,
- Hayvan gübresi kullanımı,
- Mineral gübre kullanımı,
- Mineral gübre üretimi,
- Hayvan gübresinin depolanması,
- Sulamadan kaynaklı elektrik tüketimi,
- Fosfor (P) kaybı olarak belirlenmiştir.

Fosil yakıt tüketiminde oluşan emisyonlar, birçok etki kategorisine katkı sağlamaktadır. Bunlardan biri de Ötrofikasyon Potansiyelidir. Fosil yakıt tüketiminde oluşan emisyonların etki potansiyelleri hesaplanmıştır. Daha önce belirtildiği gibi, aynı anda birden fazla etkiye yol açan emisyonlar olduğu için bölüştürme işlemi yapılmıştır.

Hayvan gübresi üretimi, mineral gübre gibi sadece tarımsal uygulamalarda gübre olarak kullanılmak üzere üretilmediği, bir yan ürün olduğu için üretim süreci sistem sınırlarına dahil edilmemiş olup, gübre kullanımına kadar depolamada salınan emisyonların ve gübre kullanımından kaynaklı salınan emisyonların etki potansiyelleri hesaplanmıştır [98].

Mineral gübre kullanımı olarak hesaplanan değerler, Brentrup vd. (2000) tarafından hesaplanmış olan; N içerikli mineral gübre kullanımından kaynaklı oluşan emisyonların etki potansiyellerini ifade etmektedir [5].

Sulamadan kaynaklı elektrik tüketiminde, elektrik üretimi sırasında salınan emisyonların etki potansiyelleri ifade edilmektedir.

Burada belirtilen fosfor kaybı, mineral gübre ve hayvan gübresi kullanımından kaynaklı olup USDA (Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı) tarafından geliştirilmiş bir fosfor kaybı modeli olan APLE (Yıllık Fosfor Kaybı Tahmin Aracı) uygulaması kullanılarak hesaplanmıştır [99]. Toprak yapısı, iklim gibi diğer parametrelere de bağlı olarak hesaplandığı için ayrı bir kategori olarak belirtilmiştir.

Ötrofikasyona yol açan emisyonların hesaplanan etki potansiyelleri birim alan başına üretilen birim ağırlıktaki ürün başına olmak üzere sırasıyla Tablo 3.37 ve 3.38’de gösterilmektedir.

Tablo 3.37. Üretim yapılan birim alan başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeli

Üretici	Ürün	Fosil yakıt tüketimi kg PO ₄ ⁻³ /ha	Hayvan gübresi depolama kg PO ₄ ⁻³ /ha	Mineral gübre üretimi		Gübre kullanımı		Yıllık P kaybı kg PO ₄ ⁻³ /ha	Elektrik tüketimi kg PO ₄ ⁻³ /ha	TOPLAM kg PO ₄ ⁻³ /ha
				N	P ₂ O ₅	Hayvan gübresi kg PO ₄ ⁻³ /ha	Mineral gübre kg PO ₄ ⁻³ /ha			
				kg PO ₄ ⁻³ /ha	kg PO ₄ ⁻³ /ha	kg PO ₄ ⁻³ /ha	kg PO ₄ ⁻³ /ha			
K1	Domates	1,83	2,7	0,21	0,04	12,21	9	26,03	0,79	52,81
	Biber	1,8	2,7	0,21	0,04	12,21	10,77	27,76	0,79	56,28
	Patlıcan	1,8	2,7	0,21	0,04	12,21	13,34	30,34	0,79	61,42
	Salatalık	1,8	2,7	0,17		12,21	9,44	26,36	0,79	53,47
	Y. fasulye	1,8	2,7	0,17		12,21	12,27	29,19	0,79	59,13
	Kavun	1,8	2,7			12,21		16,75	0,79	34,25
	Karpuz	1,8	2,7			12,21		16,75	0,79	34,25
K2	Domates	2,83	9,71	1,6	1,75	48,28	96,82	161,12	0,83	322,94
	Biber	2,83	9,71	1,7	0,62	48,28	101,79	165,07	0,83	330,83
	Salatalık	2,83	9,71			48,28		60,96	0,83	122,61
	Y. fasulye	2,83	9,71			48,28		60,96	0,83	122,61
	Kavun	2,79	9,71			48,28		60,91	0,83	122,53
	Karpuz	2,79	9,71			48,28		60,91	0,83	122,53
K3	Domates	1,98	1,64					3,17	0,42	7,21
	Biber	1,98	2,6			2,51		7,14	0,42	14,65
	Patlıcan	1,98	3,03			5,25		10,31	0,42	20,99
	Salatalık	1,98	1,8			3,42		7,25	0,42	14,87
	Y. fasulye	1,98	3,03			8,57		13,63	0,42	27,63
	Patates	1,98	1,11			1,48		4,61	0,42	9,60
	Kavun	1,98	1,11			1,48		4,61	0,42	9,60
	Karpuz	1,98	1,11			1,48		4,61	0,42	9,60
O1	Domates	1,15	0,34						1,42	2,92
	Biber	1,15	0,87						1,42	3,44
	Patlıcan	1,15	1,12			2,83		5,12	1,42	11,65
	Salatalık	1,15	0,52			0,24		1,93	1,42	5,27
	Y. fasulye	1,15	0,29					0,58	1,42	3,45

Tablo 3.37. (devamı)

Üretici	Ürün	Fosil yakıt tüketimi kg PO ₄ ⁻³ /ha	Hayvan gübresi depolama kg PO ₄ ⁻³ /ha	Mineral gübre üretimi		Gübre kullanımı		Yıllık P kaybı kg PO ₄ ⁻³ /ha	Elektrik tüketimi kg PO ₄ ⁻³ /ha	TOPLAM kg PO ₄ ⁻³ /ha
				N	P ₂ O ₅	Hayvan gübresi	Mineral gübre			
				kg PO ₄ ⁻³ /ha	kg PO ₄ ⁻³ /ha	kg PO ₄ ⁻³ /ha	kg PO ₄ ⁻³ /ha			
O1	Kavun	1,15	0,29					0,58	1,42	3,45
	Karpuz	1,15	0,29					0,58	1,42	3,45
	Ayçiçeği	1,15	0,29					0,58	1,42	3,45
	Kabak	1,15	0,55					1,41	1,42	4,53
	Soğan	1,15	0,29					0,58	1,42	3,45
	B. fasulye	1,15	0,29					0,58	1,42	3,45
O2	Domates	0,76	0,44						0,16	1,36
	Biber	0,76	0,54						0,16	1,46
	Salatalık	0,76	0,46			1,95		3,18	0,16	6,51
	Mısır	0,76	0,38			0,72		1,87	0,16	3,88
	Kavun	0,76	0,38			0,72		1,87	0,16	3,88
	Karpuz	0,76	0,38			0,72		1,87	0,16	3,88
O3	Ayçiçeği	0,76	0,38			0,72		1,87	0,16	3,88
	Domates	1,04	1,24					1,23	0,80	4,30
	Biber	1,04	0,75					0,6	0,80	3,19
	Patlıcan	1,04	0,75					0,6	0,80	3,19
	Salatalık	1,04	0,75					0,6	0,80	3,19
	Y. fasulye	1,04	0,75					0,6	0,80	3,19
	Mısır	1,04	0,75					0,6	0,80	3,19
	Kavun	1,04	0,75					0,6	0,80	3,19
	Karpuz	1,04	0,75					0,6	0,80	3,19
	B. fasulye	1,04	0,75					0,6	0,80	3,19

Tablo 3.38. Üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeli

Üretici	Ürün	Fosil yakıt tüketimi	Hayvan gübresi depolama	Mineral gübre üretimi		Gübre kullanımı		Yıllık P kaybı	Elektrik tüketimi	TOPLAM
				N	P ₂ O ₅	Hayvan gübresi	Mineral gübre			
				kg PO ₄ ⁻³ /kg	kg PO ₄ ⁻³ /kg	kg PO ₄ ⁻³ /kg	kg PO ₄ ⁻³ /kg			
K1	Domates	6E-05	8E-05	1E-05	0,1E-05	36E-05	26E-05	80E-05	2E-05	16E-04
	Biber	6E-05	25E-05	2E-05	0,3E-05	111E-05	98E-05	240E-05	2E-05	49E-04
	Patlıcan	6E-05	15E-05	1E-05	0,2E-05	67E-05	73E-05	160E-05	2E-05	32E-04
	Salatalık	6E-05	7E-05			34E-05	26E-05	70E-05	2E-05	15E-04
	Y. fasulye	6E-05	30E-05	2E-05		134E-05	135E-05	310E-05	2E-05	62E-04
	Kavun	6E-05	6E-05			39E-05		40E-05	2E-05	8E-04
	Karpuz	6E-05	9E-05			39E-05		50E-05	2E-05	11E-04
K2	Domates	27E-05	160E-05	26E-05	29E-05	797E-05	1598E-05	2650E-05	8E-05	528E-04
	Biber	27E-05	208E-05	36E-05	13E-05	1036E-05	2185E-05	3150E-05	8E-05	702E-04
	Salatalık	27E-05	83E-05			413E-05		520E-05	8E-05	105E-04
	Y. fasulye	27E-05	114E-05			565E-05		710E-05	8E-05	142E-04
	Kavun	26E-05	65E-05			322E-05		410E-05	8E-05	84E-04
	Karpuz	26E-05	97E-05			483E-05		610E-05	8E-05	122E-04
K3	Domates	8E-05	5E-05					10E-05	2E-05	3E-04
	Biber	8E-05	17E-05			17E-05		40E-05	2E-05	9E-04
	Patlıcan	8E-05	10E-05			18E-05		40E-05	2E-05	8E-04
	Salatalık	8E-05	9E-05			16E-05		30E-05	2E-05	7E-04
	Y. fasulye	8E-05	63E-05			178E-05		250E-05	2E-05	50E-04
	Patates	8E-05	6E-05			8E-05		20E-05	2E-05	5E-04
	Kavun	8E-05	6E-05			8E-05		20E-05	2E-05	5E-04
	Karpuz	8E-05	12E-05			16E-05		40E-05	2E-05	7E-04
O1	Domates	18E-05	3E-05					10E-05	2E-04	5E-04
	Biber	18E-05	6E-05						2E-04	4E-04
	Patlıcan	18E-05	11E-05			27E-05		60E-05	2E-04	13E-04
	Salatalık	18E-05	3E-05			2E-05		20E-05	2E-04	7E-04
	Y. fasulye	18E-05	1E-05					20E-05	2E-04	6E-04
	Kavun	18E-05	3E-05					10E-05	2E-04	5E-04

Tablo 3.38. (devamı)

Üretici	Ürün	Fosil yakıt tüketimi	Hayvan gübresi depolama	Mineral gübre üretimi		Gübre kullanımı		Yıllık P kaybı	Elektrik tüketimi	TOPLAM
				N	P ₂ O ₅	Hayvan gübresi	Mineral gübre			
				kg PO ₄ ⁻³ /kg	kg PO ₄ ⁻³ /kg	kg PO ₄ ⁻³ /kg	kg PO ₄ ⁻³ /kg			
O1	Karpuz	18E-05	6E-05					10E-05	2E-04	5E-04
	Ayçiçeği	18E-05	10E-05						2E-04	5E-04
	Kabak	18E-05	5E-05					20E-05	2E-04	6E-04
	Soğan	18E-05	1E-05					10E-05	2E-04	6E-04
	B. fasulye	18E-05	10E-05						2E-04	5E-04
O2	Domates	5E-05	2E-05						1E-05	0,8E-04
	Biber	5E-05	3E-05						1E-05	0,8E-04
	Salatalık	5E-05	10E-05			42E-05		60E-05	1E-05	11E-04
	Mısır	5E-05	66E-05			125E-05		200E-05	1E-05	39E-04
	Kavun	5E-05	2E-05			4E-05		10E-05	1E-05	2E-04
	Karpuz	5E-05	2E-05			4E-05		10E-05	1E-05	2E-04
	Ayçiçeği	5E-05	2E-03			292E-05		450E-05	1E-05	90E-04
O3	Domates	6E-05	6E-05					10E-05	5E-05	3E-04
	Biber	6E-05	3E-05						5E-05	2E-04
	Patlıcan	6E-05	1E-05					10E-05	5E-05	2E-04
	Salatalık	6E-05	1E-05					10E-05	5E-05	2E-04
	Y. fasulye	6E-05	3E-05					20E-05	5E-05	2E-04
	Mısır	6E-05	139E-05					10E-05	5E-05	15E-04
	Kavun	6E-05	5E-05						5E-05	2E-04
	Karpuz	6E-05	5E-05						5E-05	2E-04
	B. fasulye	6E-05	6E-05						5E-05	2E-04

Tablo 3.37’de görüldüğü üzere birim alan başına her bir ürün için Ötrofikasyon Potansiyeli hesaplandığında fosil yakıt ve elektrik tüketiminin tüm ürünler için aynı olduğu görülmektedir. Hayvan gübresi kullanımı ve depolamadan kaynaklı oluşan emisyonlar, sadece sonbahar gübrelemesi yapan üreticilerin ürünleri için ortakken, ilkbaharda da hayvan gübresi uygulayan üreticiler için değişkenlik göstermektedir. En yüksek katkı sağlayan parametre, ürünlerin büyük çoğunluğu için toplam fosfor kaybı olarak belirlenmiştir. Meydana gelen fosfor kaybı, mineral gübre ve hayvan gübresi kullanımının sonucunda artmakta olup, toprak yapısı ve iklime bağlı olarak da değişkenlik göstermektedir. En yüksek fosfor kaybına sahip olan üretici olan K2’ye bakıldığında, diğer üreticilere göre en fazla P içerikli mineral gübre ve hayvan gübresi kullandığı görülmektedir. P içerikli mineral gübre kullanmayan üreticilerin kullananlara kıyasla çok daha az P kaybı olması, esas kaynağın hayvan gübresi değil, mineral gübre olduğunu göstermektedir. En fazla katkının elektrik tüketimi olduğu görülen üreticiler ise aşırı sulama yapmakta olup, elektrik tüketimleri de doğru orantılı olarak artmaktadır. Elektrik tüketiminin artması, elektrik tüketimine bağlı olarak doğrudan veya dolaylı olarak oluşan emisyon salınımı artırdığı için Ötrofikasyon Potansiyeline katkı sağlamaktadır.

Yapılan hesaplamalar sonucunda bazı ürünlerin hayvan gübresi kullanımından kaynaklı oluşan Ötrofikasyon Potansiyeli değerlerinin negatif olduğu görülmüştür. Bunun sebebi, üreticinin kullandığı hayvan gübresinin kullanımından kaynaklı sisteme verilen azot bileşiklerinin ötrofikasyona yol açmayacak kadar az miktarda olmasıdır. Brentrup vd. (2000) tarafından geliştirilen hesaplamalar sonucunda, topraktaki azot dengesine bakıldığında; ürünün topraktan aldığı azot miktarı, ürüne verilen azot miktarından fazla olduğu durumda negatif değerler elde edilmiştir. Negatif çıkan değerler Ötrofikasyon Potansiyeline katkı sağlamadığı için “sıfır” kabul edilmiştir.

Tablo 3.39 ve 3.40’ta sırasıyla her bir üretici için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeli değerleri gösterilmektedir.

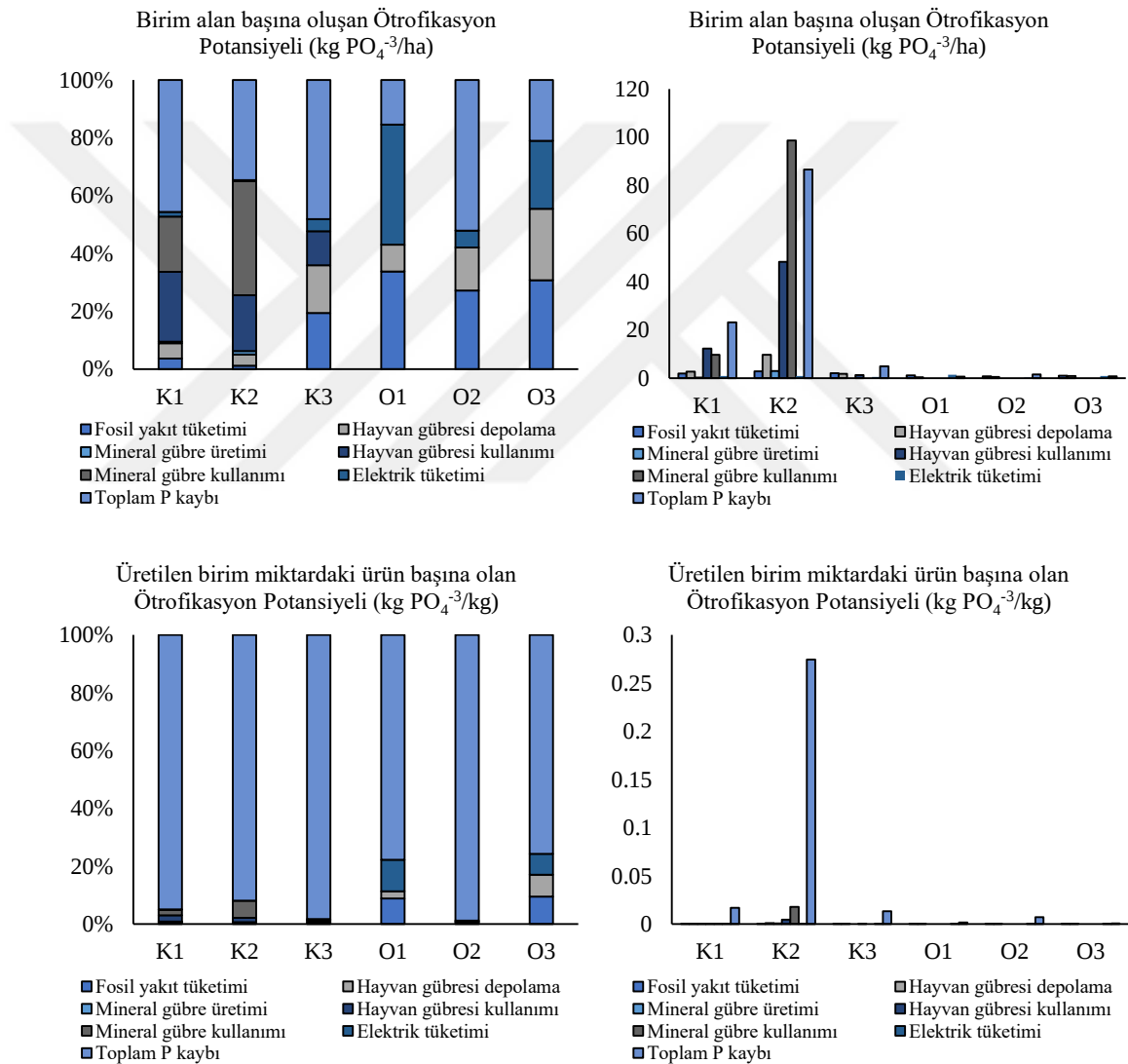
Tablo 3.39. Her bir üretici için birim alan başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeli

Üretici	Fosil yakıt tüketimi	Hayvan gübresi depolama	Mineral gübre üretimi		Gübre kullanımı		Yıllık P kaybı	Elektrik tüketimi	TOPLAM
			N	P ₂ O ₅	Hayvan gübresi	Mineral gübre			
			kg PO ₄ ⁻³ /ha	kg PO ₄ ⁻³ /ha	kg PO ₄ ⁻³ /ha	kg PO ₄ ⁻³ /ha			
K1	1,83	2,70	0,21	0,04	12,21	9,70	23,09	0,79	50,57
K2	2,83	9,71	1,63	1,34	48,28	98,61	86,61	0,83	249,85
K3	1,98	1,70			1,20		4,92	0,42	10,22
O1	1,15	0,32			0,00		0,53	1,42	3,42
O2	0,76	0,41			0,00		1,45	0,16	2,79
O3	1,04	0,84			0,00		0,71	0,80	3,39

Tablo 3.40. Her bir üretici için birim miktardaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeli

Üretici	Fosil yakıt tüketimi	Hayvan gübresi depolama	Mineral gübre üretimi		Gübre kullanımı		Yıllık P kaybı	Elektrik tüketimi	TOPLAM
			N	P ₂ O ₅	Hayvan gübresi	Mineral gübre			
			kg PO ₄ ⁻³ /kg	kg PO ₄ ⁻³ /kg	kg PO ₄ ⁻³ /kg	kg PO ₄ ⁻³ /kg			
K1	6E-05	8E-05	0,8E-05	0,1E-05	40E-05	40E-05	17E-03	2E-05	18E-03
K2	30E-05	90E-05	30E-05	20E-05	500E-05	200E-05	274E-03	8E-05	298E-03
K3	8E-05	7E-05			5E-05		13E-03	2E-05	13E-03
O1	20E-05	5E-05					2E-03	22E-05	2E-03
O2	5E-05	2E-05					7E-03	1E-05	7E-03
O3	6E-05	5E-05					0,5E-03	5E-05	0,7E-03

Tablolara göre, hem birim alan başına hem de üretilen birim ağırlıktaki ürün başına en fazla Ötrofikasyon Potansiyeli değerine sahip olan K2 üreticisidir. Bunun sebebi, mineral ve hayvan gübresi kullanımının diğer üreticilere göre çok fazla olmasıdır. Özellikle mineral gübre kullanımı, Ötrofikasyon Potansiyeline en fazla katkıyı sağlamaktadır. Şekil 3.9'da, her bir üretici için oluşan Ötrofikasyon Potansiyeli, birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.9. Her bir üretici için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeli

Şekil 3.9'a göre, birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyelinde tüm üreticiler için en fazla katkı sağlayan girdinin toplam P kaybı olduğu görülmektedir. Toplam P kaybı, doğrudan bir tarımsal girdi olmamakla birlikte; toprak yapısı, mineral

gübre ve hayvan gübresi kullanımına bağlı olarak hesaplanan bir değer olduğundan ayrıca belirtilmiştir. Birim alan başına oluşan etkide birçok üretici için yine en fazla katkıyı sağlayan girdi olarak görülmektedir. Ötrofikasyonun başlıca sebeplerinden biri olan N ve P içerikli gübre kullanan, aynı zamanda birim alanda kullandığı hayvan gübresi miktarı diğer üreticilerden daha fazla olan K2 üreticisinde en fazla katkı sağlayan girdinin ise mineral gübre olduğu görülmektedir. İkincisi sırada P kaybı varken üçüncü sırada hayvan gübresi kullanımı olduğu tespit edilmekte birlikte, bu etki değerleri diğer üreticilerin toplam Ötrofikasyon Potansiyeli değerlerinin bile çok üzerindedir. O1 üreticisinde, birim alan başına en fazla katkı sağlayan girdinin elektrik tüketimi olduğu görülmektedir. Bunun sebebi, ötrofikasyona yol açacak N ve P içerikli mineral gübre kullanmamasının yanı sıra, kullandığı hayvan gübresi miktarının da ötrofikasyona yol açmayacak kadar az olmasıdır. Aynı zamanda toplam P kaybı en az olan üreticidir. Diğer organik üreticilerde de yukarıdaki tablolarda da detaylıca gösterildiği üzere, hayvan gübresi kullanımından kaynaklı olarak oluşan azot bileşikleri ötrofikasyona yol açmamaktadır. Ancak, toplam P kaybı; dolaylı olarak hayvan gübresi kullanımına da bağlı olduğu için, P içerikli mineral gübre kullanmayan üreticilerde de ötrofikasyona yol açtığı görülmüştür. Fakat tek sebebi hayvan gübresi kullanımı değildir ve topraktaki fosfor miktarına, toprak yapısına da bağlıdır. Bu yüzden, toplam P kaybı hayvan gübresi kullanımından ayrı olarak ele alınıp hesaplanmıştır.

