

**TÜRKİYE
CUMHURİYETİ'NİN
100. KURULUŞ YILI
ANISINA**



SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMSAL ÜRETİM

Prof.Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK



© Copyright 2024

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi AŞ'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.

ISBN 978-625-399-588-1	Sayfa ve Kapak Tasarımı Akademisyen Dizgi Ünitesi
Kitap Adı Sürdürülebilir Tarımsal Üretim	Yayıncı Sertifika No 47518
Yazar Hasan Hüseyin ÖZTÜRK ORCID iD: 0000-0001-6904-5539	Baskı ve Cilt Vadi Matbaacılık
Yayın Koordinatörü Yasin DİLMEN	Bisac Code TEC003080
	DOI 10.37609/akya.3002

Kütüphane Kimlik Kartı
Öztürk, Hasan Hüseyin.
Sürdürülebilir Tarımsal Üretim / Hasan Hüseyin Öztürk.
Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2024.
506 s. : resim, şekil, çizelge. ; 195x275 mm.
Kaynakça var.
ISBN 9786253995881
1. Tarım--Ziraat.

GENEL DAĞITIM
Akademisyen Kitabevi AŞ

Halk Sokak 5 / A
Yenişehir / Ankara
Tel: 0312 431 16 33
siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

ÖNSÖZ

Sanayi devriminden sonra, esas olarak makinalaşmanın ortaya çıkmasından bu yana ve yeşil devrim sürecinde, insanlar ve makineler, insanları beslemek için ürün yetiştirmek amacıyla verimli bir şekilde işbirliği yapmaktadır. Ancak, önümüzdeki yıllarda nüfus artışıyla yüzleşmek için, sadece üretkenliği artırarak insanları beslemek değil, aynı zamanda bunu mümkün olan en verimli ve saygılı şekilde yapmak, diğer bir deyişle sürdürülebilir olarak üretmek amacıyla da başarılı olmak için ekstra bir çaba gerekmektedir. Bu zorlukla yüzleşmek için, son on yılda, özellikle güvenilir tarımsal verilere erişim ve bunlardan en uygun anlamı çıkarmak için, gelişmiş bilgisayar teknikleri gibi teknolojide dikkate değer gelişmeler ortaya çıkmaktadır. Dijital teknoloji tarafından yönlendirilen bu yeni yaklaşım, yetiştiricilerin tekrarlayan, fiziksel olarak zorlu ve sıkıcı saha görevlerinden kaçınma girişiminde işçilerden ziyade ürünlerinin denetçisi olarak hareket etmeleri gerektiğini ima etmektedir. Bu modern tarımsal çerçevede, veri çok önemlidir ve bilgi tabanlı yönetim döngüsü, kavram ve görevleri birleştiren pratik bir yaklaşım sağlar.

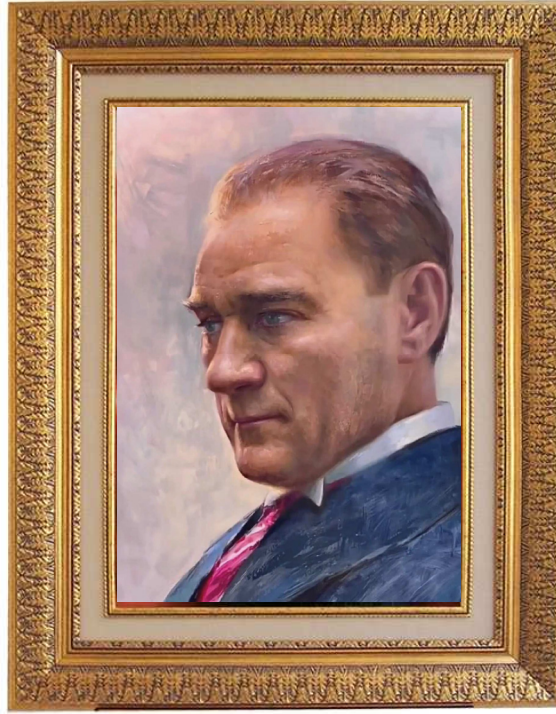
Tarım 5.0'dan en iyi şekilde yararlanmak için, kullanıcılara, ideal olarak modern teknolojileri öğrenmeye ve tarıma uygulamaya istekli genç çiftçilere derin eğitim verilmesi ve gelecek nesillere bir yenilenme sağlanması gerekmektedir. 21. yüzyılda gıda üretiminin getirdiği zorluklarla yüzleşmek için, veriye dayalı yönetimin tüm gücünü gösterebilen modern ve sürdürülebilir bir tarıma doğru ilerlemek amacıyla doğru zaman gibi görünmektedir. Tarım 5.0'a geçiş, önümüzdeki on yıl için çoğu büyük tarım ekipmanı imalatçısının gündeminde yer almaktadır. Bu nedenle, tarım robotlarının bir sonraki - daha akıllı- nesil tarım makineleri olarak kabul edilmesi durumunda, ekipman imalatçıları bu hamlede kilit bir rol oynayacaktır.

Tarımsal üretimin yaygınlaşması, insanlığın çevre üzerindeki en büyük etkilerinden biri olmuştur. Birçok habitatlar tarımsal üretim için dönüştürülmüştür. Tarımsal üretim, biyoçeşitlilik için en büyük baskılardan birisidir. Tarımsal üretimin, iklim değişikliğini azaltacak şekilde enerji üretme ve kullanma konusunda önemli bir işlevi vardır. Tarımsal üretim işletmelerinde, fosil yakıtlar yerine düşük karbonlu yenilenebilir enerjiler kullanmak, çiftlik sahiplerinin enerji kaynakları üzerindeki kontrolünü artırabilir, maliyetleri azaltabilir ve iklim değişikliği ile mücadele edilebilir. Tarım temelli biyoyakıtların üretimi ve kullanımı konusunda, çevresel ve sosyal sorumluluğun dikkatle değerlendirilmesi ve biyolojik kökenli enerji üretiminden kaynaklanan emisyonların titiz ve kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gereklidir.

Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. kuruluş yılı anısına hazırlamış olduğum bu bilgi seti, başta kurucu lider ve bilge önder Mareşal Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK olmak üzere, kurtuluş savaşı ve kuruluş mücadelesinde büyük bir özveri ile görev alan bütün insanlara ve ülkemizde tarımsal mekanizasyon eğitim ve araştırmalarının öncülerine ithaf olunur. Değerli eserleri ve önemli katkıları için en içten teşekkürlerimi ve sonsuz saygılarımı sunarım.

Prof.Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK

Adana, Ekim-2023



Kurucu lider ve bilge önder Mareşal Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK



Ülkemizde tarımsal mekanizasyon eğitim ve araştırmalarının öncülerinden bazı bilim insanları

İÇİNDEKİLER

TOPRAK-İKLİM-TARIM ETKİLEŞİMLERİ

Sayfa

1. KAVRAMLAR, KURUMLAR VE OLAYLAR	1
2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ	8
2.1. Gıda Güvenliği ve İklim Değişikliği	10
2.2. İklim Değişikliğinin Türkiye İçin Etkileri	10
2.3. İklim Değişikliği Eylem Planı (İDEP).....	12
2.3.1. Amaçları Ve Hedefleri	12
2.3.1.1. Stratejik Hedefler	12
2.3.2. Öneriler	14
3. SERA ETKİSİ	25
3.1. Sera Gazları.....	25
3.2. Genel Sera Etkisi Üzerindeki Etkiler	27
3.3. Dünyada Sera Gazı Salımları.....	27
3.4. Türkiye’de Sera Gazı Salımları	28
4. KÜRESEL ISINMA	29
4.1. Küresel Isınma Potansiyelinin Hesaplanması	32
4.2. Küresel Isınma Potansiyeli Ve Karbondioksit Emisyonu	33
4.3. İnsan Kaynaklı Küresel Isınma Potansiyeli	35
5. KARBONDİOKSİT EŞDEĞERİ	40
5.1. Karbondioksit Eşdeğerinin Önemi	40
6. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TARIMSAL ÜRETİME ETKİLERİ	46
6.1. Yönetici Özeti	48
6.2. Tarımsal Üretimin İklim Değişikliğine Katkıları.....	49
6.3. Tarımsal Üretimin Çevresel Etkilerini Belirlemek	51
6.4. Tarımsal Üretimin İklim Değişikliğine Etkilerini Azaltmak	52
6.4.1. Tarım Topraklarında Ve Biyokütlede Karbon Tutmak	52
6.4.2. Ürün Sigortası Ve Yapısal Sorunlar.....	53
6.4.3. Çiftlik Gelirlerini Koruma Ve İklim Dostu Ürün Sigortası.....	55
6.5. Emisyon Verilerinden Ve Araştırmalardan Beklenen Sonuçlar.....	55
7. TARIMSAL ÜRETİMİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİLERİNİ AZALTMAK	56
7.1. Özet.....	56
7.2. Giriş	56
7.3. Tarımsal üretimden Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonları	56
7.3.1. Hayvancılık Ve Balıkçılık.....	57
7.3.2. Bitkisel Üretim.....	57
7.3.3. Arazi Kullanımı	58
7.3.4. Tedarik Zincirleri	58
7.4. Tarımsal Üretimden Kaynaklanan Emisyonları Azaltmak.....	61
7.4.1. Karbondioksit Emisyonlarını Azaltmak	61
7.4.1.1. Kömür/Siyah Karbon.....	63
7.4.1.2. Toprak İnorganik Karbonu	63
7.4.1.3. Toprak İşleme Ve Kalıntı Yönetimi	64
7.4.1.4. Toprak İşleme Ve Enerji Kullanımı.....	64

