



YAŞAM DÖNGÜSÜ ANALİZİNİN
SÜT SIĞIRI YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANIM OLANAKLARI
VE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

Celil Serhan TEZCAN



T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAŞAM DÖNGÜSÜ ANALİZİNİN
SÜT SIĞIRI YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANIM OLANAKLARI
VE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

Celil Serhan TEZCAN

Doç.Dr. Erkan YASLIOĞLU

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2015

Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Celil Serhan TEZCAN tarafından hazırlanan “Yaşam Döngüsü Analizi'nin Süt Sığırı Yetiştiriciliğinde Kullanım Olanakları Ve Bir Uygulama Örneği” adlı tez çalışması Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman:Doç. Dr. Erkan YASLIOĞLU

Başkan: Doç. Dr. Erkan YASLIOĞLU
Uludağ Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye: Prof. Dr. Ercan ŞİMŞEK
Uludağ Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye: Doç. Dr. Can Burak Şişman
Namık Kemal Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ali Osman DEMİR

Enstitü Müdürü

...../...../.....(Tarih)

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

.../.../.....

Celil Serhan TEZCAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YAŞAM DÖNGÜSÜ ANALİZİ'NİN SÜT SIĞIRI YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANIM OLANAKLARI VE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

Celil Serhan TEZCAN

Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Erkan YASLIOĞLU

Bu çalışmada, herhangi bir üretim faaliyetinin çevresel etkilerini belirlemede yaygın olarak kullanılan yaşam döngüsü analizinin süt sığırları yetiştiriciliğinde kullanım olanakları irdelenmiş, bu amaçla kullanılan bilgisayar yazılımları tanıtılmış bu yazılımlardan OpenLCA kullanılarak Bursa bölgesindeki bir süt sığırları işletmesinin çevresel etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Çiftlikte yapılan üretim faaliyetinin CO₂-eşdeğeri salımı (1,07E+00 kg) ve ötrofikasyon potansiyeli yüksek çıkmıştır. Asidifikasyon potansiyeli ise silajlık mısır üretimi ile neredeyse benzer çıkmıştır.

Ozon oluşum etkisi, çiftlikte yapılan üretim faaliyeti ve soya üretim-taşıma faaliyeti ile yakın değerlerde çıkmıştır, değerleri sırasıyla 2,094E-4 kg ve 1,633E-4 kg bulunmuştur. Antimon tüketimi en yüksek silajlık mısır üretiminde gözlenmiş ve insan sağlığına etkinin de en yüksek olduğu faaliyetin silajlık mısır üretimi ve depolama işlemleri olduğu belirlenmiştir. Çevresel etkinin en yüksek olduğu üretim faaliyeti ise tanelik buğday üretimi olmuştur.

Bu çalışma sonucunda Yaşam Döngüsü Analizi'nin gerektiği biçimde yapılabilmesi için gereksinim duyulan verilerin güvenilir ve ulaşılabilir olması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu amaçla gerekli yasal düzenlemelerin yapılarak işletmelerin bu tür verileri düzenli bir biçimde kayıt altına almalarının sağlanması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Süt, süt sığırları, çevre, çevresel etki, yaşam döngüsü

2015, ix + 79 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

A RESEARCH ON USING POSSIBILITIES OF LIFE CYCLE ASSESSMENT IN DAIRY CATTLE FARM AND A CASE FOR BURSA

Celil Serhan TEZCAN

Uludag University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biosystems Engineering

Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Erkan YASLIOĞLU

In this study, a widely used environmental impact analysis tool, Life Cycle Assessment described and possibilities validated on dairy cattle production. LCA softwares introduced, OpenLCA computer software used to assess impacts of a farm located in Bursa region.

Impact of production process on farm CO₂-Eq has been found 1,07E+00 kg and eutrophication level found to be excessive. On acidification potential, corn silage production is almost equal to dairy farm production.

Photochemical oxidation or formed ozone effect is almost same as the dairy production and soy bean production and transport process, values are following 2,094E-4kg and 1,633E-4kg. Highest antimony depletion is seen on corn silage production and also, corn silage production process calculated to be has the biggest human toxicity potential on the analysis. Highest environmental impact caused by grain wheat production.

In conclusion of this study, to get precise results from Life Cycle Assessment and to do processing accurately, data safety, accessibility and continuum is a must. For this purpose, all companies must provide production process data to the public or for government data collection and create sustainable database.

Key Words: Dairy, dairy cattle, life cycle assessment

2015, ix + 79 pages.

TEŞEKKÜR

Yaşam Döngüsü Analizi gibi çok geniş kapsamlı bir konunun varlığından haberdar eden, tez hazırlama sürecinde benim kadar çalışarak, büyük bir sabırla yardımcı olan, tez danışmanım, Biyosistem Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Erkan YASLIOĞLU'na, Temiz Üretimi, Yaşam Döngüsü Analizi'nin amacının ve kullanım alanlarının nasıl şekillendirileceğini öğreten Çevre Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Gökhan Ekrem ÜSTÜN'e, bugüne kadar bilgi ve deneyimiyle maddi ve manevi anlamda bana hep destek olan babam, Zir. Yük. Müh. Ali Fahri TEZCAN, annem, Zir. Yük. Müh. Selver TEZCAN ve ablam, Elif TEZCAN'a, OpenLCA gibi kapsamlı bir program yaparak, özverili çalışmaları ile internette bilgi paylaşımını ücretsiz ve sürdürülebilir kılan binlerce isimsiz kahramana teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI	3
2.1. Tarımsal Üretim ve Çevre	3
2.1.1. Hayvansal Üretim ve Çevre İlişkisi	3
2.1.2. Süt üretimi	10
2.2.1. Yaşam Döngüsü Analizi	14
2.2.1.1. YDA Anahtar Kelimeler ve ISO Standartları	14
2.2.1.2. YDA Hedefi	15
2.2.1.3. YDA Metodolojisi	15
2.2.2. Yaşam Döngüsü Etki Analizi	16
2.3. YDA Uygulama Aşamaları	17
2.3.1. Hedef ve kapsam belirlenmesi	17
2.3.1.1. Fonksiyonel Ünite Tespiti	18
2.3.1.2. Sistem Sınırları Tespiti	18
2.3.2. Envanter Analizi(ISO 14041)	18
2.3.2.1. Veri Toplama Süreci	18
2.3.2.2. Sistemin Sınırlarının ve Tahsislerin Belirlenmesi	19
2.3.2.3. Çevresel Etki Analizi (ISO 14042)	19
2.3.2.4. YDA Hesaplamaları	21
2.3.3. YDA Sonuçlarının Yorumlanması	21
2.4. Büyükbaş Et ve Süt Üretim Çiftliklerinde YDA	22
2.5. YDA İçin Kullanılabilecek Programlar ve Özellikleri	40
2.5.1. Simapro	40
2.5.2. GaBi	41
2.5.3. Enviance	41
2.5.4. Quantis	41
2.5.5. Earthsmart	42
2.5.6. Umberto	42
2.5.7. OpenLCA	42
2.6. Etki Kategorilerinin özellikleri	43
2.7. Süt Üretiminde YDA için Dikkat Edilmesi Gerekenler	46
3. MATERYAL VE YÖNTEM	47
3.1. Materyal	47
3.1.1. Deneme Özellikleri ve Sürü Birleşimi	48
3.1.2. Fonksiyonel Ünite	48

3.2. Yöntem	53
3.2.1. CML2001'in incelediği alanlar ve özellikleri	53
3.2.2. CML Etki Kategorisi Grupları	55
3.2.2.1. Sınıflandırma ve Karakterizasyon	55
3.2.2.1.1. Cansız kaynakların tüketimi	56
3.2.2.1.2. İklim Değişikliği	56
3.2.2.1.3. Stratosferik Ozon Tüketimi	56
3.2.2.1.4. İnsan Sağlığı	56
3.2.2.1.5. Tatlı Su Ekotoksitesitesi	56
3.2.2.1.6. Deniz Ekotoksitesitesi	56
3.2.2.1.7. Karasal Ekotoksitesite	57
3.2.2.1.8. Foto-oksidatiflerin Oluşması	57
3.2.2.1.9. Asidifikasyon	57
3.2.2.1.10. Ötrofikasyon	57
3.2.2.2. Normalizasyon	57
3.2.3. Belirsizlik Hesapları	57
3.2.4. OpenLCA Madde Akışları	58
3.2.5. OpenLCA Tahsis Yöntemleri	58
3.2.5.1. Fiziksel Tahsis	58
3.2.5.2. Ekonomik Tahsis	59
3.2.5.3. Sıralı Tahsis	59
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	60
5. SONUÇ	70
KAYNAKLAR	71
EKLER	77

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar Açıklamalar

GWP	Global Warming Potential - Küresel Isınma Potansiyeli
AP	Acidification Potential - Asidifikasyon Potansiyeli
EP	Eutrophication Potential - Ötrofikasyon Potansiyeli
OLD	Ozone Layer Depletion - Ozon Tabakası Tükenmesi
PS	Photochemical Smog - Fotokimyasal Sis / Yoğunluk
HTP	Human Toxicity Potential - İnsan Sağlığına Etkili Zehirli Maddeler
ADP	Abiotic Depletion Potential - Abiyotik Tükenme Potansiyeli
LC	Land Competition/Use - Arazi Açılması Rekabeti / Kullanımı
EC	Energy Consumption - Enerji Tüketimi
WC	Water Consumption - Su Tüketimi
CED	Cumulative non-renewable fossil and nuclear energy demand - yenilenebilir olmayan fosil yakıt ve nükleer enerji ihtiyacı
TEP	Terrestrial Ecotoxicity - Karasal Ekozehirlilik
FD	Freshwater Depletion – Tatlı Su Tüketimi / Kaynak Yok Olması
FEP	Fresh Water Aquatic Ecotoxicity - Tatlı Su ekozehirliliği
MEP	Marine Aquatic Ecotoxicity - Deniz ekozehirliliği
LU	Live Unit - Canlı Birim
CO ₂ -Eq	Carbondioxide Equivalent - CO ₂ -Eş Karbondioksit Eşdeğeri
FPCM	Fat and Protein Corrected Milk - Yağ ve Proteini Düzenlenmiş Süt
ECM	Energy Corrected Milk - Enerjisi Düzenlenmiş Süt
CFC11	Trichlorofluoromethane - Tri Klor Flor Metan
GLO	Global - Küresel
OCE	Oceanic - Okyanus Ülkeleri
RER	Europe - Avrupa Ülkeleri
CO ₂	Carbondioxide - Karbon Di Oksit
CH ₄	Methane - Metan
N ₂ O	Nitrous Oxide - Di Azot Monoksit
HFC	Hydrofluorocarbon - Hidroflorokarbon
NH ₃	Ammonia - Amonyak
PFC	Perfluorocarbon - Perflorokarbon
SF ₆	Sulphur Hexafluoride - Kükürt Hekza Florit
Nox	Nitrogen Oxides - Azot Oksitler (Genel Grup, NO ₂ , NO ₃ gibi)
CO	Karbon Monoksit
NMVOOC	Non-Methane Volatile Organic Compounds- Metan Dışı Uçucu Organik Bileşikler
SO ₂	Sulphure Dioxide - Kükürt Di Oksit
DCB	Dichlorobenzene - Di Klor Benzen
FAETP	Freshwater Aquatic Ecotoxicity Potential - Tatlı su ekotoksisite potansiyeli
FSETP	Freshwater Sediment Ecotoxicity Potential - Tatlı su ekotoksisite potansiyeli

MAETP	Marine Aquatic Ecotoxicity Potential - Deniz ekotoksisite potansiyeli
POCP	Photochemical Ozone Creation Potential - Fotokimyasal Ozon Oluşturma Potansiyeli
TEPT	Terrestrial Ecotoxicity Potential - Karasal Ekotoksisite Potansiyeli
EBIR	Equal Benefit Incremental Reactivity - Eşit Düzeyli Artış Tepkimesi
MIR	Maximum Incremental Reactivity - Maksimum Artış Tepkimesi
MOIR	Maximum Ozone Incremental Reactivity - Maksimum Ozon Artış Tepkimesi
DALYS	Disability Adjusted Life Year - İyonize Radyasyon Birimi
LC ₅₀	Lethal Concentration - Ölümcül Doz %50



ŞEKİLLER

	Sayfa
Şekil 2.1. YDA ve Sürdürülebilir Gıda Üretimi (Anonim 2005)	10
Şekil 2.2. Yıllara Göre Türkiye İnek Sütü Üretim Miktarı (Ton)	13
Şekil 2.3. YDA Metodolojisi (Nicol, 2005)	15
Şekil 3.1. OpenLCA sitesi	48
Şekil 3.2. OpenLCA 1.4.1. Açılış Görüntüsü	48
Şekil 3.3. openLCANexus YDA Veri Setleri arama sayfası görüntüsü	50
Şekil 3.4. openLCANexus arama sayfası milk (süt) arama sonuçları sayısı	50
Şekil 3.5. Ücretli Veri Setleri Sayfası	51
Şekil 3.6. OpenLCA İşlem Başlangıç Ekran Görüntüsü	51
Şekil 4.1. Karasal Ekotoksosite	63
Şekil 4.2. İyonize Radyasyon	63
Şekil 4.3. Arazi Kullanım Oranları	64
Şekil 4.4. Kötü Koku Oluşumu	64
Şekil 4.5. Deniz Ekotoksitesitesi	65
Şekil 4.6. Deniz Çökelti Ekotoksitesitesi	65
Şekil 4.7. Fotokimyasal Oksidasyon	65
Şekil 4.8. Element Kullanımı	66
Şekil 4.9. Stratosferik Ozon Tüketimi	66
Şekil 4.10. İnsan Sağlığına Etki	67
Şekil 4.11. Tatlı Su Çökelti Ekotoksitesitesi	67
Şekil 4.12. Tatlı Su Ekotoksitesitesi	67
Şekil 4.13. Ötrofikasyon Potansiyeli	68
Şekil 4.14. İklim Değişimi, CO ₂ Salımı	68
Şekil 4.15. Asidifikasyon Potansiyeli, SO ₂	68

ÇİZELGELER

	Sayfa
Çizelge 2.1. Sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları (CO ₂ Eş), (Milyon ton)	5
Çizelge 2.2.Yıllara göre sera gazı emisyonları (CO ₂ Eş), (Milyon ton)	6
Çizelge 2.3. Sektörlere göre CO ₂ emisyonları (CO ₂ Eş), (Bin ton)	7
Çizelge 2.4. Sektörlere göre CH ₄ emisyonları (CO ₂ Eş), 1990 - 2013 (Bin ton)	8
Çizelge 2.5. Sektörlere göre N ₂ O emisyonları (CO ₂ Eş), (Bin ton)	9
Çizelge 2.6.Türkiye İnek Sütü Üretim Miktarı (Ton)	12
Çizelge 2.7. Bursa İli Yıllık Hayvan Sayısı ve Süt Verimi	13
Çizelge 2.8. İsviçre, Fransa, Almanya ve İtalya Süt Üretiminin Çevresel Etkileri (Alig ve ark. 2014)	27
Çizelge 2.9. Kuzey ve Güney Almanya'daki işletmelerin verileri (Fels 2014)	28
Çizelge 2.10. Kuzey ve Güney Almanya'daki işletmelerin YDEA Sonuçları	29
Çizelge 2.11.Kuzey İtalya'daki işletmelerin ortalama verileri (Bava ve ark. 2012)	30
Çizelge 2.12. Simapro programı için varsayımsal analiz girdileri (Chen ve ark. 2013)	31
Çizelge 2.13. Kuzey İtalya'da bulunan işletmelerin verilerinin kıyaslanmaları ve farklılıkları (Guerci ve ark. 2012)	32
Çizelge 2.14. İşletmelerin ortalama çevreye olan etkileri (Guerci ve ark. 2012)	33
Çizelge 2.15. Farklı ürünlerin YDEA sonuçları (Djekic ve ark. (2013)	35
Çizelge 2.16. Çiftlik başına ürünlerin çevreye olan etkilerinin oranları (Djekic ve ark. (2013)	36
Çizelge 2.17. Çiftlik giderlerinin çevreye olan etkileri (Thomassen ve ark. 2009)	38
Çizelge 2.18. Farklı YDEA Hesaplama yöntemlerinin inceledikleri etki başlıkları	45
Çizelge 3.1. Bursa bölgesindeki işletmedeki girdiler	48
Çizelge 3.2. CML Temel Etki Kategorisi Grupları	54
Çizelge 3.3. CML Temel Olmayan Etki Kategorisi Grupları	54
Çizelge 4.1. Yaşam Döngüsü Etki Analizi Sonuçları	60
Çizelge 4.2. İsviçre, Fransa, Almanya, İtalya ve Bursa Analiz Kıyaslaması	62

1.GİRİŞ

Gelişmiş ülkelerin tarımsal faaliyetleri içerisinde hayvansal üretimin ayrı bir yeri ve önemi vardır. Hayvansal gıdalar, özellikle çocukların bedensel ve zihinsel açıdan daha sağlıklı gelişmeleri için gerekli olup, sağlıklı ve dengeli beslenmemiz yanında kırsal alanda ve hayvancılıkla ilgili sektörlerde (yem, süt, mezbaha, deri sanayi vs.) istihdama önemli katkı sağlamaktadır. Hayvansal gıdalardan özellikle süt ve süt ürünleri beslenmemizde ayrı bir yere ve öneme sahiptir. Doğduktan sonra tek ve en önemli besin kaynağımız olan süt, daha sonraki yaşamımızda da sağlıklı beslenmemiz açısından vazgeçilmez bir besindir. Bu nedenle, gelişmiş ülkelerde çok değerli bir besin kaynağı olan süt ve süt ürünleri üretimi ve tüketimi oldukça yüksektir. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de sütün büyük bölümü süt ineklerinden elde edilmektedir. Ülkemizde süt hayvanları süt üretimi yanında, erkek hayvan nedeniyle kırmızı et üretimimizin de asıl kaynağını oluşturmaktadır. Bu nedenle, süt hayvancılığımız hem süt hem de et üretimimiz açısından önem taşımaktadır (Ak 2013). Birbirlerine ayrılmaz bir şekilde bağlı ve biri diğerine sürekli etki eden, toprak, hava, su, yaşadığımız çevreyi meydana getirir. Çevrenin bir parçasının herhangi bir sebeple bozulması diğer parçalarını da aynı şekilde etkiler (Karpuzcu 2012). Çevresel kirlenmenin yüz yıl öncesinden farkına varıldığı ve çözümü için tanımlanmaya çalışıldığı bilinmektedir. Çevre kirliliğinin farklı yönlerden tanımlanması mümkündür. Her bir özel durum için ayrı bir tanımın yapılması gerekli ve önemli olabilmektedir. Çeşitli bilim ve meslek dalları çevre kirliliği ile doğrudan ilgilidir. Bunun için farklı meslek grupları kendi gereksinimlerine cevap verecek tarzda çevre kirliliğinin tanımını yapmışlardır. Ekolojistler, geniş bir görüş açısıyla, sistemin dengesini bozan her şeye kirliletiçi gözü ile bakmışlardır. Mühendisler ise ekolojistlerin tersine, herhangi bir ortama verilen maddenin ortama girer girmez kötü bir etki meydana getirmesi halinde kirlenmenin olduğunu kabul etmektedirler (Karpuzcu 2012).

Yaşam Döngüsü Analizi, bir ürün ya da hizmet üretiminde kullanılan ham maddelerin elde edilmesinden başlayarak, ilgili tüm üretim, sevkiyat, tüketici tarafından kullanım ve kullanım sonrası atık olarak bertarafını da kapsayan yaşam döngüsünün farklı aşamalarındaki çevresel etkilerini belirlemek, raporlamak ve yönetmek için kullanılan bir yöntemdir.

Artan çevre duyarlılığına paralel olarak teknoloji ve yaşam düzeylerindeki gelişmeler sonucunda her tür projenin topluma maliyeti, performansı gibi geleneksel parametrelerin yanı sıra doğal kaynakların kullanımı ve küresel çevre sorunlarına yol açma olasılığı gibi bileşenlerde karar verme süreçlerinde gittikçe daha sık göz önünde bulundurulmuş faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Yaşam Döngüsü Analizi, 90'lı yılların başından beri oldukça zor karar verme süreçlerinde gittikçe daha sık başvurulan, teknolojik gelişme sayesinde kapsamı artan ve günümüzde nerdeyse tüm üretim faaliyetlerinde kullanılan bir yöntemdir (Demirer 2011).

Bu çalışmada Yaşam Döngüsü Analizi'nin süt üretimindeki etkileri saptanmaya çalışılmış ve OpenLCA programı kullanılarak bir model ile 1 kg sütün çevreye olan etkisinin neler olduğu ortaya konulmak istenmiştir.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

2.1. Tarımsal Üretim ve Çevre

2012 yılında toplam nüfusun %22,7'si büyük şehirlerden uzak yaşayan ülkemizde yeni büyükşehir yasaları ile beraber bu oran 2014 yılı itibariyle %8,2'ye düşmüştür (Anonim 2015a).Türkiye, son 30 yılda gelişmekte olan teknoloji sayesinde sanayileşmiş olsa da, bütün şehir yasasıyla kırsal nüfusu % 8'lere inse de tarım ülkesi olma statüsünü korumaktadır. Gelişmiş ülkelerde tarımsal üretim ülke gelirinde büyük bir paya sahiptir. Gıda maddesi üretimi bakımından uygulanan bazı yanlış tarım politikaları, artan akaryakıt fiyatları ve giderek yükselen üretim maliyetlerinden dolayı bazı yem bitkileri yurtdışından getirilmiş olsa da, elimizdeki kaynaklarla yem bitkileri üretimi, besi sığırı yetiştiriciliği ve yem sanayinde önemli gelişmeler görülmüştür (Tuncel ve ark. 1997).

Çevre kirlilik artışının sadece gelişen teknoloji ile meydana gelmediği, bu sürecin daha önceden de olduğu bilinmektedir. Tarımsal üretimden kaynaklanan çevre kirliliği, doğal yapının bozulması ve tarımsal arazilere dönüşmesi ile başlamış, ekinlerde kalite ve verimi arttırmak için yapılan bir girişimin ürünü olarak ortaya çıkmıştır. Yoğun tarım uygulamaları yöntemlerinde, yüksek miktarda su, gübre ve ilacın kullanılması, doğal olarak çevreye zarar vermeye başlamıştır (Şayan ve Polat 2001, Moroğlu ve Yazgan 2006). Sürdürülebilir bir üretim zincirinin oluşturulması çalışmalarına uzun zaman önce başlanmasına rağmen, bunlara dair değişim sadece son yıllarda gözlenmeye başlanmış, fakat yine de çevre kirliliğinin henüz önüne geçilememiştir (Anonim 2015b, Moroğlu ve Yazgan 2006).

2.1.1. Hayvansal Üretim ve Çevre İlişkisi

Yeşil Devrim ile 1960'lı yıllarda %100'e varan üretim artışları sonucu, büyük hayvan çiftlikleri kurulmuş, eskiden sayıları 100-500 arası değişen büyük baş hayvan işletmeleri sayıları günümüzde 1.000-5.000 gibi yoğunluğu 10 kat artış gösterir hale gelmiştir (Anonim2015c). Gerek yem bitkisi üretim maliyetinin ucuzlaması, gerekse antibiyotikler ve çeşitli hormon takviyeleri ile hayvanın gelişiminin kolaylaştırılması, büyük çapta faaliyet gösteren bu tür işletmelere yatırım yapmayı karlı hale getirmiştir (Anonim 2011). Bu tür yoğun hayvansal üretim çiftliklerinde yetiştirilen bitkiler için

kullanılan ilaç ve gübreler, taban sularına karışarak, insanların sağlığını ve ekosistemin dengesini bozmuştur (Ak 2002, Ak ve Atay 2008).

Endüstrileşme sürecini tamamlamış ülkelerde sadece üretim faaliyetinde faydalı olan bitki ve hayvan türlerinin yetiştirilmesine ağırlık verilmesi, bölgede biyolojik çeşitliliğin azalması ile sonuçlanmıştır. Hayvansal üretim, mekanizasyonun gelişmesi ile beraber daha kolaylaşmış, büyük çiftlikler artmış, küçük işletmeler azalmıştır. Tüm sistemlerin otomasyon sistemine bağlandığı işletmeler günümüzde sayıca artmış ve bunların sonucu olarak hayvan gübreleri ile mücadele konusu gündeme gelmiştir.

Hayvan gübreleri, yemden ürüne doğru bir çevrimin bir sonucu olup, doğada çözünebilir ve tekrar bitkisel üretimde kullanılabilir bir özellik taşımaktadır (Anonim 2000a). Gübre içerisinde bulunan organik ve inorganik maddeler, doğadaki bakteriler tarafından kolayca toprağa bağlanıp, bitkinin yapısına geçebildiği gibi, aşırı miktarda toprağa atılması, yağış ve sulama suları ile yakınlardaki akarsular veya taban suları ile göllere taşınmakta, buralarda ötrofikasyonu arttırmaktadır (Karpuzcu 2012). Azot (N) ve fosfor (P) hayvansal üretim çıktısı olarak çevreye en çok salınan elementlerdir. Dışkılarla atılan bu elementler bakteriler sayesinde nitrat, diazot monoksit (N₂O), azot monoksit (NO) ve azot dioksit (NO₂) gibi değişik bileşikler haline dönüşebilmektedir (Tamminga ve Verstegen 1996).