Aşağıda her bir üreticinin yetiştirdiği ürünler için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeline katkı sağlayan girdilerin etki oranları gösterilmektedir.

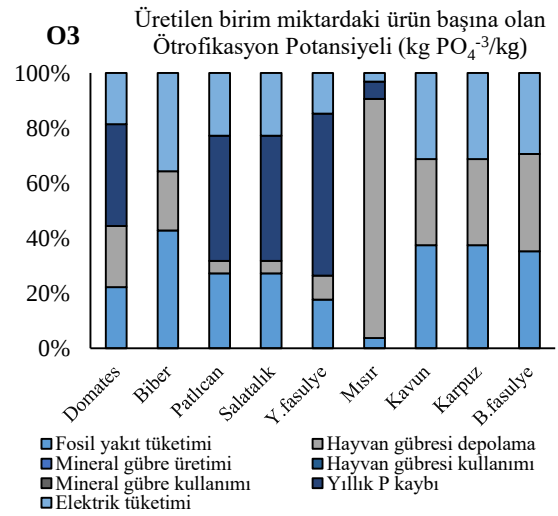
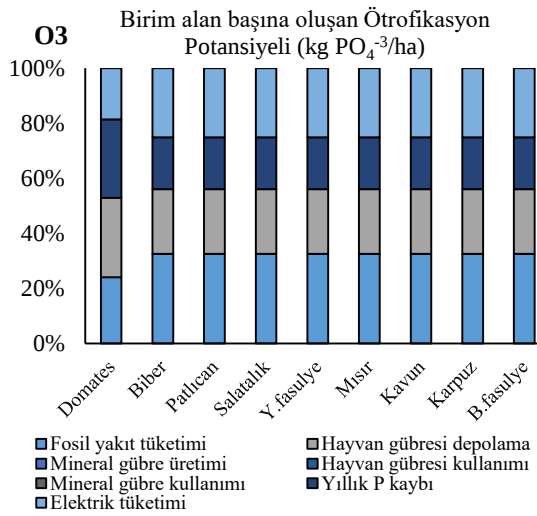
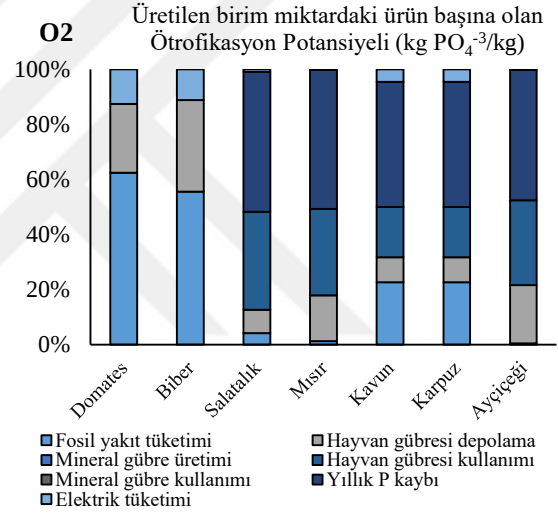
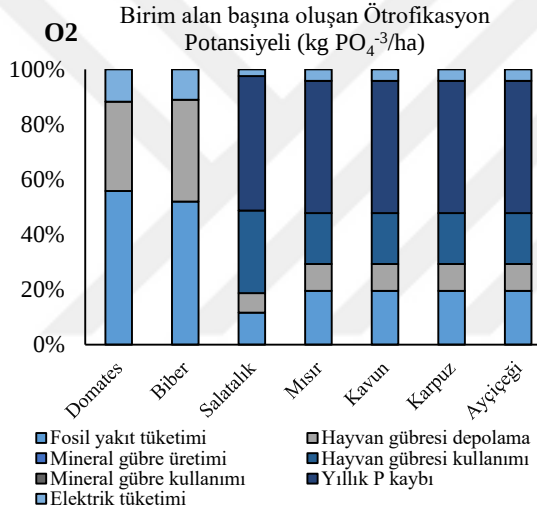
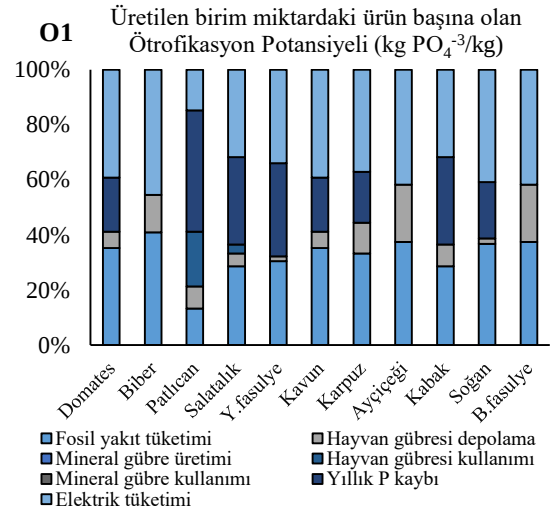
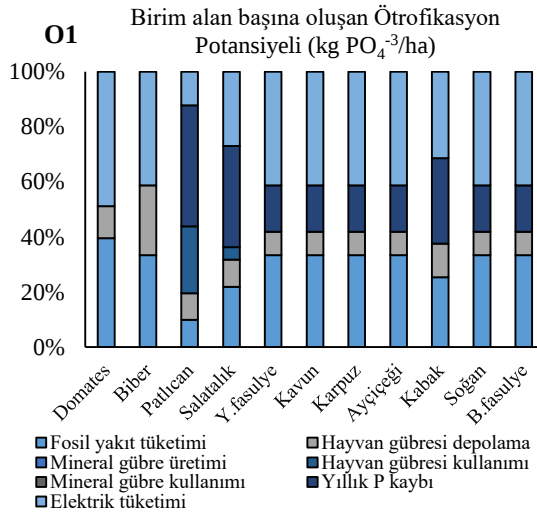


Şekil 3.10 (a). Üreticilerin yetiştirdiği ürünler için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeli

Şekil 3.10 (a)'ya göre, K1 üreticisi için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdiler; domates, biber, patlıcan, salatalık ve yeşil fasulye için sırasıyla; yıllık P kaybı, hayvan gübresi kullanımı, mineral gübre kullanımı, hayvan gübresi depolama, fosil yakıt tüketimi, elektrik tüketimi ve mineral gübre üretimi şeklindedir. Mineral gübre kullanımının görülmmediği kavun ve karpuzda ise etki sıralaması; yıllık P kaybı, hayvan gübresi kullanımı, hayvan gübresi depolama, fosil yakıt tüketimi ve elektrik tüketimi şeklindedir.

K2 üreticisi için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdiler yoğun mineral gübre kullanımının görüldüğü domates ve biber için sırasıyla; yıllık P kaybı, mineral gübre kullanımı, hayvan gübresi kullanımı, hayvan gübresi depolama, fosil yakıt tüketimi, elektrik tüketimi ve mineral gübre üretimi şeklindedir. Diğer ürünlerde ise sıralama; yıllık P kaybı, hayvan gübresi kullanımı, hayvan gübresi depolama, fosil yakıt tüketimi ve elektrik tüketimi şeklindedir.

K3 üreticisi için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdi yıllık P kaybıdır. Ürünlerde kullanılan hayvan gübresi miktarının değişkenlik göstermesinden dolayı etki sıralaması da farklılık göstermektedir. Hayvan gübresi kullanımı ve hayvan gübresi depolama etki oranı en yüksek diğer girdilerdir. Hayvan gübresinin ötrofikasyona yol açmadığı domateste fosil yakıt tüketiminin etkisi daha fazladır. En az etki tüm ürünler için elektrik üretiminden kaynaklıdır.



Şekil 3.10 (b). Üreticilerin yetiştirdiği ürünler için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeli

Şekil 3.10 (b)'ye göre, O1 üreticisi için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdiler; elektrik tüketimi, fosil yakıt tüketimi ve toplam P kaybıdır. Patlıcan ve salatalıkta diğer ürünlere göre hayvan gübresi kullanımının etkisinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Hayvan gübresi depolamanın etkisi tüm ürünlerde daha düşüktür.

O2 üreticisinde birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdiler domates ve biber için sırasıyla fosil yakıt tüketimi, hayvan gübresi depolama ve elektrik tüketimi iken diğer ürünlerde en yüksek etkiler; yıllık P kaybı ve hayvan gübresi kullanımı olarak belirlenmiştir. Elektrik tüketimi tüm ürünler için en az etkiye sahiptir.

O3 üreticisinde birim alan başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdiler domates dışındaki tüm ürünlerde sırasıyla fosil yakıt tüketimi, hayvan gübresi depolama, elektrik tüketimi ve yıllık P kaybıdır. Domateste ise en yüksek etki hayvan gübresi depolamadan kaynaklanırken elektrik tüketimi en az etkiye sahiptir. Üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Ötrofikasyon Potansiyeline bakıldığında; domates, patlıcan, salatalık ve yeşil fasulyede en yüksek etki yıllık P kaybı; biber, kavun, karpuz ve beyaz fasulyede fosil yakıt tüketimi, mısırdaki ise hayvan gübresi depolamadır. En düşük etki ise domates, mısır, kavun, karpuz, beyaz fasulye için elektrik tüketimi iken biber, patlıcan, salatalık ve yeşil fasulye için hayvan gübresi depolamadır.

3.9.4. Asidifikasyon Potansiyeli

Asidifikasyon Potansiyeline yol açan girdiler ve kültürel işlemler:

- Fosil yakıt tüketimi,
- Hayvan gübresi kullanımı,
- Mineral gübre kullanımı,
- Mineral gübre üretimi,
- Sulamadan kaynaklı elektrik tüketimi,
- Hayvan gübresinin depolanmasıdır.

Asidifikasyon Potansiyeli SO_2 -eşdeğeri olarak ifade edilmektedir. Asidifikasyona yol açan bazı emisyonlar aynı anda ötrofikasyona da yol açmaktadır. Bu sebeple bu emisyonların etki potansiyelleri hesaplanırken bölüştürme yapılmıştır. Asidifikasyona yol açan emisyonların hesaplanan etki potansiyelleri birim alan başına üretilen birim ağırlıktaki ürün başına sırasıyla Tablo 3.41 ve 3.42’de gösterilmektedir.

Tablo 3.41. Üretim yapılan birim alan başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeli

Üretici	Ürün	Fosil yakıt tüketimi	Hayvan gübre depolama	Mineral gübre üretimi		Gübre kullanımı		Elektrik tüketimi	TOPLAM
				N	P ₂ O ₅	Hayvan gübresi kullanımı	Mineral gübre kullanımı		
		kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha
K1	Domates	12,1	19,62	1,45	0,27	0,92	5,61	35,23	75,19
	Biber	11,91	19,62	1,45	0,27	0,92	5,61	35,23	75,00
	Patlıcan	11,91	19,62	1,45		0,92	5,61	35,23	74,73
	Salatalık	11,91	19,62	1,18		0,92	4,55	35,23	73,39
	Y. fasulye	11,91	19,62	1,18		0,92	4,55	35,23	73,39
	Kavun	11,91	19,62			0,92		35,23	67,67
	Karpuz	11,91	19,62			0,92		35,23	67,67
K2	Domates	18,77	70,53	10,96	27,07	3,28	42,28	36,95	209,84
	Biber	18,77	70,53	11,67	4,43	3,28	45,01	36,95	190,63
	Salatalık	18,77	70,53			3,28		36,95	129,53
	Y. fasulye	18,77	70,53			3,28		36,95	129,53
	Kavun	18,48	70,53			3,28		36,95	129,25
	Karpuz	18,48	70,53			3,28		36,95	129,25
K3	Domates	13,08	11,93			3,53		18,86	47,40
	Biber	13,08	18,88			9,18		18,86	60,00
	Patlıcan	13,08	22,01			11,72		18,86	65,67
	Salatalık	13,08	13,08			4,47		18,86	49,49
	Y. fasulye	13,08	22,01			11,72		18,86	65,67
	Patates	13,08	8,03			0,37		18,86	40,35
	Kavun	13,08	8,03			0,37		18,86	40,35
	Karpuz	13,08	8,03			0,37		18,86	40,35
O1	Domates	7,64	2,49			0,41		63,28	73,81
	Biber	7,64	6,3			3,5		63,28	80,72
	Patlıcan	7,64	8,16			5,01		63,28	84,09
	Salatalık	7,64	3,81			1,48		63,28	76,21
	Y. fasulye	7,64	2,1			0,1		63,28	73,12

Tablo 3.41. (devamı)

Üretici	Ürün	Mineral gübre üretimi				Gübre kullanımı			TOPLAM
		Fosil yakıt tüketimi	Hayvan gübresi depolama	N	P ₂ O ₅	Hayvan gübresi kullanımı	Mineral gübre kullanımı	Elektrik tüketimi	
		kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	
O1	Kavun	7,64	2,1			0,1		63,28	73,12
	Karpuz	7,64	2,1			0,1		63,28	73,12
	Ayçiçeği	7,64	2,1			0,1		63,28	73,12
	Kabak	7,64	3,96			1,61		63,28	76,49
	Soğan	7,64	2,1			0,1		63,28	73,12
	B. fasulye	7,64	2,1			0,1		63,28	73,12
O2	Domates	5,02	3,17			0,49		7,23	15,91
	Biber	5,02	3,94			1,12		7,23	17,31
	Salatalık	5,02	3,33			0,62		7,23	16,21
	Mısır	5,02	2,73			0,13		7,23	15,10
	Kavun	5,02	2,73			0,13		7,23	15,10
	Karpuz	5,02	2,73			0,13		7,23	15,10
	Ayçiçeği	5,02	2,73			0,13		7,23	15,10
O3	Domates	6,88	9			3,14		35,56	54,58
	Biber	6,88	5,45			0,25		35,56	48,14
	Patlıcan	6,88	5,45			0,25		35,56	48,14
	Salatalık	6,88	5,45			0,25		35,56	48,14
	Y. fasulye	6,88	5,45			0,25		35,56	48,14
	Mısır	6,88	5,45			0,25		35,56	48,14
	Kavun	6,88	5,45			0,25		35,56	48,14
	Karpuz	6,88	5,45			0,25		35,56	48,14
	B. fasulye	6,88	5,45			0,25		35,56	48,14

Tablo 3.42. Üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeli

Üretici	Ürün	Fosil yakıt tüketimi	Hayvan gübresi depolama	Mineral gübre üretimi		Gübre kullanımı		Elektrik tüketimi	TOPLAM
				N-gübre üretimi	P-gübre üretimi	Hayvan gübresi	Mineral gübre		
K1	Domates	4E-04	6E-04	0,4E-04	0,1E-04	0,3E-04	2E-04	1E-03	2E-03
	Biber	4E-04	18E-04	1E-04	0,2E-04	0,8E-04	5E-04	1E-03	4E-03
	Patlıcan	4E-04	11E-04	0,8E-04		0,5E-04	3E-04	1E-03	3E-03
	Salatalık	4E-04	5E-04	0,3E-04		0,3E-04	1E-04	1E-03	2E-03
	Y. fasulye	4E-04	22E-04	1,E-04		1E-04	5E-04	1E-03	4E-03
	Kavun	4E-04	4E-04			0,2E-04		1E-03	2E-03
	Karpuz	4E-04	6E-04			0,3E-04		1E-03	2E-03
K2	Domates	18E-04	116E-04	18E-04	45E-04	5E-04	70E-04	4E-03	31E-03
	Biber	18E-04	151E-04	25E-04	9,5E-04	7E-04	97E-04	4E-03	34E-03
	Salatalık	18E-04	60E-04			3E-04		4E-03	12E-03
	Y. fasulye	18E-04	83E-04			4E-04		4E-03	14E-03
	Kavun	18E-04	47E-04			2E-04		4E-03	10E-03
	Karpuz	18E-04	71E-04			3E-04		4E-03	13E-03
K3	Domates	6E-04	3E-04			1E-04		8E-04	2E-03
	Biber	6E-04	13E-04			6E-04		8E-04	3E-03
	Patlıcan	6E-04	8E-04			4E-04		8E-04	3E-03
	Salatalık	6E-04	6E-04			2E-04		8E-04	2E-03
	Y. fasulye	6E-04	46E-04			24E-04		8E-04	8E-03
	Patates	6E-04	4E-04			0,2E-04		8E-04	2E-03
	Kavun	6E-04	4E-04			0,2E-04		8E-04	2E-03
	Karpuz	6E-04	9E-04			0,4E-04		8E-04	2E-03
O1	Domates	12E-04	2E-04			0,3E-04		1E-02	11E-03
	Biber	12E-04	4E-04			2,E-04		1E-02	11E-03
	Patlıcan	12E-04	8E-04			5,E-04		1E-02	12E-03
	Salatalık	12E-04	2E-04			0,9E-04		1E-02	11E-03
	Y. fasulye	12E-04	1E-04					1E-02	11E-03

Tablo 3.42. (devamı)

Üretici	Ürün	Fosil yakıt tüketimi	Hayvan gübreşi depolama	Mineral gübre üretimi		Gübre kullanımı		Elektrik tüketimi	TOPLAM
		kg SO ₂ /kg	kg SO ₂ /kg	N-gübre üretimi kg SO ₂ /kg	P-gübre üretimi kg SO ₂ /kg	Hayvan gübresi kg SO ₂ /kg	Mineral gübre kg SO ₂ /kg	kg SO ₂ /kg	kg SO ₂ /kg
O1	Kavun	12E-04	2E-04			0,1E-04		1E-02	11E-03
	Karpuz	12E-04	4E-04			0,2E-04		1E-02	11E-03
	Ayçiçeği	12E-04	7E-04			0,3E-04		1E-02	13E-03
	Kabak	12E-04	3E-04			1E-04		1E-02	11E-03
	Soğan	12E-04	1E-04					1E-02	11E-03
	B. fasulye	12E-04	11E-04			0,5E-04		1E-02	12E-03
O2	Domates	3E-04	1E-04			0,2E-04		4E-04	0,9E-03
	Biber	3E-04	2E-04			0,6E-04		4E-04	1E-03
	Salatalık	3E-04	7E-04			1,E-04		4E-04	2E-03
	Mısır	3E-04	48E-04			2,E-04		4E-04	6E-03
	Kavun	3E-04	2E-04			0,1E-04		4E-04	0,9E-03
	Karpuz	3E-04	2E-04			0,1E-04		4E-04	0,9E-03
	Ayçiçeği	3E-04	111E-04			5E-04		4E-04	12E-03
O3	Domates	4E-04	5E-04			2,E-04		2E-03	3E-03
	Biber	4E-04	2E-04			0,1E-04		2E-03	3E-03
	Patlıcan	4E-04	1E-04					2E-03	3E-03
	Salatalık	4E-04	1E-04					2E-03	3E-03
	Y. fasulye	4E-04	2E-04			0,1E-04		2E-03	3E-03
	Mısır	4E-04	101E-04			5E-04		2E-03	13E-03
	Kavun	4E-04	4E-04			0,2E-04		2E-03	3E-03
	Karpuz	4E-04	4E-04			0,2E-04		2E-03	3E-03
	B. fasulye	4E-04	4E-04			0,2E-04		2E-03	3E-03

Asidifikasyon Potansiyelini oluşturan etmenler tamamı Ötrofikasyon Potansiyeli ile ortaktır. Daha önce de bahsedildiği gibi, yakıt kullanımı ve elektrik tüketimi tüm ürünler için ortakken, uygulamalarda farklılıklar görülen mineral gübre ve hayvan gübresi kullanımlarından kaynaklı olarak ürünlerin Asidifikasyon Potansiyelleri değişkenlik göstermektedir. Asidifikasyon Potansiyeline en fazla katkı sağlayan kültürel işlem büyük çoğunluktaki ürünler için elektrik tüketimi olarak belirlenirken, diğer ürünlerde hayvan gübresi depolama olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra K2 üreticisinin yüksek miktarda N ve P içerikli mineral gübre kullandığı domates ve biberde mineral gübre kullanımı ikinci sırayı alırken elektrik tüketimi de üçüncü sırayı almaktadır. Diğer ürünlerde ise fosil yakıt tüketimi ve hayvan gübresi depolama ikinci sıradadır.