7.4.1.5. Hayvan Gübresi Kullanarak Karbon Tutma.....	64
7.4.1.6. Organik Tarım	65
7.4.1.6.1. Organik Tarımda Karbon Tutma	66
7.4.1.6.2. Organik Tarımda Enerji Kullanımı	66
7.4.2. Metan Emisyonlarını Azaltmak.....	67
7.4.2.1. Hayvanların Etkisi Ve Yan Ürün Yönetimi.....	67
7.4.2.2. Organik Hayvansal Üretim Sistemlerinin Etkisi	68
7.4.2.3. Toprak Ve Metan.....	68
7.4.2.4. Çeltik Ve Metan	69
7.4.2.5. Toprakta Metan Kullanımı.....	69
7.4.3. Azotoksit Emisyonlarını Azaltmak	69
7.4.3.1. Hayvan Ve Gübre Yönetimi.....	69
7.4.3.2. Yönetimin Azotoksit Emisyonu Üzerindeki Etkisi	70
7.5. Tarım Sistemlerinde İklim Değişikliğine Uyum Ve Etkilerin Azaltılması İçin Araştırmaya Dayalı Bulgular	71
7.6. Sonuç Ve Öneriler	73
8. TOPRAK-İKLİM VE TARIM ETKİLEŞİMLERİ	75
8.1. Isınan Bir Dünyada İnsan, Toprak Ve İklim.....	75
8.2. Arazi Kullanımı Ve İklim Değişikliği	76
8.3. Ürün Verimlerinin Değişmesi	80
8.4. Tarım, Orman Ve Arazi Kullanımı	87
8.5. İklim Uyarılama Ve Etkileri Azaltma	92
8.6. Önlemlerin Etkinleştirilmesi	100
8.7. Öneriler	105
9. KÜRESEL ISINMAYI AZALTMAK İÇİN ENERJİ VE SU TÜKETİMİNE YÖNELİK ÖNLEMLER	107
9.1. Sera Gazı Emisyonları İçin Enerji-Su-Gıda İlişkileri	107
9.2. Tarım, Enerji Ve İklim Değişikliği.....	110
9.2.1. Düşük Karbonlu Enerji	110
9.2.2. Tarımsal Biyokütleden Enerji Üretimi.....	111
9.2.3. Biyoenerji Bitkileri	112
9.2.3.1. Sera Gazı Emisyonu Yaşam Döngüsü Analizi.....	112
9.2.3.2. Diğer Çevresel Konular	113
9.3. Araştırma Bulgularına Dayalı Politika Önerileri.....	115
9.3.1. Girdileri Azaltarak, Enerji Tasarrufu Yaparak Ve Enerji Verimliliğini Artırarak Tarımsal Sera Gazlarını Azaltmak	115
9.3.2. Sosyal Değerlendirmeler.....	116
9.3.3. Tarımsal İşletmelerde Enerji Tasarrufu Ve Düşük Karbonlu Yenilenebilir Enerji Üretimini Desteklemek.....	117
10. TARIM ÜRÜNLERİ KARBON AYAKIZINI AZALTMAK.....	118
10.1. Özet.....	118
10.2. Giriş	118
10.3. Tarımsal Üretimin Sera Gazı Emisyonlarına Katkısı	119
10.4. Gıda Ürünlerinin Karbon Ayakizi.....	124
10.5. Gıda Sistemi Emisyonlarının Kaynakları	125
10.6. Sonuç Ve Öneriler.....	126
11. TARIM ÜRÜNLERİNİN TOPRAK VE SU AYAK İZİ.....	127
11.1. Özet	127
11.2. Giriş.....	127

11.3. Tarım Ürünlerinin Arazi Kullanım Ayak İzi	128
11.4. Tarım Ürünlerinin Su Ayak İzi.....	129
11.4.1. Gıda Ürünlerinin Su Kıtlığına Etkileri	131
11.4.2. Gıda Ürünlerinin Ötrofikasyon Etkileri.....	133
11.5. Sonuç Ve Öneriler	134
12. TARIMDA KARBON AYAK İZİNİ AZALTMAK.....	135
12.1. Giriş	135
12.2. Tarımsal Üretimın Sera Gazı Emisyonlarına Katkısı	137
12.3. Tarımsal Üretimde Su Ve Enerji Tüketimi	140
12.4. Tarımsal Karbon Ayak İzini Azaltmak	142
12.4.1. Karbon Ayak İzini Azaltmak İçin Üretim Teknolojileri.....	143
12.4.1.1. Su Ve Enerji Verimli Üretim Teknolojileri	143
12.4.1.2. Hassas Tarım Teknolojileri	144
12.4.1.3. Değişken Oranlı Uygulamalar.....	145
12.4.1.3.1. Gübreleme Ve İlaçlama.....	145
12.4.1.3.2. Değişken Oranlı Sulama	146
12.4.1.4. Verim İzleme Ve Haritalama	147
12.4.1.5. Çiftlik Yönetim Sistemleri	147
13. TARIM SEKTÖRÜNÜN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE OLAN ETKİLERİNİ AZALTMAK İÇİN GEREKLİ ÖNLEMLER	149
13.1. İklim Değişikliği Ve Tarım	149
13.2. Türkiye’de Tarım Sektörünün İklim Değişikliğine Etkilerini Azaltmak İçin Gerekli Önlemler	149
13.2.1. Kısa Dönem İçin Gerekli Önlemler	150
13.2.1.1. İyileştirilmesi Gerekli Politikalar	151
13.2.1.2. İyileştirilmesi Gerekli Uygulamalar	152
13.2.2. Orta Dönem İçin Gerekli Önlemler	153
13.2.3. Uzun Dönem İçin Gerekli Önlemler.....	153
13.3. Sonuç Ve Öneriler	154
14. TÜRKİYE’DE TARIM SEKTÖRÜNÜN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE ETKİLERİNİ AZALTMAK İÇİN UYGULANAN PROJELER	155
14.1. Tarım Sektörünün İklim Değişikliğine Etkilerini Azaltmak İçin Projeler	155
14.1.1. Arazi Toplulaştırma.....	156
14.1.1.1. Arazi Toplulaştırmanın Sera Gazı Salımlarına Etkisi	156
14.1.2. Türkiye Tarım Havzaları Projesi.....	158
14.1.2.1. Tarım Havzaları Projesinin Amaçları	158
14.1.2.2. Tarım Havzaları Projesinin Bileşenleri.....	159
14.1.2.2.1. Tarım Havzalarını Belirlemek	159
14.1.2.2.2. Havza Veri Tabanı Oluşturmak	160
14.1.2.2.3. Tarımsal Ürün Talep Tahmin Sistemi	161
14.1.2.2.4. Karar Destek Sistemi	161
14.1.3. İyi Tarım Uygulamaları	161
14.1.4. Organik Tarım.....	164
14.1.5. Çevre Amaçlı Tarımsal Arazilerin Korunması Projesi.....	166
14.1.6. Korunmalı Toprak İşlemeli Tarım.....	167
14.1.7. Kapalı Drenaj Ve Arazi Islahı	168
14.2. Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu ve Sulama Alanlarında Arazi Düzenlemesine Dair Tarım Reformu Kanunu Uygulamaları.....	168
14.2.1. Sulama Sistemlerinin Modernizasyonu	168
14.2.2. Mera Kanunu	168