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne (BMİDÇS) 2004 yılında üye olan Türkiye, sözleşme gereği, her yıl 15 Nisan'a kadar olan Sera gazı Emisyonları Tablolarını, Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli Rehberine göre hesaplamak ve BMİDÇS, Sekretaryasına bildirmekle yükümlüdür (Anonim 2015b). Bu kapsamda, İklim Değişikliği ve Hava Yönetimi Koordinasyon Kurulu bünyesinde oluşturulan "Sera Gazı Emisyon Envanteri Çalışma Grubu" tarafından TÜİK koordinasyonunda paydaş kurumlarla birlikte hazırlanan, Ulusal Sera Gazı Envanterinde, 1990 yılından itibaren, CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆ ve öncül sera gazları NO_x, CO, NMVOC ve SO₂ emisyonları bildirilmektedir. Toplam seragazı emisyonu 2013 yılında 459,1 Mt CO₂ eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Envanter sonuçlarına göre en büyük payın %67,8 ile enerji kaynaklı emisyonlara ait olduğu, bunu %15,7 ile endüstriyel işlemler, %10,8 ile tarımsal faaliyetler ve %5,7 ile atıkların izlediği belirlenmiştir. Çizelge 2.1, 2.2, 2.3, 2.4

ve 2.5 de görüleceği üzere, tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan seragazları çıkışı son yıllarda önemli derecede artış göstermiştir (Anonim 2015c).

Çizelge 2.1. Sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları (CO₂Eş) (Milyon ton)

Yıl	Enerji	Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı	Tarımsal faaliyetler	Atık	Toplam	1990 yılına göre değişim (%)
1990	131,6	31,1	41,6	13,9	218,2	-
1991	135,6	32,5	42,3	14,5	224,9	3,1
1992	141,3	31,9	42,5	15,1	230,8	5,8
1993	149,1	32,3	43,4	15,7	240,5	10,2
1994	145,6	32	40,7	16,3	234,6	7,5
1995	158,8	33,7	40,2	16,9	249,5	14,4
1996	173,9	35,4	41,2	17,5	268	22,9
1997	187	37,3	39,5	18,3	282,1	29,3
1998	186,6	37,1	41,3	18,9	283,8	30,1
1999	186,3	35,8	41,7	19,8	283,7	30
2000	213,8	36,2	40,1	20,7	310,8	42,5
2001	197,2	36,6	37,4	21,5	292,7	34,1
2002	205,2	37,8	36,2	22,2	301,3	38,1
2003	218,2	41	37,6	22,8	319,7	46,5
2004	228,5	43,4	37,5	23,7	333,1	52,7
2005	251,8	46,9	38,5	24,6	361,7	65,8
2006	275,1	48,4	39,5	25,6	388,6	78,1
2007	306,4	50,2	39	26,2	421,8	93,4
2008	294,2	52,6	36,9	26,6	410,4	88,1
2009	280,5	54,9	38,5	26,9	400,7	83,7
2010	284,8	60	39,8	27,2	411,7	88,7
2011	297,6	65,6	41,6	27,7	432,5	98,2
2012	320,8	69,6	46,3	27,6	464,2	112,8
2013	311,2	72	49,8	26	459,1	110,4

(Anonim 2015c)

Çizelge 2.2. Yıllara göre sera gazı emisyonları (CO₂Eş) (Milyon ton)

Yıl	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	F Gazları*	Toplam
1990	153,8	46,8	17	0,6	218,2
1991	159,4	48,1	16,6	0,7	224,9
1992	164,5	48,3	17,3	0,7	230,8
1993	172,9	48,5	18,4	0,7	240,5
1994	169,7	48,5	15,8	0,6	234,6
1995	184,3	48,5	16,2	0,5	249,5
1996	200,9	49,1	17,2	0,9	268
1997	215,1	48,5	17,4	1,1	282,1
1998	214,6	48,8	19,3	1,1	283,8
1999	212,4	50,8	19,5	1	283,7
2000	239,0	51,0	19,0	1,7	310,8
2001	223,6	50,6	16,7	1,8	292,7
2002	232,2	48,9	17,6	2,5	301,3
2003	248,1	50,3	18,3	3	319,7
2004	260,1	50,2	19,2	3,6	333,1
2005	285,9	52,2	19,7	3,9	361,7
2006	309,8	54,2	20,3	4,3	388,6
2007	340,6	57,0	19,7	4,5	421,8
2008	330,1	58,3	17,9	4	410,4
2009	318,5	58,3	19,7	4,2	400,7
2010	326,1	60,4	19,5	5,7	411,7
2011	343,7	63,2	19,5	6,1	432,5
2012	368,3	67,6	21	7,2	464,2
2013	363,4	65,8	23,2	6,7	459,1

(Anonim 2015c)

*F Gazları; doğal olmayan sera gazı etkisi yaratan gazlar

Çizelge 2.3. Sektörlere göre CO₂ emisyonları (CO₂Eş), (Bin ton)

Sera gazı kaynakları / yıllar	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Toplam	153 826,9	184 296,7	239 028,4	285 926,9	326 105,1	343 708,4	368 338,8	363 396,3
Enerji	123 664,6	151 450,9	204 584,2	243 226,9	272 187,4	285 001,4	307 496,6	298 698,7
Yakıt yanması	123 444,7	151 242,1	204 416,5	243 085,4	272 031,3	284 851,0	307 353,0	298 553,3
Çevrim ve enerji sektörü	33 820,1	46 293,9	67 961,3	81 458,4	102 302,7	109 894,3	120 299,0	113 561,1
Sanayi sektörü	33 696,8	38 367,6	66 375,9	81 293,1	60 580,0	57 336,6	64 966,6	62 014,1
Ulaştırma	26 138,1	32 977,7	35 188,6	40 591,2	44 480,9	47 211,2	61 425,1	67 638,6
Diğer sektörler	29 789,6	33 602,8	34 890,6	39 742,6	64 667,7	70 408,9	60 662,2	55 339,4
Kaçak emisyonlar	219,8	208,7	167,6	141,4	155,9	150,3	143,5	145,3
Karbondiyoksit taşıma ve depolama	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı	29 699,6	32 417,1	33 824,5	42 082,9	53 269,9	58 146,8	60 200,2	63 888,9
Mineral ürünleri	14 795,6	18 868,9	19 570,2	25 157,1	33 794,7	36 997,3	38 683,0	41 323,2
Kimya sanayi	1 226,1	1 267,5	1 029,3	1 492,2	1 182,4	1 764,0	1 961,3	1 578,9
Metal üretimi	13 501,1	12 080,2	12 952,6	15 029,9	17 870,1	18 546,9	18 964,2	20 458,4
Enerji dışı yakıt ve solvent kullanımı	176,8	200,5	272,4	403,8	422,6	838,6	591,8	528,4
Tarım	459,9	425,9	617,5	613,2	645	557,5	639,8	807,3
Üre uygulaması	459,9	425,9	617,5	613,2	645	557,5	639,8	807,3
Atık	2,8	2,7	2,3	3,9	2,9	2,6	2,2	1,4
Atıkların açıkta yakılması	2,8	2,7	2,3	3,9	2,9	2,6	2,2	1,4

(Anonim 2015c)

Çizelge 2.4. Sektörlere göre CH₄ emisyonları (CO₂Eş), 1990 - 2013 (Bin ton)

Sera gazı kaynakları	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Toplam	1 870,6	1 939,0	2 040,9	2 088,7	2 417,6	2 527,5	2 704,3	2 632,4
Enerji	263,5	233,5	304	280,2	438,7	441,5	459	424,3
Yakıt yanması	139,3	133,7	122,1	113,9	176,4	150,4	151,3	149,7
Çevrim ve enerji sektörü	0,5	0,7	1	1,1	1,5	1,4	1,7	1,6
Sanayi sektörü	2,2	2,1	4,2	4,3	3,1	3,1	3,1	3,5
Ulaştırma	3,5	4,8	8,3	8,2	11,6	11,8	13,1	13,6
Diğer sektörler	133,1	126,2	108,6	100,3	160,2	134,1	133,5	131
Kaçak emisyonlar	124,2	99,8	181,9	166,2	262,3	291,1	307,6	274,6
Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı	3,2	3,4	3,6	5,2	5	12,9	46,1	18,6
Kimya sanayi	1,1	1,4	1,4	1,1	1,7	1,5	1,5	1,4
Metal üretimi	2	2,1	2,2	4,1	3,3	11,4	44,6	17,2
Tarım	1 101,2	1 086,3	970	887,6	958,1	1 038,2	1 170,1	1 222,5
Enterikfermentasyon	995,5	974,6	865,9	796,4	846,4	926	1 042,1	1 087,8
Gübre yönetimi	92,1	98,9	89,6	74	94,8	94,5	109,6	115,8
Pirinç ekimi	3,7	3,4	4	5,9	6,8	6,9	8,3	7,6
Tarımsal artıkların açıkta yakılması	10	9,3	10,5	11,3	10,1	10,8	10,2	11,2
Atık	502,7	615,7	763,3	915,7	1 015,8	1 034,9	1 029,1	967,1
Atık depolama sahaları	387,7	490,8	638,7	791,1	896,5	916	910,8	861,2
Kompostlama	0,8	0,6	1	1,4	0,8	1,2	0,6	0,6
Atıkların açıkta yakılması	2,7	2,6	2,2	1,2	0,9	0,8	0,7	0,4
Atık su arıtımı ve deşarjı	111,6	121,7	121,4	122	117,7	116,9	117	104,9

(Anonim 2015c)

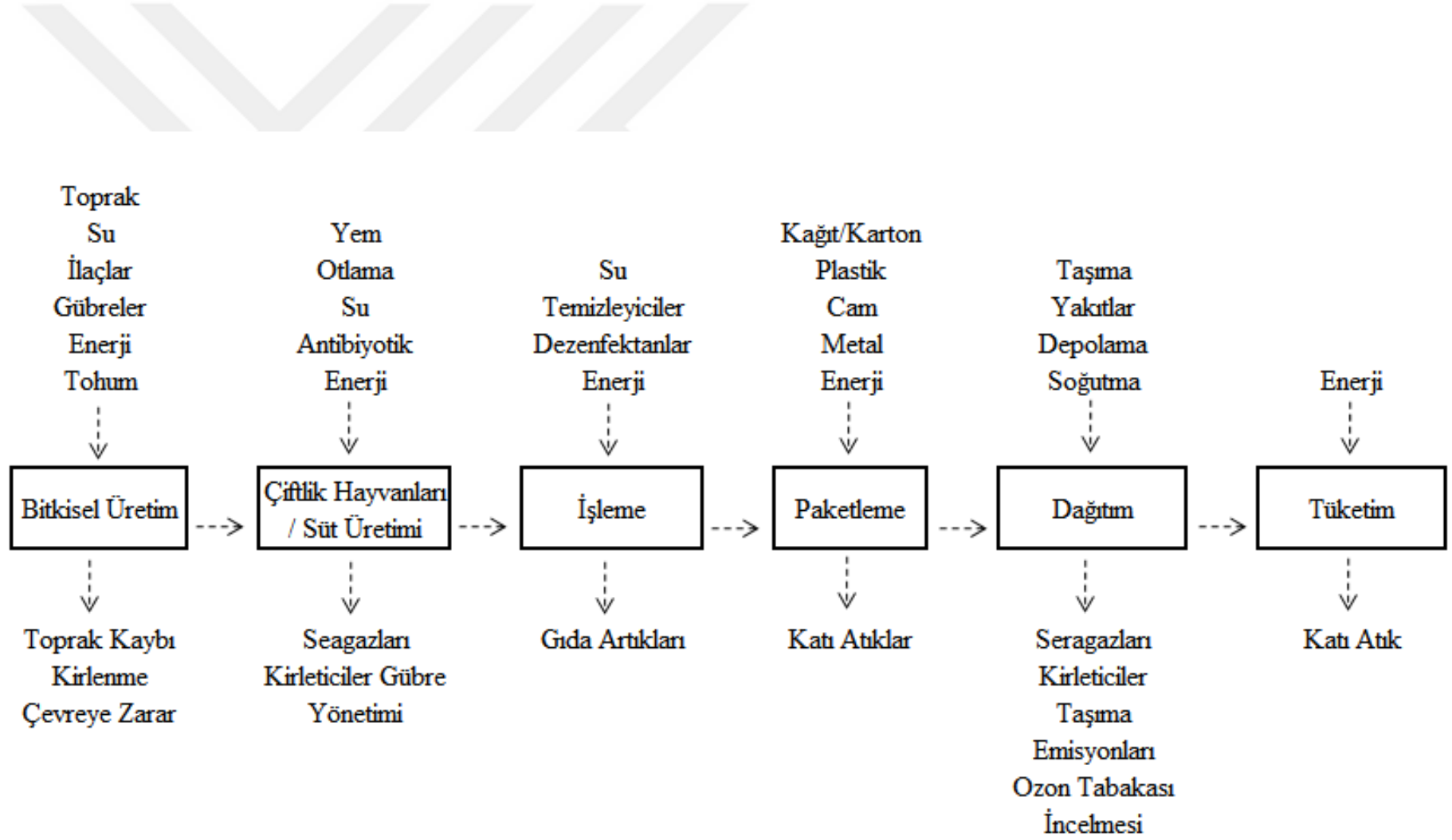
Çizelge 2.5. Sektörlere göre N₂O emisyonları (CO₂Eş), (Bin ton)

Sera gazı kaynakları	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Toplam	56,9	54,5	63,8	66	65,4	65,3	70,6	77,9
Enerji	4,4	5,1	5,3	5,4	5,5	5,3	6	6,5
Yakıt yanması	4,4	5,1	5,3	5,4	5,5	5,3	6	6,5
Çevrim ve enerji sektörü	0,4	0,5	0,7	0,7	0,9	0,9	1,1	1
Sanayi sektörü	0,5	0,5	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8
Ulaştırma	2,1	2,7	2,5	2,6	2,4	2,5	3,2	3,6
Diğer sektörler	1,5	1,5	1,3	1,2	1,4	1,2	1	1,2
Kaçak emisyonlar	0	0	0	0	0	0	0	0
Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı	2,3	2,3	2	2,4	2,9	3,3	3,3	3,4
Kimya sanayi	2,3	2,3	2	2,4	2,9	3,3	3,3	3,4
Tarım	45,7	42,2	51,1	52,5	51	50,6	55,2	61,9
Gübre yönetimi	6,7	7,1	7,5	8,6	8,4	9	10	10,5
Tarımsal topraklar	38,7	34,9	43,3	43,7	42,3	41,3	44,9	51,1
Tarımsal artıkların açıkta yakılması	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Atık	4,5	4,9	5,3	5,6	6	6,1	6,1	6,2
Kompostlama	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0
Atıkların açıkta yakılması	0	0	0	0	0	0	0	0
Atıksu arıtımı ve deşarjı	4,4	4,8	5,2	5,5	5,9	6	6,1	6,1

(Anonim 2015c)

2.1.2. Süt üretimi

Toprak hazırlığı, ekim, sulama, gübreleme, ilaçlama ve hasat sürecinden geçen yem bitkileri, ağırlık ve cinsine göre vitamin ve diğer besleyicilerle karıştırılarak süt sığırlarına rasyon halinde sunulur. Yem bitkileri genel olarak, buğdaygil ve baklagillerden oluşur. Buğdaygiller içinde buğday, arpa, yulaf vb. saçak köklü bitkiler vardır. Baklagiller içerisinde, yonca korunga gibi kazık köklü bitkiler bulunmaktadır. Ucuz bir üretim süreci sağlayan yem bitkileri, çok fazla gübre istemediklerinden ve içlerinde yabancı ot barındırmadıklarından, çevreye duyarlı bir yetiştiricilik yapmada önemli bir basamaktır (Ak 2013). Fakat yem bitkileri sadece iyi bir süt verimi için yeterli değildir. Silajlık mısır, şeker pancarı gibi enerji yemleri, protein kaynakları, yem katkı maddeleri de gereklidir. Süt verim dönemlerine göre, beslenme ihtiyacı değişen süt sığırlarında, dört dönem vardır. Bu dönemlerde, hayvanlara farklı enerji düzeylerindeki yemler yedirilmektedir (Anonim 2015d, Anonim 2015e). Örneğin, erken laktasyon döneminde, hayvanlar yüksek bir verim gösterdiklerinden bu dönemde tüketilen kaba yem miktarının hayvan ağırlığının %1.5'u kadar olması gerekir. Orta laktasyon döneminde ise, süt verimi azalacağından, hayvanlara yoğun yem takviyesi yapılarak, hayvanın kilo artışı dengelenmiş olunur. Geç laktasyon döneminde, yoğun yem azaltılır, kaba yemle beslenmelerine devam edilir. Kuru dönemde ise düşük protein ve enerjili yem yedirilerek bir sonraki buzağılama dönemine kadar hayvanın kondisyonunu koruması sağlanır. Bu tür beslenme süreçlerinden geçen, orta yapılı, 550 kg ağırlığında bir inek, günde ortalama 25 kg süt vermektedir. Gündeki sağım sayısı işletmeye göre değişen süt üretimi, günümüzde makine ile yapılmakta, sağım süresi hayvan başına 10 dakikayı geçmemektedir (Görgülü 2012). Süt üretimi Şekil 2.1 de görüleceği gibi her basamağında enerji girdisi barındıran, oldukça uzun bir üretim sürecidir. Süt üretiminin ülkemizdeki aylara göre son 5 yıllık üretim miktarları Çizelge 2.7 ve Şekil 2.2 deki gibidir. Görüleceği gibi her yıl artan üretim miktarı, sütün çevreye olan etkisinin hesaplanması gereğini ortaya çıkarmıştır.

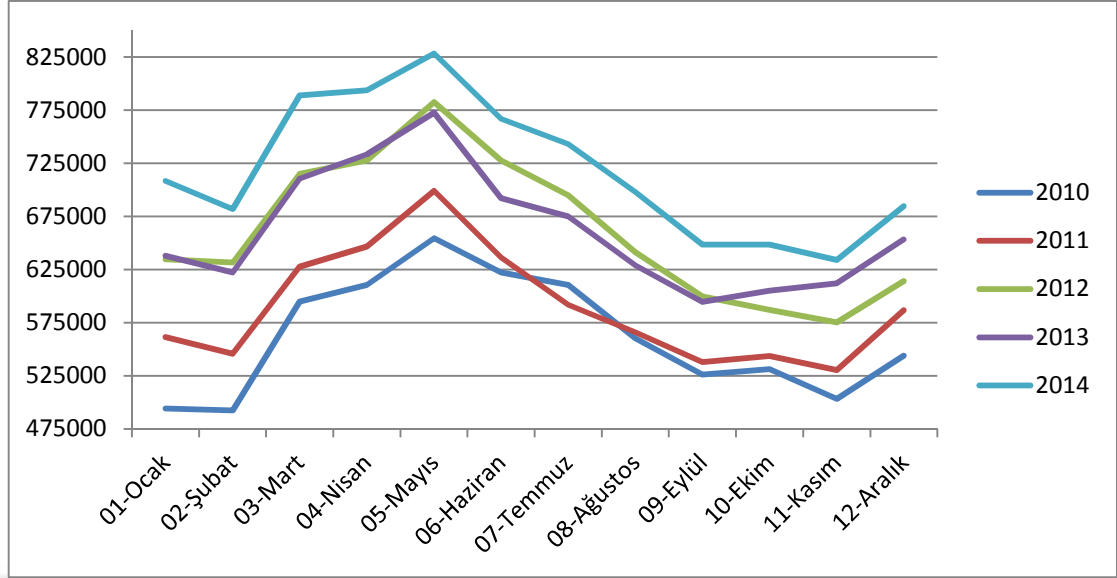


Şekil 2.1. YDA ve Sürdürülebilir Gıda Üretimi (Anonim 2010a)

Çizelge 2.6. Türkiye İnek Sütü Üretim Miktarı (Ton)

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
2010	494351	492360	594800	610599	654696	622359	610645	560309	526132	531445	503311	544004	6745011
2011	561528	545628	627661	646642	699108	636494	591864	566044	537872	543655	530376	586867	7073739
2012	634578	631521	715190	727769	782621	727805	695079	641380	599773	587149	575344	614276	7932485
2013	637956	622381	710712	733380	772785	692084	675158	628996	594456	605194	611918	653490	7938510
2014	708555	681866	788988	793740	828420	766885	743245	697925	648631	648660	634067	684760	8625742

(Anonim 2015c)



Şekil 2.2. Yıllara Göre Türkiye İnek Sütü Üretim Miktarı (Ton) (Anonim 2015c)

Bursa ilinde de yıllar itibariyle ülkedekine benzer bir değişim gözlenmiştir (Çizelge 2.7.).

Çizelge 2.7. Bursa İli Yıllık Hayvan Sayısı ve Süt Verimi

Yıl	Hayvan Adı	Yetişkin	Toplam	Sağılan (baş)	Süt (Ton)
2010	Sığır (Kültür)	73.857	96.483	37.427	145.067
	Sığır (Melez)	39.581	54.132	18.283	49.859
	Sığır (Yerli)	6.626	8.648	3.072	3.708
2011	Sığır (Kültür)	78.222	109.113	41.317	160.145
	Sığır (Melez)	38.761	53.561	17.788	48.507
	Sığır (Yerli)	7.138	9.425	3.438	4.150
2012	Sığır (Kültür)	93.419	130.792	48.022	186.133
	Sığır (Melez)	34.854	48.307	16.263	44.350
	Sığır (Yerli)	6.973	9.574	3.274	3.952
2013	Sığır (Kültür)	99.866	138.994	51.813	200.827
	Sığır (Melez)	36.664	50.450	17.195	46.890
	Sığır (Yerli)	6.767	9.385	3.211	3.876
2014	Sığır (Kültür)	103.562	141.773	54.555	211.454
	Sığır (Melez)	30.179	41.766	13.624	37.153
	Sığır (Yerli)	6.161	8.416	2.789	3.366

(Anonim 2015f)

Tablolardan da görüleceği üzere, son 5 yılda gerek hayvan sayıları gerekse üretilen süt miktarında artış söz konusudur. Bu nedenle, Bursa bölgesindeki süt sığırı işletmelerinin çevresel etkilerinde de bir artış olup olmadığının belirlenmesinde yarar vardır.

2.2.1.Yaşam Döngüsü Analizi

Yaşam Döngüsü Analizi, bir ürün yada hizmet üretiminde kullanılan ham maddelerin elde edilmesinden, ilgili tüm üretim, taşıma, şekil değiştirme, işleme, kullanım ve kullanım sonrası atık olarak bertarafı da kapsayan süreçte, çevreye olan etkilerin hesaplanması için oluşturulmuş, çok fazla sayıdaki değişkenin birbiri ile olan etkisini detaylı olarak incelemek üzere ortaya çıkmış bir hesaplama yöntemidir (Demirer 2011).

2.2.1.1. YDA anahtar kelimeler ve ISO Standartları

- Fonksiyonel Birim: Etkisi hesaplanmak istenen ürünün miktar, ağırlık ve kalitesidir, örneğin 1kg süt.
- Sistem Sınırları: Yaşam döngüsü analizi sınırları içerisinde kalan işlemlerdir.
- İşlem: Ürün döngüsünün kısa bir bölümüdür, gübre üretimi, süt kutusu üretimi.
- Girdi: İşlemlerde kullanılan parçalardır, örneğin elektrik, soya gibi.
- Çıktı: İşlem sonucu elde edilenlerdir, örneğin, süt ve et gibi.
- Emisyonlar: İşlemlerden çıkan çevre etkileridir. Bu etkiler atıklar, besleyiciler, gazlar olup, bunlar suya, toprağa veya havaya bırakılmış olabilir.
- Çevresel Etki Kategorileri: Değişen çevresel kategorilerdir, örneğin, küresel ısınma, besin maddesi artışı gibi.
- Sınıflandırma: Etki kategorisinin girdilerinin ayrılmasıdır.
- Karakterizasyon: Aynı üniteye bağlı etki kategorilerinin hesaplanmasıdır.
- Eşdeğer birim: Örneğin, küresel ısınma için 1g N₂O'nun değeri ile 310g CO₂aynıdır, ve karşılıklı olarak değişebilirler (Eastlake 2015).
- Çevresel etki: Örneğin, küresel ısınma, asidifikasyon.