Tablo 3.43 ve 3.44’te sırasıyla her bir üretici için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeli değerleri gösterilmektedir.

Tablo 3.43. Her bir üretici için birim alan başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeli

Üretici	Fosil yakıt tüketimi	Hayvan gübresi depolama	Mineral gübre üretimi		Gübre kullanımı		Elektrik tüketimi	TOPLAM
			N	P	Hayvan gübresi	Mineral gübre		
	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha	kg SO ₂ /ha
K1	8,87	19,62	1,44	0,27	0,92	5,55	35,23	71,89
K2	13,77	70,53	11,21	18,91	3,28	43,26	36,95	197,92
K3	9,60	12,32			3,85		18,86	44,63
O1	5,60	2,31			0,26		63,28	71,46
O2	3,68	3,00			0,35		7,23	14,26
O3	5,05	6,08			0,77		35,56	47,45

Tablo 3.44. Her bir üretici için birim birim miktardaki ürün başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeli

Üretici	Fosil yakıt tüketimi	Hayvan gübresi depolama	Mineral gübre üretimi		Gübre kullanımı		Elektrik tüketimi	TOPLAM
			N	P	Hayvan gübresi	Mineral gübre		
	kg SO ₂ /kg	kg SO ₂ /kg	kg SO ₂ /kg	kg SO ₂ /kg	kg SO ₂ /kg	kg SO ₂ /kg	kg SO ₂ /kg	kg SO ₂ /kg
K1	4E-04	6E-04	0,5E-04	0,1E-04	0,3E-04	2E-04	1E-03	2E-03
K2	20E-04	70E-04	20E-04	30E-04	3E-04	80E-04	4E-03	25E-03
K3	6E-04	5E-04			2E-04		0,8E-03	2E-03
O1	10E-04	4E-04			0,4E-04		10E-03	11E-03
O2	3E-04	2E-04			0,2E-04		0,4E-03	0,9E-03
O3	4E-04	4E-04			0,5E-04		2E-03	3E-03

Üreticilere kıyasla en az sulama yapan ve buna bağlı olarak elektrik tüketimi en az olan üretici olmasına rağmen, Asidifikasyon Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdisinin elektrik tüketimi olduğu görülmüştür. Bunun sebebi, diğer girdi değerlerinin oransal olarak çok daha düşük olmasıdır.

Aşağıda her bir üreticinin yetiştirdiği ürünler için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeline katkı sağlayan girdilerin etki oranları gösterilmektedir.



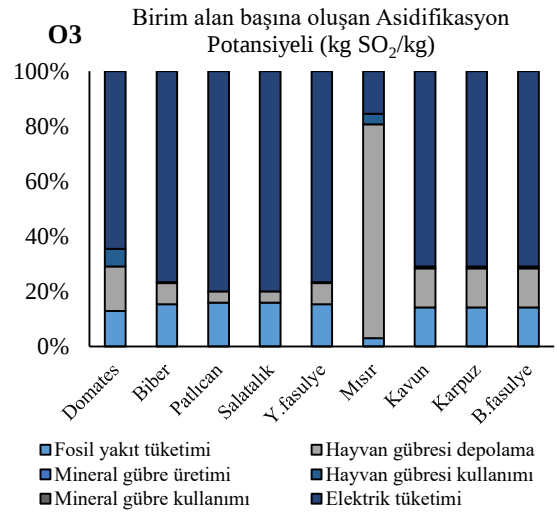
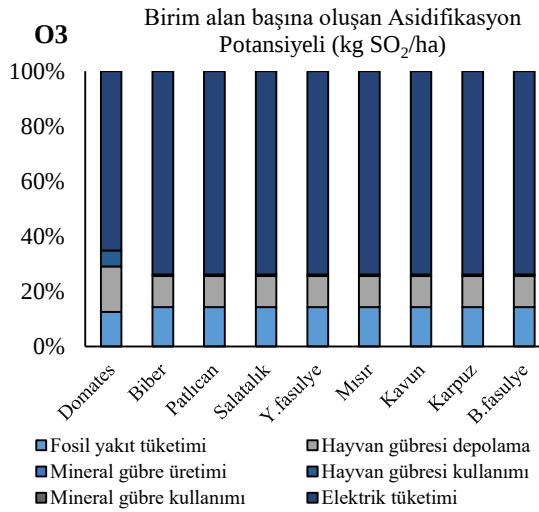
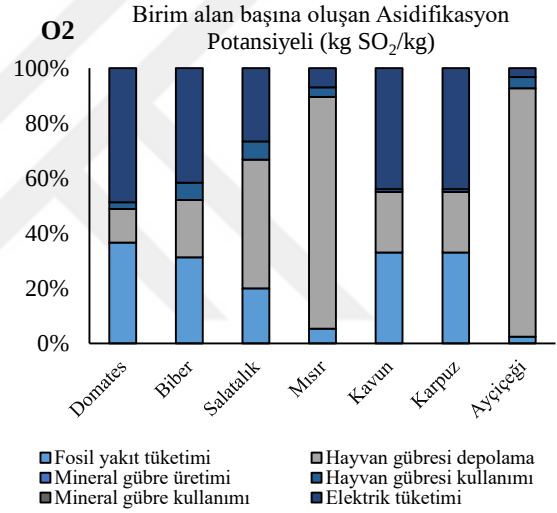
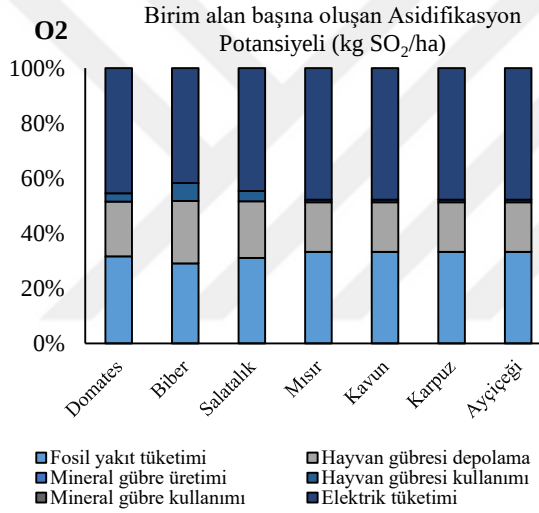
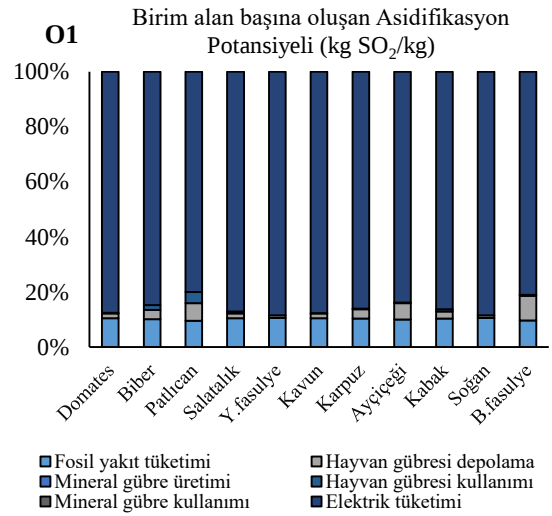
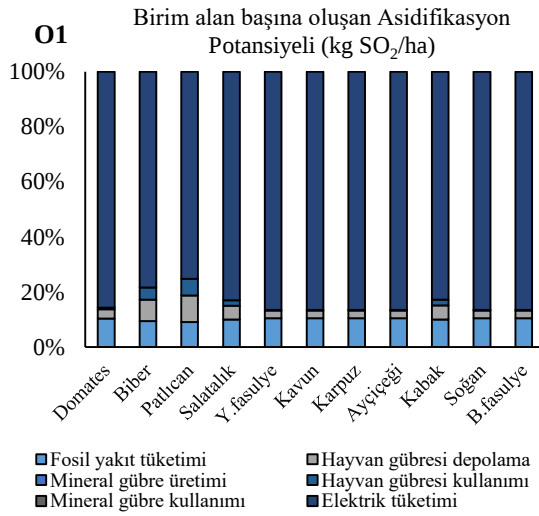


Şekil 3.12 (a). Üreticilerin yetiştirdiği ürünler için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeli

Şekil 3.12 (a)'ya göre, K1 üreticisi için birim alan başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdiler tüm ürünleri için sırasıyla; elektrik tüketimi, hayvan gübresi depolama ve fosil yakıt tüketimidir. Mineral gübre kullanımının görüldüğü domates, biber, patlıcan, salatalık ve yeşil fasulyede mineral gübre kullanımının etkisi dördüncü sıradadır. Mineral gübre üretimi ve hayvan gübresi kullanımının etkileri diğer girdilere göre çok düşüktür. Üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeline bakıldığında; hayvan gübresi depolamanın etkisinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Elektrik tüketimi ve fosil yakıt tüketimi, en yüksek etkiye sahip diğer girdilerdir.

K2 üreticisi için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdiler; hayvan gübresi depolama ve elektrik tüketimidir. Mineral gübre kullanımının görüldüğü domates ve biberde en yüksek ikinci etkinin mineral gübre kullanımı olduğu görülmektedir. Hayvan gübresi kullanımı, tüm ürünler için en düşük etkiye sahiptir.

K3 üreticisi için birim alan başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdiler elektrik tüketimi, fosil yakıt tüketimi ve hayvan gübresi depolamadır. Domates, biber, patlıcan, salatalık ve yeşil fasulyede hayvan gübresi kullanımının da etkisinin yüksek olduğu görülmektedir. Üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeline bakıldığında; hayvan gübresi depolamanın etkisi özellikle yeşil fasulye, karpuz ve biberde daha yüksektir.



Şekil 3.12 (b). Üreticilerin yetiştirdiği ürünler için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeli

Şekil 3.12 (b)'ye göre; O1 üreticisi için birim alan başına ve üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdi tüm ürünler için elektrik tüketimidir ve diğer girdilere oranlara çok daha yüksek etki değerine sahiptir. Elektrik tüketimini fosil yakıt tüketimi ve hayvan gübresi depolama izlemektedir. Biber, patlıcan ve kabakta hayvan gübresi kullanımının etkisi daha fazla görülmektedir.

O2 üreticisi için birim alan başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdiler tüm ürünler için; elektrik tüketimi, fosil yakıt tüketimi ve hayvan gübresi depolamadır. Domates, biber ve salatalıkta hayvan gübresi kullanımının etkisi daha fazla görülmektedir. Üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeline bakıldığında; özellikle ayçiçeği, mısır ve salatalıkta hayvan gübresi depolamanın etkisinin çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Hayvan gübresi kullanımının etkisi; domates, biber ve salatalığın yanı sıra mısır ve ayçiçeğinde de daha fazla görülmektedir. En az etkiye sahip girdi, ayçiçeğinde fosil yakıt tüketimiyken, diğer ürünlerde hayvan gübresi kullanımıdır.

O3 üreticisi için birim alan başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdi tüm ürünler için elektrik tüketimidir. Bunun yanı sıra fosil yakıt tüketimi ve hayvan gübresi depolama etki değerleri en yüksek olan diğer girdilerdir. En az etkiye sahip olan girdi hayvan gübresi kullanımıdır. Üretilen birim ağırlıktaki ürün başına oluşan Asidifikasyon Potansiyeline bakıldığında; mısır dışında tüm ürünler için en yüksek etki değerine sahip girdinin elektrik tüketimi olduğu görülürken; mısır için en yüksek etki hayvan gübresi depolamadan kaynaklıdır. Hayvan gübresi kullanımının etkisi domates ve mısırdaki daha fazla görülmektedir.

3.9.5. Erozyon

Üreticilerin toprak yapısına dair özellikler, her bir üreticinin tarım arazisinden alınan toprak örneklerin Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Laboratuvarı'nda analiz edilmesi sonucunda elde edilmiştir. Ayrıca RUSLE formülünde ihtiyaç duyulan N1 (topraktaki silt ve iyi kum oranının yüzde olarak oranlarının toplamı) ve N2 (topraktaki silt, iyi kum ve kum oranının yüzde olarak oranlarının toplamı) hesaplanmıştır [78]. Topraktaki kumların tamamının iyi kum olduğu kabul edilmiştir. Tablo 3.45'te üreticilere ait toprakların yapısına dair özellikleri gösterilmektedir.

Tablo 3.45. Üreticilerin toprak yapısına dair bilgiler

Üretici	%Kil	%Silt	%Kum	%OM	N1	N2
K1	5,20	12,48	82,32	0,83	94,8	94,8
K2	21,22	23,50	55,28	0,90	78,78	78,78
K3	23,30	32,66	44,05	2,12	76,71	76,71
O1	17,06	21,63	61,31	0,67	82,94	82,94
O2	14,98	37,65	47,38	0,96	85,03	85,03
O3	14,98	28,50	56,53	1,60	84,83	84,83

Üreticilere ait tarım arazilerinin toprak yapısı kodu (s) ve toprağın geçirgenlik sınıfı (p), USDA tarafından yapılan sınıflandırma kullanılarak belirlenmiştir [100]. Buna göre her bir üretici için elde edilen sonuçlar Tablo 3.46'da gösterilmektedir.

Tablo 3.46. Üreticilerin toprak sınıflandırmasına dair bilgiler

Üretici	Toprak sınıfı	s	p	K
K1	Tınlı Kum	1	1	0,67
K2	Kumlu Killi Tın	3	3	0,52
K3	Tınlı	2	2	0,39
O1	Kumlu Tın	2	2	0,54
O2	Tınlı	2	2	0,56
O3	Kumlu Tın	2	2	0,52

Buna göre, her bir üretici için erozyon katsayısını hesaplamak için kullanılacak olan katsayılar ve hesaplanan LS katsayıları Tablo 3.47'de gösterilmektedir.

Tablo 3.47. Her bir üretici için LS katsayısı

Üretici	<i>l</i> (m)	<i>m</i>	<i>x</i>	LS
K1	40	0,3	1	0,14
K2	30	0,3	1	0,13
K3	40	0,3	1	0,14
O1	40	0,3	1	0,14
O2	40	0,3	1	0,14
O3	30	0,3	1	0,13

Yukardaki tablolarda belirtilen katsayılara göre, her üretici için bir yıllık sürede erozyona bağlı meydana gelen toprak kayıpları hesaplanmış olup hesaplamalarda kullanılan diğer katsayılarla birlikte Tablo 3.48’de gösterilmektedir.

Tablo 3.48. Her bir üreticinin erozyona bağlı yıllık toprak kaybı

Üretici	R	C	P	A (ton/ha-yıl)
K1	173,25	0,38	1	6,15
K2	173,25	0,38	1	4,40
K3	173,25	0,38	1	3,54
O1	173,25	0,38	1	4,93
O2	173,25	0,38	1	5,10
O3	173,25	0,38	1	4,37

Tablo 3.48’den görüleceği üzere üreticilerin bir yıllık sürede erozyona bağlı meydana gelen toprak kayıpları 3,54 ile 6,15 ton/ha aralığında hesaplanmıştır. Toprak kayıplarını erozyon riski açısından değerlendirmek için kullanılan Bergsma vd.’nin (1996) yaptığı sınıflandırmaya göre; yıllık 0-5 ton/ha aralığında olan toprak kaybı miktarına göre risk sınıfı çok düşük; 5-12 ton/ha aralığında olan toprak kaybı miktarına göre risk sınıfı düşüktür. Bu durumda erozyon riski; K1 ve O2 üreticileri için “düşük”, diğer üreticiler için “çok düşük” olarak belirlenmiştir. Fakat tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından toprak kaybını en aza indirmek oldukça önemlidir. Bu nedenle toprak kaybı azaltılmalıdır. Üreticilerin hiçbiri erozyonu önlemek için toprağa koruyucu bir işlem yapmamaktadır. Toprak kaybını azaltmak için toprak erozyonunu önleyecek teraslama, konturleme gibi işlemlerin yapılması durumunda meydana gelebilecek değişiklikler Tablo 3.49’da gösterilmektedir.

Tablo 3.49. Toprak erozyonunu önleyici faaliyetler uygulanması sonucunda toprak kayıplarında meydana gelebilecek azalma miktarları

Üretici	Konturlama		Şerit ekimi		Teraslama	
	A (ton/ha-yıl)	%	A (ton/ha-yıl)	%	A (ton/ha-yıl)	%
K1	2,77	45	4,49	73	5,53	90
K2	1,98	45	3,21	73	3,96	90
K3	1,59	45	2,58	73	3,19	90
O1	2,22	45	3,60	73	4,44	90
O2	2,29	45	3,72	73	4,59	90
O3	1,96	45	3,19	73	3,93	90

Tablodan görüleceği üzere, toprak koruma faaliyetleri uygulandığında erozyondan kaynaklı meydana gelen toprak kayıplarında %90 oranına kadar azalma meydana gelebilecektir. Toprak miktarı açısından değerlendirildiğinde ise, 1,59-5,53 ton/ha aralığında toprağın sistemde kalması sağlanmış olacaktır. Üreticilerin erozyon önleyici toprak faaliyetlerinde bulunmaları bu yüzden oldukça önemlidir.

3.9.6. Normalizasyon

Normalizasyon, Yaşam Döngüsü Analizinde seçilmiş olan etki gösterge verilerini etki kategorileri arasında karşılaştırılabilecek bir şekilde ifade etmeyi sağlayan araçtır [54]. Normalizasyon işleminde, etki göstergelerinin belirli bir referans değere bölünmesi esas alınır [20]. Bu çalışmada seçilen FB; birim alan başına (ha) ve birim ağırlık başına (kg) oluşan etki değerleridir. Normalizasyonda, elde edilen etki değerlerini normalize etmek için kullanılan referans değer, her bir etki kategorisinin tüm ürünler için bütün değerlerin ortalaması olarak belirlenmiştir [101]. Buna göre normalizasyon için belirlenen değerler Tablo 3.50’de gösterilmektedir.

Tablo 3.50. Normalizasyon için belirlenen değerler

Etki Potansiyeli	Birim	Normalizasyon değeri	Birim	Normalizasyon değeri
Küresel Isınma Potansiyeli	kg CO ₂ /ha	8005	kg CO ₂ /kg	0,8
Ötrofikasyon Potansiyeli	kg PO ₄ ⁻³ /ha	35,69	kg PO ₄ ⁻³ /kg	0,005
Asidifikasyon Potansiyeli	kg SO ₂ /ha	66,96	kg SO ₂ /kg	0,007
Erozyon	ton/ha-yıl	4,75	-	-
Enerji Kullanımı	GJ/ha	39,8	-	-

Erozyon ve enerji kullanımı yalnızca birim alan başına hesaplanabildiği için üretilen birim ağırlıktaki ürün başına normalizasyon yapılmamıştır. Birim alan başına yapılan

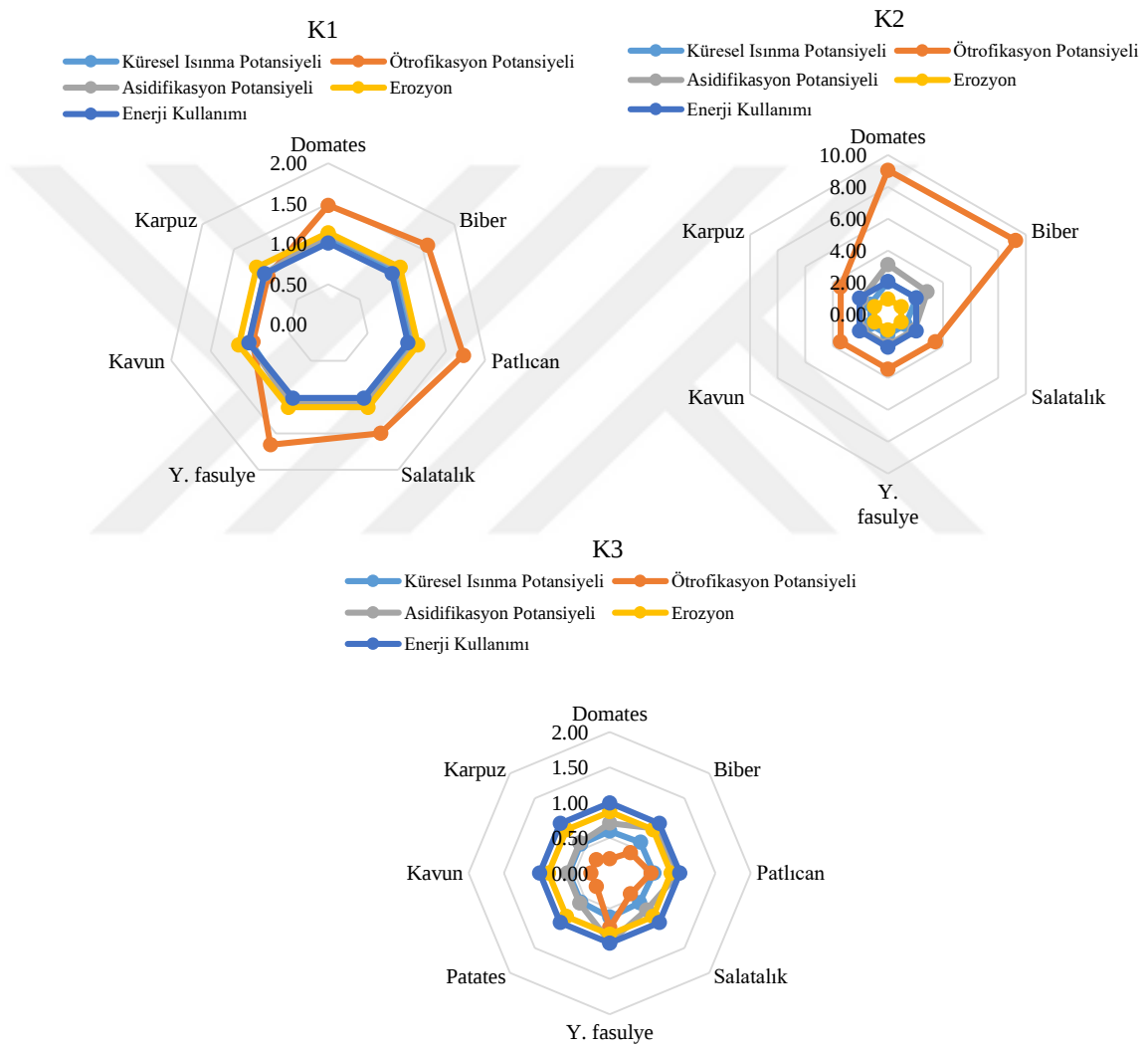
Üretim değerleri için normalizasyon yaptıktan sonra her bir üretici için elde edilen değerler Tablo 3.51’de gösterilmektedir.