15. TÜRKİYE’DE TARIM SEKTÖRÜNÜN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE ETKİLERİNİ AZALTMAK İÇİN UYGULANAN EKONOMİK DESTEKLER.....	169
15.1. Tarımsal Destekleme Bütçesi.....	170
15.2. Alan Bazlı Destekler	170
15.3. Fark Ödemeleri	170
15.4. Hayvancılık Ödemeleri	171
15.5. Çevre Amaçlı Tarım Arazilerinin Korunması Desteği	171
15.6. Kırsal Kalkınma Destekleri	171
15.7. Tarım Sigortası Destekleri.....	172
15.8. Telif Edici Ödemeler Kapsamındaki Tarımsal Destekler	172
15.9. Diğer Tarımsal Amaçlı Destekler.....	173
15.10 Faiz İndirimli Tarımsal Krediler	173
15.11. İthalat Politikası Araçları	173
15.12. İhracat Politikası Araçları	173
15.13. Destekleme Alımları	173
15.14. Tarımsal Altyapı Yatırımları	174
15.5. Sonuç Ve Öneriler.....	174
16. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ EYLEM PLANI (İDEP)	175
16.1. Amaç Ve Hedefleri.....	175
16.1.1. Stratejik Hedefler.....	175
16.1.2. Öneriler.....	176
KAYNAKLAR.....	177
SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMSAL ÜRETİM	
1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK.....	185
1.1. Sürdürülebilirlik.....	185
1.2. Sürdürülebilirlik Göstergeleri	186
1.3. Diyet Enerjisi Gereksinimi	186
1.4. Kalori Arzındaki Eşitsizlikler	188
1.5. Bölgelere göre Protein Arzı	188
1.6. Hayvansal Ve Bitkisel Gıdalardan Protein Temini	189
1.7. Bölgelere Göre Yağ Temini.....	190
1.8. Gıda Arzı Ve Refah Arasındaki İlişki.....	191
2. ENDÜSTRİYEL TARIMIN ÇEVRESEL ETKİLERİ	192
2.1. Azot Kullanımı Ve Etkileri	192
2.2. Fosfor Kullanımı Ve Etkileri.....	192
2.3. Pestisit Kullanımı Ve Etkileri	192
2.4. Sulama Ve Su Kıtılığı.....	193
2.5. Toprak İşleme Ve Toprak Bozulması	193
2.6. Fosil Enerji Kullanımı Ve İklim Etkileri.....	193
2.7. Tarımın Uzmanlaşması Ve Biyoçeşitliliğin Bozulması.....	193
3. SÜRDÜRÜLEBİLİR GIDA ARZ GÜVENLİĞİ	195
3.1. Gıda Arz Güvenliği	195
3.2. Güvenlik Ve Çevresel Endişeler	197
3.3. Sonuç Ve Öneriler	198
4. TARIMSAL ÜRETİMDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK.....	199
4.1. Sürdürülebilir Tarımsal Üretim Amaçları.....	200
4.2. Sürdürülebilir Tarımsal Üretim İçin Eylem Planı.....	202
4.2.1. Sulu Tarımda Sürdürülebilirlik.....	204

4.2.1.1. Üreticilerin Desteklenmesi.....	206
4.2.1.2. Rekabet Gücünü Artırmak	207
4.2.1.3. Çiftçilerin değer Zincirindeki Konumu	207
4.2.1.4. İklim Değişikliğini Hafifletme Ve Adaptasyon	208
4.2.1.5. Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı	209
4.2.1.6. Biyoçeşitliliğin Korunması	210
4.2.1.7. Genç Çiftçiler Ve İş Geliştirme	211
4.2.1.8. Biyoekonomi Ve Sürdürülebilir Ormancılık	212
4.2.1.9. Toplumsal Taleplere Tarımın Tepkisi	212
4.2.1.10. Yenilikler Ve Dijitalleşme	213
4.2.1.11. Ödeme Programları	215
4.2.1.12. Çok Paydaşlı Yaklaşım	215
4.2.1.13. Stratejik Yönetim	216
4.3. Sonuç Ve Öneriler	216
5. TARIMSAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GÖSTERGELERİ.....	218
5.1. Sürdürülebilir Tarımsal Üretim.....	218
5.2. Tarımsal Üretimde Sürdürülebilirlik Göstergeleri	218
5.2.1. Enerji Oranı.....	218
5.2.2. Özgül Enerji	218
5.2.3. Enerji Üretkenliği	220
5.2.4. NetEnerji Verimi	220
5.2.5. Özgül Yakıt Tüketimi	220
5.2.6. Özgül Ürün Verimi.....	220
5.2.7. Özgül Karbondioksit Salımı	220
5.2.8. Özgül Enerji Verimi	220
5.2.9. Özgül Enerji Tüketimi	221
5.2.10. Özgül Enerji Üretkenliği.....	221
5.3. Sonuç Ve Öneriler.....	222
6. TARIMSAL ÜRETİMDE EKONOMİK, ENERJETİK VE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK.....	223
6.1. Giriş	223
6.2. Tarımsal Üretim Ve İklim Değişikliği	223
6.3. Tarımın Ekonomik, Enerjetik Ve Çevresel Değerlendirilmesi	224
7. TARIMSAL ÜRETİMDE SERA GAZI SALIMLARI	227
7.1. Sera Gazı Salımları	227
7.1.1. Tarım, Ormancılık Ve Arazi Kaynaklı Salımları	230
7.1.2. Tarımsal Uygulamalar İle İlgili Sera Gazı Salımları	231
7.2. Tarımsal Sera Gazı Salımlarını Azaltmak	233
7.2.1. Düşük Karbonlu Enerji.....	233
7.2.2. Tarımsal Biyokütleden Enerji Üretimi	235
7.2.3. Biyoenerji Bitkileri.....	236
7.3. Diğer Çevresel Konular	238
7.4. Sosyal Değerlendirmeler	239
8. İKLİM İÇİN SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM SİSTEMLERİ.....	240
8.1. Tarım Sektöründe SeraGazı Salımları	240
8.1.1. Küresel Emisyonlar	240
8.2. Tarım Ve İklim Değişikliği.....	243
8.3. İklim Değişikliğini Azaltan Sürdürülebilir Tarım Sistemleri.....	245
8.3.1. Sürdürülebilir Gıda Üretimi	245

8.3.2. Üretim Öncesi	246
8.3.3. Üretim Aşamaları.....	247
8.3.4. Tedarik Zinciri.....	248
8.3.5. Tüketim	248
8.4. Tarımsal Üretim Sistemleri	249
8.4.1. Yaygın Üretim.....	251
8.4.2. Yoğun Üretim.....	253
8.4.3. Yaygın Ve Yoğun Üretim Arasındaki Farklar	254
8.4.4. Yaygın Veya Yoğun Üretim Karar Vermek	256
8.5. Ekosistem Hizmetleri Ve Dış Girdilere Göre Tarım Sistemleri.....	258
8.5.1. Kimyasal Girdilere Dayalı Tarım Sistemleri	260
8.5.2. Biyolojik Girdilere Dayalı Tarım Sistemleri	261
8.5.3. Biyoçeşitliliğe Dayalı Tarım Sistemleri	261
8.6. İşleyişi Belirleyen Sosyo-Ekonomik Etmenler	262
8.7. Biyoteknik İşleyişi Belirleyen Sosyo-Ekonomik Etmenler	264
8.8. Küreselleşmiş Emtia Temelli Gıda Üretim Sistemleri	265
8.9. Döngüsel Ekonomiler	267
8.10. Alternatif Gıda Sistemleri	268
8.11. Entegre Peyzaj Yaklaşımları	269
8.12. Tarım Modelleri	270
8.12.1. Kimyasal Girdiye Dayalı Tarım Sistemleri.....	272
8.12.2. Biyolojik Girdiye Dayalı Tarım Sistemleri.....	272
8.12.3. Biyolojik Çeşitliliğe Dayalı Tarım Sistemleri.....	274
8.13. Genel Değerlendirme	276
8.13.1. Tarım Modellerinin Genel Özellikleri.....	278
8.13.2. Tarım Modellerinde Teknolojiler Ve Biyoekonomi	278
8.13.3. Tarım Modellerinin Değerlendirmeleri	278
8.13.4. Tarım Modellerinin Birlikte Uygulanması.....	279
8.13.5. Tarım Modelleri Arasındaki Geçişler.....	280
9. SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM UYGULAMALARI	281
9.1. Akıllı Tarım	281
9.1.1. Hassas Tarım Uygulamaları.....	283
9.2. Tarımsal Ormancılık.....	284
9.3. Biyolojik Azot Bağlaması.....	284
9.4. Kompost Üretimi	286
9.5. Korumalı Tarım.....	286
9.6. Korumalı Toprak İşleme	288
9.7. Ürün Kalıntısı Yönetimi	288
9.8. Ekolojik Tarım	288
9.9. Entegre Zararlı Yönetimi	288
9.10. Bitki Besleme Yönetimi.....	289
9.11. Organik Tarım	290
9.12. Kalıcı Tarım	290
9.13. Polikültür Ve Ürün Rotasyonu.....	290
9.14. Yenileyici Tarım.....	291
9.15. Kaynak Tasarrufu Sağlayan Ürün Rotasyonu.....	292
9.16. Bozulmuş Toprakların Yeniden Yapılandırılması	292
9.17. Münavebeli Otlatma	292
9.18. Tohumlar Ve Irklar.....	293