Yaşam döngüsü analizi yaparken, ISO standartlarını takip etmek gerekir (Anonim 2010b). Bunlar;

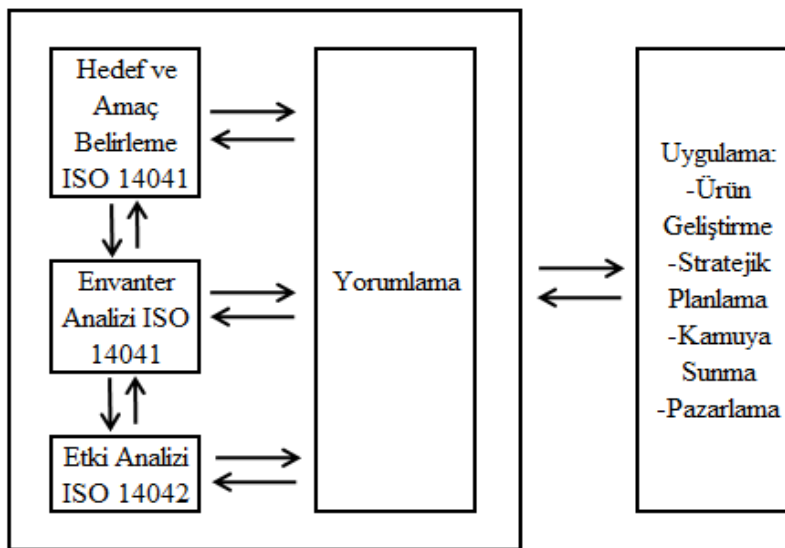
- ISO 14040: Temeller ve sistem.
- ISO 14041: Hedef, kapsam ve envanter analizi.
- ISO 14042: Etki analizi.
- ISO 14043: Yaşam döngüsü yorumlaması.
- ISO14047-14049: Etki değerlendirmesi envanteri ve dokümantasyon hakkında bilgi verir.

2.2.1.2. YDA Hedefi

Yaşam Döngüsü Analizinin öncelikli amacı, insan sağlığı ve doğaya etki eden unsurları belirlemek, bunların ne kadar ve hangi tür etkilere sahip olduğunu ortaya çıkarmak, bunun sonucu olarak, üretim faaliyetinin içerisinde, çevreye en duyarlı üretim yapmayı sağlayacak üretim biçimi için gerekli olan hesaplamaların yapılarak, daha çevreci bir üretim şeklinin hazırlanmasındaki süreç veya hizmeti seçmektir. Yaşam Döngüsü Analizi çalışmaları yeni ürün, süreç veya hizmet geliştirme aşamalarında da önemli bir yol gösterici olabilmektedir (Demirer 2011).

2.2.1.3. YDA Metodolojisi

Son yıllarda sera gazları emisyonundaki artış ve küresel ısınma üzerine olan etkisi giderek artmaktadır. Süt sığırı yetiştiriciliği sera gazı emisyonunun artmasına neden olmasının yanında, yer altı ve yer üstü su kaynaklarıyla toprak üzerinde de kirletici etkiye sahiptir. Üretim bölgelerinden doğrudan atmosfere salınan metan ve karbondioksit gibi gazların yanı sıra, sıvı ve katı gübre ile toprağa ve akarsulara karışan Nitrojen bileşikleri göllerde ciddi bir tehdit oluşturmaya başlamıştır. Bu nedenle süt sığırcılığı işletmelerinin çevreye olan olumsuz etkilerinin incelenmesi ve azaltılmasına yönelik önlemlerin, üretim faaliyetlerinin hangi aşamalarından kaynaklandığının detaylı olarak belirlenmesi gereksinimi kaçınılmaz olmuştur (Demirer 2011). YDA metodolojisi Şekil 2.3 deki gibi özetlenebilir.



Şekil 2.3. YDA Metodolojisi (Anonim 2010a)

Günümüz endüstriyel süt üretimi yapan işletmelerde, yem bitkisi üretiminde kullanılan su, gübre ve hasat üçlüsünün çevre ile olan etkileşimleri, hayvansal üretim sürecinde büyükbaş hayvanların çevreye doğrudan ve dolaylı yoldan saldıkları metan ve diğer gazlar ile bunların küresel ısınmaya olan etkileri, ürün paketlemeleri ve pazarlama yöntemleri hem et üretiminde hem de süt üretiminde bu tür çalışmaların yapılmasını gerekli kılmıştır.

2.2.2. Yaşam Döngüsü Etki Analizi

Yaşam döngüsü etki analizi ISO 14042 standardına uymaktadır. Üretim faaliyetlerinin insan sağlığı ve diğer çevresel etkilerini değerlendirir. Etki analizinde doğal kaynak tüketimi yer alır. Bu doğal kaynak tüketimi içerisinde tatlı su kaynaklarının tükenmesi, ozon tabakası incelmeleri de vardır. Etki analizi, örneğin çevreye salınan aynı miktarda, iki farklı gazın, hangisinin daha zararlı olduğunu belirlemek için yapılır. Etki kategorisi seçimi ve tanımlanması, sınıflandırma, karakterizasyon, normalizasyon, gruplandırma, ağırlıklandırma, değerlendirme ve raporlandırma gibi basamakları vardır (Anonim 2015g).

Etki kategorisi seçiminde;

- Küresel ısınma potansiyeli
- Stratosferik ozon tüketimi, ozon tüketim potansiyeli
- Asidifikasyon potansiyeli
- Ötrofikasyon potansiyeli
- Fotokimyasal sis (metan olmayan hidrokarbonlar)
- Karasal zehirlilik
- Su zehirliliği
- İnsan sağlığı
- Kaynak tüketimi potansiyeli
- Arazi kullanımı
- Su kullanımı işlenebilir.

YDA'da üretim faaliyetlerinin çevresel etkileri değerlendirildiğinden birçok çevre yönetim sistemiyle yakından ilintilidir (Anonim 2010b). Bu çevre yönetim sistemleri;

- ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi
- ISO 14021 Çevre Etiketleri ve Beyanlar
- ISO 14024 Çevre Etiketlemesi - Prensipler Ve Yöntemler
- ISO14025 Çevre Etiketleri ve beyanları– Tip III çevre beyanları
- ISO14031 Çevre Yönetimi- Çevre Performans Değerlendirilmesi- Kılavuz
- ISO 19011 Kalite ve Çevre Yönetim Sistemleri

2.3. YDA Uygulama Aşamaları

Yaşam Döngüsü Analizi ISO 14001'egöre 4 aşamaya bölünebilir. Bunlar hedef ve kapsam belirlenmesi, envanter analizi, çevresel etki analizi ve sonuçların yorumlanmasıdır. Birden fazla ürün seçildiğinde, bu 4 döngü yapılan çalışmalarda çok sayıda tekrarlanabilir.

2.3.1.Hedef ve kapsam belirlenmesi

Birinci aşama olan hedef ve kapsam belirlenmesi, ISO 14041'e göre ilerlemektedir (Anonim 2010b). Bunları şu şekilde sıralayabiliriz;

- Kapsam, amaç ve hedef grup
- Ürün tipi ve fonksiyonel ünite (miktar, kalite, ömür)
- Alternatifler
- Zamana dayalı, teknolojik ve coğrafik sınırlar
- Sistem tanıtımı, sınırları ve işlenmeyecek özellikler (yan ürünler)
- Varsayımlar
- Tahsis veya sistem genişlemesi temelleri
- Çevresel etki kategorileri
- Dağıtım prosedürleri
- Veri toplama ve kritik denetim stratejisi

Kapsam, amaç ve hedef yaşam döngüsü analizinin kim tarafından ne için kullanılacağını tanımlar. Fonksiyonel ünite, ürün yada hizmeti açıklar. Örneğin; 1kg tam yağlı süt. Sistem sınırları ve varsayımlar yaşam döngüsü analizinin hatasız bir biçimde yürütülebilmesi, belirsizlik analizine gerek kalmadan, elde edilen verilerle analiz

yapılabilmesi için belirlenir. Tahsis ise YDA'nın hangi yöntemle göre hesaplanacağını gösterir, ekonomik, fiziksel vb.

2.3.1.1. Fonksiyonel Ünite Tespiti

Yaşam Döngüsü Analizinde, çalışılacak bir ürün ve miktarının seçilmesi gerekir. Bu bir araç, bir bina, bir tekstil ürünü yada herhangi bir gıda maddesi olabilir.

2.3.1.2. Sistem Sınırları Tespiti

YDA yapabilmek için sistem sınırlarının tespiti, beşikten-mezara, beşikten-beşiğe olarak ayrılabilir. Süt birden fazla girdinin olduğu ve çeşitli aşamalardan geçerek raflardaki yerini aldığı için, üretilen yem bitkisinden, rafa olan sürecin seçilmesi uygundur.

2.3.2. Envanter Analizi (ISO 14041)

İkinci aşama Yaşam Döngüsü Analizinin en uzun aşamasıdır, bu aşamada;

- Veri toplama, her bir ünite için kalitatif ve kantitatif veri toplanır.
- Fonksiyonel üniteye bağlı olmayan veriler devre dışı bırakılır.
- Verinin sürekli olarak doğrulaması yapılır.
- Tahsis veya sistem genişlemesi gerektiğinde yapılır.
- Sistem sınırlarının hassaslıkla tanımlanması yapılır.

2.3.2.1. Veri Toplama Süreci

Süt üretimi için gerekli olan, çiftliklerde tüketilen, kuru ot, silaj ve diğer yem bitkilerinin üretiminden sorumlu olan kesimden alınan veriler, bu yem bitkilerinin işleme sürecinden geçtikleri yerlerden alınan veriler, süt üretimi yapan çiftliğin hayvansal üretiminden sorumlu bölümünden ve süt sağıldıktan sonra sütü işleyen fabrika yada işletmeden alınan veriler gibi süreçleri kapsar.

Veriler öncelikle girdiler ve çıktılar olmak üzere iki kategoriye göre sınıflandırılabilir. Girdilere örnek olarak, enerji, su ve materyaller vb. verilebilir. Çıktılar ise ürünler ve yan ürünlerdir. Üretim faaliyetine katılan girdilerin, çevreye olan emisyonları 4 kategoride özetlenebilir. Bunlar hava, su, toprak ve katı atıktır. Verilerin toplanma süreci oldukça uzun ve sıkıntılıdır. Sağlıklı bir yaşam döngüsü analizi yapılabilmesi için

müşterilerin ve satıcıların yardımının büyük bir etkisi vardır. Eğer müşterilerden ve satıcılardan veriler toplanamazsa, birçok ücretsiz veya ücretli veritabanlarından bu veriler elde edilebilir. Bunlar Yaşam Döngüsü Analizi yapan programlarla bir araya getirilerek sonuçlar çıkarılabilir. Tüm veritabanlarında, taşıma, hammadde temini, materyal işleme süreci, plastik ve karton ambalajların işlenmesi sürecindeki girdiler ve çıktılar bulunmaktadır. Bu veriler ek olarak ülkelerin istatistik kurumlarından da toplanabilir.

Veritabanından alınan verilerin oldukça genel üretim faktörlerini özetlemesi nedeniyle, seçilen fonksiyonel ünite ile doğrudan uyum sağlamayabilir, bu durumda Monte Carlo belirsizlik analizi yapılması gerekebilir.

2.3.2.2. Sistemin Sınırlarının ve Tahsislerin Belirlenmesi

Çoğu üretim zincirinde birden fazla ürün üretilmektedir. Bu tür üretim süreçlerinde, bir ürünün çevreye olan etkisinin hesaplanması zor olmaktadır. Örneğin süt üreten bir firmanın yaşam döngüsü analizi yapıldığında, süt yanında 4-5 farklı ürün üretiliyorsa, firmanın çevreye olan etkisinin 5'e bölünerek her bir ürünün etkisinin belirlenmesi doğru bir yaklaşım değildir. Bu gibi durumlarda, sistem sınırlarının genişletilmesi gerekir.

Örneğin, süt üretilen bir büyükbaş çiftliğinde, et yan ürün olarak üretilmektedir. Aynı şekilde, ekonomik olarak çok önemli olmasa da, besi ahırında süt üretimi de olmaktadır. Normal şartlar altında, yaşam döngüsü analizi programları birbirine bağlı olan işlemleri inceleyerek, sadece seçilen fonksiyonel ünitenin çevreye olan etkilerini hesapladığı için, kalan verilerin görmezden gelinmesi kolaylaşır. Tabi diğer ürünlerin hesaplanması içinde döngüde fonksiyonel ünite olarak onlar seçilerek tekrar hesaplama yapılabilir.

2.3.2.3. Çevresel Etki Analizi (ISO 14042)

Bu aşamada, toplanan veriler işlenir ve YDA sonucu çıkar. Ürünlerin emisyonları değişik çevresel etki kategorilerine bölünür. Bunlar;

- Küresel ısınma; atmosferin ısınmasıdır ve iklim değişikliklerine neden olur. İnsanların bu gezegen üzerinde yaptıkları en büyük değişikliklerden biridir.

Temel nedeni fosil yakıtların kontrolsüzce kullanılmasıdır. Yaşam döngüsü analizi sonuçlarında, etkiler CO₂ eşdeğeri olarak gösterilir.

- Asidifikasyon:Asitlerden kaynaklanmaktadır ve göllerde balıkların, ormanlarda ağaçların, tarımsal alanlarda ve kırsalda bitkilerin ölümüne, hatta binalara zarar veren asit yağmurlarına neden olmaktadır. En önemli nedeni ısınma ve elektrik üretimi için kullanılan yakıtlardır. Asidifikasyon hesapları yaşam döngüsü analizi sonuçlarında SO₂ eşdeğeri olarak gösterilir
- Ötrofikasyon:Besin maddesi artışıdır. Tatlı sularda alg oranının artması, oksijenin azalması ve balıkların ölmesine neden olmaktadır. Özellikle tarımsalüretimi arttırmak için kullanılan nitrojenli gübreler ötrofikasyonu ciddi miktarda arttırmaktadır. Yaşam döngüsü analizi sonuçlarında NO₃ olarak gösterilmektedir.
- Fotokimyasal duman/sis : Uçucu Organik Bileşikler (VOC) tarafından oluşurlar, genellikle oksitlenmiş NO_x bileşiklerinden oluşmaktadırlar. En önemli uçucu organik bileşik oluşumu petrol, dizel ve organik çözücülerden, örneğin boyalardan kaynaklanmaktadır. Fotokimyasal sis bitkilerdeki organik bileşiklere yapışarak bitkilerin gelişimini etkiler. İnsanlarda ve hayvanlarda ise solunum sistemi rahatsızlıklarına neden olur. YDA veritabanında g etilen olarak gösterilir.
- Ozon tüketimi: Stratosferik ozon azalması insanların ürettikleri holokarbonlardan kaynaklanmaktadır. Holokarbonlar normal şartlar altında doğada bulunmayan, Kloroflorokarbon (CFC), Hidrofloroklorokarbon (HCFC), Klor ve Brom'dur. Ozon tabakasının incilmesi sonucunda insanlarda cilt kanserleri ve bitkisel gelişimde sorunlar ortaya çıkacaktır.
- Alan kullanımı:Üretim için kullanılan arazi miktarı olarak gösterilmektedir. Yıllık olarak ifade edilirler ve ha/yıl veya m²/yıl olarak gösterilirler.
- Zehirli kirlenme gibi bir hesaplama da vardır fakat çok hassas işlem yapılması gerekir, veriler genellikle veritabanından kullanıldığında zehirli etkilerle ilgili çok hassas veriler çıkmayabilir.

2.3.2.4. YDA Hesaplamaları

Yaşam döngüsü analizi hesaplamaları 5 adımda yapılır. Bunlar;

- Sınıflandırma: Küresel ısınmaya neden olan etki kategorilerindeki olan faaliyet girdilerinin ayrılması gibi işlemlerin yapıldığı bölümdür.
- Karakterizasyon: Emisyonların potansiyel çevresel etkilerinin hesaplandığı bölümdür. Çevreye olan etkilerin eşdeğerlerinin karşılaştırıldığı bölümdür. CO₂ gibi seçimler yapılır.
- Normalizasyon: Çevresel etkilerin, ortalamalar alınması sonucu, bireysel etkiye yaklaştırılmasıdır. Örneğin Danimarka'da yaşayan bireyin çevreye olan etkisinin hesaplanması ile yola çıkılarak ortaya çıkan bir aşamadır. Görece etki boyutu ve potansiyel etkilerin, kaynak tüketimi gibi etkilerle hesaplanmaları yapılır. Birim ünitesi çevresel etki/birey*yıl'dır.
- Ağırlık dağılımı: Normalizasyona uğramış çevresel etkilerin, politik hedefler uyarınca tekrar hesaplandığı bölümdür. Çeşitli birimlerde hesaplanabilir.
- Hassaslık analizi: Sonuçların ne kadar değişebileceğinin hesaplandığı bölümdür.

2.3.3. YDA Sonuçlarının Yorumlanması

Yaşam döngüsü analizi sonuçlarının kalitesi şu ölçülere göre yorumlanır;

- Sonuçların analiz edilmesi, önemli sorunların belirlenmesi,
- Değerlendirme, bütünlük, hassaslık ve tutarlılık testleri,
- Sonucun oluşturulması ve limitlerin açıklanması, bulunamayan veriler vb.,
- Tavsiyelerde bulunulması.

Hedef ve kapsam belirlenmesi aşamasında alınan kararlarla yapılan yaşam döngüsü analizi sonuçları, çevresel etkileri toparlanarak, sütun çevresel analizi ile ortaya konulur ve önemli aşamalarında adım adım gösterilerek açıklanır. Örneğin bunlar, yem üretiminde, su, yem bitkisi, elektrik kullanımı, gübre kullanımı gibi çiftlik işlemleri başlığı altında toparlanır.

Tüm YDA işlemleri ISO 14040 uyumlu olarak işler ve sonuçlandırılır.

2.4. Büyükbaş Et ve Süt Üretim Çiftliklerinde YDA

Modern YDA yöntemleri ve yazılımları kullanılarak büyükbaş hayvancılık işletmelerinin çevresel etkilerini belirlemeye yönelik birçok çalışma yapılmış ve yapılmaya da devam edilmektedir.

Mezullo ve ark. (2012), İngiltere'de bulunan anaerobik gübre deposuna sahip 130 baş kapasiteli bir süt sığırı işletmesinde YDA ile çevresel etkileri belirlemeye çalışmışlardır. Çiftlikte üretilen gübrenin tamamı bitkisel üretimde kullanılmaktadır. Gübre kış aylarında ve sığırların ahır içerisinde bulunduğu sağımlar sırasında temizlenmektedir. Gübre deposu hacmi 240m³tür ve yıllık 653m³ sulu gübre karışımı ortaya çıkmaktadır. Anaerobik dönüştürücü döngüsü çevrimi (boşaltıp - doldurulması) 20 gün olup, üretilen biyogaz miktarı saatlik ölçülmüştür. Yirmi günlük sürede yaklaşık olarak ortalama 8,9m³/h biyogaz üretilmiştir. Hammadde alım oranı 12.5m³/gün'dür. Fonksiyonel ünite olarak 1 m³ biyogaz (metan eşdeğeri olarak) seçilmiştir. Bir m³ biyogazın yan ürünü olarak 58,47kg doğal gübre üretilmiştir. Yapılan yaşam döngüsü analizi sonuçlarına göre normal üretim şartlarında, tesis 8,89m³/h biyogaz üretmiştir, Bu da günde 214m³ biyogaza karşılık gelmektedir.

- Tüm sistem hesaplamaları yapıldığında tesisten kaynaklanan emisyonların çevresel etkisi çok az olmuştur. Bu tesisin yıl içerisindeki çalıştırılma oranının artırılması ile etkilerin daha da aza indirgeneceği öngörülmüştür.
- Anaerobik dönüştürücünün, insanlarda solunum rahatsızlığına yol açabileceği ve ekosistemde asidifikasyon/ötrofikasyonu arttırabileceği saptanmıştır. Bunların daha çok sistemden çıkan amonyak, sülfür dioksit, nitrat oksit ve ince toz parçacıklarından kaynaklanacağı, ayrıca, az da olsa biyogaz, kerosen ve dizel yanması ile ortaya çıkabilecek ürünlerden kaynaklanabileceği bulunmuştur.
- Üretim başlangıcında kerosen ve dizelin çevreye olan etkisinin büyük hesaplanmış olacağı saptanmıştır. Fakat, tüm yaşam döngüsü analizi tamamlandığında, ortaya çıkan biyogaz'ın kerosen'in yerini aldığı, bu nedenle sistemin çevreye daha az zarar verdiği belirlenmiştir.

Frank ve ark. (2014), Yaşam Döngüsü Analizi ve ona dayalı Eko-Verimlilik Analizi ve SEEBALANCE gibi yaklaşımların ölçülebilir bir sürdürülebilirlik değerlendirmesi yapılmasını sağladığını bildirmektedir. Almanya da plastik bardak yapmakta olan bir işletmenin çevreye olan etkilerini hesapladıklarında, plastik bardak yapımında kullanılan polimer maddenin, geri dönüştürülebilir cam ve karton ambalajlardan daha verimli olduğu görülmüştür. Benzer bir çalışma olarak, yakın bir madensuyu kaynağında şişeleme yapmakta olan işletmenin, kullanmakta olduğu şişe türlerinin çevreye olan etkilerini incelemiştir (Anonim 2005). Müşterilerin 300km uzakta olduğu saptanmış ve model oluşturulmuştur. Bulunan sonuçlara göre, damacana yerine aynı kapasitedeki pet ambalajın daha az etkisi olduğu görülmüştür. Buradan çıkarılan sonuçta, taşıma etkilerinin değil, ambalaj üretim etkilerinin çevreye daha çok zarar verdiği ortaya çıkmıştır. "AgBalance" yönteminde çoklu-kriter yöntemi kullanılarak düzenlenen bir yaşam döngüsü analizinde, Brezilya "SLC Agricola" bölgesinde 2 büyük, 10.000 hektardan fazla arazisi olan işletmenin, ürün döngüleri incelenmiştir. Ekilen ürünler soya, mısır ve pamuktur. Elde edilen veriler 2009-2010 üretim sezonunda alınmış ve sisteme tanıtılarak, göstergeler ekonomik, çevresel ve toplumsal olarak seçilmiştir. Yapılan bütünsel YDA sonucunda liman bölgesine yakın olan işletmenin çevreye olan etkisinin daha az olduğu bulunmuştur.

Pierrick ve ark. (2014), İsviçre Alp dağları bölgesinde yaptıkları bir çalışmada, YDA verileri ile çiftlik muhasebe verilerini karşılaştırılarak, çiftlik türü ve kapasitesinin, çevreye olan etkileri ile bağlantıları çalışılmıştır.

Bu çalışmada İsviçre'de tarımsal üretimin çevreye olan etkisinin en büyük ikinci sorumlusu olarak süt ve süt ürünleri üretimi gösterilmiştir.

Çalışma 2006-2008 yılları arasında, 500 -1500 metre arasındaki yüksekliklerde bulunan 56 çiftlik 4 sınıfa ayrılarak yürütülmüştür. Veritabanı verileri çiftlik düzeyinde YDA verileri toplanmasını sağlayan bir proje ile sağlanmıştır. Çevresel etki değerlendirmesi için "SALCA (Swiss Agricultural Life Cycle Assessment)" YDA yöntemi kullanılmıştır. Yöntem olarak beşikten-çiftlik kapısına olan model seçilmiş ve sütün yaşam döngüsü sorgulanmıştır. Tüm tarımsal girdiler ve çıktılar hesaplamaya katılmış, çiftliklerin yarı zamanlı, tam zamanlı, aile çiftliği olup olmadıkları, çiftlik yöneticilerinin eğitim, çalışanların çıraklık süreleri dahil her türlü değişken gözlemlenmiştir. 8 farklı etki kategorisinde hesaplama yapılmıştır. Bunlar;

- Yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarına talep (Ecoinvent metodu)
- 100 yıldan fazla küresel ısınma potansiyeli (IPCC, 2007)
- Ötrofikasyon potansiyeli (EDIP97 metodu)
- Asidifikasyon potansiyeli (EDIP97 metodu)
- Su ve karasal ekotoksosite ölçümü (CML2001 metodu)
- İnsan sağlığına etki (CML2001 metodu)
- Arazi kullanımı (CML2001 metodu)

Analiz seviyesi olarak, sadece kg süt yerine, tüm çiftlik işlenmiştir. Ekonomik performans olarak, 2 kategoride inceleme yapılmıştır. Bunlar, arazi düzeyinde verimlilik ölçümleri ve yönetim düzeyinde klasik karlılık göstergeleri olmuştur. Çevresel performans olarak, alan bazlı göstergeler kullanılmıştır. Çevresel ve ekonomik performansa etki eden faktörlerle ilgili olarak, iki önemli başlık ortaya çıkmıştır. Bunlar, genel çevreye ait olmayanlar ve çiftlik ekonomisine ait olanlardır. Bunları da üçer alt başlıkta incelemiştir, birinci grubun başlıkları; yasal, sosyoekonomik ve doğal çevre düzenlemeleri, ikinci grubun başlıkları ise; yapısal, yönetsel ve insan faktörleridir.