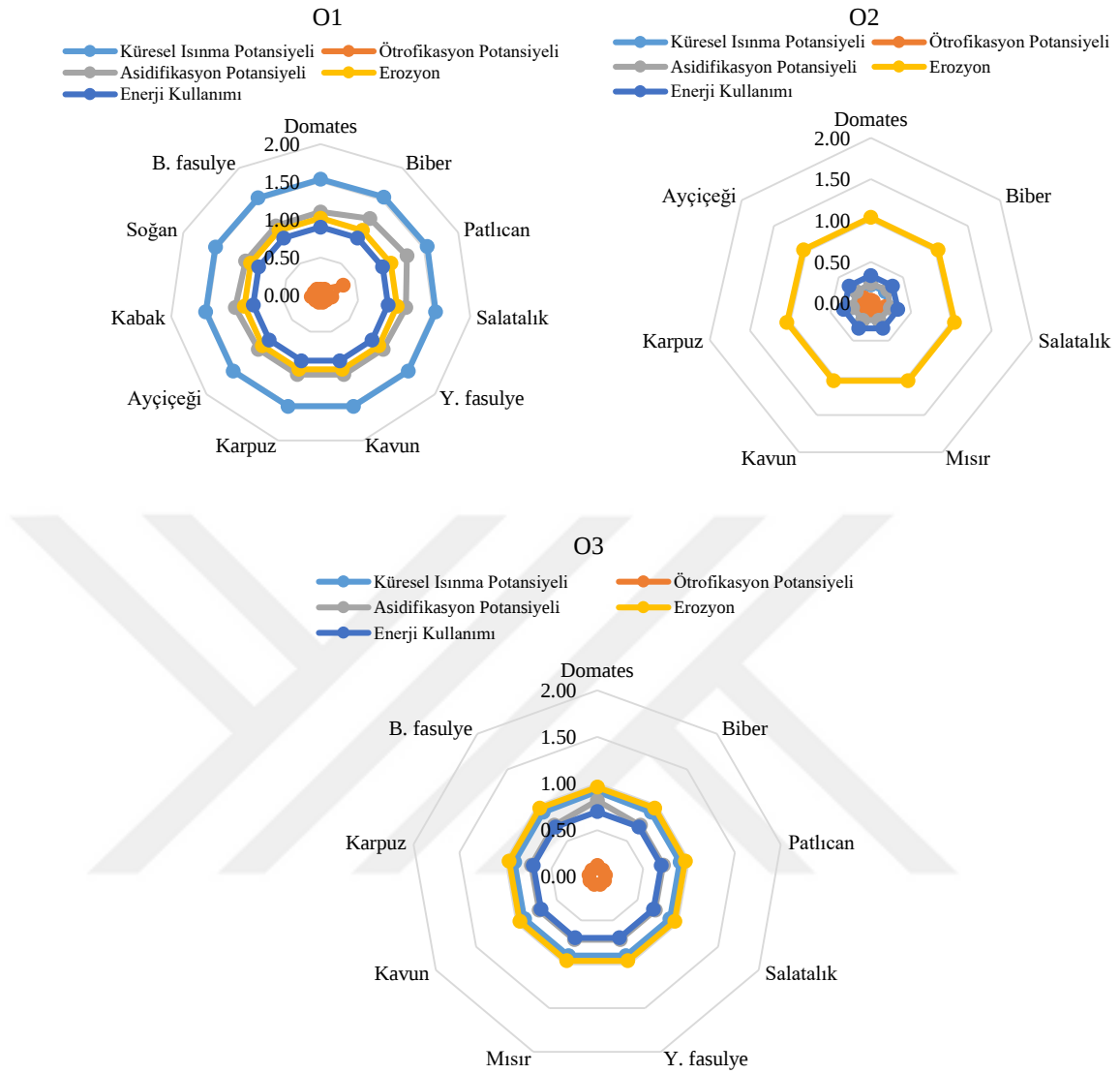
Tablo 3.51. Normalize edilmiş değerler

Üretici	Ürün	Etki Potansiyeli (birim alan başına, ha ⁻¹)				
		Küresel Isınma Potansiyeli	Ötrofikasyon Potansiyeli	Asidifikasyon Potansiyeli	Erozyon	Enerji kullanımı
K1	Domates	1,09	1,48	1,12	1,30	1,01
	Biber	1,09	1,58	1,12	1,30	1,01
	Patlıcan	1,09	1,72	1,12	1,30	1,01
	Salatalık	1,07	1,50	1,10	1,30	1,01
	Y. fasulye	1,07	1,66	1,10	1,30	1,01
	Kavun	0,99	0,96	1,01	1,30	1,01
	Karpuz	0,99	0,96	1,01	1,30	1,01
K2	Domates	2,03	9,05	3,13	0,93	2,06
	Biber	2,08	9,27	2,85	0,93	2,06
	Salatalık	1,28	3,44	1,93	0,93	2,06
	Y. fasulye	1,28	3,44	1,93	0,93	2,06
	Kavun	1,28	3,43	1,93	0,93	2,06
	Karpuz	1,28	3,43	1,93	0,93	2,06
K3	Domates	0,59	0,20	0,71	0,75	0,99
	Biber	0,62	0,41	0,90	0,75	0,99
	Patlıcan	0,63	0,59	0,98	0,75	0,99
	Salatalık	0,60	0,42	0,74	0,75	0,99
	Y. fasulye	0,63	0,77	0,98	0,75	0,99
	Patates	0,58	0,27	0,60	0,75	0,99
	Kavun	0,58	0,27	0,60	0,75	0,99
	Karpuz	0,58	0,27	0,60	0,75	0,99
O1	Domates	1,53	0,08	1,10	1,04	0,90
	Biber	1,54	0,10	1,21	1,04	0,90
	Patlıcan	1,55	0,33	1,26	1,04	0,90
	Salatalık	1,54	0,15	1,14	1,04	0,90
	Y. fasulye	1,53	0,10	1,09	1,04	0,90
	Kavun	1,53	0,10	1,09	1,04	0,90
	Karpuz	1,53	0,10	1,09	1,04	0,90
	Ayçiçeği	1,53	0,10	1,09	1,04	0,90
	Kabak	1,54	0,13	1,14	1,04	0,90
	Soğan	1,53	0,10	1,09	1,04	0,90
O2	B. fasulye	1,53	0,10	1,09	1,04	0,90
	Domates	0,22	0,04	0,24	1,07	0,34
	Biber	0,22	0,04	0,26	1,07	0,34
	Salatalık	0,22	0,18	0,24	1,07	0,34
	Mısır	0,22	0,11	0,23	1,07	0,34
	Kavun	0,22	0,11	0,23	1,07	0,34
	Karpuz	0,22	0,11	0,23	1,07	0,34
	Ayçiçeği	0,22	0,11	0,23	1,07	0,34
O3	Domates	0,91	0,12	0,82	0,92	0,70
	Biber	0,90	0,09	0,72	0,92	0,70
	Patlıcan	0,90	0,09	0,72	0,92	0,70
	Salatalık	0,90	0,09	0,72	0,92	0,70
	Y. fasulye	0,90	0,09	0,72	0,92	0,70
	Mısır	0,90	0,09	0,72	0,92	0,70
	Kavun	0,90	0,09	0,72	0,92	0,70
	Karpuz	0,90	0,09	0,72	0,92	0,70
	B. fasulye	0,90	0,09	0,72	0,92	0,70

Tablo 3.51’de görüldüğü üzere, üreticilerin tüm ürünleri için normalize edilmiş değerler hesaplanmıştır. Bunun yapılmasındaki amaç, üreticileri kendi içerisinde kıyaslayabilmek, yetiştirdikleri ürünlerde kullanılan farklı girdiler ve uygulamaların etki potansiyellerini nasıl etkilediğini tespit edebilmektir. Şekil 3.13 (a) ve 3.13 (b)’de her bir üreticinin yetiştirdiği ürünlerin etki potansiyelleri birim alan başına sırasıyla konvansiyonel ve organik üreticiler için gösterilmektedir.



Şekil 3.13 (a). Konvansiyonel üreticiler için etki potansiyellerinin normalizasyonu



Şekil 3.13 (b). Organik üreticiler için etki potansiyellerinin normalizasyonu

Şekil 3.13 (a)'ya bakıldığında, K1 üreticisinin yetiştirdiği ürünlerin çoğunda, en yüksek çevresel etkinin Ötrofikasyon Potansiyeli olduğu görülmektedir. En fazla değere sahip ürün olan yeşil fasulyeyi; patlıcan, biber ve domates izlemektedir. Bu ürünlerin yetiştirilme şekli birbirilerine çok benzer olduğundan Ötrofikasyon Potansiyeli değerleri de oldukça yakındır. Ötrofikasyon Potansiyelinin diğer ürünlere kıyasla en az olduğu ürünler kavun ve karpuzdur. Bunun sebebi ötrofikasyona en fazla sebep olan girdi olan gübrenin bu ürünlere uygulanmamasıdır. Ötrofikasyondan sonra en yüksek ikinci çevresel etki ürünlerin tamamı için erozyondur. Bunu Asidifikasyon Potansiyeli, Küresel Isınma Potansiyeli ve enerji kullanımı izlemektedir. Bu etki değerleri, tüm ürünler için birbirlerine oldukça yakındır. Erozyon ve enerji kullanımı tüm ürünler için eşit olup

sadece üretici için oluşan toplam değeri ifade etmektedir. Enerji kullanımı, tüm ürünler için en az etkiye sahiptir.

K2 üreticisi, sadece konvansiyonel üreticiler arasında değil, tüm üreticiler içinde en fazla çevresel etkiye sahip olan üreticidir. Diğer konvansiyonel üreticilerin çevresel etki potansiyellerinin çok üstünde değerlere sahip olduğu için grafik eksenini daha yüksek değer aralığına sahiptir. Özellikle mineral gübre uyguladığı domates ve biberde, en yüksek Ötrofikasyon, Asidifikasyon ve Küresel Isınma Potansiyeli değerlerine sahiptir. Erozyon, tüm ürünler için eşit olup çevresel etkisi diğer etki potansiyellerine göre en düşüktür. Enerji kullanımı, tıpkı erozyon gibi tüm ürünler için eşit olup domates ve biber dışındaki tüm ürünlerde en fazla değere sahip ikinci çevresel etkidir. Küresel Isınma Potansiyelinin etki değeri tüm ürünler için, Ötrofikasyon Potansiyeli, Asidifikasyon Potansiyeli ve enerji kullanımından sonra gelmektedir.

K3 üreticisinde en fazla çevresel etki tüm ürünler için enerji kullanımı olarak belirlenmiştir. Biber, patlıcan ve yeşil fasulye en yüksek ikinci değere sahip çevresel etki Asidifikasyon Potansiyeli iken, diğer ürünlerde erozyondur. En az değere sahip olan çevresel etki yeşil fasulye hariç tüm ürünlerde Ötrofikasyon Potansiyelidir. Yeşil fasulyede bu durum değişkenlik göstermekte olup en az değere sahip olan çevresel etki Küresel Isınma Potansiyelidir. K3 üreticisinin çevresel etkileri, konvansiyonel üreticiler içinde en düşük değerlere sahiptir. Bunun sebebi mineral gübre kullanımının görülmemesinin yanı sıra, kullandığı hayvan gübresinin ötrofikasyona yol açacak miktarda olmamasıdır. Ancak hayvan gübresi, küresel ısınma ve asidifikasyona da yol açmaktadır. Ürünler arasında etki değerlerinin farklılık göstermesinin başlıca sebebi ilkbaharda kullanılan hayvan gübresi miktarının her ürün için farklı olmasıdır.

Şekil 3.13 (b)'ye bakıldığında; O1 üreticisi için en yüksek değere sahip çevresel etkinin Küresel Isınma Potansiyeli olduğu görülmektedir. Bunun en önemli sebebi, bu üreticinin aşırı sulama yapmasının sonucu olarak elektrik tüketiminin fazla olmasıdır. Tüm ürünler için değerin yaklaşık aynı olması da bu durumun bir göstergesidir. Küresel Isınma Potansiyelini; Asidifikasyon Potansiyeli, erozyon ve enerji kullanımı takip etmektedir. Bu sıralama tüm ürünler için bu şekildedir. O1 üreticisinin N ve P içerikli gübre kullanmamasının yanı sıra kullandığı hayvan gübresi miktarının ötrofikasyon problemine

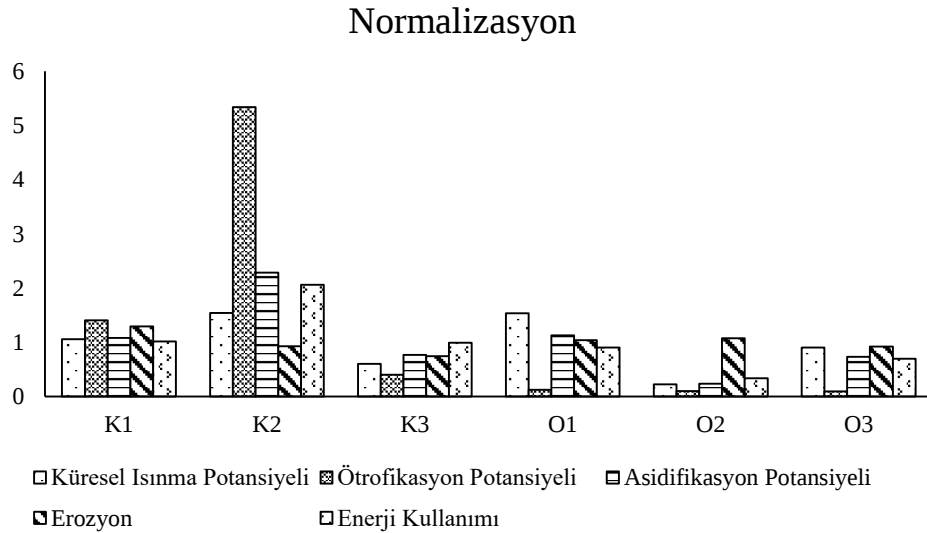
yol açacak miktarda olmamasından dolayı en az değere sahip olan çevresel etki tüm ürünleri için Ötrofikasyon Potansiyeli olarak belirlenmiştir.

O2 üreticisinde en fazla değere sahip olan çevresel etki tüm ürünler erozyon olarak görülmüştür. Erozyonu; enerji kullanımı, Asidifikasyon Potansiyeli, Küresel Isınma Potansiyeli ve Ötrofikasyon Potansiyeli izlemektedir. Bu sıralama tüm ürünler için bu şekildedir. Küresel Isınma Potansiyelinin diğer tüm üreticilerden daha az olmasının en önemli sebebi, daha önce de açıklandığı gibi düşük güçlü bir pompa kullanmasından dolayı sulamadan kaynaklı elektrik tüketiminin O2 üreticisinde en az olmasıdır.

O3 üreticisinde de tıpkı O2 üreticisinde olduğu gibi; en fazla değere sahip olan çevresel etki tüm ürünler erozyon olarak görülmüştür. Erozyonu; Küresel Isınma Potansiyeli, Asidifikasyon Potansiyeli, enerji kullanımı ve Ötrofikasyon Potansiyeli izlemektedir. Bu sıralama tüm ürünler için bu şekildedir.

Organik üreticilerde, N ve P içerikli mineral gübre kullanımı görülmediği için buna bağlı olarak konvansiyonel üreticilerde olduğu gibi yüksek etki görülmediği gibi, en az etkiye sahip olan çevresel etki Ötrofikasyon Potansiyelidir. En fazla etkiye sahip olan çevresel etkinin değişmesi, uygulama farklılıklarından kaynaklanmaktadır.

Şekil 3.14'te her bir üreticinin toplam çevresel etkilerinin normalize edilmiş değerleri gösterilmektedir.



Şekil 3.14. Üreticilerin toplam çevresel etkilerinin normalizasyonu

Şekil 3.14'e göre, normalize edilmiş değerler organik ve konvansiyonel üreticiler için karşılaştırıldığında; organik üreticilerin konvansiyonel üreticilerden daha düşük çevresel etkiler oluşturduğu, özellikle mineral gübre kullanımının yol açtığı ötrofikasyon sorununun konvansiyonel üreticilerde daha fazla olduğu görülmektedir. Elektrik tüketiminin çoğu üreticide en fazla katkıyı sağladığı Küresel Isınma ve Asidifikasyon Potansiyelinin O2 üreticisi dışında tüm üreticilerde ortak bir problem olduğu görülmektedir.

3.9.7. Çevresel Risk Değerlendirmesi

Çevresel risk değerlendirmesi, üreticilerin kullandığı tarım ilaçlarının çevresel etkilerinin zararlı olup olmadığını tespit etmek için yapılmıştır. Çalışma alanındaki üreticilerin kullandıkları tarım ilaçlarına dair bilgiler anket verilerinden elde edilmiş olup Tablo 3.12'de gösterilmiştir.

LC₅₀ değeri, K2 ve K2 üreticileri için ECOSAR (EPA) programı kullanılarak hesaplanmıştır. Fakat, suda çözünürlükleri kimyasal özelliklerinden dolayı tam tahmin edilemeyen veya fizikokimyasal özelliklerine benzer profiller konulmadığından K3 ve O3 üreticilerinin kullandığı ilaçlar için profil elde edilememiştir. Bu nedenle, bu bileşikler için risk değerlendirmesi, kullanımı için önerilen değerler çerçevesinde yapılmıştır.

Çevresel riski en kötü senaryoda değerlendirmek için, akut toksisite verileri (LC₅₀ veya EC₅₀) en düşük değerinde seçilmiştir. Buna göre elde edilen değerler; K1 üreticisi için 0,061 mg/L (*Daphnid*, 48 saatlik) iken K2 üreticisi için 0,911 mg/L (*Daphnid*, 48 saatlik) olarak belirlenmiştir.

K_{oc} katsayısı, K1 ve K2 üreticileri için ECOSAR programından hesaplanmıştır. Bu katsayı; K1 üreticisi için 54580, K2 üreticisi için 780,6 olarak bulunmuştur. Buna göre K1 ve K2 üreticilerinin kullandıkları tarım ilaçları için çevresel risk değerlendirmesi Tablo 3.52'de gösterilmektedir.

Tablo 3.52. K1 ve K2 üreticileri için çevresel risk değerlendirmesi

Üretici	LC ₅₀ (mg/L)	k _{oc}	PEC _{toprak} (mg/kg)	PNEC _{su} (mg/L)	PNEC _{toprak}	PEC/PNEC oranı	Çevresel risk durumu
K1	0,061	54580	0,002	0,0001	0,067	0,029	Önemsiz
K2	0,91	780,6	0,46	0,001	0,012	36,6	Yüksek

K3 ve O3 üreticilerinin kullandıkları tarım ilacı olan bakır oksiklorürün (ağırlıkça %50 bakır) profili ECOSAR'dan elde edilememiştir. Bu sebeple Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği; Ek-III'te belirtilen, toprakta on yıllık dönem esas alınarak bir yılda verilmesine müsaade edilecek ağır metal yükü bakır için incelenmiş olup Tablo 3.53'te gösterilen sonuçlar elde edilmiştir [102].