9.19. Silvopastur.....	293
9.20. Su Yönetimi.....	294
9.21. Sonuç Ve Öneriler	294
9.21.1. Politika Önerileri.....	295
9.21.2. İklim Değişikliğinin Hafifletmesi.....	297
9.21.3. Tarımsal Sera Gazı Salımlarını Azaltmak.....	298
10. ENERJİ TÜKETİMİ VE SERA GAZI EMİSYONLARI.....	299
10.1. Gıda Tedarik Zincirinde Enerji Tüketimi	299
10.2. Sera Gazı Salımları.....	302
10.3. Birincil Üretim İçin Enerji	304
10.3.1. Traktörler Ve Tarım Makinaları.....	304
10.3.1.1. Küçük Çiftlikler İçin Makina Sistemleri	307
10.3.2. Sulama	310
10.3.3. Kimyasal Gübreler.....	311
10.3.4. Hayvancılık.....	311
10.3.5. Kontrollü Ortamlarda Üretim	312
10.3.6. Balıkçılık.....	312
10.3.7. Ormancılık	314
10.4. Kurutma, Soğutma Ve Depolama	314
10.5. Nakliye Ve Dağıtım	315
10.6. Ürün İşleme	316
10.7. Gıda Perakendeciliği, Hazırlama Ve Pişirme	317
11. GIDA TEDARİK ZİNCİRİNDE ENERJİ ÜRETİMİ.....	320
11.1. Gıda Tedarik Zincirinden Enerji Kazanmak	320
11.2. Gıda Tedarik Zincirinde Enerji Sistemleri	322
11.3. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Gelişmeleri	328
11.3.1. Kurulu Güç.....	334
11.3.2. Türkiye’de Yenilenebilir Elektrik Üretimi	334
11.3.3. Yenilenebilir Enerji Üretimi İçin Fiyatlar	336
11.4. Biyokütleden Biyoyakıt Üretimi	338
11.5. İklim Değişikliğinin Yenilenebilir Kaynaklara Etkileri.....	343
11.6. Enerji Etkin Tarım İçin Önemli Yaklaşımlar	344
11.6.1. Arazi Düzenleme Yaklaşımı.....	344
11.6.2. Tarım Sistemleri Ve Uygulamaları	344
11.6.3. Kurumsal Düzenlemeler Ve Yenilikçi İş Modelleri.....	346
12. GIDA VE ENERJİ ÜRETİMİ.....	348
12.1. Enerji Verimliliği Ve Yenilenebilir Enerji	348
12.2. Enerji Verimli Gıda Sistemleri İçin Yöntemler	349
12.3. Gelecek İçin Politika Önerileri.....	349
13. TÜRKİYE’DE TARIMSAL ÜRETİMİN SORUNLARI NEDENLERİ VE POLİTİKA ÖNERİLERİ.....	351
12.4. Sosyo-Ekonomik Sorunlar	351
12.5. Sektörel Sorunlar.....	352
12.6. Bitkisel Üretim Sorunları	353
KAYNAKLAR.....	355

SÜRDÜRÜLEBİLİR HAYVANSAL ÜRETİM

1. HAYVANSAL ÜRETİMDE ENERJİ KULLANIMI.....	363
1.1. Süt Sığırı Yetiştiriciliğinde Enerji Kullanımı	363
2. ENERJİ TÜKETİMİNİN İZLENMESİ	368
2.1. Süt Üretiminde Enerji Tüketiminin Değerlendirilmesi.....	370
2.1.1. Toplam Enerji Tüketimi	371
2.1.2. Dolaylı Enerji Kullanımı.....	374
2.1.2.1. Yardımcı Enerji Tüketimi	374
2.1.2.2. Şekillenmiş Enerji Tüketimi	375
2.1.3. Doğrudan Enerji Kullanımı	376
2.1.3.1. Elektrik Tüketimi	376
2.1.3.2. Sıvı Yakıt Enerjisi Tüketimi.....	378
2.1.4. Süt Üretiminde Enerji Tüketimi Değerlendirme Özeti	379
3. SÜT ÜRETİMİNDE ENERJİ TÜKETİMİ MODELLEMESİ	381
3.1. Mekanik Modelleme.....	381
3.2. Regresyon Modellemesi	382
3.3. Makine Öğrenme	385
3.4. Tahmin Modelleme Özeti	385
4. SÜT ÜRETİMİNDE ENERJİ ANALİZİ.....	386
5. SÜT ÜRETİMİNDE ENERJİ TÜKETİMİNİN ANALİZİ.....	392
5.1. Enerji Girdilerinin Belirlenmesi	392
5.1.1. Doğrudan Enerji Girdileri.....	392
5.1.1.1. Yakıt Enerjisi.....	392
5.1.1.2. Elektrik.....	392
5.1.2. Dolaylı Enerji Girdileri	393
5.1.3. Toplam Enerji Girdileri	393
5.2. Enerji Etkinliğinin Belirlenmesi	393
5.3. Sonuç Ve Öneriler.....	394
6. SÜT ÜRETİMİ İÇİN YAŞAM DÖNGÜSÜ ANALİZİ.....	397
6.1. Giriş	397
6.2. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi	398
6.2.1. Hedef Ve Kapsam.....	398
6.2.2. Sistem Sınırları.....	398
6.2.2.1. Sistem Girdileri	398
6.2.2.2. Sistem Çıktıları	399
6.2.2.3. Etki Değerlendirmesi	399
6.2.2.4. Normalleştirme Ve Ağırlıklandırma.....	400
6.3. Sonuçlar Ve Tartışma	400
7. SÜT ÜRETİMİNİN ÇEVRESEL ETKİLERİ.....	403
7.1. Özet.....	403
7.2. Giriş	404
7.3. Süt Üretiminin Çevresel Etkileri	405
7.4. Hayvansal Ve Bitkisel Sütlerin Karşılaştırılması.....	407
7.5. Çiftlik Karşılaştırma Ağı Ve Çiftlik Yaklaşımı	407
7.6. Sera Gazı Emisyonları İçin Yazılım Ve LCAModülü.....	408
7.7. Çiftlik Düzeyinde Sera gazı Emisyonlarının Belirlenmesi.....	408
7.7.1. Metan Emisyonları	409

7.7.2. Azotoksit Emisyonları.....	410
7.7.3. Karbondioksit Emisyonları	411
7.7.4. Karbon Kredisi	412
7.8. Süt Üretiminden Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonları	412
7.8.1. Süt Üretiminin Sera Gazı Emisyonlarına Katkısı	413
7.9. Farklı Ülkelerde Süt Üretiminden Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonları.....	413
7.9.1. Dünya Süt Üretimi Sera Gazı Emisyonları	416
7.9.2. Sonuç Ve Öneriler	416
7.10. Süt Üretiminde Enerji Ve Karbon Ayak İzi.....	418
7.10.1. Giriş	418
7.10.2. Elektrik Tüketiminin Belirlenmesi	419
7.10.2.1. Sağım	420
7.10.2.2. Süt Soğutma.....	420
7.10.2.3. Su Isıtma	420
7.10.2.4. Fırçalama	421
7.10.2.5. Havalandırma Ve Sisleme.....	421
7.10.2.6. Aydınlatma, Su Ve GübreYönetimi	421
7.10.3. Yakıt Tüketimi	421
7.10.4. Enerji Karbon Ayak İzi	422
7.10.5. Enerji Verimliliği Göstergeleri.....	422
7.10.6. Karbon Ayakİzi Göstergeleri	423
7.10.7. Analitik Yaklaşım	423
7.10.7.1. Enerji Tüketiminin Belirlenmesi.....	423
7.10.7.1.1. Yakıt Enerjisi Tüketimi	423
7.10.7.1.2. Elektrik Enerjisi Tüketimi.....	424
7.10.7.2. Enerji Etkinliğinin Belirlenmesi	424
7.10.7.3. Sera Gazı Salımlarının Belirlenmesi	424
7.10.7.3.1. Enerji Tüketimi Salımları.....	425
7.10.7.3.1.1. ElektrikTüketimi Salımları.....	425
7.10.7.3.1.2. Yakıt Tüketimi Salımları	425
7.10.7.3.1.2.1. Karbondioksit	425
7.10.7.3.1.2.2. Metan.....	425
7.10.7.3.1.2.3. Azotoksit	426
7.10.7.3.1.2.4. CO ₂ Eşdeğeri Salımlar.....	426
7.10.7.3.2. SuTüketimi Salımları	427
7.10.7.4. Karbon Ayakİzinin Belirlenmesi	427
7.10.7.4.1. Enerji Tüketimi KarbonAyakİzi.....	427
7.10.7.4.2. Su Tüketimi Karbon Ayak İzi.....	427
7.10.7.4.3. Enerji Ve Su Karbon Ayak İzi	427
7.10.8. İnek Sütü Üretiminde Enerji Tüketimi	428
7.10.9. İnek Sütü Üretiminde Sera Gazı Salımları	430
7.10.10. İnek Süt Üretiminde Enerji Tüketimi Ve Salımları	431
7.10.11. Süt Üretiminde Enerji Verimliliği Önlemleri	432
8. YUMURTA ÜRETİMİNDE ENERJİ TÜKETİMİ	434
8.1. Yumurtanın İnsan Beslenmesindeki Önemi	434
8.2. Tarımsal Üretim Sistemleri İçin Enerji Gereksinimleri	434
8.3. Materyal Ve Yöntem	436
8.3.1. Tavuk Çiftlikleri	436
8.3.2. Enerji HesaplamaYöntemleri	439