Sonuçları beş kısımda incelemiştir, bunlar;

- Elverişli olmayan doğal yetiştirme şartları, çalışmada toplanan verilerin bulunduğu çiftlikler ve işletmeler dağlık bölgede olduğundan, işletmelerin verimleri görece düşük çıkmıştır. Tepelik bölge, 500 metre seviyesinde kalan işletmelerin eko-verimi %86 iken, dağlık sınırda, birinci ve ikinci bölgedeki işletmelerin %68 ve daha yüksekte bulunan üçüncü ve dördüncü bölgenin %36 çıkmıştır.
- Çiftlik büyüklüklerinin etkisi ile ilgili olarak, büyük çiftliklerin sanıldığı kadar aksine çevreye ortalamada daha az zarar verdiği, bununda dönüştürülebilir enerji çıkışına bakılarak ortaya çıktığı, dönüştürülebilir enerjinin yüksek olduğu işletmelerin, yenilenebilir-olmayan-enerji-kaynaklarına daha az bağımlı olduğu bulunmuştur.
- Çiftlik türünün etkisi, çiftliklerim tam ve yarı-zamanlı çalışmalarına göre hesaplanmış, tam zamanlı çiftliklerde enerji daha verimli kullanıldığından, yarı zamanlı çiftliklere göre eko-verimlilikleri daha yüksek çıkmıştır. Ekonomik

açından da incelendiğinde, tam zamanlı işletmelerin çalışanlarının, yarı zamanlı çalışanlara göre nerdeyse %85 daha fazla kazandıkları gözlenmiştir.

- Verimlilik açısından incelendiğinde, organik çiftliklerin, konvansiyonel çiftliklere göre eko-verim oranları %76 ve %61 çıkmıştır.
- Tarımsal öğrenim açısından, çiftlik yöneticisinin bir tarımsal eğitim derecesine sahip olduğu işletmelerin ekonomik ve ekolojik verimliliği diğerlerinden yüksek çıkmıştır.

Büyük kapasiteli işletmelerin, organik işletmelere göre, arazi kullanımı ve eko-verimlilik açısından daha az zararlı oldukları tespit edilmiştir. Araştırma limitleri ile ilgili olarak, eko-verimliliğin, gıda üretimi konusunda, çiftlik kapısına kadar olan bir analiz yapılması çok faydalı sonuçlar sağlayamadığı gözlenmiştir. Bunun nedeni olarak, toplanan verilerin sadece çiftlik bazlı olması gösterilmiştir.

Sonuç olarak, işletmelerde yapılması gereken değişiklikler şu şekilde sıralanmıştır;

- Çiftlik kapasitesinin artırılması,
- Yarı-zamanlı çalışmaktan tam zamanlı çalışmaya geçilmesi,
- Aile işletmesi olsa bile eğitim düzeyinin artırılması.

Bu tür düzenlemeler yapıldığında, hayvansal üretim konusunda, özellikle süt üretiminde, hem ekonomik hemde çevresel performansın artırılabilceği vurgulanmıştır.

Alig ve ark. (2014) İsviçre'de yaptıkları çalışmada, 2007 serbest ticaret anlaşması ve Avrupa Birliği sürecinden sonra ülkedeki süt ve süt ürünleri ithalat ve ihracatının kolaylaşması nedeniyle artan trafikten dolayı oluşan yoğunluğun çevreye olan etkisini YDA ile araştırmışlardır. Ülkenin tarımsal gelirinin %21'inin süt ve ürünlerinden sağlandığı, sütün %12'sinin doğrudan tüketildiği, %42'lik kısmın peynir üretiminde kullanıldığı belirtilmiştir.

Hedef ve kapsam olarak, yerli ve yabancı peynirin çevreye olan etkisinin hesaplanması, bu hesaplamaların, kırsal, tepe ve dağlık kesimlerden alınan verilerle, mera otlatması ve çiftlikte besleme, sürekli mera otlatması, yüksek verim yemlemesi ve yüksek konsantrasyonlu yemleme verileri ile arada çıkabilecek farklılıkların, değişik satış mesafeleri göz önünde bulundurularak, hem çiftlik kapısında hem de satış noktasında

yaşam döngüsü analizleri yapılmıştır. Fonksiyonel ünite olarak 1kg süt ve 1kg peynir seçilmiştir.

Yöntem olarak, yaşam döngüsü analizi seçilmiş ve SALCA veritabanından faydalanılmıştır. Seçilen hesaplama başlıkları;

- yenilenebilir olmayan enerji gereksinimi
- küresel ısınma potansiyeli
- ozon potansiyeli
- fosfor ve potasyum gereksinimi
- arazi kullanımı
- ormanları yok etme
- su kullanımı, su stresi indeksi
- ötrofikasyon potansiyeli
- asidifikasyon potansiyeli
- karasal ekotoksosite potansiyeli
- sudaki ekotoksosite potansiyeli
- insan kaynaklı ekotoksosite potansiyelidir.

Gerekli bilgilerin tam olarak bulunamamasından dolayı, toprak kalitesine etki, biyoçeşitlilik hesaplanamamıştır.

Sistem sınırları olarak, süt üretiminde, tarımsal faaliyete katılan çiftlikteki tüm işlemler ve dışarıdan olan girdiler (yem, mazot, mineral gübre), tarımsal yapılar (binalar ve makineler) ve kullanılabilir tarım arazisi sisteme katılmıştır. Peynir üretimi hesaplanmak istendiği için, sütün peynir işleme tesisine taşınması, işlenmesi, satış bölgesine taşınması da hesaplamalarda vardır. Üretim envanterleri içinde, ortalama bir İsviçre çiftliği model olarak kullanılmıştır. Akış şeması çıkarıldığında, ülke bazlı verilerin az olduğu görülmüştür. Bu verilerin diğer ülkelerde de kullanıldığı görüldüğünden sadece elektrik kullanımı analize uyarlanmıştır.

İsviçre'deki süt üretiminin çevreye olan etkisi, yurtdışı ile az çok aynı seviyede çıkmıştır. Analize katılan ülkelere kıyasla, sadece İtalya'nın arazi kullanımı düşük çıkmıştır. Konsantre yemin tüketimindeki aşırı miktarlar fosfor ve potasyuma olan gereksinimi arttırmış, ormanların yok olmasını hızlandırmış ve bunun asıl sorumlusunun

soya tüketimi olduğu belirlenmiştir. Dış sistemlerdeki su tüketimi İsviçre'ye göre daha yüksek çıkmıştır. Bu da tüketilen yem rasyonu farklılığından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 2.8. İsviçre, Fransa, Almanya ve İtalya Süt Üretiminin Çevresel Etkileri (Alig ve ark. 2014)

Çevresel Etki	Birim	İsviçre	Fransa	Almanya	İtalya
Yenilenemeyen Enerji Gereksinimi	MJ-Eş	4.31E+00	4.64E+00	4.84E+00	6.41E+00
Küresel Isınma Potansiyeli	kg CO ₂ -Eş	1.26E+00	1.32E+00	1.31E+00	1.21E+00
Ozon Oluşum Potansiyeli (bitkisel)	m ² *ppm* h	1.38+01	1.36E+01	1.44E+01	1.33E+01
Ozon Oluşum Potansiyeli (insan)	insan*pp m*h	1.08E-03	1.06E-03	1.12E-03	9.96E-04
Potasyum Kaynaklarına Talep	kg	9.63E-04	6.57E-03	2.63E-03	7.47E-03
Fosfor Kaynaklarına Talep	kg	1.05E-03	1.97E-03	2.15E-03	1.44E-03
Arazi Kullanımı	m ² a	1.71E+00	1.57E+00	1.75E+00	1.42E+00
Orman Kesilmesi	m ²	4.30E-04	7.28E-03	1.08E-02	1.77E-02
Su Kullanımı	m ³	9.00E-04	1.61E-03	2.47E-03	5.49E-03
Karasal Ötrofikasyon Potansiyeli	m ²	9.12E-01	1.10E+00	9.96E-01	8.27E-01
Sucul Ötrofikasyon Potansiyeli N	kg N	4.64E-03	6.57E-03	5.52E-03	4.37E-03
Sucul Ötrofikasyon Potansiyeli P	kg P	1.85E-04	3.60E-04	3.11E-04	3.28E-04
Asidifikasyon Potansiyeli	m ²	2.24E-01	2.69E-01	2.46E-01	2.14E-01
Karasal Ekotoksisite Potansiyeli	kg 1.4- VT-Eş	5.99E-04	1.20E-03	6.88E-04	7.61E-04
Sucul Ekotoksisite Potansiyeli	kg 1.4- VT-Eş	9.08E-02	1.11E-01	7.87E-02	1.10E-01
İnsan Zehirliliği Potansiyeli	kg 1.4- VT-Eş	2.12E-01	2.18E-01	2.12E-01	2.67E-01

Satış bölgesine kadar olan sonuçlarda ise, 1kg sütün etkisi 1kg peynirle aynı çıkmıştır.

Yağış alan bölgelerde yetişen otların daha verimli olması nedeniyle diğer yem bitkilerine gereksinimin az olmasından dolayı, İsviçre’de üretilen sütün çevreye olan etkisi, diğer bölgelere göre daha az çıkmıştır. Fakat bu etkinin az olması veriminde daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Yem türünün, yem rasyonlarındaki karışımların, sürü yenileme oranlarının, ortalama verim sürelerinin elde edilen sonuç üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Son olarak, peynir üretiminin çevreye olan etkisi yönünden süt üretiminden çok farklı olmadığı, etkinin tamamen üretim şekli ve yöntemi ile alakalı olduğu görülmüş ve işlenmiştir.

Fels (2014), geniş alanda ve yoğun olarak yapılan süt sığırcılığında, biyoçeşitlilik ve küresel ısınmayı dikkate alan bir çevresel optimizasyon stratejisi belirlemeye çalışmıştır. Sözü geçen geniş alana sahip işletmeler güney Almanya’da, yoğun işletmeler ise kuzey Almanya’da yer almaktadır. Yağ ve protein oranı düzenlenmiş %4 yağ, %3,4 protein içeren kg sütbaşına yapılan analizde (FPCM/kg) yoğun olarak yapılan üretimde sera gazları salımı daha düşük, fakat biyoçeşitliliğe olan etkisi daha yüksek çıkmıştır.

Çizelge 2.9. Kuzey ve Güney Almanya'daki işletmelerin verileri (Fels2014)

Karakterizasyon	Birim	A Sistemi	B Sistemi
İnek sayısı		58	30
Süt verimi	kg FPCM	551	189,75
Otlatma		yok	var
Konsantre yem	%	44	24
KM yem miktarı	kg KM	371200	151920
Yem masrafı	€	78010	22934
Elektrik Masrafı	€	3920	1604

Etki değerlendirmesinde, "ReCiPe Midpoint" kullanılmış olup, aşağıdaki etkilere bakılmıştır;

- Tarımsal alan kullanımı
- İklim değişikliği
- Fosil tüketimi (yakıt vb.)
- Tatlı su ötrofikasyonu
- Deniz ötrofikasyonu

- Metal tüketimi
- Doğal alan değişimi (orman arazisinin tarım arazisine dönüşümü, erozyon vb)
- Ozon tüketimi
- Parçacık madde oluşumu
- Fotokimyasal oksitleyici oluşumu
- Toprak asiditesinin artması
- Su tüketimi

Daha ileri analizlerde, biyoçeşitlilik değişimi de incelenmiştir.

Sonuç olarak, Kuzey Almanya'da bulunan A çiftliği 5 kategoride, B çiftliği ise 6 kategoride öne çıkmıştır. Bir kategoride ikisi de eşit bulunmuştur (Çizelge 2.10).

Çizelge 2.10. Kuzey ve Güney Almanya'daki işletmelerin YDEA Sonuçları

Etki Kategorisi	Birim	A Sistemi	B Sistemi
Tarımsal alan kullanımı	m ² a	0.95	1.3
İklim değişikliği GWP100	kg CO ₂ -Eş	0.97	1.09
Fosil yakıt tüketimi	kg yakıt-Eş	0.06	0.05
Tatlı su ötrofikasyonu	kg P-Eş	1.66E-04	1.45E-04
Deniz ötrofikasyonu	kg N-Eş	6.16E-03	7.03E-03
Metal tüketimi	kg Fe-Eş	0.02	0.02
Ozon tüketimi	kg CFC-11-Eş	1.31E-08	1.13E-08
Partikül oluşumu	kg PM10-Eş	0.01	0.013
Fotokimyasal oksidatif oluşumu	kg NMVOC	1.48E-03	1.35E-08
Karasal asidifikasyon	kg SO ₂ -Eş	0.09	0.12
Su tüketimi	m ³	0.07	0.05

Geniş alanda yapılan üretimin biyoçeşitliliği koruduğu, yoğun olarak yapılan üretimin küresel ısınmaya daha az zarar verdiği belirlenmiştir.

Guerci ve ark. (2012), kuzey İtalya'da bulunan 22 işletmede yapmış oldukları çalışmada, 70 baş altı ve 150 baş üstü sağmal olarak iki grupta sınıflandırılan işletmelerde beşikten-çiftlik kapısına yaşam döngüsü analizi yapılarak, çevreye olan etkileri belirlemeye çalışmışlardır. Fonksiyonel ünite olarak YPOD (yağ ve protein oranı düzenlenmiş) %4 yağ, %3,3 protein içeren 1kg süt kullanılmıştır. Analiz için Simapro 7.3.2 yazılımını tercih etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre, büyük çiftliklerle

küçük işletmeler arasında azot ve fosfor dengelerinde çok fazla bir farklılık görülmemiştir. İklim değişikliği ve asidifikasyon potansiyelleri, büyük işletmelerde, küçük işletmelere göre oldukça düşük çıkmıştır. Enerji kullanımı küçük işletmelerde büyüklere oranla daha büyük çıkmıştır. Bu ve benzeri sonuçlarla yoğun olarak yapılan süt sığırcılığının çevreye olan etkileri, özellikle seragazları çıkışında, enerji ve arazi kullanımında, üretilen birim kg süt bazında oldukça düşük çıkmıştır.

Çizelge 2.11. Kuzey İtalya'daki işletmelerin ortalama verileri (Guerci ve ark. 2012)

	<70 sağmal	>150 sağmal	SD	P değeri
Gözlem sayısı	11	11		
Günlük süt üretimi kg FPCM/inek	28	29,2	1,02	0,413
Otlatma yoğunluğu LU/ha	4,4	5,83	0,68	0,15
Tarımsal alan	25,1	78	7,5	0,001
Yem yeterliliği %	63,6	61,8	4,72	0,79
Üretim yoğunluğu Gjul/ha	98,4	120	8,87	0,105
Brüt kar €/t FPCM	209	175	19	0,224
Mandıra verimi kg süt/kg DMI	1,29	1,34	0,04	0,433
Yonca % tarımsal alan	16,9	18	3,66	0,833
Ot % tarımsal alan	23,1	8,5	6,89	0,149
Silajlık mısır % tarımsal alan	15,7	25,6	3,98	0,097
N dengesi kg/ha	431	547	62,4	0,206
P dengesi kg/ha	54,3	54,9	10,4	0,968
N çiftlik verimi %	27,3	28	0,78	0,555
P çiftlik verimi %	28,3	31,2	0,95	0,044
Gözlem sayısı	11	11		
İklim değişikliği kg CO ₂ -Eş	1,35	1,18	0,05	0,036
Asidifikasyon g SO ₂ -Eş / kg	24,93	24,94	0,26	0,042
Ötrofikasyon g PO ₄ ⁻³ -Eş /kg	14,9	16,9	0,15	0,072
Enerji Kullanımı MJ	6,52	5,23	0,3	0,006
Arazi kullanımı m ²	1,56	1,35	0,07	0,045

Chen ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada, varsayımsal bir çiftlikte aşağıdaki girdilerin olduğu varsayılmıştır;

Çizelge 2.12. Simapro programı için varsayımsal analiz girdileri (Chen ve ark. 2005)

Toplam büyükbaş sayısı	100
Toplam kullanılan arazi (ha)	50
Sulama suyu (mega litre)	100
Yem üretimi (kg kuru madde)	950.000
Süt üretimi (litre)	375.000
Sulama suyu pompası elektrik kullanımı (kWh)	42.000
Sağım ve soğutma makineleri elektrik kullanımı (kWh)	13.200
Gübre kullanımı (kg)	39.000
Fosfor kullanımı (kg)	1.050
Potasyum kullanımı (kg)	2.100
Pestisit kullanımı (kg)	0
Traktör dizel kullanımı (litre)	1.000
Tır / Kamyon kullanımı (ton*km)	20.000
İnek metan emisyonları (kg)	14.500

Bu veriler Simapro programına tanıtılarak, analiz yapılmıştır. Fonksiyonel ünite olarak 1lt ham süt seçilmiş, etki kategorisi olarak Eco-indicator 99 (E) kullanılmıştır. Çalışmada incelenen başlıklar şunlardır;

- Kaynaklar; fosil yakıtlar, arazi ve mineral kullanımı
- Ekolojik kalite; iklim değişikliği, asidifikasyon, ötrofikasyon, ozon tüketimi
- İnsan sağlığı; kanserojenler, uçucu organik bileşikler

Simapro5.1 yazılımının kullanıldığı araştırmanın, referans olarak alınan gerçek çiftliklerde yapılan deneme sonuçlarına göre oldukça benzer bir sonuç çıkardığı görülmüştür. İşletmeler kurulmadan önce çiftliklerin çevreye nasıl bir zarar vereceğinin, Simapro ile doğru bir şekilde tahmin edilebileceğini vurgulamışlardır.

Giacomo (2012) yapılan çalışmada, modern hayvancılık yapan Hollanda, İrlanda, İsveç, Amerika, Yeni Zelanda, İtalya, Portekiz, İngiltere, Almanya, İspanya, Danimarka, Norveç ve Fransa'daki toplam 24 yaşam döngüsü analizi sonucunu karşılaştırmışlardır. Ortak bir fonksiyonel ünite bulmak çok zor olduğu için 1 ünite süt seçilmiştir. Envanter

analizinde, çevreye zararlı gazlar olarak, sera gazları kapsamında CO₂, CH₄, N₂O seçilmiştir. CO₂ kaynağı olarak, traktörlerin bitkisel üretim sırasında attıkları gazlar ve gübre yönetiminden çıkanları, CH₄ kaynağı olarak enterikfermanstasyonu, N₂O kaynağı olarak hayvanların dolaştığı çiftlik tabanını, bitkisel gelişim için tarlaya atılan gübreyi ve gübre depolarını, göstermişlerdir. Sonuç olarak, Yaşam Döngüsü Analizinin etkili bir araç olduğunu belirtmişlerdir. Fakat, ülkeler arası benzerlik/farklılıkların belirlenebilmesi için yapılan çalışmaların çok daha detaylı yapılmasını, ancak bu şekilde ülkelerde üretilen ürün, hizmet ve aktivitelerin karşılaştırılabileceğini belirtmişlerdir. Ancak, yine de karbon ayak izi hesaplanmasında önemli bir araç olarak kullanılabileceğini eklemişlerdir.

Guerci ve ark. (2012), kuzey İtalya bölgesinde yer alan 41 işletmede yaptıkları çalışmada, fonksiyonel ünite olarak 1kg FPCM, bilgisayar programı olarak Simapro 7.3.2'i kullanmışlar ve yöntem olarak "CLUSTER" seçilmiştir. İşletmelerde, brüt kar, yem yeterliliği, süt verimi ve yenileme oranları incelenmiştir. Çiftlikler öncelikli olarak Çizelge 2.13 deki gibi A ve B gruplarına ayrılmıştır. A gruplarındaki çiftliklerin B grubundaki çiftliklere göre biraz daha büyük arazileri dolayısıyla hayvan başına dolaşacak alan daha fazla ve yem yeterliliği daha fazla bulunmuştur. B grubunda ise azot ve fosfor dengesi, iklim değişikliği etkisi, asidifikasyon, ötrofikasyon, enerji kullanımı ve arazi kullanımının etkisi daha az bulunmuştur.

Çizelge 2.13 Kuzey İtalya'da bulunan işletmelerin verilerinin kıyaslanmaları ve farklılıkları (Guerci ve ark. 2012)

	A sınıfı		B sınıfı		SD	P	A vs B	1 vs 2	3 vs 4
	Sınıf 1	Sınıf 2	Sınıf 3	Sınıf 4					
Çiftlik sayısı	6	11	8	16					
Çiftlik arazisi Ha	22,8	38,1	57,5	52,9	11,1	0,07	0,01	0,28	0,7
Canlı birim	175	224	326	189	50,2	0,07	0,17	0,43	0,01
Canlı birim / ha	9,05	5,84	5,53	3,79	0,87	0,001	0,001	0,01	0,07
Yem Yeterliliği	32	49,8	61,8	73,1	2,42	0,001	0,001	0,001	0,001
Süt Üretimi FPCM/inek gün	26,8	29,4	29	27,6	1,35	0,3	0,89	0,15	0,31
N dengesi kg/ha	853	587	614	350	78,8	0,001	0,001	0,01	0,01
P dengesi kg/ha	125	70,4	60,6	31,2	11,8	0,001	0,001	0,001	0,02
Brüt kar €/FPCM	128,5	206,3	143,2	218,4	20,3	0,001	0,42	0,001	0,001

Çizelge 2.14. İşletmelerin ortalama çevreye olan etkileri (Guerci ve ark. 2012)

	A sınıfı		B sınıfı		SD	P	A x B	1 x2	3 x 4
	Sınıf 1	Sınıf 2	Sınıf 3	Sınıf 4					
Çiftlik sayısı	6	11	8	16					
İklim değişikliği CO ₂ -Eş	1,43	1,24	1,28	1,31	0,08	0,29	0,55	0,06	0,72
Çiftlik içi	0,92	0,82	0,9	0,98	0,06	0,07	0,15	0,16	0,23
Çiftlik Dışı	0,49	0,4	0,37	0,33	0,03	0,001	0,001	0,03	0,24
Asidifikasyon g SO ₂ -Eş	20	18,2	18,7	21,1	1,44	0,17	0,49	0,33	0,12
Çiftlik içi	14,7	14,1	16,2	19,1	1,19	0,001	0,001	0,68	0,03
Çiftlik Dışı	5,15	4,03	2,5	2,01	0,61	0,001	0,001	0,15	0,45
Ötrotfikasyon g PO ₄ ⁻³ -Eş	7,9	8,2	8,7	10,1	0,64	0,001	0,02	0,76	0,04
Çiftlik içi	4,83	5,78	7,07	8,76	0,56	0,001	0,001	0,18	0,01
Çiftlik Dışı	3,07	2,38	1,59	1,35	0,31	0,001	0,001	0,09	0,48
Enerji Kullanımı MJ	7,13	6,07	5,62	5,65	0,51	0,1	0,03	0,11	0,96
Çiftlik içi	2,09	1,83	1,85	2,55	0,28	0,04	0,31	0,48	0,03
Çiftlik Dışı	4,2	3,59	3,5	3,03	0,29	0,01	0,01	0,1	0,13
Arazi kullanımı m ²	1,5	1,46	1,46	1,57	0,1	0,62	0,65	0,76	0,31
Çiftlik içi	0,37	0,57	0,69	0,93	0,07	0,001	0,001	0,03	0,01
Çiftlik Dışı	1,12	0,88	0,77	0,64	0,08	0,001	0,001	0,02	0,12

Garcia ve ark. (2012) yaptıkları araştırmada, insanların beslenmesinde önemli bir yer tutan UHT sütün çevreye olan etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarında, süt işleyen işletmelerin, mandıraların, çok yüksek su gereksinimi olduğunu savunmuşlardır. Bu suyun, temizleme ve soğutmada kullanıldığını, temizleme sonucu atılan suda büyük oranda temizlik maddesi ve organik madde bulunduğunu vurgulamışlardır. Aynı zamanda bu işlemlerin yapılabilmesi için büyük miktarda elektrik tüketimi olduğunu belirten araştırma ekibi, gerekli elektriğin, makinelerin çalışmasında, soğutmada, havalandırmada ve aydınlatmada kullanıldığını bulmuşlardır. Fonksiyonel Ünite olarak 1kg enerjisi-düzenlenmiş-süt (ECM) seçilen çalışmada, beşikten fabrika kapısına yaşam döngüsü analizi yapılmıştır. Çalışma için seçilen fabrikada %100 Portekiz'de üretilen ham sütün kullanıldığı belirtilmiştir. Ham sütün bileşiminin %3,9 yağ ve %3,3 proteinden oluştuğunu eklemişlerdir. Analiz yapılmadan önce veri toplamanın zor olduğunu ve bazı bilgilerin eksik olduğunu belirten araştırmacılar, çalışmayı 2 alt grupta incelemişlerdir. Bunlar, çiftlik ve süt fabrikasıdır. Çiftlikte süregelen işlemlerde, yem maddesi olarak, mısır silajı, çim silajı, saman ve konsantre yem kullanıldığı, üretilen süt için taşınan yemin aldığı yolun sisteme katılmadığı gözlenmiştir. Süt fabrikası aşamasında, ham süt alımı, paketlenmesi ve depolanması işlenmiştir. UHT işlemleri olarak 2-3 saniye 145°C'de pişirme, sonra da ani olarak 20 °C oda sıcaklığına soğutma aşaması olarak eklenmiştir. Paketlenen sütün tetra-pak ambalaja konulduğunu ve satış yerlerine tekrar tırla gönderildiğini bildirmişlerdir, Fakat, süt fabrikasından sonraki işlemler, beşikten-fabrika kapısına bir döngüde olduğu için hesaplanmamıştır.