Tablo 3.53. K3 ve O3 üreticileri için çevresel risk değerlendirmesi

Üretici	Uygulanan bakır miktarı (gram)	Bakırlı tarım ilacı uygulanan alan (ha)	Bir yılda birim alana uygulanan bakır miktarı (g/da-yıl)	TOB tarafından izin verilen bakır miktarı (g/da-yıl)	Çevresel risk durumu
K3	1400	3,4	411,76	1200	Önemsiz
O3	240	5,8	41,4	1200	Önemsiz

Tablo 3.52 ve 3.53'te görüleceği üzere; sadece K2 üreticisinin tarım ilacı kullanımından kaynaklı çevresel riski yüksektir. K1 üreticisinin tarım ilacı kullanımından kaynaklı çevresel riski önemsizdir. K3 ve O3 üreticilerinin kullandıkları tarım ilacının etken maddesi, TOB'un belirttiği değerin altında olduğu için çevresel risk durumunun önemsiz olduğu kabul edilmiştir. Fakat kullanım miktarlarının ilerleyen zamanlarda artması durumunda PEC/PNEC oranı da artacağından risk oluşturma ihtimali söz konusudur.

3.9.8. Su Kullanımının Değerlendirilmesi

Ürünlerin sulama zamanları farklılık göstermektedir. Domates, biber, patlıcan, salatalık gibi benzer su ihtiyacı olan ürünler aynı anda sulanırken, kavun, beyaz fasulye gibi su ihtiyacı az olan ürünler diğerlerinden farklı zamanlarda sulanmaktadır. Tablo 3.54'te üreticilerin sulama işlemlerinde tükettikleri toplam su miktarları gösterilmektedir.

Tablo 3.54. Üreticilerin tükettikleri su miktarları

Üretici	Ürün	Toplam tüketilen su miktarı	
		m ³	m ³ /ha
K1	Domates	480	2053
	Biber	577	6341
	Patlıcan	64	5848
	Salatalık	64	5848
	Y. fasulye	64	5848
	Kavun	50	406
	Karpuz	47	583
K2	Domates	450	9089
	Biber	270	9670
	Salatalık	269	15721
	Y. fasulye	402	34360
	Kavun	188	1879
	Karpuz	432	4321
K3	Domates	441	3152
	Biber	433	8071
	Patlıcan	107	10284
	Salatalık	29	3968
	Y. fasulye	107	10284
	Patates	621	59715
	Kavun	42	782
	Karpuz	227	4234
O1	Domates	738	4923
	Biber	1124	54050
	Patlıcan	375	78069
	Salatalık	281	21961
	Y. fasulye	562	43916
	Kavun	541	2705
	Karpuz	541	5405
	Ayçiçeği	23	1117
	Kabak	211	23957
	Soğan	144	29993
O2	B. fasulye	1083	2165
	Domates	346	1730
	Biber	504	4647
	Salatalık	254	2347
	Mısır	252	4804
	Kavun	169	611
	Karpuz	636	2302
	Ayçiçeği	27	1112
O3	Domates	596	5761
	Biber	702	16134
	Patlıcan	237	31592
	Salatalık	88	11714
	Y. fasulye	89	4543
	Mısır	389	7009
	Kavun	398	2734
	Karpuz	592	4070
	B. fasulye	1364	24581

Üreticilerin her bir ürünü için tükettikleri toplam su miktarları hesaplanmış olup, birim alan başına olan su tüketimleri de tabloda gösterilmiştir. Üreticilerin yeterli sulama yapıp yapmadıklarını tespit edebilmek için Cropwat (FAO) programı kullanılmıştır. Buna göre, üreticilerin yetiştirdikleri ürünlerin su ihtiyacı, Cropwat ile tahmin edilmiş olup Tablo 3.55'te her bir ürün için toplam su ihtiyacı birim alan başına oluşan su ihtiyacı olarak gösterilirken Tablo 3.56'da her bir üretici için oluşan toplam su ihtiyacı doğrudan ve birim alan başına olarak gösterilmektedir.

Tablo 3.55. Ürünlerin tahmin edilen su ihtiyaçları

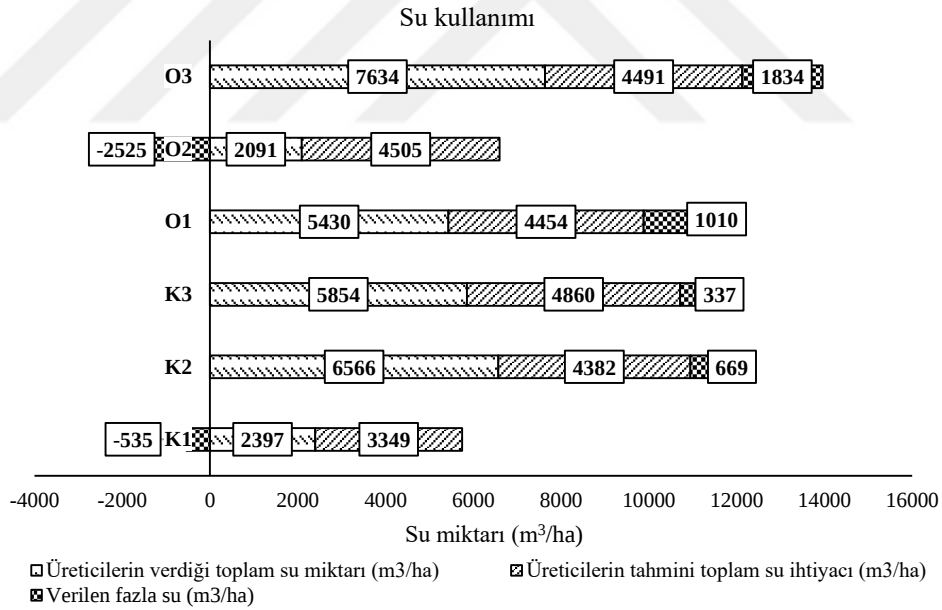
Üretici	Ürün	Su ihtiyacı	
		m ³	m ³ /ha
K1	Domates	1321	5646
	Biber	434	4771
	Y. fasulye	36	1828
	Kavun	49	396
	Diğer ürünler	42	522
K2	Domates	279	5646
	Biber	133	4771
	Y. fasulye	38	3253
	Kavun	447	4465
	Diğer ürünler	445	3798
K3	Domates	790	5646
	Biber	256	4771
	Y. fasulye	34	3253
	Patates	59	5646
	Kavun	239	4465
	Diğer ürünler	270	3798
O1	Domates	847	5646
	Biber	99	4771
	Y. fasulye	42	3253
	Kavun	893	4465
	Ayçiçeği	100	4828
	Bakliyat (B. fasulye)	2134	4267
	Diğer ürünler	498	3798
O2	Domates	1129	5646
	Biber	517	4771
	Mısır	254	4845
	Kavun	1234	4465
	Ayçiçeği	118	4828
	Diğer ürünler	1461	3798
O3	Domates	584	5646
	Biber	208	4771
	Y. fasulye	63	3253
	Mısır	269	4845
	Kavun	650	4465
	Bakliyat (B. fasulye)	237	4267
	Diğer ürünler	610	3798

Cropwat programının veritabanında bulunan ürünler için hesaplama yapılmış olup, üreticilerin yetiştirdikleri fakat programda bulunmayan ürünlerin su ihtiyacı toplanarak “diğer ürünler” olarak belirtilmiştir.

Tablo 3.56. Her bir üretici için tahmin edilen toplam su ihtiyacı

Üretici	Su ihtiyacı	
	m ³	m ³ /ha
K1	1347	3349
K2	2010	4382
K3	1986	4860
O1	5623	4454
O2	2188	4505
O3	4455	4491

Tablo 3.56’da her bir üretici için tahmin edilen toplam su ihtiyacı verilmiştir. Üreticilerin verdikleri toplam su miktarı ile ürünler için hesaplanan su miktarı kıyaslanmış olup Şekil 3.15’te gösterilmektedir.



Şekil 3.15. Üreticilerin su kullanımı

Şekil 3.15’te görüldüğü üzere, K1 ve O2 üreticisi toplamda ürünlerin ihtiyaç duyduğundan daha az miktarda su verirken, diğer üreticiler ürünlerin ihtiyacından fazla su vermektedir. Bu da yeraltı su kaynaklarının tahribatına doğrudan sebep olmaktadır. Aşırı sulama yapılması, sadece su kaynaklarının değil aynı zamanda enerjinin de gereğinden fazla tüketilmesine sebep olmaktadır. Ayrıca, su temini için kullanılan pompaların

elektrik tüketimi artacağından buna bağlı emisyon salınımlarında da artışlar söz konusu olmaktadır. Bu durumda, aşırı sulama yapan üreticilerin, Cropwat ile hesaplanan ürünlerin tahmini su ihtiyacı kadar sulama yapmaları durumunda üreticilerin Küresel Isınma, Ötrofikasyon ve Asidifikasyon Potansiyelinde ve enerji tüketimlerinde meydana gelen değişimler Tablo 3.57 (a) ve 3.57 (b)'de gösterilmektedir.

Tablo 3.57 (a). Ürünlerin tahmini su ihtiyacı kadar sulama yapılması durumunda üreticilerin Küresel Isınma, Ötrofikasyon ve Asidifikasyon Potansiyellerinde meydana gelecek değişimler

Üretici	Küresel Isınma Potansiyelindeki azalma miktarı		Ötrofikasyon Potansiyelindeki azalma miktarı		Asidifikasyon Potansiyelindeki azalma miktarı	
	kg CO ₂ /ha	%	kg PO ₄ ⁻³ /ha	%	kg SO ₂ /ha	%
K2	266,6	2	0,03	0,01	1,45	1
K3	2421,3	51	0,30	3	13,13	29
O1	4026,2	33	0,49	14	21,84	31
O3	365,7	5	0,04	1	1,98	4

Tablo 3.57 (b). Ürünlerin tahmini su ihtiyacı kadar sulama yapılması durumunda üreticilerin enerji tüketimlerinde meydana gelecek değişimler

Üretici	Doğrudan enerji girdisindeki azalma miktarı (%)	Dolaylı enerji girdisindeki azalma miktarı (%)	Enerji verimliliğindeki artış (%)
K2	2	0,4	1
K3	31	2	14
O1	29	13	29
O3	4	15	4

Tablo 3.57 (a)'ya bakıldığında, aşırı sulama yapan K2, K3, O1 ve O3 üreticilerinin ürünlerin hesaplanan tahmini su ihtiyaçları kadar sulama yapmaları halinde Küresel Isınma, Ötrofikasyon ve Asidifikasyon Potansiyellerinde meydana gelecek azalma miktarları gösterilmektedir. Tabloya göre, tüm üreticilerde en fazla azalma miktarının Küresel Isınma Potansiyelinde olduğu görülmektedir. Üreticilerin büyük çoğunluğunda Küresel Isınma Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdi, sulamadan kaynaklı elektrik tüketimi olduğu için, üreticilerin sulama miktarlarını azaltması doğrudan Küresel Isınma Potansiyelinin de azalmasını sağlayacaktır. Sulamanın ürünün ihtiyacı kadar yapılması durumunda Küresel Isınma Potansiyelinde %51'e kadar azalma söz konusudur. Elektrik tüketiminin en fazla katkı sağladığı bir diğer çevresel etki olan Asidifikasyon Potansiyelinde ise %31 oranına kadar azalma ön görülmektedir. Elektrik tüketimi,

Ötrofikasyon Potansiyeline Küresel Isınma ve Asidifikasyon Potansiyeli kadar katkı sağlamamasına rağmen, %14 oranına kadar azalmasına imkân sağlayacaktır. Sulamanın ürünün ihtiyacı kadar yapılması; su kaynaklarının aşırı tüketiminin engellenmesinin yanı sıra elektrik tüketiminden kaynaklı emisyon salınımında da azalma sağlaması sebebiyle çevresel sürdürülebilirlik açısından oldukça önemlidir.

Tablo 3.57 (b)'de enerji tüketimlerinde meydana gelecek değişiklikler görülmektedir. Sulama işlemi, tüm üreticiler tarafından elektrikli dalgıç pompa kullanılarak yapıldığı için, sulamanın azaltılması, elektrik tüketiminin de azaltılması anlamına gelmektedir. Elektrik enerjisi tüketiminin azaltılmasıyla doğrudan enerji girdisinde; su kullanımının azaltılmasıyla da suyun gömülü enerjisinden kaynaklı dolaylı enerji girdisinde azalma meydana gelecektir. Enerji girdisindeki azalma, enerji çıktısının enerji girdisine oranını ifade eden enerji verimliliğinde de artışı sağlayacaktır. Üreticilerin sulama için kullandıkları toplam su miktarını ürünlerin ihtiyaç duyduğu miktara kadar azaltmaları durumunda; doğrudan enerji girdisinde %31'e kadar azalma, dolaylı enerji girdisinde %15'e kadar azalma, enerji verimliliğinde ise %29'a kadar artış olabileceği tespit edilmiştir. Enerji tasarrufuna ek olarak, sisteme verilen aşırı su ile daha fazla ürünün sulanması mümkündür. Tablo 3.58'de, fazla sulama yapan üreticilerin kullandıkları aşırı su ile fazladan yetiştirilebilecek ortak ürünler gösterilmektedir.

Tablo 3.58. Aşırı su ile yetiştirilebilecek ürünler

Üretici	Domates		Biber		Y. Fasulye		Kavun	
	Ekili olduğu alan (ha)	Miktar (ton)	Ekili olduğu alan (ha)	Miktar (ton)	Ekili olduğu alan (ha)	Miktar (ton)	Ekili olduğu alan (ha)	Miktar (ton)
K2	0,12	0,72	0,14	0,65	0,21	1,76	0,15	2,25
K3	0,06	2,13	0,07	1,06	0,1	0,5	0,08	1,41
O1	0,18	2,38	0,21	3,05	0,31	12,13	0,23	2,26
O3	0,32	6,28	0,38	8,84	0,56	14,46	0,41	5,65

Tablo 3.58'den görüleceği üzere, aşırı sulama yapan üreticilerin 6,28 tona kadar domates, 8,84 tona kadar biber, 14,16 tona kadar yeşil fasulye ve 5,65 tona kadar kavunu yetiştirdikleri ürüne ilave olarak sulamaları mümkündür. Böylece, sistemdeki sebzelerin gömülü enerjisini ifade eden enerji çıktılarının da artması söz konusu olacaktır. Enerji çıktılarının artması, yani daha fazla ürün elde edilmesi sistemin verimliliğini artıracaktır.

3.9.9. Mineral Gübre Kullanımının Değerlendirilmesi

Mineral gübre kullanımının konvansiyonel üreticilerde organik üreticilere kıyasla daha çok olduğu tespit edilmiştir. Ötrofikasyona en yüksek oranda yol açan N ve P içerikli gübreler sadece K1 ve K2 üreticileri tarafından kullanılmaktadır. Bu gübrelerin kullanım miktarları ve uygulama şekilleri tez çalışmasının daha önceki kısımlarında gösterilmiştir. Bu kısımda ise, üreticiler tarafından kullanılan gübre miktarları, Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Araştırmaları ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından toprak yapısı ve uygulanan tarım yöntemine göre önerilen değerler doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Tablo 3.59’da üreticilerin birim alan başına kullandıkları N ve P içerikli gübre miktarları ve TOB tarafından önerilen değerler gösterilmektedir [103].

Tablo 3.59. Üreticilerin kullandığı gübre miktarları ve önerilen değerler

Üretici	Topraktaki organik madde oranına göre önerilen gübre miktarları*		Üreticiler tarafından uygulanan gübre miktarları		Önerilenden fazla kullanılan gübre miktarı	
	kg N/da	kg P ₂ O ₅ /da	kg N/da	kg P ₂ O ₅ /da	kg N/da	kg P ₂ O ₅ /da
K1	13	..**	16,96	6	3,96	6,00
K2	13	..**	132,30	21,9	119,30	21,90

*TOB tarafından önerilen miktardır.

** TOB’a göre; toprakta bulunan P₂O₅ miktarına bakıldığında bu üreticinin P₂O₅ içerikli gübre kullanmaması gerekmektedir.

Tablo 3.59’da görüldüğü üzere, K1 ve K2 üreticilerinin her ikisi de TAGEM tarafından önerilen N ve P içerikli gübre miktarlarından daha fazla gübre kullanmaktadır. En yüksek çevresel etki değerlerine sahip olan K2 üreticisinin kullandığı N içerikli gübre miktarı önerilenin yaklaşık 10 katı iken, P içerikli gübre de yaklaşık 5 katı kadardır. K1 üreticisi, K2 üreticisi kadar fazla olmasa da yine de önerilenden daha fazla gübre kullanmaktadır. Bu durum çevresel etki potansiyelleri doğrudan etkilemektedir. Üreticilerin önerilen miktarlarda N ve P içerikli gübre kullanmaları durumunda çevresel etki potansiyellerinde meydana gelebilecek değişiklikler hesaplanmış olup Tablo 3.60’ta gösterilmektedir.

Tablo 3.60. Üreticilerin çevresel etki potansiyellerinde meydana gelecek azalmalar

Üretici	Küresel Isınma Potansiyelinde meydana gelecek azalma		Ötrofikasyon Potansiyelinde meydana gelecek azalma		Asidifikasyon Potansiyelinde meydana gelecek azalma		Dolaylı enerji girdisinde meydana gelecek azalma	Enerji verimliliğinde meydana gelecek artış
	kg CO ₂ /ha	%	kg PO ₄ ⁻³ /ha	%	kg SO ₂ /ha	%	%	%
K1	190,63	2	1,99	4	1,66	2	14	3
K2	5427,96	36	109,40	44	48,06	24	57	44

Tablo 3.60'ta belirtildiği gibi, üreticiler önerildiği miktarda N ve P içerikli gübre kullandığı takdirde, çevresel etki potansiyellerinin yanı sıra, mineral gübre üretiminden kaynaklı dolaylı enerji girdisinde de azalma meydana geleceğinden enerji verimliliğinde artış söz konusu olacaktır. Özellikle aşırı gübre kullanımının görüldüğü K2 üreticisinde, Küresel Isınma Potansiyelinde %36, Ötrofikasyon Potansiyelinde %44, Asidifikasyon Potansiyelinde %24 oranında bir azalma söz konusudur. Enerji verimliliği ise, sadece mineral gübre kullanımı azaltıldığı için %44 oranında artacaktır. Gübre kullanımının sadece önerildiği miktarda yapılması durumunda emisyon salınımında meydana gelecek azalma ve enerji verimliliğindeki artış miktarı; gübreyi doğru uygulamanın tarımın sürdürülebilirliği açısından ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Su ve mineral gübre kullanımı birlikte değerlendirilecek olursa; aşırı sulama yapan ve mineral gübre kullanan üreticilerin enerji verimliliğinde artış söz konusudur. Üreticilerin hem ürünlerin ihtiyaç duyduğu kadar sulama yaptığı hem de mineral gübre kullanımını önerilen miktarlarda uyguladıkları durumda Küresel Isınma, Ötrofikasyon ve Asidifikasyon Potansiyelinde ve enerji tüketimlerinde meydana gelen değişimler Tablo 3.61 (a) ve 3.61 (b)'de gösterilmektedir.

Tablo 3.61 (a). Su ve mineral gübre kullanımı önerilen miktarda yapıldığında üreticilerin enerji kullanımlarında meydana gelen değişiklikler

Üretici	Doğrudan enerji girdisindeki azalma (%)	Dolaylı enerji girdisindeki azalma (%)	Toplam enerji girdisindeki azalma (%)	Enerji verimliliğindeki artış (%)
K1		14	14	3
K2	2	58	60	45
K3	31	2	34	14
O1	29	13	42	29
O2				
O3	4	15	19	4

Tablo 3.61 (b). Su ve mineral gübre kullanımı önerilen miktarda yapıldığında üreticilerin Küresel Isınma, Ötrofikasyon ve Asidifikasyon Potansiyelinde meydana gelen değişiklikler

Üretici	Küresel Isınma Potansiyelindeki azalma miktarı		Ötrofikasyon Potansiyelindeki azalma miktarı		Asidifikasyon Potansiyelindeki azalma miktarı	
	kg CO ₂ /ha	%	kg PO ₄ ⁻³ /ha	%	kg SO ₂ /ha	%
K1	190,63	2	1,99	4	1,66	2
K2	5694,52	38	109,44	44	49,50	25

Tabloya 3.61.(a)'ya göre, O2 üreticisi aşırı sulama yapmadığı ve N ve P içerikli mineral gübre kullanmadığı için enerji kullanımında değişiklik söz konusu değildir. Diğer üreticilerde ise, enerji verimliliğinde %3-45 oranları arasında artış görülürken toplam enerji girdileri %60 oranına kadar azalabilmektedir.

Tablo 3.61 (b)'ye bakıldığında, aşırı sulama yapmanın yanı sıra mineral gübre kullanımını da TOB tarafından önerilen miktardan fazla yapan K2 üreticisi, sulama ve gübrelemeyi önerilen miktarlarda aynı anda yaptığı zaman etki potansiyellerinde meydana gelecek toplam azalma miktarı Küresel Isınma Potansiyeli için %38, Ötrofikasyon Potansiyeli için %44, Asidifikasyon Potansiyeli için %25 olarak belirtilmiştir.

4. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın temel amacı, Palas Ovası'nda organik ve konvansiyonel tarım uygulamalarıyla yapılan sebze üretiminin çevresel etkilerini araştırmak ve bu etkileri azaltabilecek çözüm önerileri sunmaktır. Bu sebeple, bölgede sebze tarımı yapan üç organik ve üç konvansiyonel üretici belirlenmiş; bu üreticilerde bir yıllık tarımsal üretim sürecine dair tüm bilgileri elde edebilmek için anket çalışmaları yapılmıştır. Anket çalışmalarına ek olarak, arazi incelemeleri yapıp telefon görüşmeleriyle üretim süreci boyunca tüm işlemler yakından takip edilmiştir. Tarımsal üretimi değerlendirmek için; Küresel Isınma Potansiyeli, Ötrofikasyon Potansiyeli, Asidifikasyon Potansiyeli, erozyon ve enerji kullanımı çevresel etkiler olarak belirlenmiş; bunun yanı sıra tarım ilacı kullanan üreticiler için çevresel risk değerlendirilmesi yapılmış ve üreticilerin su tüketimleri incelenmiştir. Ayrıca üreticiler enerji verimliliği açısından da değerlendirilmiştir.