8.3.2.1. Sistemdeki Enerji Türleri.....	439
8.3.2.1.1. Elektrik Tüketimi	439
8.3.2.1.2. İnsan İş Gücü Enerjisi	439
8.3.2.1.3. Isı Enerjisi	439
8.3.2.1.4. Kimyasal Enerji.....	439
8.3.2.1.5. Biyolojik Enerji.....	440
8.3.2.2. Enerji Çıktıları	440
8.3.2.3. Enerji Göstergeleri Ve Enerji Türleri.....	442
8.3.2.4. Enerji Değerlendirmesi Ve İşlemler	442
8.4. Sonuçlar Ve Tartışma	444
8.4.1. Sofralık Yumurta Üretimine Enerji Girdi Ve Çıktıları	444
8.4.2. Enerji Verimliliği Göstergeleri	447
9. YUMURTA ÜRETİMİNİN ÇEVRESEL ETKİLERİ.....	450
9.1. Giriş	540
9.2. Yaşam Döngüsü Değerlendirme (LCA) Ve Değer Akışı Haritalama (VSM).....	452
9.2.1. Yaşam Döngüsü Değerlendirme	452
9.2.1.1. Sistem Tanımı	452
9.2.1.2. Fonksiyonel Birim Ve Referans Akışı	454
9.2.1.3. Sistem Sınırları	454
9.2.1.4. Çevresel Etkileri Belirlemek İçin Veri Kaynakları ve Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi	454
9.2.1.5. LCA Sınırları İçin Girdi Verileri.....	455
9.2.2. Değer Akışı Haritalama.....	457
9.3. Bulgular	458
9.3.1. Yaşam Döngüsü Analizi	458
9.3.2. Yaşam Döngüsü Analizi İle Bütünleşik Değer Akışı Haritalama	459
9.4. Sonuçlar	461
9.4.1. Sınırlamalar.....	461
10. KANATLI HAYVAN ÜRETİMİ İÇİN YAŞAM DÖNGÜSÜ ANALİZİ VE ENERJİ TÜKETİMİ.....	463
10.1. Giriş.....	463
10.2. Enerji Tüketimi Ve Maliyet Göstergeleri	465
10.3. Enerji Tüketiminin Denetimi	466
11. KANATLI HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK.....	469
11.1. Enerji Verimliliği Ve Sürdürülebilirliği Artırma	469
11.1.1. Enerji Verimliliğini İyileştirme Ve Koruma	469
11.1.1.1. Kanatlı Hayvan Çiftliklerinde	469
11.1.1.2. Kanatlı Hayvan Kesimhanelerinde.....	472
11.1.1.3. Kanatlı Hayvan Ve Ürün Taşınmasında	473
11.1.2. Kanatlı Hayvan Dışkılarında Enerji Üretmek	474
11.1.2.1. Enerji Üretiminin Zorlukları	474
11.1.2.2. Biyogaz Ve Elektrik Üretimi.....	474
11.1.3. Kanatlı Üretimde Güneş Enerjisi Kullanımı	475
11.2. Kanatlı Hayvan Yetiştiriciliğinde Enerji Verimliliğini Artıran Ulusal Programların Geliştirilmesi İçin Öneriler	477
11.2.1. Tanıtım, Eğitim Ve Kapasite Geliştirme	477
11.2.2. Ekonomik Ve Çevresel Olarak Uygun Olan Enerji Verimliliği İyileştirme Önlemlerine Öncelik Vermek	477

11.2.3. Enerji Verimliliğinin İyileştirilmesini Destekleyen Mevzuat Ve Yasaların Çıkarılması Ve Geliştirilmesi	477
11.2.4. Enerji Verimliliği İyileştirilmesi İle İlgili Taraflar Arasındaki İşbirliği Ve Koordinasyonu Desteklemek.....	478
11.2.5. Enerji Verimliliğini Artırmak İçin Gereklilikleri Sağlamak	478
11.2.6. Engelleri Belirlemek	478
11.2.7. Uygulama Mekanizması Geliştirmek.....	478
12. ETLİK PİLİÇ YETİŞTİRMEK İÇİN ENERJİ TÜKETİMİ	479
12.1. Etlik Piliç Yetiştiriciliğinde Enerji Kullanımı	479
12.2. Sonuç Ve Öneriler.....	482
13. KANATLI HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİNDE METAN VE AZOTOKSİT EMİSYONLARININ AZALTILMASI İÇİN ÖNERİLEN ÖNLEMLER	482
13.1. İyileştirme Önlemleri.....	482
13.1.1. Yatırım İyileştirmeleri	483
13.1.2. Enerji Analizi	483
13.1.3. İyileştirme Önlemleri	484
13.1.3.1. Verimliliği Artırma	484
13.3. Yumurta Üretimi İçin Önerilen Ölçütler	485
13.3.1. Besleme	485
13.3.2. Gübre Yönetimi.....	486
13.3.3. Çiftlikte Enerji.....	486
KAYNAKLAR	487