Envanter analizinde Ecoinvent veri tabanı kullanılmıştır. Etki hesaplama metodolojisinde, CML2001 yöntemi kullanılarak abiyotik tükenme, asidifikasyon, ötrofikasyon, küresel ısınma potansiyeli, ozon tükenme potansiyeli, fotokimyasal oksitleyici oluşumu potansiyeli ve zehirli etki kategorileri altında; insan zehirliliği, tatlı su ekozehirliliği, deniz ekozehirliliği ve karasal ekozehirliliği işlenerek, enerji tüketiminde yenilenebilir olmayan fosil ve nükleer enerji kullanımı Simapro 7.3.2 kullanılarak işlenmiştir. Genel çevresel etki değerlendirmesi yapıldığında, 0,97kg CO₂ eşdeğeri bulunmuş olup, bunun diğer çalışmalarla paralel olduğunu savunmuşlardır.

Leis ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, yarı-entansif bir işletmede, Simapro programı ve Ecoinvent veri tabanı ile analiz yapmışlardır. Fonksiyonel ünite olarak 1kg süt seçilmiştir, sistem sınırları beşikten-çiftlik kapısına olarak belirlenmiştir.

Metodolojisinde, çalışma bölgesi olarak, ortalama sıcaklığı 20°C olan bir bölgede, 48,4ha arazisi olan bir çiftliğin 17 ha'nın süt sığırlarına ayrıldığı belirtilmiştir. Yem türü olarak dışarıdan alınan yemler ve silajın kullanıldığını belirten araştırmacılar, CML 2001 baseline yöntemini kullanarak yaptıkları çalışmada, asidifikasyon, ötrofikasyon, küresel ısınma, arazi kullanımı ve tüm enerji gereksinimini hesaplamak istemişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda, küresel ısınma potansiyeli olarak 1,1274 CO₂ eşdeğeri bulunmuştur. Küresel ısınma potansiyeli olan gazların birleşimi olarak %66 CH₄, %18 N₂O, %15 CO₂ ve %1 diğer gazlar verilmiştir.

Djekic ve ark. (2013) Sırbistan'da yaptıkları çalışmada altı tür süt ürünün (pastörize süt, UHT süt, yoğurt, krema, yağ ve peynir) çevreye olan etkilerini yaşam döngüsü analiziyle belirlemeye çalışmışlardır. Verileri farklı üretim kapasitesindeki yedi farklı işletmeden alıp 29 tane yaşam döngüsü analizi çalışması yürütmüşlerdir. Fonksiyonel ünite olarak 1kg seçilmiş olup, 3 alt basamakta işleme yapılmıştır. Bunlar; çiftlik ve mandıra/süt fabrikası/işletme tesisi atık ve atık su artıma tesisidir. Altı çevresel etki kategorisi işlenmiştir. Bunlar; küresel ısınma, asidifikasyon ve ötrofikasyon potansiyeli, ozon tabakası incilmesi, fotokimyasal sis ve insan zehirliliğidir. İşletmeler, 20.000L'den büyük hacimde üretim yapanlar, 20.000L - 3.000L arası üretim yapanlar ve 3.000L'den küçük üretim yapanlar olmak üzere 3 ayrı alt gruba ayrılmıştır. Çiftlik işleme kategorileri olarak, küresel ısınma potansiyeli, asidifikasyon potansiyeli, ötrofikasyon potansiyeli olmuştur. Çiftlikteki fonksiyonel ünitedeki sütün özellikleri %3,7 yağ, %3,2 protein olmuştur. Tüm verilerin toplanması için bir anket oluşturulmuş olup, işletmelerden 2011-2012 yılına ait veriler alınmıştır. Veritabanı olarak "Carbon Calculations over the life cycle of industrial activities (CCaLC)" veritabanı ve Ecoinvent v2.2 kullanılmış olup, program olarak Microsoft Office 2007 Paketi tercih edilmiştir. Pastörize ve UHT süt için küresel ısınma potansiyeli sırasıyla 1,24 ve 1,67kg CO₂ eşdeğeri bulunmuştur. Yoğurt için küresel ısınma potansiyeli, 1,42 - 2,63 kg CO₂ eşdeğeri bulunmuştur. Küresel ısınma potansiyeli etkisi yüksek olarak bilinen, yıllanmış peynirlerle ilgili yapılan araştırmalarda, Portekiz yıllanmış peynirinin etkisinin 7,49kg CO₂Eş, Galiçya peynirinin etkisinin 10,44kg CO₂Eş, Sırp peynirinin etkisinin ise 6,73 - 9,42 CO₂e arasında değiştiği belirlenmiştir. Sonuç olarak bulunan veriler ve etkileri Çizelge 2.15 ve 2.16daki gibi verilmiştir.

Çizelge 2.15. Farklı ürünlerin YDEA sonuçları (Djekic ve ark. 2013)

Etki kategorisi	Birim	Pastöriz e süt	UHT süt	Yoğurt	Krema	Yağ	Peynir
Küresel Isınma Potansiyeli	kg CO ₂ -Eş	1,25-1,67	1,24-1,38	1,42-2,63	3,52-4,53	20,69-21,3	6,73-9,47
Asidifikasyon Potansiyeli	kg SO ₂ -Eş	0,0139-0,0156	0,0137-0,0141	0,0144-0,0195	0,0434-0,0574	0,2636-0,2658	0,0696-0,0894
Ötrofikasyon Potansiyeli	kg PO ₄ -Eş	0,0064-0,0066	0,0064-0,0065	0,0064-0,0070	0,0203-0,0270	0,1245-0,1248	0,0324-0,0413
Ozon Tüketim Potansiyeli	kg R11	1,01x10 ⁻⁵	1,01x10 ⁻⁵	1,01x10 ⁻⁵	(3,24-4,32)x10 ⁻⁵	2x10 ⁻⁴	(5,0-6,56)x10 ⁻⁵
Fotokimyasal Sis Potansiyeli	kg C ₂ H ₄	(3,47-4,86)x10 ⁻⁴	(3,21-3,49)x10 ⁻⁴	(3,81-6,93)x10 ⁻⁴	(1,01-1,31)x10 ⁻³	(5,89-6,02)x10 ⁻³	(1,66-2,12)x10 ⁻³
İnsan zehirliliği potansiyeli	kg DCB	0,0092-0,0325	0,0067-0,0123	0,0164-0,0847	0,1491-0,1643	0,0267-0,0572	0,0449-0,1581

Çizelge 2.16. Çiftlik başına ürünlerin çevreye olan etkilerinin oranları (Djekic ve ark. 2013)

	Çiftlik 1	Çiftlik 2	Çiftlik 3	Çiftlik 4	Çiftlik 5	Çiftlik 6	Çiftlik 7
Pastörize Süt							
Girdi&Paket	45,64%	27,83%	30,98%	21,84%	37,19%		53,05%
Enerji	42,74%	47,48%	59,38%	60,06%	51,76%		35,36%
Çıktılar	11,61%	24,68%	9,64%	18,07%	11,02%		11,59%
UHT süt							
Girdi&Paket			17,55%	11,33%			
Enerji			63,31%	58,57%			
Çıktılar			19,15%	30,10%			
Yoğurt							
Girdi&Paket	22,29%	8,53%	21,99%	13,46%	17,59%		27,27%
Enerji	50,79%	35,80%	65,29%	57,75%	59,50%		43,29%
Çıktılar	26,92%	55,68%	12,72%	28,80%	22,94%		29,44%
Krema							
Girdi&Paket	24,21%	13,16%	29,88%		19,03%	22,10%	30,98%
Enerji	58,37%	57,07%	60,00%		66,81%	20,57%	52,04%
Çıktılar	17,41%	29,76%	10,12%		14,16%	57,33%	19,98%
Tereyağı							
Girdi&Paket		7,23%		12,97%			
Enerji		57,30%		68,46%			
Çıktılar		35,47%		18,58%			
Peynir							
Girdi&Paket	1,87%	0,90%	2,31	1,63%	1,21%	3,74%	2,83%
Enerji	75,97%	68,87%	80,96	79,19%	78,73%	48,39%	79,81%
Çıktılar	22,15%	30,23%	16,73	19,18%	24,06%	48,87%	17,36%

Dalgaard ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada, hem çiftlik bazında hem de ülke bazında karbon ayak izi hesaplamasını yaşam döngüsü analizi ile hesaplayabilecek bir model oluşturmak istemişlerdir. Fonksiyonel ünite olarak %4,1 yağ ve %3,3 protein içeren, 1kg EDS ve sınırlar olarak beşikten - çiftlik kapısı seçilen çalışmada, 4 farklı YDA türü ile uyumlu bir modeli şu alt başlıklar ile tanıtmışlardır;

- "Consequential LCA, CLCA" Sonuca dayalı YDA, ISO 14040/44
- "Attributional LCA, ALCA" Atıfsal, Sonuçları daha önceden bulunmuş YDA
- PAS 2050, İngiliz ulusal karbon ayak izi yöntemi
- IDF Standart YDA Metodolojisi, Uluslararası Süt Federasyonu yöntemi

CLCA yaklaşımında verilmek istenen, bir süt üretim faaliyetinin doğal olarak gübre atığı vardır ve bu gübre üretimi süt üretimine olan taleple beraber artacaktır. Ancak, gübreye talep olunca süt üretiminin artmayacağı savunulmaktadır. ALCA ise, daha özel alanları ilgilendirmektedir, doğrudan spesifik bir ürünün çevreye olan etkisinin hesaplanması gibi. PAS 2050 İngiliz standartlar enstitüsü tarafından, endüstriyel danışmanlarla oluşturulmuş Azaltma - Yeniden Kullanım - Geri dönüştürme başlıklarından oluşan bir metodolojidir.

Ülkeler ve hatta çiftlikler arasında, üretim çeşitlerinden kaynaklanan sonuç değişikliklerinden dolayı böyle bir model oluşturmak isteyen araştırmacılar, daha önce yapılan çalışmalarda, ortalama olarak, Danimarka'nın süt üretiminin etkisinin 1,06kg CO₂e, İsviçre'nin 0,96-1,08 CO₂e, İngiltere'nin 1,06 kg CO₂e olduğunu bulmuşlardır.

Thomassen ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada, "Çiftlik Muhasebesi Veri Ağına (FADN; Farm Accountancy Data Network)" kayıtlı 271 işletmeden alınan verileri inceleyen araştırmacılar, kriterleri tutmadığı gerekçesi ile bunlardan büyük bir bölümünü çıkarmışlardır. Geriye kalan, üretim özelliği birbirine çok benzeyen 119 işletmede yaptıkları çalışmada, fonksiyonel ünite olarak 1kg FPCM süt seçmişlerdir ve sınırlar olarak beşikten - çiftlik kapısına analiz yapmışlardır. Veritabanı olarak Ecoinvent2004 kullanılmıştır. Brüt veri hesaplaması yapılan işletmelerde, örnek olarak, Brüt Değer Eklenmesi = çiftlik gelirleri - üretime doğrudan etkisi olmayan faktör masrafları ile hesaplanmıştır. Çiftlik gelirleri; süt, kaba yem ve hayvan satışlarından kaynaklanmış olup, üretime doğrudan etkisi olmayan masraflar ise; alınan hammaddeler (yem, gübre, yatak malzemesi, enerji kaynakları, su) ve taşeron gibi servislerdir. Elde

edilen veriler sonrası yapılan korelasyon analizleri sonucunda çıkanlarla yapılan çalışmalarda standart dağılım Çizelge 2.17'deki gibi bulunmuştur.

Çizelge 2.17 Çiftlik giderlerinin çevreye olan etkilerin (Thomassen ve ark. 2009)

Gösterge	Birim		x SD
Arazi kullanımı	m ² /kg FPCM	çiftlik içi	0,70 (0,2)
		çiftlik dışı	0,58 (0,3)
		toplam	1,28 (0,4)
Enerji Kullanımı	MJ/kg FPCM	çiftlik içi	0,87 (0,3)
		çiftlik dışı	4,40 (1,3)
		toplam	5,30 (1,3)
İklim değişimi	kg CO ₂ -Eş/kg FPCM	çiftlik içi	0,76 (0,1)
		çiftlik dışı	0,61 (0,2)
		toplam	1,36 (0,3)
Ötrofikasyon	kg NO ₃ -Eş/kg FPCM	çiftlik içi	0,07 (0,03)
		çiftlik dışı	0,05 (0,02)
		toplam	0,12 (0,04)
		kg NO ₃ -Eş/kg FPCM	çiftlik içi
	kg NO ₃ -Eş/kg FPCM	çiftlik dışı	907 (169)
	kg NO ₃ -Eş/kg FPCM	toplam	976 (334)
Asidifikasyon	g SO ₂ -Eş/kg FPCM	çiftlik içi	7,10 (2,0)
		çiftlik dışı	4,20 (1,4)
		toplam	11,2 (2,6)
		g SO ₂ -Eş/kg FPCM	çiftlik içi
	g SO ₂ -Eş/kg FPCM	çiftlik dışı	85 (32)
	g SO ₂ -Eş/kg FPCM	toplam	95 (19)
Eklenen Brüt Kar	€/kg FPCM		0,28 (0,05)
İşgücü	€/insan yılı (x1000)		112 (55)
2005 yılında 119 çiftlik verisi (x ağırlıklandırma, SD Standart dağılım)			

Çevresel ve ekonomik performansın değerlendirildiği 119 işletmede, ortalama 1 kg FPCM için 1.3m² arazi kullanılmıştır. Toplanan verilerle karşılaştırıldığında bu toplam arazinin %54'üne karşılık gelmektedir.

Yan ve ark. (2013), yönetim biçiminden kaynaklanan veri değişimlerinden yola çıkan araştırmalarla, 18 İrlanda ticari çiftliğinden aldıkları verileri incelemişlerdir. Aynı miktardaki bitki yetiştirmek için 1,5 kat ve inek başına aynı miktarda yem ile 3,5 kat farklılıklar görülmüştür. Bu farklılıkların yüksek olmasının nedeni olarak, ineklerin süt verimleri, çiftliklerde kullanılan yakıt, ekinlerde kullanılan gübre gösterilmiştir.

Antropojenik küresel ısınmanın bir gerçek olarak kabul edildiği ve dünyadaki tüm süt üretiminin buna %4 oranında katkı yaptığı bilinmektedir. Hedeflenen çalışmada fonksiyonel ünite olarak 1kg EDS seçilmiştir. Yaşam döngüsü envanteri olarakda, emisyon faktörlerinin literatür taramaları kullanılmıştır. Yaşam döngüsü etki değerlendirmesi aşamasında karbon ayak izi ve arazi kullanımı incelenmiştir. Sonuç olarak ortalama karbon ayakizi değişimi %13 - %18 olmuştur. Üretim yapılan işletmelerde, 1kg EDS başına ortalama karbon ayak izi $1,23 \pm 0,04\text{kg CO}_2\text{e}$ ve arazi kullanımı $1,22 \pm 0,05\text{m}^2$ olarak bulunmuştur.

Meul ve ark. (2014), Belçika'nın Flandra bölgesinde yer alan 20 çiftlikte yürüttükleri çalışmada;

- Modelin esnekliği ve veriye ulaşmada kolaylık
- Hazırda var olan çiftlik verisi kullanımı
- Çiftliklerin model olarak kullanılması
- Çevreyi etkileyen önemli yönetim yöntemlerinin karakteristiklerinin belirlenmesi
- Çiftlik yöneticileri ile toplantılar yapılarak yaşam döngüsü analizinin yerleşmesini sağlamak konularını detaylı olarak incelemiştir.

Öncelikli olarak,

- Çiftlik danışmanlarına yaşam döngüsü analizi ile ilgili gerekli bilgiler aktararak, yaşam döngüsü analizinde, çevreye olan etkinin azaltılmasına yönelik üretim yapılmasını sağlamak
- Çiftliklerde toplanan verilerin sağlıklı olmasını sağlamak
- Yaşam döngüsü metodolojisine uygun olarak modelin sürekli bilimsel verilerle güncellenerek yeni kalmasını sağlamak amaçlanmıştır.

Çalışma için, fonksiyonel ünite olarak, 1kg FPCM seçilmiştir, program olarak Microsoft Excel kullanılmıştır ve IPCC 2006'ya göre işlem yapılmıştır. Etki değerlendirmesinde, küresel ısınma potansiyeli, asidifikasyon potansiyeli, ötrofikasyon potansiyeli, yenilenemeyen enerji kullanımı ve toplam arazi kullanımı seçilmiştir. Sonuç olarak, 20 işletmenin ortalaması, $1,003\text{kg CO}_2$ çıkmıştır. Tüm işletmelerin entansif olduğu çalışmada bile çiftlikler arasında farklılık çıkmıştır. Bunun nedeni olarak, değişik işleme yöntemleri ve karakteristikleri gösterilmiştir.

Zhang ve ark. (2011) LCC (Life Cycle Costing) yöntemi ile yaptıkları çalışmada, anaerobik dönüştürücülerin, biyoatıkların biyogaza dönüşümü için iyi bir teknoloji olduğunu, burada üretilen gazın sera gibi tarımsal yapıların ısınması için kullanılabileceğini ve bu yapıların sürekli değişen gaz fiyatlarından korunabileceğini ileri sürmüşlerdir. Örnek işletmede 1000 baş sığır fonksiyonel ünite olarak seçilmiştir. Üç çeşit anaerobik dönüştürücü modu bulunmaktadır. Bunlar, tamamen karışık (CSTR), tıkanmış akış (PF) ve karışık tıkanmış akıştır. Biyogaz birleşimi olarak %60-70 CH₄, %30-40 CO₂ ve bazı iz kirleticiler (H₂S ve N₂O gibi) verilmiştir. 1.375-7.353 m³ biyogaz üreten tesislerin 505.844\$-2.078.996\$ arasında maliyete, yıllık işletim bedelinin 32.278\$-157.622\$ arasında ve yıllık karlarının 124.461-827.469\$ arasında olduğu belirtilmiştir. Yapılan analiz sonucunda, işletmelerin kendi masraflarını minimum 3 maksimum 5 yıl gibi bir sürede kapattıkları gözlenmiştir.

2.5. Yaşam Döngüsü Analizinde Kullanılabilecek Programlar ve Özellikleri

Çok yüksek derecede istatistiksel hesaplama gerektiren YDA, bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile beraber, hesaplamaları kolaylaştıracak programlara kavuşmuştur. Bunlardan en bilinenleri Simapro, GaBi, Enviance, Quantis, Earthsmart, Umberto, OpenLCA'dır (Anonim 2014a).

2.5.1. Simapro

Piyasa deneyimi olarak en uzun süredir piyasada olan programlardan biri olan Simapro, zengin veritabanı ve esnek kullanım şartları ile piyasanın beğenisini kazanmıştır. (Anonim 2013, Anonim 2014b) Literatür araştırması yapılan çalışmalarda da genel olarak kullanıldığı görülmüştür. Diğer programlara göre üstün özellikleri;

- Zengin veritabanı desteği,
- Satış sonrası eğitim desteği,
- Çeşitli lisanslandırma özellikleri,
- Belirsizlik analizi desteği,
- Verileri xls, txt, csv olarak alabilme özelliği,
- Adım adım veri takibi ile, optimum hesaba daha açık bir şekilde ulaşabilme özelliğidir.

2.5.2. GaBi

Bulut bilişimle çalışabilen GaBi piyasada Simapro kadar eski bir programdır. Çevresel, üretim, geri dönüşüm ve ayrıştırma gibi başlıklar altında döngüleri oluşturabilir. "Data on Demand" özelliği ile mevcut veri tabanında olmayan özellikleri merkezi sistemden istenmesi halinde kullanılabilir hale getirmektedir. PE INTERNATIONAL firmasının sağladığı 7200 Yaşam döngüsü etki veri seti ile eşsiz bir kaynak arşivi vardır. Diğer programlara göre üstün özellikleri;

- Yüksek güçlü bir bilgisayar altyapısı gerektirmemesi,
- Çok uluslu büyük firmaların kullanıyor olması,
- Esnek lisanslandırma özellikleri sunması,
- Bedava eğitim sürümü olması,
- Webinarlar ile özelliklerini tanıtarak kendisini güncel tutmasıdır.

2.5.3. Enviance

Çalışmalarda çok fazla kullanılmamış olsa da, Hibrit YDA desteğini sunabilen tek programdır, diğer programlardan ayıran başlıca özellikleri;

- Bulut bilişim gücünü kullanması,
- Verilere her yerden erişebilme olanağı,
- Tek bir bilgisayara bağımlı olmama özelliğidir.

2.5.4. Quantis

Karbon ayak izi, su ayak izi, ekosistem kalitesi, doğal kaynaklar ve insan sağlığı gibi etki basamaklarında hesap yapabilen Quantis, alanında öncü firmalar tarafından kullanılmaktadır. Öne çıkan özellikleri;

- Yaşam döngüsü maliyeti hesaplama,
- Sosyal yaşam döngüsü değerlendirmesi yapabilme,
- Eko-etiket çalışması yapabilme,
- Çevreye göre tasarım döngüsü oluşturabilmesidir.

2.5.5. Earthsmart

Ürün yada servis yaşam döngüsü analizi yapmaya odaklı, basitleştirilmiş bir programdır, üstün özellikleri;

- İnternet ortamında çalışması,
- Simapro'dan veri alabilmesi,
- Yeni yöntem ve amaçlara göre hızlıca kişiselleştirilebilmesi,
- Şematik tasarımlı rapor oluşturabilmesi,
- Kullanıcı seviyelerinin ayarlanabilmesidir.

2.5.6. Umberto

Çeşitli paketlerini uygun fiyatlarla sanayiciye yönelik olarak sunabilen bir programdır, özellikleri;

- CO₂, YDA, Verimlilik ve Genel sürümleri barındırmaktadır,
- Grafik editörü vardır,
- Matematiksel fonksiyonları destekler,
- Kütle ve enerji dengelerini çıkarabilir.

2.5.7. OpenLCA

Ücretsiz olması, sürekli güncellenebilir bir açık kaynak yapısına sahip olması, piyasadaki tüm veritabanları ile uyumlu olması, veri setlerinin nexus sitesi üzerinden indirilip, anında programa entegre edilerek kullanılabilmesi ilgi çekici olmuştur. Diğer üstün özellikleri;

- Uzak veri tabanı ile çalışabilmesi,
- Girdi ve çıktıları uzaktan alıp gönderebilmesi,
- Uzak veri tabanı ile birden fazla kullanıcı ile aynı anda kullanılabilmesi,
- Platform bağımsız, Linux, Mac, Windows tabanlı çalışabilmesi,
- Forum sayesinde soru ve sorunlara kısa sürede yanıt alınabilmesi,
- Detaylı eğitim sunumlarına sahip olması,
- Diğer YDA programlarından veri tabanı alabilmesi,
- Yeni veritabanlarına en kısa sürede uyum sağlaması,

- Diğer programlardan çok daha hızlı çalışması,
- Açık kaynak olduğu için istendiği gibi şekillendirilebilmesi,
- Dahili Javascript, SQL, Python komut satırı barındırması,
- Ürün sistemi grafiği çıkarabilmesi,
- Envanter sonuçlarını gösterebilmesi,
- Katılım analizi yapabilmesi,
- Sankeydiagramı çizebilmesi,
- Farklı ürünleri karşılaştırabilmesi,
- Belirsizlik Analizi, Monte Carlo simülasyonu yapabilmesi,
- Coğrafi etki hesaplaması yapabilmesi,
- Merkezi Nexus sitesinden ücretsiz ve ücretli veritabanları ve etki kategorilerinin indirilebilmesi,
- Farklı dillere çevrilerek kullanıcı sayısının kolayca arttırılabilmesidir.

2.6. Etki Kategorilerinin özellikleri

Farklı ülke, kurum ve üniversiteler tarafından geliştirilen etki kategorileri, buldukları bölge koşullarına göre değişik işlemler yaparak, çeşitli etki kategorilerini incelemektedirler Çizelge 2.18'de görüleceği gibi, tüm etki kategorilerini işleyen bir yöntem henüz yoktur, fakat hayvansal üretimin çevreye olan etkisinin hesaplanması için CML tercih edilmektedir. Etki kategorileri, işledikleri başlıklar, kapsamaları ve hangi kurumlar tarafından oluşturuldukları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

CML 2001: Leiden Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü tarafından oluşturulmuş bir hesaplama yöntemidir. Baseline ve Nonbaseline hesaplama yapabilir, nonbaselinehesapla biraz daha geniş kapsamda etki analizi yapmak için kullanılır. 20, 100, 500 yıl ve sonsuz etki analizlerini yapabilir (Acero ve ark. 2015).

Kümülatif Enerji Gereksinimi: Ecoinvent versiyon 1.0.1 sürümü ile birlikte PReConsultants tarafından ortaya çıkarılmıştır. Yenilenebilir olmayan fosil ve nükleer, yenilenebilir biyoatıklar, rüzgar, güneş, jeotermal ve hidroelektrik gibi enerji kaynaklarını inceler. Normalizasyon kullanmaz (Acero ve ark. 2015).