Üreticilerin tamamı tarım arazilerinde rotasyon ve münavebe usulü ile karışık sebze yetiştirmektedir. Tüm üreticilerde, yetiştirilen ürünler arasında en fazla farklılık görülen ürünün domates olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi; domatesin çalışma alanındaki bölgeye özgü bir yerel tür olmasından dolayı tüm üreticiler tarafından öncelikli ve en fazla verim elde edilmek istenen ürün olarak yetiştirilmesidir. Aynı zamanda tüm üreticiler için mevcut tarım arazisi içerisinde en fazla ekim alanına sahip üründür. Bu sebeple tüm etki potansiyellerinin büyük çoğunluğu oluşturmaktadır. Ancak, elde edilen sonuçların tamamı, her bir ürün için spesifik olarak elde edilememiştir. Bunun başlıca sebebi, tarım ürünlerinin ekimi yapılmadan önceki tarım arazisi hazırlama sürecinin tamamen yetiştirilecek ürünlerden bağımsız olarak yapılmasıdır. Bu süreçteki tüm etki değerleri bütün ürünler için aynıdır. Farklılıklar, ekim yapıldıktan sonra söz konusu olmaktadır. Ancak yine de sulama, çapalama gibi tüm ürünleri aynı anda etkileyen durumlarda doğrudan bir ayrım söz konusu değildir.

Literatürdeki çalışmalarda genellikle tarım arazisinde sadece tek bir ürün çeşidinin yetiştirildiği durumlarda (monokültür) etki değerlendirilmesi yapıldığı için her bir ürünün etki değeri; aynı ürüne dair yapılan diğer çalışmalarla rahatlıkla kıyaslanabilmektedir. Ancak bu çalışmada, üreticilerin farklı tarım ürünlerini aynı tarım arazisinde yetiştirmektedir (polikültür). Sebze üretiminde polikültür, iyi sonuç alabilmek için oldukça iyi bir planlama gerektirmektedir. Monokültüre kıyasla daha fazla emek gerektirmesine rağmen, polikültürün genellikle daha üretken olması, çeşitli bitki bileşenlerinin üretkenliği ve daha dengeli bir insan beslenmesi sağlamanın yanı sıra ekonomik getiri ve verime katkılar sağladığı belirtilmektedir [104]. Literatürde bulunan daha önce yapılmış çalışmalara bakıldığında, polikültür uygulamalarının oldukça çeşitli bölgelerde uygulandığı ve iyi sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Barselona’da Boneta vd. (2019) [105] tarafından, şehir merkezinde bulunan binaların çatı katındaki kentsel ev bahçesinde 22 farklı ürün kullanılarak kendi kendine yeterlilik ve sürdürülebilirlik derecesini tahmin etmek için gerçek bir topraksız kentsel bahçe hakkında nicel tarımsal ve çevresel veriler sağlamak amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; yüksek derecede kendi kendine yeterlilik sağlandığı kaydedilmiştir. Neto vd. (2012) [104] Brezilya’da yaptıkları çalışmada; havuç çeşidi ‘Brasilia’ ile şerit halinde ekilmiş iki marul çeşidinin ve iki roka çeşidinin polikültürel agroekonomik endekslerini değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak farklı türdeki marul, havuç ve roka türlerinin değerlendirilmesinde marul çeşitlerinin önemli etkisini gözlediklerini belirtmişlerdir. Hem tek hem de çok değişkenli yaklaşımların en iyi polikültürlerin ayırt edilmesinde etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Plews-Ogan vd. (2017) [106] Kuzey Tayland’da yaptıkları çalışmada, ekolojik sürdürülebilirliği sağlamak için yüksek girdili, ihracata odaklı ticari ürün üretiminden organik sebze polikültür sistemlerine geçen bir grup çiftçinin durumunu sunmuşlardır. Sonuç olarak; organik polikültüre geçiş yapanların, kendilerini büyük ölçüde döngüsel borçlardan ve kalıcı sağlık hastalıklarından kurtardıklarını, tarım sistemlerinde kendilerini daha güçlü ve tatmin olmuş hissediklerini ve genel topluluk üzerindeki daha geniş etkilerden söz ettiklerini belirtmişlerdir.

Çalışma alanındaki üreticilerin tamamı polikültür uygulamakta, bunun yanı sıra birbirleri arasında yetiştirdikleri ürünler açısından farklılıkların söz konusu olmaktadır. Bu sebeple; her ürün için literatürde kıyaslama yapmak oldukça karmaşık olacağından üreticilerin toplam etki potansiyelleri, benzer şekilde yetiştirilen ürünler ile kıyaslanmıştır.

Üreticilerin toplam enerji girdisi 52,04-156,91 GJ/ha arasında değişirken enerji çıktılarının girdilerine oranları (enerji verimliliği) 0,05-0,47 aralığındadır. Özkan vd.'nin (2004) [107] yaptıkları çalışmada, 1975-2000 yılları arasında Türkiye'deki tarımsal üretimi enerji kullanımı açısından incelemiş ve enerji girdilerinin 17,4-47,4 GJ/ha, enerji çıktısı/enerji girdisi oranlarının ise 1,18-2,23 aralığında; Hatırlı vd.'nin (2005) yaptığı benzer bir çalışmada, 1975-2000 yılları arasında Türkiye'de yetiştirilen 104 farklı ürün için enerji girdilerinin 16,4-27,1 GJ/ha aralığında; Nabavi-Pelesaraei vd. (2016) [104] İran'da yaptıkları çalışmada karpuz için enerji girdisinin ortalama 40 GJ/ha; Pishgar-Komleh vd. (2012) [51] İran'da yaptıkları çalışmada patates için enerji girdisinin ortalama 47 GJ/ha ve enerji verimliliği oranının 1,71; Mirasi vd. (2015) [106] İran'da yaptıkları çalışmada domates üretiminde enerji girdisinin 156 GJ/ha, enerji çıktısı/enerji girdisi oranının 0,75; Tabar vd. (2010) [110] yaptıkları çalışmada İran'da 1990-2006 yılları arasındaki tarımsal üretimde enerji kullanımını incelemiş ve enerji girdilerinin 32,40 -37,20 GJ/ha, enerji çıktısı/enerji girdisi oranlarının ise 0,95- 1,17 aralığında olduğunu belirtmiştir.

Üreticilerin toplam Küresel Isınma Potansiyeli değerlerinin 1777-14974 kg CO₂/ha arasında değiştiği görülmüştür. Küresel Isınma Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdi üreticilerin çoğu için elektrik tüketimi olarak belirlenmiş olup, en az değere sahip olan O₂ üreticisinin en az sulama yapan üretici olduğu tespit edilmiştir. Elektrik tüketiminin yanı sıra fosil yakıt ve mineral gübre tüketimi Küresel Isınma Potansiyeline en fazla katkı sağlayan girdiler olarak belirlenmiştir. Elektrik ve fosil yakıt tüketimi her bir üretici için tüm ürünlerde aynı değerlere sahip olması sebebiyle, ürünlerin değerleri arasındaki fark gübre uygulamalarından kaynaklanmaktadır. Genellikle domates, biber ve patlıcan en fazla gübre uygulanan ürünler olduğu için en yüksek Küresel Isınma Potansiyeline sahip olduğu görülmüştür. Literatürdeki diğer çalışmalara bakıldığında; Aday vd. (2018) [107] tarafından yapılan çalışmaya göre, Türkiye'de yetiştirilen 31 farklı ürün için 12 tarımsal girdi değerlendirilmiş ve oluşan emisyonlar CO₂-eşdeğeri olarak farklı ürünler için hesaplanmıştır. Bu değerler; kavun için 429,7-2274,2 kg CO₂/ha, karpuz için 473,2-1471,5 kg CO₂/ha, yeşil fasulye için 1269,9-2403,1 ve domates için 1871,1-12692,8 kg CO₂/ha; Houshyar vd.'nin (2015) [108] yaptığı çalışmada domatesin Küresel Isınma Potansiyeli 5088,2-6544,8 kg CO₂/ha; Mirasi vd. (2015) [106] İran'da yaptıkları çalışmada domatesin Küresel Isınma Potansiyelini 4752 kg CO₂/ha; Zarei vd, (2019)

İran’da yaptıkları çalışmada domates ve salatalık için Küresel Isınma Potansiyeli değerlerini sırasıyla 4854,32 ve 4637,88 kg CO₂/ha; Nabavi-Pelesaraei vd. (2016) [104] İran’da yaptıkları çalışmada karpuz için Küresel Isınma Potansiyelini 1015 kg CO₂/ha; Pishgar-Komleh vd. (2012) [51] İran’da yaptıkları çalışmada patates için Küresel Isınma Potansiyelini 992,88 kg CO₂/ha olarak belirtmiştir.

Üreticilerin toplam Ötrofikasyon Potansiyeli değerleri 1,35-330,83 kg PO₄⁻³/ha aralığındadır. Ancak her bir ürün için ayrıca hesaplanmış olan değerlere bakılacak olduğunda, ötrofikasyonun başlıca sebeplerinden olan N ve P içerikli mineral gübre kullanımının görüldüğü K1 ve K2 üreticilerinin değerleri 34,25-322,94 kg PO₄⁻³/ha aralığında iken diğer üreticiler için bu değer 1,36-27,63 kg PO₄⁻³/ha aralığında olduğu görülmektedir. Literatürde yapılan diğer çalışmalara bakıldığında; Zarei vd. (2019) [30] yaptıkları çalışmada salatalık ve domates için Ötrofikasyon Potansiyelinin sırasıyla 1,84 ve 28,82 kg PO₄⁻³/ha; Khoshnevisan vd. (2014) [109] yaptıkları çalışmada salatalık ve domates için sırasıyla 12,5 ve 9,5 kg PO₄⁻³/ha olduğunu belirtmiştir.

Üretim miktarları açısından bakıldığında, organik üreticilerin konvansiyonel üreticilere kıyasla daha fazla üründe Kayseri ve Türkiye ortalamasının üzerinde olduğu görülmüştür. Özellikle N ve P içerikli mineral gübre kullanan K1 ve K2 üreticileri, gübre kullandıkları hiçbir üründe ortalamanın üzerine çıkamamışlardır. Bu durum, konvansiyonel üreticilerin, gübre kullanım miktarıyla ürün miktarının doğrudan ilişkili olduğuna dair düşüncelerinin doğru olmadığını göstermektedir. Aynı zamanda, organik üreticilerin birim alan başına daha fazla ürün elde etmeleri, konvansiyonel üreticilerden daha yüksek verime sahip olduğu anlamına gelmektedir.

Üreticilerin her birinin tarım arazilerinden örnek alınarak toprak analizleri yapılmış ve buna göre erozyon potansiyelleri hesaplanmıştır. Üreticilere ait toprak yapıları değişkenlik gösterse de genel olarak tınlı ve kumlu yapıya sahiptir. Kum oranı %44-82 arasında iken topraktaki organik madde miktarı %0,83-2,12 aralığındadır. RUSLE formülü kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda, üreticilerin bir yıllık sürede erozyona bağlı meydana gelen toprak kayıpları 1,88 ile 2,46 ton/ha aralığında bulunmuş olup Bergsma vd’nin (1995) [84] yaptığı sınıflandırmaya göre, tüm üreticiler için erozyon riski “çok düşük” olarak belirlenmiştir. Ancak, erozyon riski çok düşük olması durumunda bile toprak kaybı söz konusu olduğundan, toprak koruma uygulamaları

yapmaları durumunda üreticilerin toprak kayıplarındaki azalmalar hesaplanmıştır. Bu göre, erozyondan kaynaklı toprak kayıplarını %26'dan %69 oranına kadar azaltabilecekleri tespit edilmiştir.

Üreticilerin sulama ile verdikleri su miktarları arazide yapılan ölçümlerle belirlenip, ürünlerin tahmini su ihtiyaçları Cropwat programıyla hesaplanmış olup bu değerler birbirleriyle kıyaslandığında bazı üreticilerin aşırı sulama yaptıkları tespit edilmiştir. Aşırı sulama yapan üreticilerin, ürünlerin hesaplanan tahmini su ihtiyacı kadar sulama yapmaları halinde enerji kullanımlarında meydana gelecek değişiklikler ve aşırı su ile fazladan sulanabilecek ürün miktarları hesaplanmıştır. Sulama işlemi; elektrik tüketimine de yol açtığı için, enerji tüketiminin yanı sıra elektrik tüketiminden kaynaklı emisyon salınımı da söz konusudur. Aşırı sulama yapılmaması, enerji ve su tasarrufunun yanı sıra emisyon salınımında azalmaya da imkan sağlamaktadır. Üreticilerin çoğu için en fazla katkıyı sağlayan girdinin elektrik tüketimi olduğu Küresel Isınma Potansiyelinde % 51 oranına kadar azalma söz konusudur. Elektrik tüketiminin önemli oranda katkı sağladığı bir diğer çevresel etki olan Asidifikasyon Potansiyelinde ise %31 oranına kadar azalma görülebilmektedir. Ötrofikasyon Potansiyelinde %14 oranına kadar azalma söz konusudur. Tüm bunların yanı sıra, enerji verimliliğinde de %29 oranına kadar artış sağlayabilmektedir.

Çevresel etki potansiyelleri açısından bakıldığında; organik üreticilerin konvansiyonel üreticilere göre daha düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca enerji verimliliğinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bunun en önemli sebebi, N ve P içerikli mineral gübre kullanımının konvansiyonel üreticilerde fazla miktarda kullanılması sonucunda dolaylı enerji girdilerinin artmasıdır. N ve P içerikli mineral gübre kullanımının TAGEM tarafından önerilen miktarlarda kullanılmasının enerji verimliliğinin artışı ve etki potansiyellerinin azaltılması açısından oldukça önemli olduğu gösterilmiştir. Özellikle önerilen miktardan en az 5 kat daha fazla N ve P içerikli mineral gübre kullanan K2 üreticisinin TAGEM tarafından önerilen miktarda mineral gübre kullanması durumunda Küresel Isınma Potansiyelinde %36, Ötrofikasyon Potansiyelinde %44, Asidifikasyon Potansiyelinde %24, dolaylı enerji girdisinde % 57 oranında azalma söz konusu olacaktır. Bunlara ek olarak enerji verimliliğinde %44 oranında bir artış meydana gelecektir. Mineral gübrenin yanı sıra hayvan gübresi kullanımı da konvansiyonel üreticilerde daha yüksektir. Hayvan gübresi kullanımı, hem çevresel etki

potansiyelleri hem de enerji kullanımı açısından sistemde bir yük oluşturmaktadır. Sadece kullanılması değil, kullanılmak üzere depolanması sırasında salınan emisyonlar da Küresel Isınma ve Asidifikasyon Potansiyellerinde önemli oranda katkı sağlamaktadır. Bu sebeple hayvan gübresi kullanımında bir düzenleme yapılması oldukça önemlidir. Biyogaz üretimi için gübre kullanımının gübrenin çevresel etkilerini azalttığı bilinmektedir [28]. Hayvan gübresi kullanımının azaltılması, dolaylı enerji girdisinde de bir azalmaya neden olacaktır.

Üreticilerin, ürünlerin tahmin edilen su ihtiyaçları kadar sulama yaparken, aynı zamanda N ve P içerikli mineral gübre kullanımlarını da TAGEM tarafından önerilen miktarda yapmaları halinde enerji kullanımlarında meydana gelen değişiklikler hesaplanmış olup enerji verimliliğinde %3-45 oranları arasında artış tespit edilmiştir. Hem aşırı sulama yapan hem de mineral gübre miktarını TAGEM tarafından önerilenin çok üzerinde kullanan K2 üreticisinin etki potansiyellerinde meydana gelecek toplam azalma miktarı Küresel Isınma Potansiyeli için %38, Ötrofikasyon Potansiyeli için %44, Asidifikasyon Potansiyeli için %25 olarak hesaplanmıştır. Sulama; diğer tarım uygulama yöntemleri gibi organik ve konvansiyonel üreticiler arasında bir farklılık oluşturmamakla birlikte, bazı organik üreticilerde sulamadan kaynaklı elektrik tüketimine bağlı oluşan çevresel etkilerin konvansiyonel üreticilere kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. Fakat toplamda organik üreticilerin çevresel etki değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür.

Üreticiler tarafından kullanılan tarım ilaçlarının çevresel bir risk oluşturup oluşturmadığını tespit etmek için çevresel risk değerlendirmesi yapılmıştır. K1 ve K2 üreticilerinin kullandıkları tarım ilaçlarının çevresel risk değerleri Ecosar programıyla tespit edilirken K3 ve O3 üreticisi tarafından kullanılan tarım ilacının profili Ecosar programında görüntülenemediği için tespit edilememiştir. Bu üreticilerin kullandığı tarım ilacı, TOB tarafından üreticilere verilmiş olup organik tarımda kullanım için uygun olan bakır ilacıdır. Bu sebeple, Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği; Ek-III'te belirtilen, toprakta on yıllık dönem esas alınarak bir yılda verilmesine müsaade edilecek ağır metal yükü bakır için incelenmiş olup bu üreticilerin kullandıkları tarım ilaçlarının risk değerlendirmesi yapılmıştır. K1 üreticisinin kullandığı tarım ilacının oluşturduğu çevresel risk önemsiz olarak belirlenirken K2 üreticisinin kullandığı tarım ilacı yüksek risk oluşturmaktadır. K3 ve O3 üreticilerinin kullandıkları tarım ilacının bakır içeriği, toprakta izin verilen miktarın altında olduğu için çevresel risk durumu önemsiz olarak

belirlenmiştir. Ancak risk değerlendirmesi kullanım miktarına bağlı olarak yapıldığı için; kullanım miktarlarının ilerleyen zamanlarda artması durumunda PEC/PNEC oranı da artacağından risk oluşturma ihtimali söz konusudur. Daha ileri çalışmalarda, bu çevresel riski insan toksisitesi ve sürdürülebilir tarım için ekotoksisite açısından araştırmak çok önemlidir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre; çevresel etkilerin altında yatan seçimlerin organik ve konvansiyonel üretim şeklinin tercih edilmesinden daha fazla, bireysel uygulama tercihlerinden kaynaklı olduğu ortaya çıkmaktadır. Tüm etki değerlendirmelerinde ortaya çıkan en öncelikli parametrenin, ürünleri elektrikli pompalarla yeraltından çekilen sularla sulamak olduğu görülmektedir. Organik ya da konvansiyonel üretim şekillerinde suyun nereden temin edildiğine ya da ne kadar verildiğine dair bir kısıtlama yer almamakla beraber, sulama tercihlerinin de üreticiden üreticiye değiştiği görülmektedir. Üreticilerin üçte ikisi gereğinden fazla sulama yaparken, üçte biri beklenenden az sulama yapmaktadır ki bu fark üreticinin organik ya da konvansiyonel yöntem seçimine bağlı değildir. Bu da aslında sulamanın bitkinin su ihtiyacına göre değil, ezbere yapıldığının sonucudur. Aynı havzada, birbirine komşu olan üreticilerin tamamı farklı sulama rejimlerini tercih edebilmekte, farklı pompa büyüklüklerini seçebilmekte, ne kadar suya ihtiyaç duyulduğuna dair analiz yapmamaktadır. Fazla su tüketimi elektrik tüketimi ve dolayısıyla maliyeti artırıyor olsa bile daha fazla tercih edilen bir yöntem olarak seçilebilmektedir. Sulama konusunda bu çalışma kapsamında ön plana çıkan üretici O2 üreticisidir. Bu üreticinin çevresel etkisinin tüm üreticilere göre düşük olduğu görülmektedir. Bu üretici sulamada yüzey suyu da kullanmakta, bu sebeple daha düşük enerjili pompa ile sulama yapmaktadır. Buna rağmen diğer üreticilere göre daha az su kullanmaktadır. Bu sebeple daha az su kullanımı, üretilen ürün miktarı üzerinde ciddi bir düşüşe sebep olmadığı gibi tüm çevresel etkilerin azalmasına da birincil faktör olarak belirlemektedir. Ayrıca bu üreticinin tercih ettiği ürün portföyüne bakıldığında, yerel pazarda alıcısı yüksek olan ve su ihtiyacı fazla olan domates, biber, salatalık gibi ürünlerin yanında yerelde daha az üretilen ancak sulama ihtiyacı az olan kavun karpuz gibi ürünler de ürettiği ve hepsinde ortalama düzeyde verim elde ettiği görülmektedir. Palas Ovası'nda yapılmış daha önceki çalışmalar incelendiğinde; Dadaser-Celik ve Çelik (2017) [4], temel geçim kaynağı tarım olan Palas Ovası'nın, tarımda sulama için bölgedeki yüzey ve yeraltı sularını kullanmalarından