KAYNAKLAR

- Abín, R.; Laca, A.; Laca, A.; Díaz, M. Environmental assessment of intensive egg production: A Spanish case study. *J. Clean. Prod.* 2018, 179, 160–168. [
- Aguirre-Villegas, H.A.; Passos-Fonseca, T.H.; Reinemann, D.J.; Larson, R. Grazing intensity affects the environmental impact of dairy systems. *J. Dairy Sci.* 2017, 100, 6804–6821.
- Aguirre-Villegas, H.A.; Passos-Fonseca, T.H.; Reinemann, D.J.; Larson, R. Corrigendum to “Grazing intensity affects the environmental impact of dairy systems”. *J. Dairy Sci.* 2019, 102, 923–925.
- agrEE (2012). Synthesis and Summary Report on State of Art, Drivers and Stakeholders of Energy Efficiency in Agriculture and Potential of Energy Saving Measures. Agreement Number 289139.
- agrEE (2012a). State of the art on energy efficiency in agriculture. Country data on energy consumption in different agroproduction sectors in the European countries.
- agrEE (2012b). Agriculture and energy efficiency. Energy saving measures in agriculture—overview on the basis of national reports. Agreement Number 289139.
- Amaefule, K.U.; Abasiokong, S.F.; Ibe, S.N.; Onwudike, O.C., 2009. Digestibility and nutrient utilization of some agro-industrial by-products fed to growing pigs in the humid tropics. *Pakistan J. Nutr.* 8 (4), 355–360.
- Amid, S., Gundoshmian, T.M., Rafiee, S., Shahgoli, G. Energy and economic analysis of broiler production under different farm sizes. *Elixir Agriculture* 78 (2015) 29688–29693.
- Baldini, C.; Gardoni, D.; Guarino, M. A critical review of the recent evolution of Life Cycle Assessment applied to milk production. *J. Clean. Prod.* 2017, 140, 421–435.
- Bamgboye, I.A., Kosemani, B.S., 2015. Energy input in the production of cassava. *Energy Environ. Res.* 5 (1), 42–48.
- Barnett, J.; Russell, J. Energy Use on Dairy Farms. *Bull. Int. Dairy Fed.* 2010, 443, 23
- Barzegar, S., Wu, S.B., Noblet, J., Choct, M., Swick, R.A., 2019. Energy efficiency and net energy prediction of feed in laying hens. *Poultry Sci.* 98 (11).
- Basset-Mens, C.; Ledgard, S.; Boyes, M. Eco-efficiency of intensification scenarios for milk production in New Zealand. *Ecol. Econ.* 2009, 68, 1615–1625.
- Baxevanou, C.; Fidaros, D.; Bartzanas, T.; Kittas, C. Energy Consumption and Energy Saving Measures in Poultry. *Energy Environ. Eng.* 2017, 5, 29–36.
- Bawaneh, K., Nezami, F.G., Rasheduzzaman, M., Deken, B., 2019. Energy consumption analysis and characterization of healthcare facilities in the United States. *Energies* 12 (19).
- Becerra, M.R.; Mance, H. *Climate Change: What Is at Stake.* 2009.
- Binuomote, S.O., Ajetomobi, J.O., Ajao, A.O., 2008. Technical efficiency of poultry egg producers in Oyo state of Nigeria. *Int. J. Poultry Sci.* 7 (12).
- Brander, M. Greenhouse Gases, CO₂, CO_{2e} and Carbon: What Do These Mean? *Ecometrica* 2012, 8, 2–4. 28.
- Breen, M.; Upton, J.; Murphy, M.D. Development of a discrete infrastructure optimization model for economic assessment on dairy farms (DIOMOND). *Comput. Electron. Agric.* 2019, 156, 508–522.
- Breen, M.; Murphy, M.; Upton, J. Development and validation of photovoltaic and wind turbine models to assess the impacts of renewable generation on dairy farm electricity consumption. In 2015 ASABE Annual International Meeting; American Society of Agricultural and Biological Engineers: New Orleans, LA, USA, 2015; pp. 1–11.
- Breen, M.; Murphy, M.D.; Upton, J. Development of a Dairy Multi-Objective Optimization (DAIRYMOO) method for economic and environmental optimization of dairy farms. *Appl. Energy* 2019, 242, 1697–1711.
- Brøgger Rasmussen, J.; Pedersen, J. Electricity and Water Consumption at Milking; Danish Agricultural Advisory Service: Aarhus, Denmark, 2004.
- Bruinsma, J.; Alexandratos, N. *World Agriculture towards 2030/2050: The 2012 Revision.*
- Calcante, A.; Tangorra, F.M.; Oberti, R. Analysis of electric energy consumption of automatic milking systems in different configurations and operative conditions. *J. Dairy Sci.* 2016, 99, 1–5.
- Canada, N.R. Learn the Facts: Fuel Consumption and CO₂. *AutoSmart* 2016, 2, 1–2.
- Canakci, M., Topakci, M., Akinci, I., Ozmerzi, A., 2005. Energy use pattern of some field crops and vegetable production: case study for Antalya Region, Turkey. *Energy Convers. Manag.* 46 (4), 655–666.
- Cederberg, C.; Mattsson, B. Life Cycle assessment of Swedish milk production—A comparison of conventional farming. *J. Clean. Prod.* 2000, 8, 49–60.
- Cederberg, C.; Sonesson, U.; Henriksson, M.; Sund, V.; Davis, J. Greenhouse gas emissions from Swedish consumption of meat, milk and eggs 1990 and 2005. 2009.
- Cederberg, C.; Flysjo, A. Life cycle inventory of 23 dairy farms in South-Western Sweden.
- Crill, R.L.; Hanchar, J.J.; Gooch, C.A.; Richards, S.T. Net Present Value Economic Analysis Model for Adoption of Photoperiod Manipulation in Lactating Cow Barns. *Pro-Dairy* 2000, 1–6.
- Dekker, S.E.M.; de Boer, I.J.M.; Vermeij, I.; Aarnink, A.J.A.; Koerkamp, P.W.G.G. Ecological and economic evaluation of Dutch egg production systems. *Livest. Sci.* 2011, 139, 109–121.
- Ding, Y., Bu, X., Zhang, N., Li, L., Zou, X., 2016. Effects of metabolizable energy and crude protein levels on laying performance, egg quality and serum biochemical indices of Fengda-1 layers. *Animal Nutrition* 2 (2).
- Donnellan, T.; Hennessy, T.; Thorne, F. *The End of the Quota Era: A History of the Irish Dairy Sector and Its Future Prospects;* Teagasc: Galway, Ireland, 2015.
- Dunn, P.; Butler, G.; Billsborrow, P.; Brough, D. Energy + Efficiency—Renewable Energy and Energy Efficiency Options for UK Dairy Farms 2010.

- Edens, W.C.; Pordesimo, L.O.; Wilhelm, L.R.; Burns, R.T. Energy use analysis of major milking components at a dairy experiment station. *Appl. Eng. Agric.* 2003, 19, 711–716.
- Estrada-González, I.E.; Taboada-González, P.A.; García-Rojas, H.G.; Márquez-Benavides, L. Decreasing the Environmental Impact in an Egg-Producing Farm through the Application of LCA and Lean Tools. *Appl. Sci.* 2020, 10, 1352; doi:10.3390/app10041352.
- European Commission. Energy Union and Climate Action: Driving Europe's Transition to A Low-Carbon Economy; European Commission: Brussels, Belgium, 2016.
- FAO. Food and Apicultural Organization Agricultural Outlook 2018-2027 Dairy and Dairy Products 2018.
- FAO. Food and Apicultural Organization. Food and Agricultural Organization. Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector A Life Cycle Assessment; Food and Apicultural Organization: Rome, Italy, 2010.
- Finneran, E.; Crosson, P.; O'Kiely, P.; Shalloo, L.; Forristal, D.; Wallace, M. Simulation modelling of the cost of producing and utilising feeds for ruminants on Irish farms. *J. Farm Manag.* 2010, 14, 95–116.
- Fritsche, U.R.; Greß, H.-W. Development of the Primary Energy Factor of Electricity Generation in the EU-28 from 2010–2013. 72. Arsenault, N.; Tyedmers, P.; Fredeen, A. Comparing the environmental impacts of pasture-based and confinement-based dairy systems in Nova Scotia (Canada) using life cycle assessment. *Int. J. Agric. Sustain.* 2009, 7, 19–41.
- Frorip, J.; Kokin, E.; Praks, J.; Poikalainen, V.; Ruus, A.; Veermäe, I.; Lepasalu, L.; Schäfer, W.; Mikkola, H.; Ahokas, J. Energy consumption in animal production—Case farm study. *Agron. Res.* 2012, 10, 39–48.
- Fuentes-Pila, J.; DeLorenzo, M.A.; Beede, D.K.; Staples, C.R.; Holter, J.B. Evaluation of equations based on animal factors to predict intake of lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 1996, 79, 1562–1571.
- Haas, G.; Wetterich, F.; Köpke, U. Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2000, 83, 43–53.
- Hagemann, M.; Ndambi, A.; Hemme, T.; Lohmann, U.L. Contribution of milk production to global greenhouse gas emissions An estimation based on typical farms. *Environ Sci Pollut Res* (2012) 19:390–402 DOI 10.1007/s11356-011-0571-8.
- Hanrahan, L.; Geoghegan, A.; O'Donovan, M.; Griffith, V.; Ruelle, E.; Wallace, M.; Shalloo, L. PastureBase Ireland: A grassland decision support system and national database. *Comput. Electron. Agric.* 2017, 136, 193–201.
- Harner, J.P.; Smith, J.F. Lighting Low Profile Cross Ventilated Dairy Houses 2008.
- Hartman, K.; Sims, R. Saving Energy on the dairy farm makes good sense. In Proceedings of the 4th Dairy3 Conference, Palmerston North, New Zealand; 2006; pp. 11–21.
- Hernández, M.J.C.; Vizán, I.A. Lean Manufacturing: Concepts, Techniques and Implementation. In EOI Foundation. 2013.
- Hospido, A.; Moreira, M.T.; Feijoo, G. Simplified life cycle assessment of galician milk production. *Int. Dairy J.* 2003, 13, 783–796.
- Hossain, M.A.; Rahman, M.M.; Chakraborty, S.C., 2022. Digestible protein and energy value of fish meal, dextrin, fish oil and soybean oil for Thai sharpunti (*Puntius gonionotus* Bleeker). *Bangladesh J. Fish. Res.* 1 (1), 65–72.
- Hörndahl, T. Energy Use in Farm Buildings—A Study of 16 Farms with Different Enterprises 2008.
- International Dairy Federation. Bulletin of the International Dairy Federation—A common carbon footprint approach for dairy. *Bull. Int. Dairy Fed.* 2010.
- ISO (2006), International Organization for Standardization (ISO) (2006) Environmental Management—Life Cycle Assessment—Principles and Framework (ISO Standard 14040:2006).
- Jekayinfa, S.O., Bamgboye, A.I., 2007. Development of equations for estimating energy requirements in palm-kernel oil processing operations. *J. Food Eng.* 79 (1), 322–329.
- Jekayinfa, S.O., Afolayan, S.O., Taiwo, A., Popoola, J.O., 2013a. Energy use efficiency of on-farm- and post-pineapples production in Nigeria. *Int. J. Energy Technol. Pol.* 9 (2), 175–190.
- Jekayinfa, S.O., Adebayo, A.O., Afolayan, S.O., Daramola, E., 2013b. On-farm energetics of mango production in Nigeria. *Renew. Energy* 51, 60–63.
- Karlsson, A.E.; Hörndahl, T.; Nordman, R. Energy recover from milk cooling. In Report 401; Agriculture & Industry; JTI-Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering: Uppsala, Sweden, 2012.
- Kosemani, B.S., Bamgboye, A.I., 2020. Energy input-output analysis of rice production in Nigeria. *Energy* 207, 118258.
- Kosemani, B.S., Bamgboye, A.I., 2021. Modelling energy use pattern for maize (*Zea mays* L.) production in Nigeria. *Cleaner Eng. Technol.* 2 (November 2020), 100051.
- Kraatz, S. Energy intensity in livestock operations-Modeling of dairy farming systems in Germany. *Agric. Syst.* 2012, 110, 90–106.
- Lanigan, G.; Donnellan, T.; Hanrahan, K.; Paul, C.; Shalloo, L.; Krol, D.; Forrester, P.; Farrelly, N.; O'Brien, D.; Ryan, M.; et al. An Analysis of Abatement Potential of Greenhouse Gas Emissions in Irish Agriculture 2021–2030.
- Li, Y., Li, Z., Liu, H., Noblet, J., Liu, L., Li, D., Wang, F., Lai, C., 2018. Net energy content of rice bran, corn germ meal, corn gluten feed, peanut meal, and sunflower meal in growing pigs. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 31 (9).
- Ludington, D., Johnson, E. Dairy Farm Energy Audit Summary.
- Meul, M.; Nevens, F.; Reheul, D.; Hofman, G. Energy use efficiency of specialised dairy, arable and pig farms in Flanders. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2006, 119, 135–144.
- Mhundwa, R.; Simon, M.; Tangwe, S.L. Modelling of an on-farm direct expansion bulk milk cooler to establish baseline energy consumption without milk pre-cooling: A case of Fort Hare Dairy Trust, South Africa. *African J. Sci. Technol. Innov. Dev.* 2017, 1338, 62–68.
- Mikkola, H.J.; Ahokas, J. Energy ratios in Finnish agricultural production. *Agric. Food Sci.* 2009, 18, 332–346.
- Mollenhorst, D.H.; Berentsen, P.B.M.; Boer, I.J.M.D. On-farm quantification of sustainability indicators: An application to egg production systems. *Br. Poult. Sci.* 2006, 47, 405–417.
- Molnar, S., Szollosi, L., 2020. Sustainability and quality aspects of different table egg production systems: a literature review. *Sustainability* 12 (Issue 19).