Eco-indicator: Eco-indicator 95'in devam sürümüdür, çevreye olan hasar odaklı yaklaşımı incelerler (Acero ve ark. 2015).

Eco-Scarcity 2006: 1997 yılında çıkarılan sürümün güncellenmiş halidir, eko-faktör yaklaşımı ile çalışır, çevresel yasalar ve politik faktörleri inceler. Şu anki modelde, yasalarla belirlenen tüketim sınırlarını aşan doğal kaynakların tüketimini inceler, ISO 14044 ile uyumlu olarak, karakterizasyon, normalizasyon ve ağırlık dağılımı yöntemlerini kullanır (Acero ve ark. 2015).

EDIP 2003:Danimarka Teknik Üniversitesi tarafından geliştirilmiştir. Küresel olmayan etki kategorileri ile ilgilenmektedir (Acero ve ark. 2015).

EPA-default: Birleşik Devletler Çevre Koruma Teşkilatı tarafından geliştirilmiştir. TRACI 2.0, RECIPE, Su Ayakizi ve Kümülatif Enerji Gereksiniminden esinlenmiştir. İşlediği Mavi su yüzey yada yer altı suyu anlamına, Yeşil su yağmur suyunun toprakta nem olarak tutulması olarak tanımlanır (Acero ve ark. 2015).

ILCD 2011: International Reference Life Cycle Data System'in kısaltılmasıdır. Kalite garantisi bulunan yaşam döngüsü verisi, metodları ve değerlendirmelerini barındırır. Endpoint; çevre, insan sağlığı veya kaynakların sınırlarının zorlanmasını inceler, bundan dolayı korunması gereken alanlar -ekosistemler- hakkında da bilgi verir. ISO 14040 uyumludur. Midpoint; sebep ve sonuç yaklaşımı ile işlem yapar, doğal kaynaklar tüketilirse çevre kirliliği ortaya çıkar gibi (Anonim 2011).

ReCiPe: Çok sayıdaki yaşam döngüsü envanter sonuçlarını belli kategori numaralarına indirgemek üzere oluşturulmuştur, 18 midpoint, 3 endpoint göstergesi içerir. Çevresel döngü modelini temel alır. Birbirine bağlı döngüleri işler (Anonim 2008).

TRACI 2.1: Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and Other Environmental Impacts'in kısaltmasıdır. Etki kategorileri toplanıp, var olan metodolojiler incelendikten sonra ortaya çıkarılmıştır, İnsanları kanser yapan ve yapmayan gibi başlıkları inceleyebilir (Anonim 2014c).

USEtox: Kimyasalların çevreye olan etkisini hesaplamak üzere oluşturulmuştur (Acero ve ark. 2015).

Çizelge 2.18. Farklı YDEA Hesaplama yöntemlerinin inceledikleri etki başlıkları

Yöntemler	Asidifikasyon	Mavi/Yeşil Su Kullanımı	İklim Değişikliği	Kümülaif Enerji Gereksinimi	Kaynak Tüketimi	Eko-Zehirlilik	Ötrofikasyon	İnsan Sağlığı	İyonize Radyasyon	Arazi Kullanımı	Koku	Ozon Tabakası İncelmesi	Parçacık Madde	Fotokimyasal Oksidatifler
CML 2001 (baseline)	√	-	√	-	√	√	√	√	-	-	-	√	-	√
CML 2001 (nonbaseline)	√	-	√	-	√	√	√	√	√	√	√	√	-	√
Eco-indicator 99 [E]	√	-	√	-	√	√	√	√	√	√	-	√	√	√
Eco-indicator 99 [H]	√	-	√	-	√	√	√	√	√	√	-	√	√	√
Eco-indicator 99 [I]	√	-	√	-	√	√	√	√	√	√	-	√	√	√
Eco-Scarcity 2006	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIP 2003	√	-	√	-	-	√	√	√	-	-	-	√	-	√
EPA Defaultmethods	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-	-	√	√	√
ILCD 2011 Endpoint	√	-	√	-	-	-	√	√	√	√	-	√	√	√
ILCD 2011 Midpoint	√	-	√	-	√	√	√	√	√	√	-	√	√	√
ReCiPeEndpoint [E]	√	-	√	-	√	√	√	√	√	√	-	√	√	√
ReCiPeEndpoint [H]	√	-	√	-	√	√	√	√	√	√	-	√	√	√
ReCiPeEndpoint [I]	√	-	√	-	√	√	√	√	√	√	-	√	√	√
ReCiPeMidpoint [E]	√	-	√	-	√	√	√	√	√	√	-	√	√	√
ReCiPeMidpoint [H]	√	-	√	-	√	√	√	√	√	√	-	√	√	√
ReCiPeMidpoint [I]	√	-	√	-	√	√	√	√	√	√	-	√	√	√
TRACI 2.1	√	-	√	-	√	√	√	√	-	-	-	√	√	√
USEtox	-	-	-	-	-	√	-	√	-	-	-	-	-	-

(Acero ve ark. 2015)

2.7. Süt Üretiminde YDA için Dikkat Edilmesi Gerekenler

Literatür araştırmalarında da görülebileceği gibi, iyi bir YDA yapılabilmesi için, öncelikle iyi bir veri tabanı sahibi olmak gerekmektedir. Veri tabanı genel olarak, işlemlerin birbirleri ile bağlantıları, örneğin, üretimde kullanılan traktörlerin motor türleri, bunların hangi yakıt çeşidi kullanarak çevreye ne kadar CO₂ emisyonu saldıkları veya, beton tabanlı ile toprak tabanlı depolama alanının çevreye olan etkisinin ne kadar olduğu gibi veriler barındırmaktadır. Süt üretiminde YDA yapılması amacıyla, önce sistem sınırları belirlenmelidir, bu sınırlar, beşikten çiftlik kapısına, beşikten fabrika kapısına, beşikten mezara veya beşikten beşiğe olarak değişebilir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada yaşam döngüsü analizinin süt sığırcılığında uygulanma olanaklarının belirlenebilmesi amacıyla Open LCA sitesinden (Şekil 3.1.) ücretsiz olarak temin edilebilecek OpenLCA yazılımı (Şekil 3.2) ve bölgede yer alan

- 100 Baş kapasiteli,
- Serbest duraklı,
- Rakımı 500 metre altında,
- Sıvı gübre depolu,
- Süt soğutma tankı ve yıllık 912.500,00 kg süt satışı

bulunan, süt sığırişletmesi araştırma materyalini oluşturmaktadır. İşletme verileri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Bursa bölgesindeki işletmedeki girdiler

Girdiler	Miktar	Birim
Yonca	54750,0	kg
Balya saman	13000,0	kg
Sığır Vitamin - Mineral Karışımı	2500,0	kg
İşletme Yapısı Betonarme ve Çelik	2500,0	m ² *a
Sağım Tesisi	10,0	birim
Elektrik Girdisi	20,0	MWh
Tane Mısır	36500,0	kg
Silajla Karışık Saman	140000,0	kg
Mısır Silajı	225500,0	kg
Silaj Silosu	360,0	m ² *a
Tane Buğday	36500,0	kg
Soya, İthal, Brezilya menşeli	18250,0	kg
Depolama Alanı, Toprak Taban, çelik yapı	100,0	m ² *a
İçme Suyu	3650000,0	kg
Buğday Sapı (rasyon karışımı)	15000,0	kg

Bu verilerden soya yurtdışı menşeli olduğundan sisteme o şekilde tanıtılmıştır. Ülkemizde, süt üretimi ile ilgili yeterli bir veri tabanı bulunmadığı, üretim deseni çalışmada kullanılan çiftlikle uygun olduğu için Fransız Agribalyse 1.2 veritabanı

kullanılması uygun görülmüştür. Yapılan incelemede, Fransa'da yapılan üretimde de, soyanın ithal olarak temin edilmesi hesaplamalarda kolaylık ve uyum sağlamıştır.

3.1.1. Deneme Özellikleri ve Sürü Birleşimi

Sürü bileşimi %100 Holstein Friesian'dır, canlı ağırlıkları ortalama 610kg ölçülmüştür. Tırnak rahatsızlığı ve mastitis gözlenmemiştir.

3.1.2. Fonksiyonel Ünite

Yaşam Döngüsü Analizi fonksiyonel ünitesi olarak konvansiyonel çiftlikte üretilen 1 Kg tam yağlı süt seçilmiştir. Büyükbaş hayvan türü olarak Tür 4, 500-750kg canlı ağırlık, %10-%30 silajla beslenen hayvanlar uygun görülmüştür.

Search...

Home Services Products Downloads Learn more LCA data Network About

openLCA is an open source software for life cycle assessments, footprints, EPDs, ecodesign, Product Environmental Footprint and more...
version 1.4.1 now available!

LCA data
GaBi, ecoinvent, SHDB, ÖkobauDat, ELCD...

Download
openLCA, LCIA methods, format converter

Learn more
manuals and tutoring material

Contact us
with feedback, inquiries, any questions...

News
July 21 2015: ELCD 3.1 database available now in Nexus
July 7 2015: EN 15804-compliant EPDs prepared with openLCA - a practitioner's statement
Jun 17 2015: Ecoinvent v.3.1 updated in openLCA Nexus, more user-friendly!

openLCA is a free, professional Life Cycle Assessment (LCA) and footprint software with a broad range of features and many available databases, created by GreenDelta since 2006. It is an open source software; the software and its source code is freely available. The software is fully transparent and can be modified by anyone.

Besides being open source and free, openLCA offers...

- professional life cycle modeling,
- up-to-date usability,

Şekil 3.1. OpenLCA sitesi



Şekil 3.2. OpenLCA 1.4.1. Açılış Görüntüsü

OpenLCA yazılımı, 2004 yılında Dr. Andreas Ciroth'un kurduğu GreenDelta tarafından 2006 yılında geliştirilmiştir.

OpenLCA programı kapsamında, çevresel yaşam döngüsü analizleri, kritik incelemeler, veri toplama ve veri tabanı hazırlamaları, sosyal yaşam döngüsü analizi işlemleri, yaşam döngüsü maliyeti hesaplamaları vardır.

OpenLCA programı ücretsiz fakat pahalı rakipleri kadar başarılı bir programdır. Tamamen açık kaynak (Mozilla Halka Açık Lisans) olarak yazılan program, yaşam döngüsü analizi konusunda tüm veritabanları ve etki analizleri ile uyumludur. Windows, Mac OS, Linux altında çalışabilmektedir. Uzak veri tabanından çalışabilme özelliği, hem bireysel hem de grup olarak çalışmayı kolaylaştırmaktadır. İşlemleri dışa aktarabilme özelliği ile bir bilgisayara bağlı kalmadan çalışılabilmektedir. Genel olarak, yaşam döngüsü analizi, yaşam döngüsü maliyeti, sosyal yaşam döngüsü analizi, karbon ve su ayak izi hesapları, ürün çevresel ayak izi hesapları, çevresel ürün beyannamesi hesapları, yerleşik ürün poliçesi gibi hesaplamaları yapabilmektedir.

Simapro gibi otomatik bağlantı, GaBi gibi elle bağlantı, parametre ayarları, hassaslık analizi, senaryo (Javascript ve Python programlama dilleri ile) desteği, sistem

genişletme, belirsizlik analizi, Monte Carlo Simülasyonu, normalizasyon ve opsiyonel ağırlıklandırma ile yaşam döngüsü etki analizi, coğrafi bilgi sistemleri entegrasyonu vardır. Analiz süresi, Simapro 8.0.3 sürümünün yarısından azdır. Açık kaynak olması, kullanıcı ve geliştiriciler için esneklik ve özgürlük getirmiştir. Tüm kaynak kodu açık olması, forum desteğı bulunması sayesinde herhangi bir sorun tespit edildiğinde, kullanıcı tarafından bile düzeltilebilmektedir. Gizlilik gerektiren kurumlarda, 3. parti yazılımların kurulması ve eğitimi için bir ekip gelmesi gerekirken, OpenLCA'da buna gerek yoktur. OpenLCA sitesinde, sürekli güncellenen program, yaşam döngüsü etki analizi yöntemleri, görsel eğitimler, kılavuzlar ve hazır çalışmalar bulunmaktadır. Nexus, nexus.openlca.org sayfasında yaşam döngüsü veri setleri, veritabanları, yaşam döngüsü verileri bulunmaktadır. Bünyesinde 05.07.2015 tarihi ile 65.000'den fazla YDA veri seti barındırmaktadır (Şekil 3.3. ve Şekil 3.4.). Simapro ve GaBi için hazırlanan veritabanları satın alınarak ayrıca program içerisine kolayca aktarılabilir. ISO 14040 ile tamamen uyumludur (Şekil 3.5).



Şekil 3.3. openLCANexus YDA Veri Setleri arama sayfası görüntüsü

openLCA Nexus Databases LCA data search Map FAQs About



openLCA Nexus

Your source for LCA data sets.

Search: milk [Search] [Options]

481 data sets in 49 ms

milk spray-drying (RoW)
Data provider: ecoinvent
Category: C:Manufacturing/10:Manufacture of food products/105:Manufacture of dairy p
Version (internal): 03.02.000 Location: RoW


milk spray-drying (CA-QC)
Data provider: ecoinvent
Category: C:Manufacturing/10:Manufacture of food products/105:Manufacture of dairy p
Version (internal): 03.01.000 Location: CA-QC

Database more
GaBi 179
Social Hotspots 112
Agribalyse 72
ecoinvent 59
ELCD 31
ProBas 24
LC-Inventories.ch 4

Country more
France 192
Germany 175

Şekil 3.4. openLCA Nexus arama sayfası milk (süt) arama sonuçları sayısı

openLCA Nexus Databases LCA data search Map FAQs About Register Log



openLCA Nexus

Your source for LCA data sets.

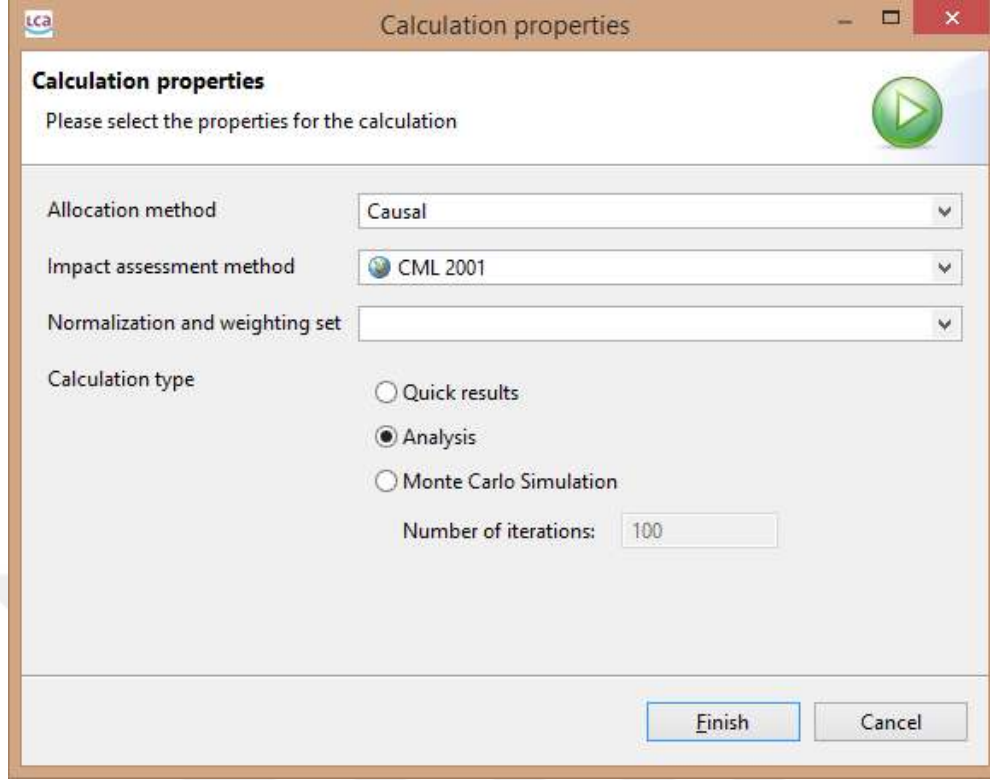
Databases
Agribalyse
ProBas
USDA
ecoinvent
GaBi
Ökobaudat
Social Hotspots
LC-Inventories.ch
NEEDS
ELCD
bioenergiedat

All Free databases For purchase databases

ProBas
Umweltbundesamt
ProBas is a German dataset library originally provided by the German Federal Environment Agency (Umweltbundesamt). It includes unit as well as aggregated processes, for the following topics: Energy, Materials & Products, Transportation services and Waste
[Browse]

ecoinvent
Centre
A leading LCA database by the ecoinvent centre. We offer a fully valid ecoinvent licence with full access to the ecoinvent website and with databases specifically adapted to openLCA. Select below the licence type. If you already own a licence and want to have an "openLCA version" of the ecoinvent database, check "I already own a licence", and prices will be reduced to 500 € in the next step.
[Browse]

Şekil 3.5. Ücretli Veri Setleri Sayfası



Şekil 3.6. OpenLCA İşlem Başlangıç Ekran Görüntüsü

3.2. Yöntem

Çalışmada beşikten çiftlik kapısına kadar olan döngünün çevreye olan etkisi incelenmiştir. Bu tür bir çalışma için gerekli olan verilerde kullanılan yem bitkisi üretim bilgileri veri tabanından temin edilmiş olup, sadece çiftlik içerisindeki faaliyetlere ilişkin aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

- Hayvan beslenmesi için kullanılan, rasyondaki yem karışımı, bu yemlerin türü ve miktarları,
- Ahır binası türü, yapımında kullanılan malzeme ve materyaller,
- Sağım tesisi boyutu yada kaç birim aynı anda sağılabildiği,
- Soğutma tankı, aydınlatma, yer temizleme birimlerinde kullanılan elektrik girdisi bilgisi,
- Varsa depolama alanı, türü, zemin ve yapı özellikleri,
- Hayvanların tüketimi ve temizlik için kullanılan temiz yada içme suyu olarak adlandırılacak su miktarı,
- Ahır altında veya yanında bulunan, gübre silosu, depolama alanı ve türü.

Verilerin sisteme tanıtılması için program içerisinde

- Akışlar (Flows) kısmında, AGRIBALYSE altında yeni bir Süt üretimi başlığı oluşturulmalıdır, burada hesaplama için kullanılacak, fonksiyonel birim olarak 1kg yada 1lt girilmelidir. Temel akışlar, yemler, bitkisel üretim ve atıklar konusunda veriler varsa, bunlarla ilgili de sistem sınırları dahilinde tanımlamalar yapılmalıdır.
- İşlemler (Processes) bölümünde, yeni işlem tanımlanarak, girdiler ve çıktılar belirlenmeli, girdiler bölümüne, yem, elektrik, su, kullanılmakta olan ahır türü eklenmelidir. Çıktılar bölümüne, elde edilen süt miktarı ve varsa ölçülen havaya, suya yada toprağa karışan değerler tanımlanmalıdır.
- Ürün sistemleri (Product Systems) başlığında yeni ürün için isim girilerek, model grafiği kontrol edilmelidir, model grafiğindeki tüm sekmeleri gör (expandall) Ek.16 kullanılarak kontrol edilmeli, sonrasında etki kategorisi seçilerek analiz yapılmalıdır.

Çalışmada kullanılan Çevresel Etki Analizi Yöntemi Leiden Üniversitesi (Hollanda) tarafından 2001 yılında geliştirilen ücretsiz CML2001'dir. Tüm alt sınıf karakterizasyon yöntemlerine sahiptir. CML2001 orta nokta (midpoint) analizi yapmaktadır. Orta nokta analizi ile daha mantıklı sonuçlar alınabilmektedir.

3.2.1. CML2001'in incelediği alanlar ve özellikleri

CML incelediği alanlar temel Çizelge 3.2 ve temel olmayan Çizelge 3.3 alanlar olmak üzere ikiye ayrılır.

Çizelge 3.2. CML Temel Etki Kategorisi Grupları

Etki Kategorisi	Etki Kategorisi Yöntemi Adı
Asidifikasyon	Asidifikasyon potansiyeli - Avrupa ortalaması
İklim değişimi	İklim değişimi -GWP100
Cansız kaynakların tüketimi	Elementler ve nihai kaynaklar
	Fosil yakıtlar
Ekotoksisite	Tatlı su ekotoksisitesi -FAETP sonsuz
	Deniz ekotoksisitesi -MAETP sonsuz
	Karasal ekotoksisite -TETP sonsuz
Ötrofikasyon	Genel ötrofikasyon
İnsan sağlığı	İnsan sağlığı -HTP sonsuz
Ozon tabakası incilmesi	Ozon tabakası incilmesi -ODP sabit durum
Fotokimyasal oksidatifler	Fotokimyasal oksidatifler -yüksek NOx

(Acero ve ark. 2015)

Çizelge3.3. CML Temel Olmayan Etki Kategorisi Grupları

Etki Kategorisi	Etki Kategorisi Yöntemi Adı
Asidifikasyon	Asidifikasyon potansiyeli - genel
İklim değişimi	İklim değişimi -GWP100
	İklim değişimi -GWP20
	İklim değişimi -GWP50
	İklim değişimi -GWP100 Alt Seviyesi
	İklim değişimi -GWP100 Üst Seviyesi
Cansız kaynakların tüketimi	Elementler, ekonomik kaynaklar
	Elementler, kanyak tabanı
Ekotoksisite	Tatlı su ekotoksisitesi -FAETP sonsuz (geniş)
	Tatlı su ekotoksisitesi -FAETP100
	Tatlı su ekotoksisitesi -FAETP20
	Tatlı su ekotoksisitesi -FAETP500
	Tatlı su çökelti ekotoksisitesi -FAETP sonsuz
	Tatlı su çökelti ekotoksisitesi -FAETP100
	Tatlı su çökelti ekotoksisitesi -FAETP20
	Tatlı su çökelti ekotoksisitesi -FAETP500
	Deniz ekotoksisitesi -MAETP sonsuz (geniş)
	Deniz ekotoksisitesi -MAETP100
	Deniz ekotoksisitesi -MAETP20
	Deniz ekotoksisitesi -MAETP500
	Deniz çökelti ekotoksisitesi -MAETP sonsuz
	Deniz çökelti ekotoksisitesi -MAETP100
	Deniz çökelti ekotoksisitesi -MAETP20
	Deniz çökelti ekotoksisitesi -MAETP500
	Karasal ekotoksisite -TETP sonsuz (geniş)
	Karasal ekotoksisite -TETP100
	Karasal ekotoksisite -TETP20
Karasal ekotoksisite -TETP500	

Çizelge3.3'ün devamı

Ötrofikasyon	Genel ötrofikasyon Avrupa ortalaması
İnsan sağlığı	İnsan sağlığı -HTP sonsuz (geniş)
	İnsan sağlığı -HTP100
	İnsan sağlığı -HTP20
	İnsan sağlığı -HTP500
İyonize radyasyon	Radyasyon
Arazi kullanımı	Arazi kullanımı - arazi rekabeti
Koku	Koku
Ozon tabakası incelmeleri	Ozon tabakası incelmeleri -ODP sabit durum NMVOC
	Ozon tabakası incelmeleri -ODP10
	Ozon tabakası incelmeleri -ODP15
	Ozon tabakası incelmeleri -ODP20
	Ozon tabakası incelmeleri -ODP25
	Ozon tabakası incelmeleri -ODP30
	Ozon tabakası incelmeleri -ODP40
	Ozon tabakası incelmeleri -ODP5
Fotokimyasal oksidatifler	Fotokimyasal oksidatifler -EBIR düşük NO _x
	Fotokimyasal oksidatifler -yüksek NO _x , NMVOC
	Fotokimyasal oksidatifler -yüksek NO _x , NMVOC ort
	Fotokimyasal oksidatifler -düşük NO _x
	Fotokimyasal oksidatifler -MIR (çok yüksek NO _x)
	Fotokimyasal oksidatifler -MOIR (yüksek NO _x)

(Acero ve ark. 2015)

3.2.2. CML Etki Kategorisi Grupları

CML'e göre, orta nokta etki grupları iki alt başlıkta incelenmektedir. Bunlar;

- Sınıflandırma ve Karakterizasyon
- Normalizasyondur.

3.2.2.1. Sınıflandırma ve Karakterizasyon

Sınıflandırma bölümü, yaşam döngüsü etki analizi sonuçlarını düzenler ve birbirine bağlar, eğer bir kirletici iki farklı özelliğe sahipse bunları iki etki kategorisine de ekler. Karakterizasyon, farklı gruplarda yer alan kimyasalları, benzer birimlere dönüştürerek, çevreye olan etkilerinin hesaplanmasını kolaylaştırır. Normalizasyon, farklı etki kategorileri arasında karşılaştırma yapabilmek için referans noktalara göre değerlerin bölünerek ortaya çıkarılmasıdır, genel olarak bölgesel ve bireysel olarak değerler normalize edilir.