dolayı, yüzey ve yeraltı suyunun etkileşimini incelemek için farklı senaryolar geliştirerek modellemişlerdir. Bölgede bulunan Tuzla Gölü yeraltı suyu ile beslendiği için, yeraltı suyu kullanımının gölün su seviyesini önemli derecede etkilediğini kaydetmişlerdir. Yeraltı suyu kullanımının göl hidrolojisine olan etkisini anlamak için geliştirdikleri senaryolarda; yeraltı suyunun hiç kullanılmadığı durumu, yeraltı suyunun %50 daha az kullanıldığı durumu ve yeraltı suyunun %50 daha fazla kullanıldığı durumu modellemişlerdir. Sonuçlara göre; yeraltı suyunun hiç kullanılmadığı durumda Tuzla Gölü'ne akan su miktarının daha fazla olduğunu ve su seviyesinin arttığını gözlemişlerdir. Tuzla Gölü'nün hidrolojik karakteristiğinin korunmasının sadece yeraltı suyunun kullanımının kontrolüyle mümkün olduğu belirtilmiştir. Çalışma alanında bulunan Tuzla Gölü ile ilgili yapılmış bir diğer çalışmada, Azgin ve Dadaser-Celik (2015) [113], 1987-2011 yılları arasında Tuzla Gölü'nde arazi örtüsü analizi gerçekleştirmişler ve bu yıllar arasında göl yüzeyinde önemli derece küçülme olduğunu kaydetmişlerdir. Çalışmada elde ettikleri verilere göre; bölgedeki tarım arazilerinin 1987-2011 yılları arasında çok genişlediğini, neredeyse tüm çalılık/sazlık arazilerin tarım arazilerine dönüştürüldüğünü belirtmişlerdir. Tarım arazilerinin artmasının tarımda sulama işlemlerinin de artması anlamına geleceğinden, sulamada kullanılan yeraltı suyu kaynaklarının azalmasının Tuzla Gölü'nün sürdürülebilirliğini tehdit eden önemli bir unsur olduğunu ifade etmişlerdir. Azgin ve Dadaser-Celik (2020) [114] Palas Havzası'nda yaptığı bir başka çalışmada, 1987-2011 yılları arasında bölgedeki kuru tarım ve sulamanın sırasıyla %10 ve %6,2 oranında arttığını tespit etmişlerdir. Havzadaki tüm çalılık/sazlık arazi ve örtüsüz toprağın tarım arazisine dönüştürülmesinin, son 24 yılda tarım arazilerinin %47 oranında artmasıyla sonuçlandığı belirtmişlerdir. Tarım arazilerindeki artışın, genellikle havzada batıdan doğuya eğimin %10'un altında kaldığı yerlerde gözlemlendiğini ifade etmişlerdir. Bu değişikliklerin akış hızlarını düşürdüğü, suyun yüzey akışında kalma süresini artırdığını; düşük eğimli arazide artan tarım arazisi aktivitesinin akarsu akışının azaltılmasında en büyük katkı olarak tanımlandığını belirtmişlerdir. Mevcut çalışmada sulama işleminden kaynaklı oluşan çevresel etkilerle, bölgede daha önce yapılmış olan çalışmalar karşılaştırıldığında; bölgedeki çalılık, sazlık, örtüsüz toprak olarak bulunan tüm arazilerin tarım arazilerine dönüştürülmesi, yapılan tarımsal aktivitelerde sulama gerektiren ürünlerin yetiştirilmesi, artan tarım arazileriyle birlikte tarımda sulamanın artması bölgedeki yeraltı suyu kaynaklarının tahribatına neden olmaktadır. Ayrıca Palas Ovası'nda bulunan ve yeraltı suları ile beslenen Tuzla Gölü'nün de su seviyesinde ve

yüzey alanında azalmaya yol açarak hidrolojik yapısını olumsuz yönde etkilemektedir. Bölgede sebze üretiminin çevresel etkilerini azaltma amaçlı yapılabilecek öncelikli öneri de bu sebeplerle sebze üretiminin yüzey suyunun bulunduğu bölgelerde desteklenmesi, yeraltı suyu kullanarak sebze üretiminin özendirilmemesi ya da kısıtlanması olmalıdır. Yeraltı suyunun kullanıldığı durumlarda ise kavun karpuz gibi az su ihtiyacı olan bitkilere yönelmesi, çevresel etkilerin azaltılması açısından öncelikli olmalıdır

Bu çalışmada ön plana çıkan diğer bir unsur ise N ve P içerikli mineral gübre ve sentetik tarım ilacı gibi tarım kimyasallarının kullanımı olarak tespit edilmiştir. Bu sebeple enerji kullanımları ve çevresel etki potansiyellerindeki en belirgin fark; mineral gübrelerin üretimleri ve kullanımlarından kaynaklıdır. N ve P içerikli mineral gübre kullanımı tüm etki potansiyellerini etkilemekte olup, en belirgin fark Ötrofikasyon Potansiyelinde gözlenmiştir. Tarım ilacı kullanımı konvansiyonel üreticilerin tamamında görülmekte olup, bu üreticilerden organik tarımda kullanımı uygun olan tarım ilacı kullanan üreticinin de olduğu tespit edilmiştir. Tarım ilacı çevresel etkiler açısından sadece üretim sürecinde salınan emisyonlar çerçevesinde incelenmiş olup, buna ek olarak çevresel risk değerlendirmesi yapılmıştır. K1, K3 ve O3 üreticilerinin kullandıkları tarım ilaçları çevresel risk açısından önemsizken K2 üreticisi yüksek risk oluşturmaktadır. Ancak düşük risk oluşturan üreticilerin zamanla kullanım miktarlarını artırmaları PEC/PNEC oranını artıracak için risk oluşturma ihtimalleri vardır.

Erozyon, toprak yapısına bağlı olarak hesaplanmış olup organik ve konvansiyonel üreticiler arasında bir farklılığa yol açmamaktadır. Üreticilerin tamamı erozyonla toprak kaybı konusunda düşük risklidir.

Sentetik kimyasal kullanımının yasaklandığı organik üretim yönteminin çevresel etkileri bu çalışmada da kendisini göstererek konvansiyonel üreticilere göre daha düşük çıkmıştır. Bu azalım daha çok sentetik kimyasalların üretim aşamasındaki ayak izlerinden kaynaklıdır. Şekil 3.14 dikkatli incelendiğinde bölgedeki toprak yapısı ve eğim gibi faktörlerden etkilenen erozyon potansiyeli tüm üreticilerde benzerken, Ötrofikasyon Potansiyelinin organik üreticilerde oldukça düşük olduğu görülmektedir. Özellikle K2 üreticisi tercihleri ile ön plana çıkmaktadır. Limitlerin çok üzerinde gübre kullanımı Asidifikasyon Potansiyelinde ciddi artışa sebep olmuş, Ötrofikasyon Potansiyelini de arttırmıştır; buna rağmen K2 üreticisinin ürettiği ürün miktarları çok düşüktür. Bu

üreticinin ana geçim kaynağının sebze üretimi olmaması ve küçük bir alanda üretim yapması, girdileri konusunda daha dikkatsiz olmasına ve üretimin çevresel etkisini arttırmasına sebep olmuştur. Konvansiyonel üreticiler arasında en düşük çevresel etkisi bulunan K3 üreticisidir. Bu üretici domates, biber ve patlıcan gibi su ihtiyacı yüksek olan ürünlerde diğer üreticiler arasında en yüksek verimi de elde etmiştir. Fazla sulama yapsa bile beklenen sulama değerine en yakın sulamayı yapan üretici yine K3 üreticisidir. Bölgede hem çevresel etkileri azaltmak hem de üretimi arttırmak amaçlı yapılacak tarımsal yöntemlerde K3 ve O2 üreticilerin yöntemleri incelenerek örnek alınabilir.

Sonuç olarak ortaya çıkan çevre sorunları genel bir bakış açısı ile incelendiğinde, organik tarım için şart koşulan sentetik girdilerin kullanımının yasaklanmasının çevresel etkileri azalttığı fikrine ulaşılabilmektedir. Aynı zamanda enerji verimliliğinin organik üreticilerde konvansiyonel üreticilere göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmada kullanılan YDA yaklaşımının, tarımsal üretimde oluşan çevresel etkileri belirlemede kullanılabileceği ve bu çevresel etkilerin azaltılmasına yönelik farklı senaryoların geliştirilebilmesine imkân sağlayabileceği görülmüştür. Ayrıca enerji verimliliği değerlendirilmiş ve çevresel sürdürülebilirlik için enerji tasarrufu ve daha az sera gazı salınımı konusunda çözüm önerileri sunulmuştur.

KAYNAKÇA

1. FAO, 2020. Fruits and vegetables: An overview on socio-economical and technical issues. (Web sayfası: <http://www.fao.org/3/y4358e/y4358e04.htm>), (Erişim tarihi: Aralık 2020).
2. FAO, 2020. Turkey at a glance. (Web sayfası: <http://www.fao.org/turkey/fao-in-turkey/turkey-at-a-glance/en/>), (Erişim tarihi: Aralık 2020).
3. TUIK, 2019. Bitkisel üretim istatistikleri. (Web sayfası: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>), (Erişim tarihi: Aralık 2020).
4. Dadaser-Celik, F., Çelik, M., 2017. Modelling surface water-groundwater interactions at the Palas Basin (Turkey) using FREEWAT. **Acque Sotterranee-Italian Journal Of Groundwater**, 6: 53-60.
5. Özlü, T., Gündüz, S., Çağlak, S., 2017. Tuzla Gölü Havzası'nın (Kayseri) uygulamalı jeomorfolojisi (Applied geomorphology of Tuzla Lake Basin (Kayseri)). **Studies Of The Ottoman Domain**, 7 (12): 255-266.
6. ÇATAK, 2018. Çevre Amaçlı Tarım Arazilerini Koruma Programı (ÇATAK). (Web sayfası: <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-Bitkileri/CATAK>), (Erişim tarihi: Nisan 2018).
7. Agovino, M., Casaccia, M., Ciommi, M., Ferrara, M., Marchesano, K., 2019. Agriculture, climate change and sustainability: The case of EU-28. **Ecological Indicators**, 105: 525-543.
8. IPCC, 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change (Web sayfası: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/mains1.html), (Erişim tarihi: Aralık 2018).

9. Tubiello, F.N., 2019. A Greenhouse gas emissions due to agriculture. **Encyclopedia of Food Security and Sustainability**, 1: 196-205.
10. IPCC, 2014. Climate Change 2014 Synthesis Report. (Web sayfası: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf), (Erişim tarihi: Aralık 2019).
11. OECD, 2016. Agriculture and climate change: Towards sustainable, productive and climate-friendly agricultural systems. (Web sayfası: http://www.oecd.org/tad/sustainable-agriculture/4_background_note.pdf), (Erişim tarihi: Aralık 2019).
12. IPCC, 2007. Fourth Assessment Report: Climate Change. (Web sayfası: <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar4/>), (Erişim tarihi: Aralık 2018).
13. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018. Tarımsal veriler. (Web sayfası: https://www.tarim.gov.tr/Belgeler/SagMenuVeriler/Tarimsal_Veriler.pdf), (Erişim tarihi: Nisan 2018).
14. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018. Organik Tarım. (Web sayfası: <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Genel-Bilgiler>), (Erişim tarihi: Nisan 2018).
15. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020. Çiftçi. (Web sayfası: <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Genel-Bilgiler?Ziyaretci=Ciftci>), (Erişim tarihi: Aralık 2020).
16. FAO, 2016. Vegetable production. (Web sayfası: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>), (Erişim tarihi: Aralık 2020).
17. Engindeniz, S., 2009. Türkiye’de sebze üretimi ve gelecek için bazı öneriler. **MPM Verimlilik Dergisi**, 2: 99-117.
18. Audsley, A., Alber, S., Clift, R., Cowell, S., Crettaz, R., Gaillard, G., Hausheer, J., Jolliet, O., Kleijn, R., Mortensen, B., Pearce, D., Roger, E., Teulon, H., Weidema, B., Van Zeijts, H., 1997. Harmonisation of environmental life cycle assessment for agriculture. (Web sayfası: <https://cordis.europa.eu/project/id/AIR32028>), (Erişim tarihi: Nisan 2018).
19. Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019. Ulusal su planı. (Web

sayfası:

<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/NHYP%20DEN%C4%B0Z/ULUSAL%20SU%20PLANI.pdf>), (Erişim tarihi: Aralık 2019).

20. EPA, 2006. Life cycle assessment: Principles and practice. (Web sayfası: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1000L86.PDF?Dockkey=P1000L86.PDF>) (Erişim tarihi: Nisan 2018).
21. Valiante, D., Sirtori, I., Cossa, S., Corengia, L., Pedretti, M., Cavallaro, L., Vignoli, L., Galvagni, A., Gomarasca, S., Pesce, G.R., Boccardelli, A., Orsi, L., Lovarelli, D., Facchinetti, D., Pessina, D., Bacenetti, J., 2019. Environmental impact of strawberry production in Italy and Switzerland with different cultivation practices. **Science of The Total Environment**, **664**: 249–261.
22. Brentrup, F., Küsters, J., Kuhlmann, H., Lammel, J., 2001. Application of the life cycle assessment methodology to agricultural production: An example of sugar beet production with different forms of nitrogen fertilisers. **European Journal of Agronomy**, **14** (3): 221-233.
23. Mohamad, R.S., Verrastro, V., Cardone, G., Bteich, M.R., Favia, M., Moretti, M., Roma, R., 2014. Optimization of organic and conventional olive agricultural practices from a Life Cycle Assessment and Life Cycle Costing perspectives. **Journal of Cleaner Production**, **70**: 78–89.
24. Nemecek, T., Dubois, D., Huguenin-Elie, O., Gaillard, G., 2011. Life cycle assessment of Swiss farming systems: I. Integrated and organic farming. **Agricultural Systems**, **104**: 217–232.
25. Bartzas, G., Komnitsas, K., 2017. Life cycle analysis of pistachio production in Greece. **Science of The Total Environment**, **595**: 13–24.
26. Pishgar-Komleh, S.H., Ghahderijani, M., Sefeedpari, P., 2012. Energy consumption and CO₂ emissions analysis of potato production based on different farm size levels in Iran. **Journal of Cleaner Production**, **33**: 183–191.
27. Romero-Gómez, M., Suárez-Rey, E.M., Antón, A., Castilla, N., Soriano, T., 2012. Environmental impact of greenhouse and open-field cultivation using a life cycle analysis: the case study of green bean production. **Journal of Cleaner Production**, **28**: 63–69.

28. Liu, Y., Langer, V., Høgh-Jensen, H., Egelyng, H., 2010. Life Cycle Assessment of fossil energy use and greenhouse gas emissions in Chinese pear production. **Journal of Cleaner Production**, **18**: 1423–1430.
29. Gunady, M.G.A., Biswas, W., Solah, V.A., James, A.P., 2012. Evaluating the global warming potential of the fresh produce supply chain for strawberries, romaine/cos lettuces (*Lactuca sativa*), and button mushrooms (*Agaricus bisporus*) in Western Australia using life cycle assessment (LCA). **Journal of Cleaner Production**, **28**: 81–87.
30. Zarei, M.J., Kazemi, N., Marzban, A., 2019. Life cycle environmental impacts of cucumber and tomato production in open-field and greenhouse. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, **18**: 249–255.
31. Somuncu, M., 1991. Palas Ovası'nda coğrafya gözlemleri. (Web sayfası: http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2015/08/tucaum5_8.pdf), (Erişim tarihi: Nisan 2018).
32. Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2019. (Web sayfası: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=KAYSERİ>), (Erişim tarihi: Mayıs 2020).
33. FAO, 2001. Tomato. (Web sayfası: <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/tomato/en/>), (Erişim tarihi: Şubat 2021).
34. Tatlıoğlu, T., 1993. 13-Cucumber: *Cucumis sativus* L., pp. 197-234. In: Genetic Improvement of Vegetable Crops (Eds. G., Kalloo, B. O., Bergh). Pergamon Press, Oxford and New York.
35. Yeken, M.Z., Çiftçi, V., Çancı, H., Özer, G., Kantar, F., 2019. Morphological characterization of common bean genotypes collected from the Western Anatolia Region of Turkey. **Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi**, **5**: 124–139.
36. McCreight, J.D., Nerson, H., Grumet, R., 1993. 20-Melon: *Cucumis melo* L., pp. 267-294. In: Genetic Improvement of Vegetable Crops (Eds. G., Kalloo, B. O., Bergh). Pergamon Press, Oxford and New York.
37. ISO 14010, 1997, Environmental Management- Life Cycle Assessment- Life

Cycle Interpretation, Geneva.

38. Mohammadi, A., Omid, M., 2010. Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. **Applied Energy**, **87** (1): 191–196.
39. De Jonge, A.M., 2004. Eco-efficiency improvement of a crop protection product : the perspective of the crop protection industry. **Crop Protection**, **23** (12): 1177–1186.
40. Erdal, G., Esengün, K., Erdal, H., Gündüz, O., 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. **Energy**, **32** (1): 35–41.
41. Kizilaslan, H., 2009. Input-output energy analysis of cherries production in Tokat Province of Turkey. **Applied Energy**, **86** (7-8): 1354–1358.
42. Mohammadshirazi, A., Akram, A., Rafiee, S., Mousavi Avval, S.H., Bagheri Kalhor, E., 2012. An analysis of energy use and relation between energy inputs and yield in tangerine production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, **16** (7): 4515–4521.
43. Yilmaz, I., Akcaoz, H., Ozkan, B., 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. **Renewable Energy**, **30** (2): 145–155.
44. Tabatabaie, S.M.H., Rafiee, S., Keyhani, A., Heidari, M.D., 2013. Energy use pattern and sensitivity analysis of energy inputs and input costs for pear production in Iran. **Renewable Energy**, **51**: 7–12.
45. Zangeneh, M., Omid, M., Akram, A., 2010. A comparative study on energy use and cost analysis of potato production under different farming technologies in Hamadan province of Iran. **Energy**, **35** (7): 2927–2933.
46. Sahle, A., Potting, J., 2013. Environmental life cycle assessment of Ethiopian rose cultivation. **Science of The Total Environment**, **443**: 163–172.
47. Mohammadi, A., Tabatabaeefar, A., Shahin, S., Rafiee, S., Keyhani, A., 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. **Energy Conversion and Management**, **49** (12): 3566–3570.

48. Heijungs, R., Guinée, J. B., Huppes, G., Lankreijer, R. M., Udo de Haes, H. A., Wegener Sleeswijk, A., Ansems, A. M. M., Eggels, P. G., Duin, R. Van, Goede, H. P., 1992. Environmental life cycle assessment of products. Centre of Environmental Science.
49. Dyer, J.A., Desjardins, R.L., 2006. Carbon dioxide emissions associated with the manufacturing of tractors and farm machinery in Canada. **Biosystems Engineering**, **93** (1) 107–118.
50. Lal, R., 2004. Carbon emission from farm operations. **Environment International**, **30** (7): 981–990.
51. Pishgar-Komleh, S.H., Ghahderijani, M., Sefeedpari, P., 2012. Energy consumption and CO₂ emissions analysis of potato production based on different farm size levels in Iran. **Journal of Cleaner Production**, **33**: 183-191.
52. Dyer, J.A., Desjardins, R.L., 2003. Simulated farm fieldwork, energy consumption and related greenhouse gas emissions in Canada. **Biosystems Engineering**, **85** (4): 503-513.
53. 2020 Grid Electricity Emissions Factors, Carbon Footprint, 2020. (Web sayfası: https://www.carbonfootprint.com/docs/2020_06_emissions_factors_sources_for_2020_electricity_v1_1.pdf), (Erişim tarihi: Şubat 2021).
54. Dessane, D., 2003. Energy Efficiency and Life Cycle Analysis of Organic and Conventional Olive Groves. Wageningen University, Plant Sciences, Ecological Agriculture, Master of Science, Crete, 102 s.
55. Brentrup, F., Kusters, J., Lammel, J., Kuhlmann, H., 2000. Methods to estimate on-field nitrogen emissions from crop production as an input to LCA studies in the agricultural sector. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, **5**: 349-357.
56. Jensen, J. R., Narumalani, S., Weatherbee, O., Morris, K.S., Mackey, H.E., 1992. Predictive modeling of cattail and waterlily distribution in a South Carolina reservoir using GIS. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, **58** (22): 1561-1568.
57. Biewinga, E.E., Bijl, G., 1996. Sustainability of energy crops in Europe: A

methodology developed and applied. Centre for Agriculture & Environment. Utrecht, The Netherlands.