- Morison, K.; Gregory, W.; Hooper, R. Improving Dairy Shed Energy Efficiency.
- Mousavi-Avval, S.H., Rafiee, S., Jafari, A., Mohammadi, A., 2011. The functional relationship between energy inputs and yield value of soybean production in Iran. *Int. J. Green Energy* 8 (3).
- Murgia, L.; Todde, G.; Caria, M.; Pazzona, A. A partial life cycle assessment approach to evaluate the energy intensity and related greenhouse gas emission in dairy farms. *J. Agric. Eng.* 2013, 44, 186–190.
- Murphy, M.D.; O'Mahony, M.J.; Upton, J. Comparison of control systems for the optimisation of ice storage in a dynamic real time electricity pricing environment. *Appl. Energy* 2015, 149, 392–403.
- Murphy, M.D.; Shine, P.; Breen, M.; Upton, J. DSSED: Decision Support System for Energy Use in Dairy Production.
- Murphy, E.; De Boer, I.J.M.; van Middelaar, C.; Holden, N.; Curran, P.; Upton, J. Predicting fresh water demand on Irish dairy farms using farm data. *Clean. Prod.* 2017, 166, 58–65.
- Nabavi-Pelesaraei, A., Abdi, R., Rafiee, S., Bagheri, I., 2016a. Determination of efficient and inefficient units for watermelon production-a case study: guilan province of Iran. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 15 (2).
- Nabavi-Pelesaraei, A., Abdi, R., Rafiee, S., Shamsheband, S., Yousefinejad_Ostadkelayeh, M., 2016b. Resource management in cropping systems using artificial intelligence techniques: a case study of orange orchards in north of Iran. *Stoch. Environ. Res. Risk Assess.* 30 (1).
- Namdari, M., Kangarshahi, A.A., Amiri, N.A., 2011. Input-output energy analysis of citrus production in Mazandaran province of Iran. *Afr. J. Agric. Res.* 6 (11), 2558–2564.
- Nguyen, T.T.H.; Doreau, M.; Corson, M.S.; Eugène, M.; Delaby, L.; Chesneau, G.; Gallard, Y.; van der Werf, H.M.G. Effect of dairy production system, breed and co-product handling methods on environmental impacts at farm level. *J. Environ. Manag.* 2013, 120, 127–137.
- O'Brien, D.; Shalloo, L.; Patton, J.; Buckley, F.; Grainger, C.; Wallace, M. A life cycle assessment of seasonal grass-based and confinement dairy farms. *Agric. Syst.* 2012, 107, 33–46.
- Ogino, A.; Ishida, M.; Ishikawa, T.; Ikeguchi, A.; Waki, M.; Yokoyama, H.; Tanaka, Y.; Hirooka, H. Environmental impacts of a Japanese dairy farming system using whole-crop rice silage as evaluated by life cycle assessment. *Anim. Sci. J.* 2008, 79, 727–736.
- Ogunlade, C.A., Jekayinfa, S.O., Olaniran, J.A., Adebayo, A.O., 2020. Energy life-cycle assessment and economic analysis of sweet orange production in Nigeria. *Agric. Eng. Int.: CIGR J* 22 (2), 123–132.
- Quiroga, G., Castrillon, L., Fernandez-Nava, Y., Maran-on, E., 2010. Physico-chemical _ analysis and calorific values of poultry manure. *Waste Manag.* 30 (5).
- Pagani, M.; Vittuari, M.; Johnson, T.G.; De Menna, F. An assessment of the energy footprint of dairy farms in Missouri and Emilia-Romagna. *Agric. Syst.* 2016, 145.
- Pérez, L. Value Stream Mapping. *Bus. Count.* 2006, 1, 41–44.
- Rajaniemi, M.; Jokiniemi, T.; Alakukku, L.; Ahokas, J. Electric energy consumption of milking process on some finish dairy farms. *Agric. Food Sci.* 2017, 26, 160–172.
- Rajaniemi, M.; Turunen, M.; Ahokas, J. Direct energy consumption and saving possibilities in milk production. *Agron. Res.* 2015, 13, 261–268.
- Refsgaard, K.; Halberg, N.; Kristensen, E.S. Energy utilization in crop and dairy production in organic and conventional livestock production systems. *Agric. Syst.* 1998, 57, 599–630.
- Rossi, P.; Gastaldo, A. Consumi energetici in allevamenti bovini da latte. *Inf. Agrar* 2012, 3, 45–47.
- Ruelle, E.; Shalloo, L.; Wallace, M.; Delaby, L. Development and evaluation of the pasture-based herd dynamic milk (PBHDM) model for dairy systems. *Eur. J. Agron.* 2015, 71, 106–114.
- Saber, Z., van Zelm, R., Pirdashti, H., Schipper, A.M., Esmaili, M., Motevali, A., Nabavi_Pelesaraei, A., Huijbregts, M.A.J., 2021. Understanding farm-level differences in environmental impact and eco-efficiency: the case of rice production in Iran. *Sustain. Prod. Consum.* 27.
- Salami, P., Ahmadi, H., Keyhani, A., 2010. Estimating the Energy Indices and Profitability of Strawberry Production in Kamyaran Zone of Iran. *Energy* 1 (1), 32–35.
- Sandouqa, A., Al-Hamamre, Z., 2019. Energy Analysis of Biodiesel Production from Jojoba Seed Oil, 130. *Renewable Energy*.
- Sasanya, B.F., Olaifa, O. Analysis of energy consumption in poultry management for table egg production in Nigeria. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10053>.
- Sasanya, B.F., Ogedengbe, K., 2019. Investigating the effects of bioslurries on some agronomic properties of common vegetables. *J. Food Process. Technol.* 10 (March).
- Sasanya, B.F., 2019. Effects of piggery and poultry bioslurry on the safe consumption of *Amaranthus hybridus* and *corchorus olitorius*. *J. Food Process. Technol.* 10 (1), 1–6.
- Sefeepari, P.; Rafiee, S.; Akram, A.; Komleh, S.H.P. Modeling output energy based on fossil fuels and electricity energy consumption on dairy farms of Iran: Application of adaptive neural-fuzzy inference system technique. *Comput. Electron. Agric.* 2014, 109, 80–85.
- Sefeepari, P.; Rafiee, S.; Akram, A.; Chau, K.-W.; Komleh, S.H.P. Modeling Energy Use in Dairy Cattle Farms by Applying Multi-Layered Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (MLANFIS). *Int. J. Dairy Sci.* 2015, 10, 173–185.
- Sefeepari, P.; Rafiee, S.; Akram, A. Application of artificial neural network to model the energy output of dairy farms in Iran. *Int. J. Energy Technol. Policy* 2013, 9, 82.
- Shahan, S., Jafari, A., Mobli, H., Rafiee, S., Karimi, M., 2008. Effect of farm size on energy ratio for wheat production: A case study from ardabil province of Iran. *Energy* 3 (4), 604–608.
- Shine, P.; Murphy, M.D.; Upton, J.; Scully, T. Machine-learning algorithms for predicting on-farm direct water and electricity consumption on pasture based dairy farms. *Comput. Electron. Agric.* 2018, 150, 74–87.
- Shine, P.; Scully, T.; Upton, J.; Murphy, M.D. Multiple linear regression modelling of on-farm direct water and electricity consumption on pasture based dairy farms. *Comput. Electron. Agric.* 2018, 148, 337–346.