3.2.2.1.1. Cansız kaynakların tüketimi

CML etki kategorisi insan refahına, insan sağlığına ve ekosistem sağlığına odaklı olduğu için, üretim faaliyetlerinin girdileri olarak, ekosistemden aldıkları elementlerin incelendiği bölümdür. Cansız kaynaklar elementlerdir, kg-eşdeğeri olarak hesaplanırlar. Global boyutta incelenir.

3.2.2.1.2. İklim Değişikliği

Değişen bir iklim doğal olarak ekosistem sağlığını, insan sağlığını refahını etkileyecektir. İklim değişikliğinin nedeni seragazlarıdır. Karakterizasyon modeli, hükümetler arası iklim değişikliği paneli "IPCC" ile modellenmiştir. GWP100 olarak adlandırılır. Birimi kg CO₂/kg emisyonudur. Global boyutta incelenir.

3.2.2.1.3.Stratosferik Ozon Tüketimi

Ozon tabakasının incelmeye başlaması, güneşten UV-B dalga boylarının yüzeye daha çok gelmesine neden olmaktadır. Bunların zararlı olacağı alanlar, insan sağlığı ile sınırlı değildir, UV-B dalga boyları, hayvan sağlığı, karasal ve sucul ekosistemler, biyokimyasal döngüleri de etkilerler. Birimi kg CFC-11 eşdeğeri/ kg emisyonudur. Global boyutta incelenir. Zamanı sonsuzdur.

3.2.2.1.4. İnsan Sağlığı

İnsanların bulunduğu çevredeki zehirli maddelerin varlığını inceler. Karakterizasyon faktörleri "İnsan Zehirlenme Potansiyeli (HTP: Human Toxicity Potentials)" olarak alınır. Birimi 1,4-dichlorobenzene eşdeğeri/kg emisyonudur. Zamanı sonsuzdur. Yerel yada global boyutlarda incelenebilir. LC₅₀ Ölümcül doz %50 olarak işlenir.

3.2.2.1.5. Tatlı Su Ekotoksitesitesi

Bu kategori, tatlı su kaynaklarını inceler. Sudaki ekotoksitesite birimi 1,4-dichlorobenzene eşdeğeri/kg emisyonudur. Zamanı sonsuzdur. Global, kıtasal, bölgesel yada yerel boyutta incelenebilir. LC₅₀ Ölümcül doz %50 olarak işlenir.

3.2.2.1.6. Deniz Ekotoksitesitesi

Tatlı su ile benzerdir. LC₅₀ Ölümcül doz %50 olarak işlenir.

3.2.2.1.7. Karasal Ekotoksosite

Kemirgenlere öldürücü etki yapan kimyasallardır. LC₅₀ Ölümcül doz %50 olarak işlenir.

3.2.2.1.8. Foto-oksidatiflerin Oluşması

Yaz sisi oluşturan etmenlerdir.Genel olarak bitkilere ve insanlara zararlıdır. Birimi kg etilen-eşdeğerleri/kg emisyonudur. Zamanı 5 gündür, bölgesi yerel ve kıtalararası olarak değişir.

3.2.2.1.9.Asidifikasyon

Asitli bileşiklerin, toprak, yer altı suyu, yüzey suyu, organizma, ekosistem ve binalara olan zararını inceler. Havaya olan emisyonları "RAINS 10" modeli ile tanımlanır. Birimi kg SO₂ eşdeğeri/kg emisyonudur. Zamanı ölçülemeyen sonsuzluktur, bölgesi yerel ve kıtasal arası olarak değişir.

Nitrik asit, toprak, su ve hava; sülfürik asit, su; sülfür trioksit; hava, hidrojen klorür, su, toprak; hidrojen florür, su, toprak; fosforik asit, su, toprak; hidrojen sülfid, toprak için incelenir. Nitrojen oksit ve nitrojen monoksit de hava için incelenir.

3.2.2.1.10.Ötrofikasyon

Ötrofikasyon besin maddesi artması demektir. Toprağa çok fazla gübre atılması, tatlı su yada denize çok fazla kontrolsüz olarak atık bırakılması sonucu oluşur. Birimi kg PO₄ eşdeğeri/kg emisyonudur. Zamanı ölçülemeyen sonsuzluktur.Bölgesi yerel ve kıtasal arasında değişir.

3.2.2.2. Normalizasyon

Ülkeler ve global olarak alınan örneklerin, analizler sonucu arasındaki farkların Dünya 1990, Avrupa 1995, Hollanda 1997 için referans olarak hesaplanmasıdır. Normalizasyon verileri Hollanda için 1997/1998, Batı Avrupa için 1995 ve Dünya için 1990-1995 olarak mevcuttur.

3.2.3. Belirsizlik Hesapları

Belirsizlik hesaplarında pedigri tablosundan faydalanılmıştır (Weidema 1996),

- Güvenirlik; yem ve su tüketiminde varsayımlara dayalı tüketimler gözlemlendiğinden dolayı 1,05 alınmıştır,
- Bütünlük; verilerin bazıları farklı işletme ortalamaları ve kısa dönemli olarak temin edilebildiği için 1,20 alınmıştır,
- Zamansal Korelasyon;3-6 yıllık dönem aralığında ortalama veriler olduğu için 1,03 alınmıştır,
- Coğrafi Korelasyon; anonim veri kaynağı olduğu için 1,02 alınmıştır,
- Teknik Korelasyon; ilgili işlem yada materyalleri aynı teknoloji ile kullandığı için 1,20 alınmıştır.

Ortalama olarak logaritmik normal dağılım için 1,10 alınması uygun görülmüştür. (Anonim 2015e)

3.2.4. OpenLCA Madde Akışları

OpenLCA bünyesinde temel akışlar, ürün akışı ve atık akışı olmak üzere üç tür akış vardır.

- Temel akışlar, çevreden alınıp, işleme tabi tutulmadan sisteme giren yada çıkan, materyal veya enerji akışlarını belirtir.
- Ürün akışı, sisteme giren yada çıkıp başka bir işleme giren ürünlerdir.
- Atık akışı ise sistemden çıkan atıklardır.

3.2.5. OpenLCA Tahsis Yöntemleri

OpenLCA programında, çoklu ürün üretimi yapan işletmeler için, tahsis yöntemi seçilebilir, bunlar;

3.2.5.1. Fiziksel Tahsis

Fiziksel tahsis hesaplaması yönteminde, direkt akış özellikleri referans alınarak otomatik olarak hesaplanır. Herhangi bir kütle yada ısıtma değeri %100 olarak kullanılabilir yada ürünlere göre değiştirilebilir. Hesaplanacak etkilerin aynı özellikte olması gerekir.

3.2.5.2.Ekonomik Tahsis

Akışta kullanılan ürün üretimi için gerekli girdilerin, ekonomik değerlerine göre analiz yapımı sağlar.

3.2.5.3. Sıralı Tahsis

Tüm akışların etki oranları toplamda %100'e ulaşacak şekilde bölünmesini ilgilendirir. Özellikle, eğer hem elektrik hem de gazla ısınan bir tesis ise, onların değerlerine göre yüzdelik dilimler ayrılabilir. Bu çalışmada fiziksel tahsis kullanılmıştır.



4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Yem karışımında kullanmak üzere yurtdışından ithalatı gerçekleştirilen soyanın Küresel Isınma Potansiyeli 100 yıl hesaplamasında, dane buğdayın ise Asidifikasyon ve Ötrofikasyon potansiyeli hesaplamasında etkisi en büyük olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Tablodaki verilerden 100 yıl ve sonsuz olanlar endpoint hesaplama kategorisine girmekte ve her zaman gerçek değerleri yansıtmamaktadır, sadece referans olarak uzun süre çalışmaları yapılmaktadır. Fransa verileri Agribalyse Methodology Version 1.2. Feb. 2015 veri tabanından faydalanılarak hesaplanmıştır (Anonim 2015f).

Çizelge 4.1. Yaşam Döngüsü Etki Analizi Sonuçları

Etki Kategorisi	Bursa	Fransa	Birim
Asidifikasyon Potansiyeli - Avrupa Ort.	1,18E-02	7,72E-03	kg SO ₂ -Eş
Asidifikasyon Potansiyeli - Genel	1,38E-02	9,04E-03	kg SO ₂ -Eş
İklim değişimi -GWP100a	1,07E+00	8,24E-01	kg CO ₂ -Eş
İklim değişimi -GWP20a	2,16E+00	1,70E+00	kg CO ₂ -Eş
İklim değişimi -GWP50a	5,20E-01	4,14E-01	kg CO ₂ -Eş
İklim değişimi -GWP100 Alt Seviyesi	1,03E+00	7,90E-01	kg CO ₂ -Eş
İklim değişimi -GWP100 Üst Seviyesi	1,03E+00	7,93E-01	kg CO ₂ -Eş
Ötrofikasyon Potansiyeli - Avrupa Ort.	2,98E-02	1,92E-02	kg NO _x -Eş
Ötrofikasyon Potansiyeli - Genel	5,93E-03	3,78E-03	kg PO ₄ -Eş
Tatlı su zehirliliği -FAETP100a	3,44E-02	2,30E-02	kg 1,4-DCB-Eş
Tatlı su zehirliliği -FAETP20a	3,42E-02	2,27E-02	kg 1,4-DCB-Eş
Tatlı su zehirliliği -FAETP500a	3,47E-02	2,38E-02	kg 1,4-DCB-Eş
Tatlı su zehirliliği -FAETP sonsuz	3,48E-02	2,57E-02	kg 1,4-DCB-Eş
Tatlı su sediment zehirliliği -FSETP100a	5,33E-02	3,67E-02	kg 1,4-DCB-Eş
Tatlı su sediment zehirliliği -FSETP20a	5,28E-02	3,60E-02	kg 1,4-DCB-Eş
Tatlı su sediment zehirliliği -FSETP500a	5,38E-02	3,89E-02	kg 1,4-DCB-Eş
Tatlı su sediment zehirliliği -FSETP sonsuz	5,41E-02	4,36E-02	kg 1,4-DCB-Eş
İnsan sağlığı -HTP100a	7,75E-02	5,77E-02	kg 1,4-DCB-Eş
İnsan sağlığı -HTP20a	7,80E-02	5,78E-02	kg 1,4-DCB-Eş
İnsan sağlığı -HTP500a	7,45E-02	5,68E-02	kg 1,4-DCB-Eş
İnsan sağlığı -HTP sonsuz	-1,58E-03	2,93E-02	kg 1,4-DCB-Eş
İyonize Radyasyon	5,03E-10	3,71E-10	DALYs
Arazi kullanımı - arazi rekabeti	2,14E+00	1,26E+00	m ² a
Koku	2,03E+04	2,46E+04	m ³ hava
Deniz zehirliliği -MAETP100a	5,40E-02	4,28E-02	kg 1,4-DCB-Eş
Deniz zehirliliği -MAETP20a	1,36E-02	1,26E-02	kg 1,4-DCB-Eş
Deniz zehirliliği -MAETP500a	2,61E-01	2,04E-01	kg 1,4-DCB-Eş
Deniz zehirliliği -MAETP sonsuz	8,23E+01	7,11E+01	kg 1,4-DCB-Eş
Deniz sediment zehirliliği -MAETP100a	4,96E-02	4,01E-02	kg 1,4-DCB-Eş
Deniz sediment zehirliliği -MAETP20a	1,89E-02	1,74E-02	kg 1,4-DCB-Eş

Çizelge 4.1. Yaşam Döngüsü Etki Analizi Sonuçları (devamı)

Etki Kategorisi	Bursa	Fransa	Birim
Deniz sediment zehirliliği -MAETP500a	1,98E-01	1,56E-01	kg 1,4-DCB-Eş
Deniz sediment zehirliliği -MAETP sonsuz	3,73E+01	3,18E+01	kg 1,4-DCB-Eş
Fotokimyasal oksidasyon -EBIR düşük NO _x	3,87E-04	4,24E-04	kg ozon oluşumu
Fotokimyasal oksidasyon -yüksek NO _x POCP	2,74E-04	2,92E-04	kg etilen-Eş
Fotokimyasal oksidasyon -düşük NO _x POCP	2,83E-04	2,99E-04	kg etilen-Eş
Fotokimyasal oksidasyon -MIR (çok yüksek)	2,13E-04	2,50E-04	kg ozon oluşumu
Fotokimyasal oksidasyon -MOIR (yüksek)	3,24E-04	3,65E-04	kg ozon oluşumu
Kaynaklar, abiyotik kaynakların yok olması	9,28E-04	7,43E-04	kg antimoni-Eş
Stratosferik Ozon tabakası incelmesi -ODP10a	2,75E-08	1,93E-08	kg CFC-11-Eş
Stratosferik Ozon tabakası incelmesi -ODP15a	2,69E-08	1,90E-08	kg CFC-11-Eş
Stratosferik Ozon tabakası incelmesi -ODP20a	2,64E-08	1,86E-08	kg CFC-11-Eş
Stratosferik Ozon tabakası incelmesi -ODP25a	2,62E-08	1,85E-08	kg CFC-11-Eş
Stratosferik Ozon tabakası incelmesi -ODP30a	2,59E-08	1,83E-08	kg CFC-11-Eş
Stratosferik Ozon tabakası incelmesi -ODP40a	2,49E-08	1,77E-08	kg CFC-11-Eş
Stratosferik Ozon tabakası incelmesi -ODP5a	2,79E-08	1,97E-08	kg CFC-11-Eş
Stratosferik Ozon tabakası incelmesi -ODP sabit NMVOC	2,22E-08	1,64E-08	kg CFC-11-Eş
Karasal zehirlilik -TETP100a	9,16E-03	6,19E-03	kg 1,4-DCB-Eş
Karasal zehirlilik -TETP20a	9,35E-03	6,22E-03	kg 1,4-DCB-Eş
Karasal zehirlilik -TETP500a	8,28E-03	6,00E-03	kg 1,4-DCB-Eş
Karasal zehirlilik -TETP sonsuz	-2,25E-02	-4,86E-03	kg 1,4-DCB-Eş

Yapılan detaylı incelemede (Ek 1 - 15);

- Silajlık mısır üretiminde kullanılan arazi miktarı ile saman üretiminde kullanılan arazi miktarları 0,774 m² ve 0,652m² ile birbirine yakın çıkmıştır.
- Çiftlikte yapılan üretim faaliyetinin CO₂-Eşdeğeri salımı 0,616-CO₂ ile en yüksek çıkmıştır.
- Silajlık mısırüretim faaliyeti 1,314E-8 kg CFC-11-Eşdeğeri ile en yüksek çıkmıştır.
- Çiftlik içerisinde yapılan üretim faaliyetinin ötrofikasyon potansiyeli en yüksek çıkmıştır.

- Çiftlikte yapılan üretim faaliyetinin asidifikasyon potansiyeli, silajlık mısır üretimi ile neredeyse benzer çıkmıştır.
- Ozon oluşum etkisi, çiftlikte yapılan üretim faaliyeti ve soya üretim-taşıma faaliyeti ile yakın değerlerde çıkmıştır, değerleri sırasıyla 2,094E-4 kg ve 1,633E-4 kg bulunmuştur.
- Soya üretimindeki kötü koku oluşumu diğer etmenlerden daha yüksek çıkmıştır, hesaplanan değeri 1.316E4 m³ civarındadır.
- Üretime katılan silajlık mısır üretiminin cansız kaynakları / element eşdeğeri olan antimon tüketimi en yüksek seviyede çıkmıştır.
- Silajlık mısır üretimi ve depolanma işlemlerinin insan sağlığına etkisi en yüksek çıkmıştır.
- Tane buğday üretiminin çevreye olan etkisi en yüksek çıkmıştır.
- Silajlık mısır üretiminin oluşturduğu deniz suyunu kirletmesi 0,25 kg 1,4-DCB-Eşdeğeri ve çökelti ekotoksitesitesi 0,23 kg 1,4-DCB-Eşdeğeri çıkmıştır.

Alig ve ark. (2014)'nın yerel koşullar ve üretim sisteminin ithal ve yerli peynirin çevresel etkilerini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada İsviçre, Fransa, Almanya ve İtalya için belirledikleri çevresel etkilerle Bursa için hesaplanan çevresel etkiler Çizelge 4.2 de verilmiştir.

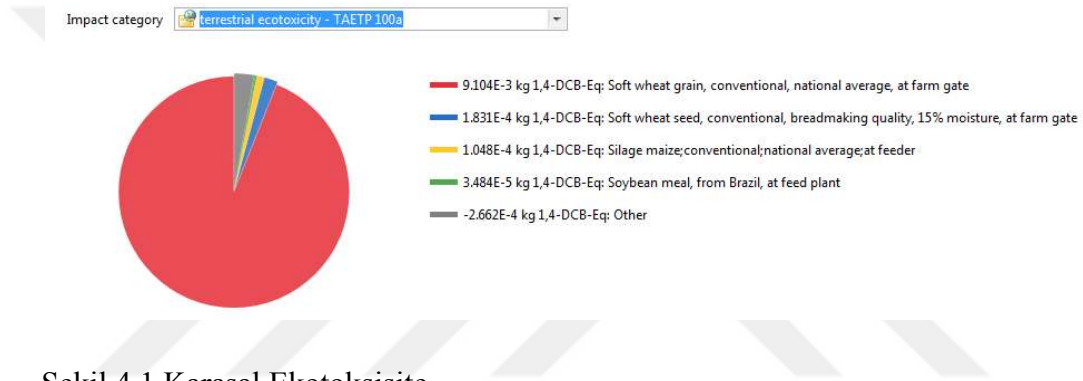
Çizelge 4.2. İsviçre, Fransa, Almanya, İtalya ortalamaları ve Bursa Analiz Kıyaslaması

Çevresel Etki	Birim	İsviçre	Fransa	Almanya	İtalya	Bursa
Küresel Isınma Potansiyeli	kg CO ₂ -Eş	1,26E+00	1,32E+00	1,31E+00	1,21E+00	2,16E+00
Arazi Kullanımı	m ² a	1,71E+00	1,57E+00	1,75E+00	1,42E+00	2,14E+00
Asidifikasyon Potansiyeli	m ²	2,24E-01	2,69E-01	2,46E-01	2,14E-01	1,38E-02
Karasal Ekotoksitesite potansiyeli	kg 1.4-VT-Eş	5,99E-04	1,20E-03	6,88E-04	7,61E-04	9,16E-03
Sucul Ekotoksitesite Potansiyeli	kg 1.4-VT-Eş	9,08E-02	1,11E-01	7,87E-02	1,10E-01	5,40E-02
İnsan Zehirliliği Potansiyeli	kg 1.4-VT-Eş	2,12E-01	2,18E-01	2,12E-01	2,67E-01	7,75E-02

Çizelgede görüleceği üzere, Bursa verileri, diğer ülke ortalamalarına göre yüksek çıkmıştır. Bunun asıl nedeni çalışmalarda kullanılan veritabanlarının farklı olmasıdır. Aynı şartlar altında yapılabilecek bir analizde bu sonuçlar birbirine yakın çıkabilmesi mümkündür.

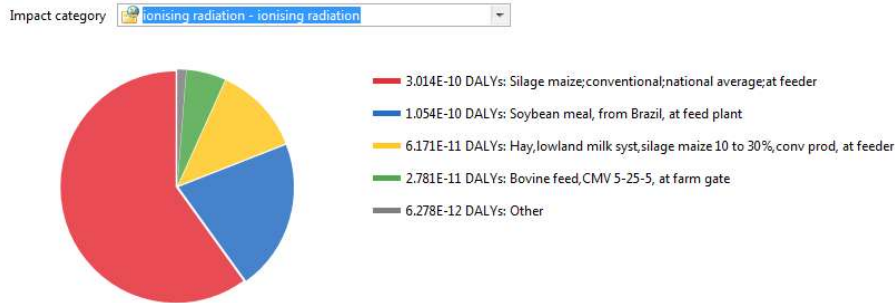
OpenLCA programı, etki kategorilerine göre, üretim sürecinde hangi faaliyetin çevreye ve o etki kategorisine etkinin yüksek olduğunu aşağıdaki şekillerdeki gibi göstermektedir.

- Şekil 4.1 de görüleceği gibi, karasal ekotoksisite artışına en büyük etken buğday üretimi çıkmıştır



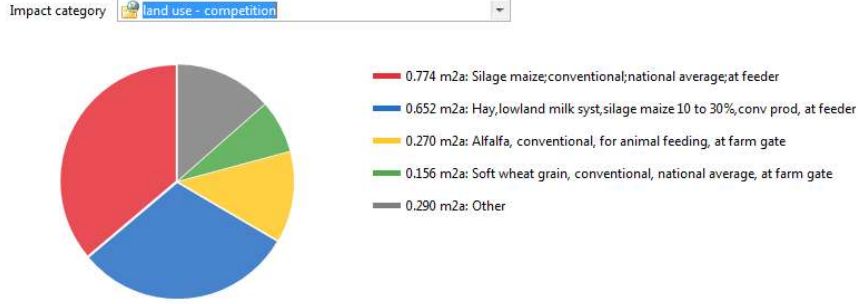
Şekil 4.1 Karasal Ekotoksisite

- Tarımsal üretimin her ne kadar iyonize radyasyon salınımı gibi bir etkisi olmadığı düşünülse de, toprak ve topraktan gelen her şey radyoaktif olduğu için (Anonim 2000b), Şekil 4.2 de ölçülebilir değerler artışı olarak, mısır silajı üretimin radyoaktivite değeri, diğerlerine göre biraz daha yüksek çıkmıştır.



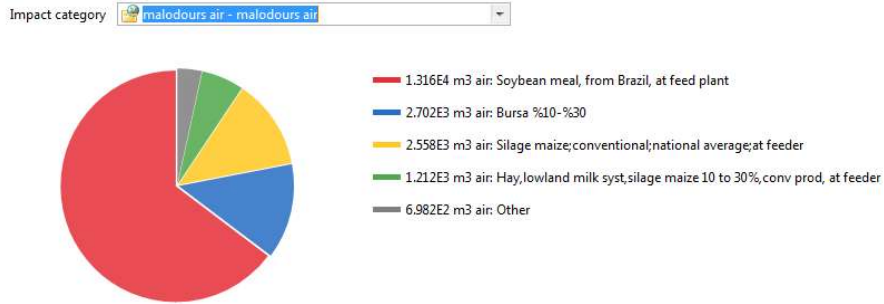
Şekil 4.2 İyonize Radyasyon

- Şekil 4.3 de Arazi kullanımı konusunda silajlık mısır ve saman üretimi değerleri birbirine yakın çıkmıştır



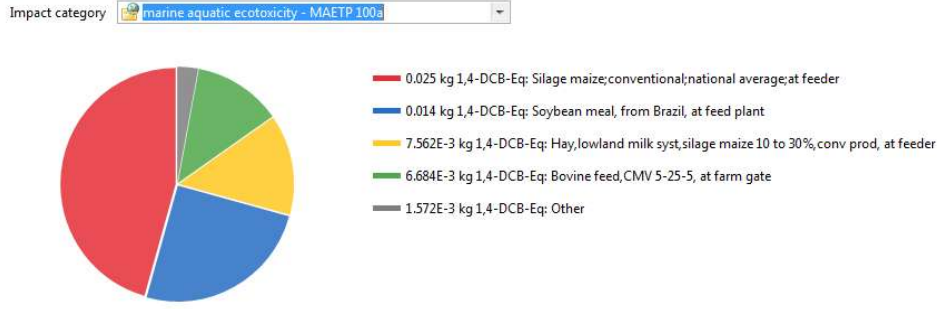
Şekil 4.3. Arazi Kullanım Oranları

- Şekil 4.4 de kötü koku oluşumu konusunda, soya üretimi en yüksek değere sahiptir, soya üretimi yurtdışında yapıldığı yapılan araştırmalarda görüldüğünden dolayı, ülkemiz için önemli başlık çiftlik üretimidir ve bu değer diğerlerinden yüksek çıkmıştır.



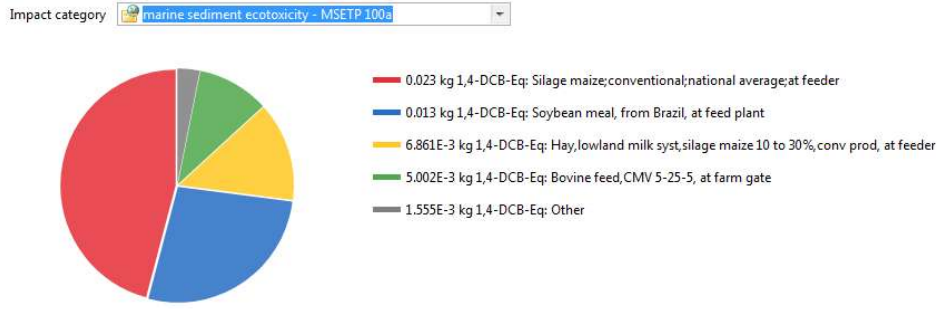
Şekil 4.4. Kötü koku oluşumu

- Şekil 4.5 de, Silajlık mısırın, deniz ekotoksitesitesi etkisi diğerlerinden yüksek çıkmıştır, bunun nedeni olarak, sulama suyu ile topraktan süzülerek denizlere karışan zehir özelliği taşıyabilecek tarımsal ilaçlar olduğu öngörülebilir.