58. France, G. D., Thompson, D.C., 1993. An Overview of Efficient Manufacturing Processes. Proceedings of the Fertilizer Society, United Kingdom.
59. Hoogenkamp, A.W.H.M., 1992. Productie van fosfaatmeststoffen. In: SPIN (Samenwerkingsproject Projectbeschrijvingen Industrie Nederland), RIVM report. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven, Netherlands.
60. Bøckman, I., Kaarstad, O.C., Lie, O., Richards, O.H., 1990. Agriculture and Fertilizers. Norsk Hydro A.S., Oslo, Norway.
61. Frischknecht R., 1996. Ökoinventare von Energiesysteme. Bundesamt für Energiewirtschaft, Bern. Udgivet af Eidgenössische Technische Hochschule (ETH), Zürich.
62. Atilgan, B., Azapagic, A., 2015. Life cycle environmental impacts of electricity from fossil fuels in Turkey. **Journal of Cleaner Production**, **106**: 555-564.
63. Enquete-Kommission, 1994. Schutz der Erdatmosphäre. des Deutschen Bundestages .Schutz der Griinen Erde. Economica, Verlag, Bonn, Germany.
64. Hao, X., Chang, C., Larney, F.J., Travis, G.R., 2001. Greenhouse gas emissions during cattle feedlot manure composting. **Journal of Environmental Quality**, **30**: 376-386.
65. Eghball, B., 2000. Nitrogen mineralization from field-applied beef cattle feedlot manure or compost. **Soil Science Society of America Journal**, **64**: 2024-2030.
66. Eghball, B., Power, J.F., Gilley, J.E., Doran, J.W., 1997. Nutrient, Carbon, and Mass Loss during Composting of Beef Cattle Feedlot Manure. **Journal of Environmental Quality**, **26**: 189-193.
67. Bernal, M.P., Albuquerque, J.A., Moral, R., 2009. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. **Bioresource Technology**, **100** (22): 5444-5453.
68. Nahar, M.S., Grewal, P.S., Miller, S.A., Stinner, D., Stinner, B.R., Kleinhenz, M.D., Wszelaki, A., Doohan, D., 2006. Differential effects of raw and composted manure on nematode community, and its indicative value for soil microbial,

- physical and chemical properties. **Applied Soil Ecology**, **34** (2-3): 140-151.
69. Horlacher, D., Marschner, H., 1990. Schätzrahmen zur Beurteilung von Ammoniakverlusten nach Ausbringung von Rinderflüssigmist. **Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde**, **153** (2): 107-115.
 70. Sommer, S.G., 1992. Ammonia volatilization from cattle and pig slurry during storage and after application in the field. University of Copenhagen, Ph.D. Thesis, Denmark, 52 s.
 71. Bouwman, A.F., 1995. Compilation of a global inventory of emissions of Nitrous Oxide. Ph.D., University of Wageningen, Ph.D. Thesis, Netherlands, 143 s.
 72. ECETOC, 1994. Ammonia Emissions to Air in Western Europe. Technical Report No. 62. European Chemical Industry Ecology & Toxicology Centre (ECETOC), Brussels, Belgium.
 73. Rheinbaben, W.V., 1990. Nitrogen losses from agricultural soils through denitrification- a critical evaluation. **Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde**, **153** (3): 157-166.
 74. C. Kroeze, 1994. Nitrous Oxide (N₂O). Emission inventory and options for control in the Netherlands. Report No: 773001004. National Institute of Public Health and Environmental Protection Bilthoven, Netherlands.
 75. Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, 1992. Strategien zur Reduzierung standort und nutzungsbedingter Belastungen des Grundwassers mit Nitrat. (DBG), Gieflen, Germany.
 75. Bach, M., 1987. Die potentielle Nitrat-Belastung des Sickerwassers durch die Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland.
 77. Huijbregts, M.A.J., Seppälä, J., 2001. Life cycle impact assessment of pollutants causing aquatic eutrophication. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, **6** (6): 339–343.
 78. Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1965. Predicting rainfall erosion losses from cropland east of Rocky Mountains, Soil and Water Conservation Research Division, Agricultural Research Service, 47 s.
 79. United States Department of Agriculture, 2000. RUSLE (Web sayfası:

https://www.ars.usda.gov/arsuserfiles/64080530/rusle/ah_703.pdf), (Erişim tarihi: Şubat 2019)

80. Erencin, Z., 2000. C-Factor Mapping Using Remote Sensing and GIS. A case study of Lom Sak/Lom Kao, Thailand. Geographisches Institut der Justus-Liebig-Universität Giessen, 25 s.
81. Özhan, S., Balçı, A.N., Özyuvaci, N., Hızal, A., Gökbulak, F., Serengil, Y., 2005. Cover and management factors for the Universal Soil-Loss Equation for forest ecosystems in the Marmara region, Turkey. **Forest Ecology Management** **214**, (1-3): 118-123.
82. Ozcan, A.U., Erpul, G., Basaran, M., Erdogan, H.E., 2008. Use of USLE/GIS technology integrated with geostatistics to assess soil erosion risk in different land uses of Indagi Mountain Pass-Çankırı, Turkey. **Environmental Geology**, **53**: 1731-1741.
83. Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., Porter, J.P., 1991. RUSLE: Revised universal soil loss equation. **Journal of Soil and Water Conservation**, **46** (1): 30-33.
84. Bergsma, E., Charman, P., Hurni, H., Moldenhauer, W. C., Panichapong, S., 1996. Terminology for Soil Erosion and Conservation. S&B Office Services, Woerden, Grafisch Service Centrum, Wageningen.
85. Jones, N., 2013. It could happen one night: catastrophes from the past will strike again-we just do not know when. **Nature**, **493** (7431): 154-157.
86. Knäbel, A., Meyer, K., Rapp, J., Schulz, R., 2014. Fungicide field concentrations exceed FOCUS surface water predictions: Urgent need of model improvement. **Environmental Science and Technology**, **48** (1): 455-463.
87. Maltby, L., Brock, T.C.M., Van Den Brink, P.J., 2009. Fungicide risk assessment for aquatic ecosystems: Importance of interspecific variation, toxic mode of action, and exposure regime. **Environmental Science and Technology**, **43** (19): 7556-7563.
88. Vryzas, Z., Vassiliou, G., Alexoudis, C., Papadopoulou-Mourkidou, E., 2009. Spatial and temporal distribution of pesticide residues in surface waters in

- northeastern Greece. **Water Research**, 43 (1): 1-10.
89. Palma, G., Sánchez, A., Olave, Y., Encina, F., Palma, R., Barra, R., 2004. Pesticide levels in surface waters in an agricultural-forestry basin in Southern Chile. **Chemosphere**, 57 (8): 763-770.
 90. The European Economic and Social Committee and The Committee of The Regions, 2012. (Web sayfası: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>), (Erişim tarihi: Haziran 2020)
 91. Thomaidi, V.S., Stasinakis, A.S., Borova, V.L., Thomaidis, N.S., 2016. Assessing the risk associated with the presence of emerging organic contaminants in sludge-amended soil: A country-level analysis. **Science of The Total Environment**, 548-549: 280–288.
 92. Vermeire, T.G., Jager, D.T., Bussian, B., Devillers, J., den Haan, K., Hansen, B., Lundberg, I., Niessen, H., Robertson, S., Tyle, H., van der Zandt, P.T.J., 1997. European Union System for the Evaluation of Substances (EUSES). Principles and structure. **Chemosphere**, 34 (8): 1823-1836.
 93. ECHA, 2008. (Web sayfası: https://www.reach-helpdesk.info/fileadmin/reach/dokumente/information_requirements_r16_en.pdf), (Erişim tarihi: Nisan 2019).
 94. ECETOC, 2004. Soil and Sediment Risk Assessment of Organic Chemicals. (Web sayfası: <http://www.ecetoc.org/wp-content/uploads/2014/08/ECETOC-TR-092.pdf>), (Erişim tarihi: Mayıs 2020).
 95. European Chemicals Agency, 2008. Guidance on information requirements and chemical safety assessment. (Web sayfası: https://echa.europa.eu/documents/10162/23047722/r15_update_version_2_re_v20_en.pdf/ea08eca8-c0f9-41a0-9a3f-fdab925151b1), (Erişim tarihi: Mayıs 2020)
 96. Nemecek, T., Kagi, T., 2007. Life cycle inventories of Agricultural Production Systems, Ecoinvent Report No:15, Final Report Ecoinvent V 2.0.
 97. Keedwell, R., 2001. Total energy indicators of Agricultural Sustainability: Dairy

- Farming Case Study. Technical Paper 2001/3, University of Otago, New Zealand.
98. Khoshnevisan, B., Shariati, H.M., Rafiee, S., Mousazadeh, H., 2014. Comparison of energy consumption and GHG emissions of open field and greenhouse strawberry production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, **29**: 316-324.
 99. USDA, 2020. Sustainable agriculture. (Web sayfası: <https://www.nal.usda.gov/afsic/sustainable-agriculture-definitions-and-terms>), (Erişim tarihi: Nisan 2020).
 100. USDA, 2020. Erosion. (Web sayfası: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/landuse/crops/erosion/>), (Erişim tarihi: Eylül 2020).
 101. Demirer, G.N., 2017. Yaşam döngüsü analizi. (Web sayfası: <https://recturkey.files.wordpress.com/2017/02/yda.pdf>), (Erişim tarihi: Aralık 2020).
 102. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2001. Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. (Web sayfası: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/06/20100608-3.htm>), (Erişim tarihi: Temmuz 2020).
 103. Güçdemir, İ., 2006. Gübre Tavsiyeleri. (Web sayfası: <http://www.tarim.gov.tr/Belgeler/SagMenuVeriler/ToprakSuGubreTavsiyeVerileri.pdf>), (Erişim tarihi: Temmuz 2020).
 104. Neto, F.B., Porto, V.C.N., Gomes, E.G., Cecílio Filho, A.B., Moreira, J.N., 2012. Assessment of agroeconomic indices in polycultures of lettuce, rocket and carrot through uni- and multivariate approaches in semi-arid Brazil. **Ecological Indicators**, **14**(1): 11-17.
 105. Boneta, A., Rufi-Salís, M., Ercilla-Montserrat, M., Gabarrell, X., Rieradevall, J., 2019. Agronomic and environmental assessment of a polyculture rooftop soilless urban home garden in a mediterranean city. **Frontiers in Plant Science**, **10**: 1-11.
 106. Plews-Ogan, E., Mariola, M.J., Ananta, A., 2017. Polyculture, autonomy, and community: the pursuit of sustainability in a northern Thai farming village. **International Journal of Agricultural Sustainability**, **15** (4): 418-431.

107. Ozkan, B., Kurklu, A., Akcaoz, H., 2004. An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: A case study for Antalya region of Turkey. **Biomass and Bioenergy**, **26** (1): 89-95.
108. Nabavi-Pelesaraei, A., Abdi, R., Rafiee, S., 2016. Neural network modeling of energy use and greenhouse gas emissions of watermelon production systems. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, **15** (1): 38-47.
109. Mirasi, A., Samadi, M., Rabiee, A.H., 2015. An analytical method to survey the energy input-output and emissions of greenhouse gases from wheat and tomato farms in Iran. **Biological Forum – An International Journal**, **7** (1): 52-58.
110. Tabar, I.B., Keyhani, A., Rafiee, S., 2010. Energy balance in Iran's agronomy (1990-2006). **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, **14** (2): 849-855.
111. Aday, B., Akman, E., Ertekin, C., Evrendilek, F., 2017. Total CO₂-equivalent GHG emissions from agricultural human labour in Turkey. **Chemical Engineering Transactions**, **58**: 37-42.
112. Houshyar, E., Dalgaard, T., Tarazkar, M.H., Jørgensen, U., 2015. Energy input for tomato production what economy says, and what is good for the environment. **Journal of Cleaner Production**, **89**: 99-109.
113. Azgin, T., Dadaser-Celik, F., 2015. Spatial and temporal changes at Tuzla (Palas) Lake in Turkey. **Journal of Water and Climate Change**, **6** (4): 787-799.
114. Azgin, T., Dadaser-Celik, F., 2020. Evaluating surface runoff responses to land use changes in a data scarce basin: a case study in Palas Basin, Turkey. **Water Resources**, **47** (5): 828-834.

EKLER

EK-1. Üreticilerle Yapılan Anket Formu



Anket bilgileri

İsim:

Telefon:

Tarih:

Alan Bilgileri

Alan no:

Parsel no:

Tarım yöntemi (Organik/Konvansiyonel):

İşletmeci ile ilgili Bilgiler:

1. İşletmecinin yaşı:
2. İşletmecinin eğitim durumu:
3. Aile genişliği:
4. Kaç yıldır üretim yapıyor?
5. Tarım ile ilgili eğitimi var mı?
6. Tarım dışı iş yapıyor mu? ☐ Hayır ☐ Evet ise nedir?
7. Hangi tarım yapılıyor?
☐ Geleneksel/ Konvansiyonel tarım
☐ Organik tarım
☐ İyi tarım

Genel Bilgiler

1. Tarım arazinizin büyüklüğü ne kadardır?
2. Yetiştirdiğiniz ürün çeşitleri nelerdir?
3. Dönüm başına yıllık kaç ton üretim gerçekleştiriyorsunuz?
1. Arazinin durumu ☐ Düz ☐ Meyilli
2. Arazide kaç işçi çalıştırıyorsunuz?
3. İşçileri kaç gün çalıştırıyorsunuz?

Arazi bilgileri

Toplam arazi büyüklüğü ne kadar?

Arazide hangi ürünler yetiştiriliyor, ne kadarlık alanda ekili (yüzde, ya da dekar/hektar olarak)?

Domates		Lahana	
Biber		Kabak	
Patlıcan		Havuç	
Salatalık		Pırasa	
Fasulye		Patates	
Mısır		Üzüm	
Kavun		Soğan	
Karpuz		Gilaburu	
Ayçiçeği			
*			

Tarla sürülüyor mu?

a) Evet

b) Hayır

Sürme zamanı (ay)

Domates	
Biber	
Patlıcan	
Salatalık	
Fasulye	
Kavun	
Karpuz	
Kabak	
Üzüm	
*	

Sürme işlemi ne ile yapılıyor? (traktör, hayvan, pulluk, tırmık, vb.)

Sürme işleminde kullanılan ekipmanın özellikleri nelerdir? (markası, modeli, kullanım ömrü, deposu kaç litre, sürme boyunca depo kaç kere dolduruluyor)

Ekim ne zaman yapılıyor (gün/ay)?

Tohum mu fide mi ekiyorsunuz? Kaç tane tohum/ fide kullanıldı?

Domates	
Biber	
Patlıcan	
Salatalık	
Fasulye	
Kavun	
Karpuz	
Kabak	
Üzüm	
*	

Ekim ne ile yapılıyor?

Ne kadar fide ekiliyor? (hektar başına ya da tüm arazi için)

Domates	
Biber	
Patlıcan	
Salatalık	
Fasulye	
Kavun	
Karpuz	
Kabak	
Üzüm	
*	

Çapa yapılıyor mu?

a) Evet

b) Hayır

Ne zaman çapa yapılıyor? (gün/ay- dönem) *(ne sıklıkta yapılıyor?)*

Domates	
Biber	
Patlıcan	
Salatalık	
Fasulye	
Kavun	
Karpuz	
Kabak	
Üzüm	
*	

Çapa işlemi ne ile yapılıyor?

Gübre Kullanımı

Gübreleme yapıyor musunuz?

a) Evet

b) Hayır

Kaç sefer gübreleme yapıyorsunuz?

Hangi gübre çeşidini kullanıyorsunuz?

Gübreleme nasıl yapılıyor?

Sebzeler	Organik gübre (İl Müdürlüğü gübresi)	Hayvan gübresi	Kompoze gübre (15-15-15/ 20-20-20 / DAP 18-46-0)	Kimyasal Gübre (amonyum sülfat (şeker gübresi) /potasyum sülfat/ amonyum nitrat/ süper fosfat)	Gübre miktarı (kg/ ekim başına/ çuval)	Uygulama zamanı (gün/ay)
Domates						
Biber						
Patlıcan						
Salatalık						
Fasulye						
Kavun						
Karpuz						
Kabak						
Üzüm						
*						

• *Kaç hayvan var? (Büyükbaş, küçükbaş)*

• **Hayvan gübresi:** hangi hayvan, gübre miktarı ne kadar oluyor, gübre toprağa verilmeden önce bir işlem yapılıyor mu, yapılıyorsa bu işlemlerden detaylıca bahsedilmelidir.

• *(15:15:15, 20:20:20, DAP), tam olarak hangi gübre kullanılıyor?*

• **Alan başına uygulanan gübre miktarı ne kadardır?**

Kullanılan ekipman: (nasıl verildiği) ne kadar kullanılıyor?

Domates	
Biber	
Patlıcan	
Salatalık	
Fasulye	
Kavun	
Karpuz	
Kabak	
Üzüm	
*	

Su kullanımı

Sulamayı nasıl yapıyorsunuz?

Sebzeler	Sulama sayısı	Sulama zamanı (ay)	Sulama şekli (damlama/ karık sulama/ salma sulama)
Domates			
Biber			
Patlıcan			
Salatalık			
Fasulye			
Kavun			
Karpuz			
Kabak			
Üzüm			
*			

Temin Şekli: (nereden alıyorsunuz) kuyu suyu/ nehir suyu/ DSİ kuyusu (**kuyu numarası, koordinatları nedir?**)

Sulama miktarı (m³/da.yıl)

Su motoru kullanıyor musunuz?

Pompa kullanıyor musunuz?

İlaçlama

1. Böcek ve hastalıklara karşı ilaçlama yapıyor musunuz? a) Evet b) Hayır

(*dezin, kombi vs. hangisini kullanıyorsunuz*)

(domates güvesi(tuta) / çökerten/ kök mantarlaşması/ beyaz küf/ gövde sap çürüğü/ gövde mildiyözü/ karaleke/ kadife leke/ külleme/ kurşuni küf/ kök-ur nematod/ bakteriyel gövde çürüğü/ bakteriyel leke/ Hıyar köşeli leke hastalığı/ hıyar sap çürüğü/ yalancı mildiyo hastalığı/ yaprak bitleri

Böcekler için: Tırpan kurdur (bozkurt) / dana burnu/ yaprak biti/ beyaz sinek/ yeşil böcek/ kırmızı örümcek/ saman akar/ pas böcüsü/ yeşil kurt

Nasıl uygulanıyor? (toz, püskürtme, sulama ile)

Uygulama sayısı ve uygulanan miktar nedir?

Domates	
Biber	
Patlıcan	
Salatalık	
Fasulye	
Kavun	
Karpuz	
Kabak	
Üzüm	
*	

Uygulama zamanı (gün/ay):

Domates	
Biber	
Patlıcan	
Salatalık	
Fasulye	
Kavun	
Karpuz	
Kabak	
Üzüm	
*	

Kullanılan ekipman: (nasıl veriliyor) ne kadar kullanılıyor?

Yabani Otlarla Mücadele

Çapının dışında herhangi bir şey yapıyor musunuz? (Yabani otlar için).

Yabani otlarla mücadele ediyor musunuz? a) Evet b) Hayır

Yapılan işlem: (Sürme/ Biçme/ Otlatma/ İlaçlama/ Diğer)

Uygulama zamanı (gün/ay):

Domates	
Biber	
Patlıcan	
Salatalık	
Fasulye	
Kavun	
Karpuz	
Kabak	
Üzüm	
*	

Ne ile yapıldığı:

Ot ilacı uygulanması (Hangi ilacı kullanıyor? Ne için?)

Yakıt Kullanımı

1. Traktör kullanıyor musunuz? (Evet/Hayır)
 - Traktörü ulaşım amacıyla kullanıyor musunuz?
 - Tarlaya gitmediğiniz zamanlarda da traktör kullanıyor musunuz?
 - Traktörün modeli/markası/üretim yılı/kullanım ömrü nedir?
 - Traktörün deposu kaç litredir?
2. Hangi işlemler için traktör kullanıyorsunuz?

Toprak sürme: Evet /Hayır

Gübreleme: Evet /Hayır

Hasat: Evet /Hayır

Böcek veya ot ilacı püskürtmesi: Evet /Hayır
3. Traktör kendinizin mi kir alıyor musunuz?
 - Kiralıyorsanız: kaç günlüğüne kiralanıyor?
4. Traktörün gücü nedir? (kW veya beygir gücü)
 - Yılda kaç gün traktör kullanıyorsunuz?
 - Günde kaç saat traktör kullanıyorsunuz?
 - Traktörü hep aynı kişi mi kullanıyor?

Budama ve Bakım İşleri

1. Budama işlemlerini nasıl yapıyorsunuz? (ekipman, yöntem)

(koltuk alma, yaprak atma, tepe alma, aşılıma, ipe alma)

Budama işlemlerini hangi aralıklarla yapıyorsunuz?
2. Ekin sonrası kalanları ne yapıyorsunuz?

Ürün Hasadı

Ne kadar ürün elde ediyorsunuz?

Domates	
Biber	
Patlıcan	
Salatalık	
Fasulye	
Kavun	
Karpuz	
Kabak	
Üzüm	
*	

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler



Adı Soyadı: Merve TEMİZYÜREK ARSLAN

Uyruğu: Türkiye (T.C.)

E-posta:

Eğitim Bilgileri

2013-2015 Yüksek Lisans, Erciyes Üniversitesi, Çevre Mühendisliği

2008-2013 Lisans, Erciyes Üniversitesi, Çevre Mühendisliği

Yabancı Dil

İngilizce

SCI, SSCI ve AHCI İndekslerine Giren Dergilerde Yayımlanan Makaleler

Temizyürek M., Dadaser-Celik F. “Modelling the effects of meteorological parameters on water temperature using artificial neural networks”, Water Science and Technology, vol.77, pp.1724-1733, 2018.

Hakemli Kongre / Sempozyum Bildiri Kitaplarında Yer Alan Yayınlar

1. Temizyürek Arslan M., Karaçetin Bell E. “Investigating the Carbon Footprint due to Tractor and Fertilizer Use during Organic and Conventional Vegetable Production in Palas, Kayseri”. 5th International Conference on Engineering and Natural Sciences, Praha, Czech Republic, 12-16 Haziran 2019, pp. 57.
2. Temizyürek M., Karaçetin E. “Determining the trends of meteorological factors and olive production between 1991 and 2015 for Central Çanakkale, Turkey”. 3rd International Conference on Civil and Environmental Engineering, İzmir, Turkey, 2018, pp. 399.

3. Temizyürek M., Karaçetin E. Investigating the relationship between meteorological parameters and olive production in Canakkale, Turkey. 3rd International Conference on Environmental Science and Technology, Budapest, Hungary, 2017, pp.194.
4. Temizyürek M., Dadaşer-Çelik F. Modeling the Relationships between Water Temperatures and Meteorological Parameters at Kızılırmak River using Artificial Neural Networks. International Conference on Civil and Environmental Engineering, Nevşehir, Turkey, 2015, pp.184.