- Shine, P.; Breen, M.; Upton, J.; O'Donovan, A.; Murphy, M.D. A decision support system for energy use on dairy farms. In Proceedings of the 9th European Conference on Precision Livestock Farming, Cork, Ireland, 26–29 August 2019; pp. 45–52.
- Shine, P.; Scully, T.; Upton, J.; Murphy, M.D. Annual electricity consumption prediction and future expansion analysis on dairy farms using a support vector machine. *Appl. Energy* 2019, 250, 1110–1119.
- Shine, P., Upton, J., Sefeedpari, P., Murphy, M.D., 2020. Energy Consumption on Dairy Farms: A Review of Monitoring, Prediction Modelling, and Analyses. *Energies* 2020, 13, 1288; doi:10.3390/en13051288.
- Shine, P.; Scully, T.; Upton, J.; Shalloo, L.; Murphy, M.D. Electricity & direct water consumption on Irish pasture based dairy farms: A statistical analysis. *Appl. Energy* 2018, 210, 529–537.
- Shortall, J.; O'Brien, B.; Sleator, R.D.; Upton, J. Daily and seasonal trends of electricity and water use on pasture-based automatic milking dairy farms. *J. Dairy Sci.* 2018, 101, 1565–1578.
- Shortall, J.; Shalloo, L.; Foley, C.; Sleator, R.D.; O'Brien, B. Investment appraisal of automatic milking and conventional milking technologies in a pasture-based dairy system. *J. Dairy Sci.* 2016, 99, 7700–7713.
- Sibbald, I.R., 1979. The gross energy of avian eggs. *Poultry Sci.* 58 (2).
- Sjaunja, L.O.; Baevre, L.; Junkkarinen, L.; Pedersen, J.J.; Setälä, A. Nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula. In Proceedings of the 27th Session International Committee for Recording and Productivity of Milk Animals, Paris, France, 2–6 July 1990.
- Soltanali, H., Emadi, B., Rohani, A., Khojastehpour, M., Nikkhab, A. Life Cycle Assessment modeling of milk production in Iran. *Information Processing in Agriculture* 2 (2015) 101–108.
- Sonesson, U.; Cederberg, C.; Flysjö, A.; Carlsson, B. Life cycle Analysis (LCA) of Swedish Eggs (Ver. 2). Swedish version: Livscykelanalys (LCA) av Svenska Ägg (Ver.2). 2008. SIK-Rapport: Nr 783 2008. SR: 783. ISBN: 91-7290-276-3.
- Thomassen, M.A.; van Calker, K.J.; Smits, M.C.J.; Iepema, G.L.; de Boer, I.J.M. Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands. *Agric. Syst.* 2008, 96, 95–107.
- Todde, G.; Murgia, L.; Caria, M.; Pazzona, A. A Comprehensive energy analysis and related carbon footprint of dairy farms, Part 2: Investigation and modeling of indirect energy requirements. *Energies* 2018, 11, 1–14.
- Todde, G.; Murgia, L.; Caria, M.; Pazzona, A. A comprehensive energy analysis and related carbon footprint of dairy farms, part 1: Direct energy requirements. *Energies* 2018, 11, 1–14.
- Todde, G.; Murgia, L.; Caria, M.; Pazzona, A. Dairy Energy Prediction (DEP) model: A tool for predicting energy use and related emissions and costs in dairy farms. *Comput. Electron. Agric.* 2017, 135, 216–221.
- Upton, J.; Humphreys, J.; Groot Koerkamp, P.W.G.; French, P.; Dillon, P.; De Boer, I.J.M. Energy demand on dairy farms in Ireland. *J. Dairy Sci.* 2013, 96, 6489–6498.
- Upton, J.; Murphy, M.; Shalloo, L.; Groot Koerkamp, P.W.G.; De Boer, I.J.M. A mechanistic model for electricity consumption on dairy farms: Definition, validation, and demonstration. *J. Dairy Sci.* 2014, 97, 4973–4984.
- Upton, J.; Murphy, M.; Shalloo, L.; Groot Koerkamp, P.W.G.; De Boer, I.J.M. Assessing the impact of changes in the electricity price structure on dairy farm energy costs. *Appl. Energy* 2014, 137, 1–8.
- Upton, J.; Murphy, M.; De Boer, I.J.M.; Groot Koerkamp, P.W.G.; Berentsen, P.B.M.; Shalloo, L. Investment appraisal of technology innovations on dairy farm electricity consumption. *J. Dairy Sci.* 2015, 98, 898–909.
- Upton, J.; Murphy, M.; French, P.; Dillon, P.; Systems, L. Dairy Farm Energy Consumption. In Proceedings of the Teagasc National Dairy Conference, Cork, Ireland, 17–18 November 2010; pp. 87–97.
- van der Werf, H.M.G.; Kanyarushoki, C.; Corson, M.S. An operational method for the evaluation of resource use and environmental impacts of dairy farms by life cycle assessment. *J. Environ. Manag.* 2009, 90, 3643–3652.
- Verge, X.P.C.; Dyer, J.A.; Desjardins, R.L.; Worth, D. Long-term trends in greenhouse gas emissions from the Canadian poultry industry. *J. Appl. Poult. Res.* 2009, 18, 210–222.
- Vinodh, S.; Ben Ruben, R.; Asokan, P. Life cycle assessment integrated value stream mapping framework to ensure sustainable manufacturing: A case study. *Clean Technol. Environ. Policy* 2016, 18, 279–295.
- von Keyserlingk, M.A.G.; Martin, N.P.; Kebreab, E.; Knowlton, K.F.; Grant, R.J.; Stephenson, M.; Sniffen, C.J.; Harner, J.P., III; Wright, A.D.; Smith, S.I. Invited review: Sustainability of the US dairy industry. *J. Dairy Sci.* 2013, 96, 5405–5425.
- Wells, C. Total Energy Indicators of Agricultural Sustainability: Dairy Farming Case Study; Technical paper; Ministry of Agriculture and Forestry: Wellington, New Zealand, 2001.
- Wiedemann, S.G.; McGahan, E.J. Environmental Assessment of an Egg Production Supply Chain Using Life Cycle Assessment. 2011. ISBN: 1920835318. ISSN: 1448-1316.
- Williams, C.M., Barker, J.C., Sims, J.T., 1999. Management and utilization of poultry wastes. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 162.
- Williams, A.G.; Audsley, E.; Sandars, D.L. Determining the Environmental Burdens and Resource Use in the Production of Agricultural and Horticultural Commodities; Cranfield University: Bedford, UK; Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra): London, UK, 2006.
- Yilmaz, I., Akcaoz, H., Ozkan, B., 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. *Renew. Energy* 30 (2), 145–155.