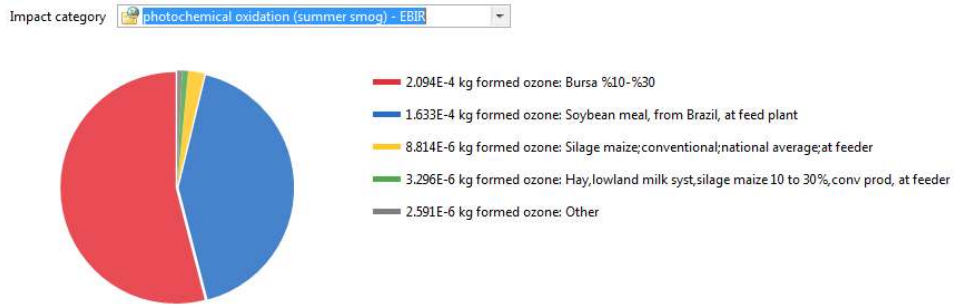
Şekil 4.5. Deniz Ekotoksitesitesi

- Şekil 4.6, deniz çökelti ekotoksitesitesi mısır silajı üretiminin en yüksek çıkmıştır, bunun nedeni Şekil 4.5'te ifade edildiği gibi sulama suyu ile yüzeydeki tarım ilaçlarının neden olduğu belirtilebilir.



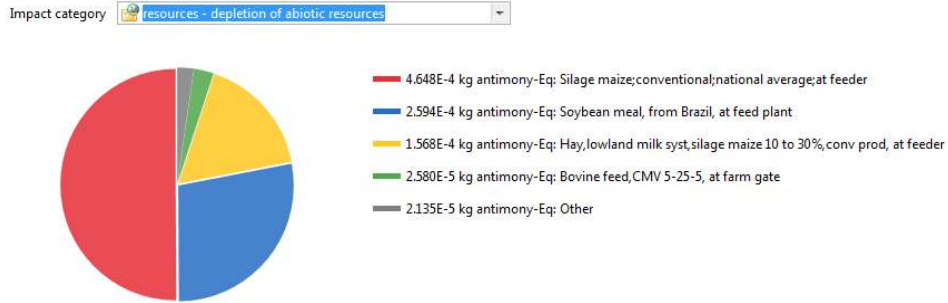
Şekil 4.6. Deniz Çökelti Ekotoksitesitesi

- Hayvancılık faaliyetlerinde ortaya çıkan uçucu organik bileşikler, metan olmayan bileşikler ve toz yüzeyde ozon etkisi yaptığı bulunmuştur (Aneja ve ark. 2011), devamında soya üretimi gelmektedir.



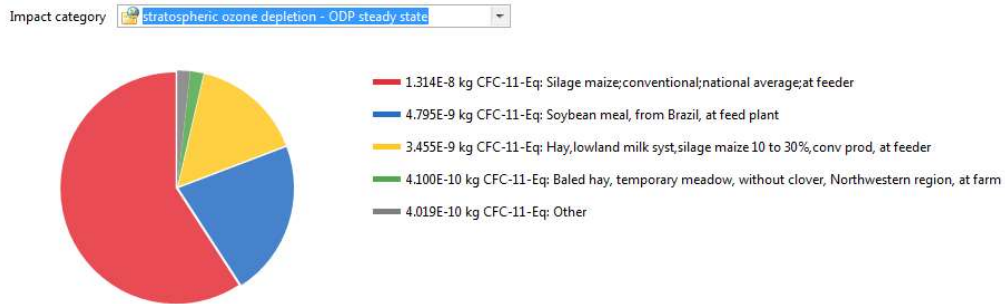
Şekil 4.7. Fotokimyasal Oksidasyon

- Eşdeğer element olarak OpenLCA sonuçlarında verilen antimon kullanımı en çok silajlık mısır üretiminde çıkmıştır, Şekil 4.8 de görüleceği üzere bunu soya üretimi takip etmektedir.



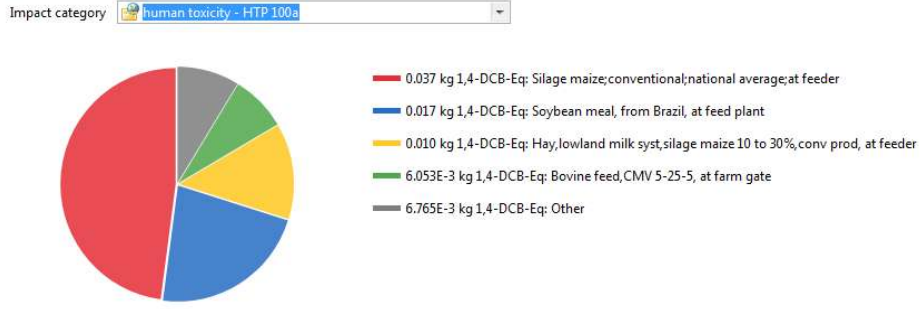
Şekil 4.8. Element Kullanımı

- Stratosferik ozon tüketim verilerinde en yüksek etmen Şekil 4.9'da görüleceği gibi, silajlık mısır üretimi çıkmıştır, bunun nedeni olarak uzun süre örtü altında yada siloda bekletilmesi verilebilir



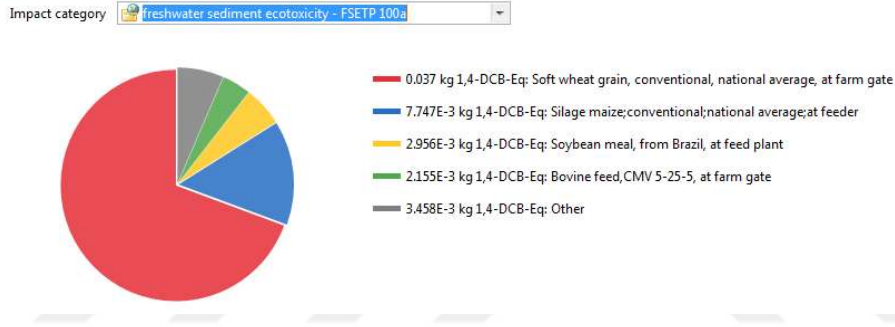
Şekil 4.9. Stratosferik Ozon Tüketimi

- Şekil 4.10'da insan sağlığına etkisi en yüksek etmen silajlık mısır üretimi çıkmıştır, nedeni olarak üretiminde kullanılan tarım ilaçları gösterilebilir.



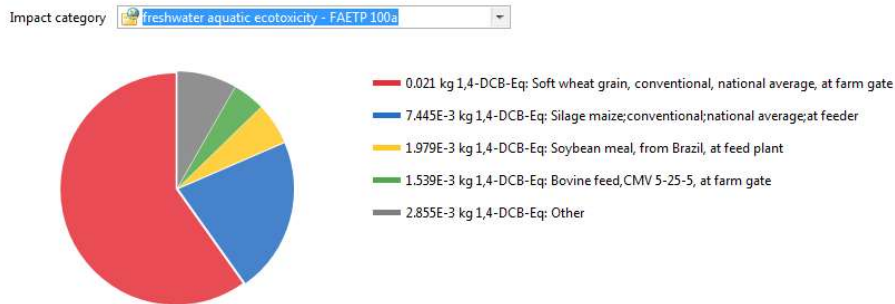
Şekil 4.10. İnsan Sağlığına Etki

- Şekil 4.11'de tatlı su çökelti ekotoksitesitesi en yüksek etmen buğday üretimi çıkmıştır, nedeni ile ilgili olarak, pas ve süne ile mücadele ilaçları verilebilir.



Şekil 4.11. Tatlı Su Çökelti Ekotoksitesitesi

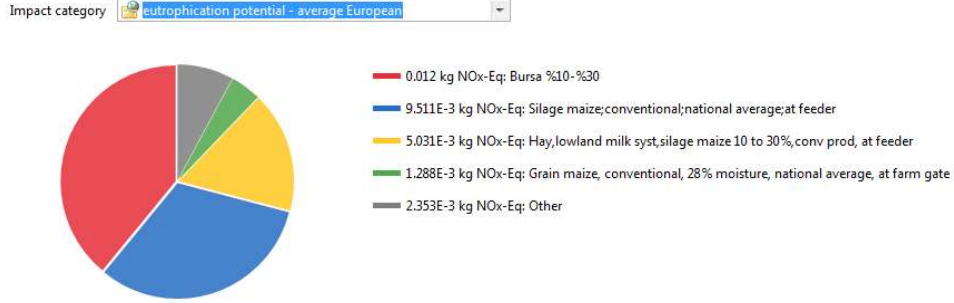
- Şekil 4.11'de tanımlandığı gibi Şekil 4.12'de tatlı su ekotoksitesitesi nedeni aynı olmaktadır.



Şekil 4.12. Tatlı Su Ekotoksitesitesi

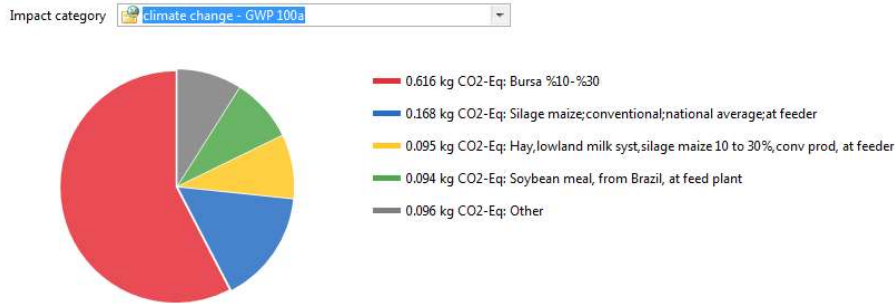
- Üretim faaliyetine katılan girdilerle ilgili olarak herhangi bir biyogaz dönüşüm tesisi verisi olmaması, analiz sonuçlarında, çiftlik içerisindeki ötrofikasyon

değerini en yüksek çıkmasına neden olmasını sağlamıştır. Şekil 4.13'te bunu devam eden faaliyet silajlık mısırdır.



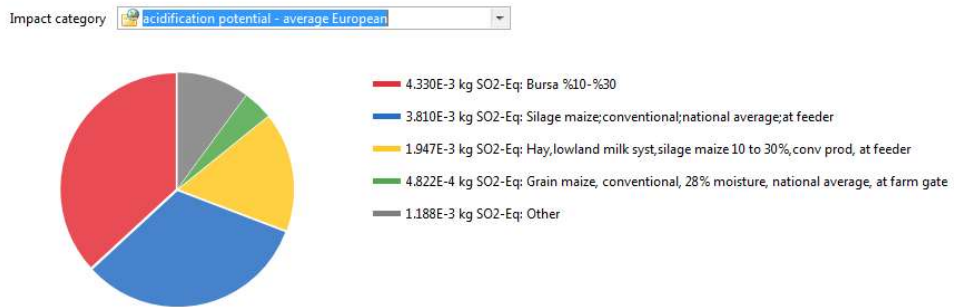
Şekil 4.13. Ötrofikasyon Potansiyeli

- Şekil 4.14'te görüleceği gibi CO₂ salımı olarak en yüksek etmen, çiftlik içi üretim faaliyeti bulunmuştur.



Şekil 4.14. İklim Değişimi, CO₂ salımı

- Asidifikasyon potansiyeli, Kükürt dioksit oluşumu nedeni en büyük olarak çiftlik içerisi faaliyeti olarak gözükmemektedir, devamında silajlık mısır ve saman üretimi olarak Şekil 4.15'te verilmiştir.



Şekil 4.15. Asidifikasyon Potansiyeli, SO₂

Ülkemizdeki kültür ırkı sığırlar için yıllık gerekli olan rasyonun büyük miktarını mısır silajı oluşturmaktadır, fakat yapılan hesaplamalarda da görüleceği üzere, kuru madde ihtiyacının farklı yem bitkilerinden (yonca, fiğ vb.) karşılanması gerektiği çevresel etki hesaplarında ortaya çıkmıştır. Yonca, saman, fiğ gibi bitkiler hayvan tarafından tüketildiğinde şişlik ve gaz oluşturup, sindirimi zorlaştırdığı, süt kalitesini etkilediği için başka bir alternatif gözükmemektedir (Tıknazoğlu 2009). Günlük olarak çiftlik hayvanlarının canlı ağırlığının %8'i kadar gübre ürettiği, bunun sıvı gübre olarak gübre çukurunda depolanarak sonradan biyogaz dönüşüm tesisine alındığı göz önünde bulundurulacak olursa, üretim faaliyetinde mısır silajı kullanmak en iyi seçenek olmaktadır.



5. SONUÇ

Yaşam döngüsü analizi gibi yoğun veri kullanımı gerektiren analizlerin sağlıklı bir biçimde yapılabilmesi için şeffaf, ulaşılabilir ve güvenilir bir veri tabanı oldukça önemlidir.. Güvenilir verilerle YDA yapıldığında Monte Carlo belirsizlik analizi gibi yöntemlerle uzun sürede verilerin ne kadar etkiye yol açacağını sağlıklı bir biçimde hesaplamak mümkündür.. Sisteme katılan girdiler yüzlerce hatta binlerce olmakta, bunların her biri için ayrı bir işlem birimi oluşturulması gerekmektedir. Bu açıdan bakıldığında ülkemizdeki hayvancılık üretimine ilişkin kapsamlı ve güvenilir verilere ulaşmak ne yazık ki olası değildir.

Ek 1'de görüleceği üzere, birden fazla faktörün hem ilerleyen, hem de birbirleri ile bağlantılı etkilerinin hesaplanması için, verilerin düzenli olarak temin edilmesi, veritabanlarının sürekli güncel tutulması şarttır. Bu tür veri toplama gereksinimleri ancak yasal düzenlemelerde ülke düzeyinde yapılmakta ve en sağlıklı veritabanları o şekilde kurulmaktadır. Ne yazık ki ülkemizde öyle bir çalışma henüz yapılmamıştır. İşleme katılan girdilerden sadece global olanlar kullanılmış, Fransa ve Bursa hesaplamaları yapılırken, sistem akışında özel veriler kullanmak gerekmiştir. Yaşam Döngüsü Analizi gibi çalışmalardan daha doğru sonuçlar elde edilebilmesi için bu veritabanlarının oluşturulması gerekmektedir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, Fransa'da yapılan üretim faaliyetine göre, ülkemizde yapılan üretim, çevreye bazı kalemlerde 4, bazılarında ise 10 kat zararlı çıkmıştır. Soya üretimi ülkemizde yapılmadığından ve yurtdışından getirildiğinden, arazi kullanımı konusunda değer negatif çıkmış olup, bu etkinin olmadığı anlamına gelmemektedir.

KAYNAKLAR

- Acero A.P., Rodriguez C., Ciroth A. 2015.** Impact Assessment Methods in Life Cycle Assessment and Their Impact Categories, 2015. <http://www.openlca.org/documents/14826/c548f249-4f66-46a7-93a2-b915b0e0eec6> (Erişim Tarihi: 10.08.2015)
- Ak İ., 2002.** Ekolojik Tarım ve Hayvancılık. Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi, Yıl:1, Sayı:2, Bursa. s31-39
- Ak İ., Atay A., 2008.** Ekolojik Tarımın Tarihçesi ve Genel İlkeleri. Ekolojik/Organik Tarım ve Çevre. Ekolojik yaşam Derneği Yayınları No:1 Özsan Matbaacılık Bursa, 398s.
- Ak İ., 2013.** SÜTAŞ Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları No.13, Süt Hayvancılığı Eğitim Notları, Süttaş Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezleri, 8-16.
- Alig M.,Nemecek T., Bysticky M., GérardGaillard, 2014.** Influence of Site Conditions and Production System on Environmental Impacts of Domestic and Imported Cheese. 9th International Conference LCA of Food San Francisco, USA 8-10 October 2014.
- Aneja V.P.,Schlesinger W.H., Erisman J.W., Behera S.N., Sharma M., Battye W., 2011.** Reactive nitrogen emissions from crop and livestock farming in India, Atmospheric Environment, Elsevier, 2011.
- Anonim, 2000a.** Gübre ve Gübreleme -1, İzmir Ziraat Odası Başkanlığı Eğitici Yayınlar Serisi Yayın No:18
- Anonim, 2000b.** Generic Procedures for Assessment and Response During a Radiological Emergency. IAEA TECDOC Series Number 1162, 2000.
- Anonim, 2005.** Gerolsteiner Mineral Water, Water Knowledge <https://www.gerolsteiner.de> (Erişim Tarihi: 15.07.2015)
- Anonim, 2008.** Quick Introduction into ReCiPe LCIA Methodology. <http://www.lcia-recipe.net/project-definition> (Erişim tarihi: 18.06.2015)
- Anonim, 2010a.** A Common Carbon Footprint Approach for Dairy, Bulletin of The International Dairy Federation, 445/2010.
- Anonim, 2010b.** ISO 14040:2006 - Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=37456 (Erişim Tarihi: 18.07.2015)
- Anonim, 2010c.** Tarımsal Araştırma Master Planı (2011-2015), T.C. GTHB, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2011.** ILCD, International Reference Life Cycle Data System Handbook. <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Recommendation-of-methods-for-LCIA-def.pdf> (Erişim tarihi: 20.07.2015)

Anonim, 2012, Birleşmiş Milletler; İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ve Kyoto Protokolü. http://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler_iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-_bmidcs_-ve-kyoto-protokolu-_.tr.mfa (Erişim tarihi: 18.06.2015)

Anonim, 2013. Introduction to LCA with SimaPro. <http://www.pre-sustainability.com/download/SimaPro8IntroductionToLCA.pdf> (Erişim tarihi: 18.06.2015)

Anonim, 2014a. Product LCAs and EPDs, Coldstream Consulting. <http://www.coldstreamconsulting.com/life-cycle-analysis> (Erişim tarihi: 12.07.2015)

Anonim, 2014b. SimaPro 8 Live Training Day. <http://www.simapro.co.uk/simapro8trainingslidesjan2014.pdf> (Erişim tarihi: 11.01.2015)

Anonim, 2014c. Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and Other Environmental Impacts (TRACI). <http://www.epa.gov/nrmrl/std/traci/traci.html> (Erişim tarihi: 21.07.2015)

Anonim, 2014d. U.S. Dairy's Environmental Footprint. <http://www.usdairy.com/~media/usd/public/dairysenvironmentalfootprint.pdf.ashx> (Erişim tarihi: 25.07.2015)

Anonim, 2014e. Royal İlaç Hayvan Besleme <http://www.royalilac.com/tr/hayvan-beslenme.html> (Erişim tarihi: 05.06.2015).

Anonim, 2015a. Türkiye İstatistik Kurumu - Yıllara ve cinsiyete göre il / ilçe merkezleri ve belde/köy nüfusu 1927-2014 http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1587 (Erişim Tarihi: 16.07.2015)

Anonim, 2015b. Birleşmiş Milletler; İklim değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ve Kyoto Protokolü. http://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler_iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-_bmidcs_-ve-kyoto-protokolu-_.tr.mfa (Erişim tarihi: 18.06.2015)

Anonim, 2015c. Türkiye İstatistik Kurumu, MEDAS Uygulaması <http://tuikapp.tuik.gov.tr/medas/?kn=85&locale=tr> (Erişim tarihi 03.07.2015)

Anonim, 2015d. Büyükbaş Hayvancılık, T.C. Tarım Bakanlığı, Hayvan Yetiştirme <https://www.tarim.gov.tr/HAYGEM/Belgeler/Hayvanc%C4%B1l%C4%B1k/B%C3%BCy%C3%BCkba%C5%9F%20Hayvanc%C4%B1l%C4%B1k/B%C3%BCy%C3%BCkba%C5%9F%20Hayvan%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi.docx> (Erişim tarihi: 08.07.2015)

Anonim, 2015e. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Hayvan Yetiştiriciliği Rasyon Hazırlama, 2013 http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Rasyon%20Haz%C4%B1rlama.pdf (Erişim tarihi: 07.07.2015)

Anonim, 2015f. Bursa Tarım İstatistikleri, 2014 Yılı Faaliyet Raporu, Bursa İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü <http://bursa.tarim.gov.tr/Belgeler/Bursa%20Tar%C4%B1m%20%C4%B0statistikleri/2014%20Faaliyet%20Raporu.rar> (Erişim Tarihi: 15.07.2015)

Anonim, 2015g. SimaPro Database Manual Methods Library <http://www.pre-sustainability.com/download/DatabaseManualMethods.pdf> (Erişim tarihi: 23.07.2015)

Anonim, 2015h. Hububat Yetiştiriciliği, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Bursa Tarım İl Müdürlüğü, Kestel İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü <http://bursa.tarim.gov.tr/kestel/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=3> (Erişim tarihi: 13.07.2015)

Anonim, 2015ı. Agribalyse Methodology Version 1.2 February 2015. http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/agribalyse-methodology-v1_2.pdf (Erişim tarihi: 16.06.2015)

Baitz M., Colodel M.C., Kupfer T., Florin J., Schuller O., Hassel F., Kokborg M., Köhler A., Thylmann D., Stoffregen A., Schöll S., Görke J., Rudolf M., 2013. GaBi Database & Modelling Principles 2013, Version 1.0, November 2013 http://www.gabi-software.com/fileadmin/gabi/Modelling_Principles/GaBi_Modelling_Principles_2013.pdf (Erişim tarihi: 31.07.2015)

Chen G., Orphant S., Kenman S.J., Chataway R.G., 2005. Life cycle assessment of a representative dairy farm with limited irrigation pastures, 4th Australian Conference on Life Cycle Assessment, 23-25 Feb 2005, Sydney, Australia.

Cılız, N., Daylan, B. ve Baydar, G., 2011. Temiz Üretim, Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları –II, REC, Türkiye Yayınları, Ankara.

Coldewey, I. 2005. Guide On Life Cycle Assessment towards Sustainability in the Dairy Chain, Bulletin of the International Dairy Federation 398/2005. www.fil-idf.org/Public/Download.php?media=28689 (Erişim tarihi: 30.03.2015)

Dalgaard R., Schmidt J., Flysjö A., 2014. Generic model for calculating carbon footprint of milk using four different life cycle assessment modelling approaches, Journal of Cleaner Production, Volume 73, 15 June 2014, Pages 146–153

Demirer, G. N., 2011. Yaşam Döngüsü Analizi, Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları – I, REC, Türkiye Yayınları, Ankara.

Djekic I., Miocinovic J., Tomasevic I., Smigic N., Tomic N., 2013. Environmental Life Cycle Assessment of Various Dairy Products. Journal of Cleaner Production, Volume 68, 1 April 2014, Pages 64–72

Eastlake A., 2015. Defining and Supporting the 2015 Low Emission Bus (LEB) Scheme. DfT Workshop, 2015. <http://www.lowcvp.org.uk/assets/presentations/DfT%20workshop%20Defining%20an%20ULEB.pdf> (Erişim Tarihi: 04.08.2015)

Fels J., 2014. Decision Making in Environmental Optimization Strategies Using the Example of Extensive and Intensive Dairy Farming and Their Impact on Biodiversity and Climate Change. 9th International Conference LCA of Food San Francisco, USA 8-10 October 2014

Flysjö A., 2012. Greenhouse Gas Emissions in Milkand Dairy Product Chains Improving the Carbon Footprint of Dairy Products, PhDThesis, Aarhus University, Denmark.

Frank M.,Saling P., Gipmans M., Schöneboom J., 2014. Life Cycle Assessment towards a Sustainable Food Supply - A review of BASF's Strategy 9th International Conference LCA of Food San Francisco, USA 8-10 October 2014

Frederiksen R. H., 2005. LCA Food Database, www.lcafood.dk/lca/lca.htm, (Erişim tarihi 01.07.2015)

Garcia S.,Castanheira E., Dias A.C., Arroja L., 2012. Using Life Cycle Assessment methodology to assess UHT milk production in Portugal

Giacomo P. 2012. Cradle-to-Farm Gate Analysis of Milk Carbon Footprint: a Descriptive Review. Ital J Anim Sci vol.11:e20, 2012.

González-García S., Castanheira É. G., Dias A. C., Arroja L., 2013. Using Life Cycle Assessment Methodology to Assess UHT Milk Production in Portugal. Science of the Total Environment, Volume 442, 1 January 2013, Pages 225–234

Görgülü M, 2012. Laktasyonun İlk Döneminde Dikkat Edilecek Hususlar, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü Ders Notları <http://traglor.cu.edu.tr/objects/objectFile/YvUjqItY-222013-15.pdf> (Erişim Tarihi: 05.08.2015)

GreenDelta, OpenLCA, 2015. OpenLCA Training Slides, December 2014 (pdf, 17 MB) & openLCA training slides, September 2014 (10 MB) <http://www.openlca.org/manuals>

Guerci M.,Zucali M., Sandrucci A., Tamburini A., Penati C., Bava L., 2012. Environmental Impact and Social Attributes of Small and Large Scale Dairy Farms. 8th International Conference LCA in the Agri-Food Sector, Rennes, France 2-4 October 2012

Guinée, J.B.;Gorrée, M.; Heijungs, R.; Huppes, G.; Kleijn, R.; Koning, A. de; Oers, L. van; WegenerSleeswijk, A.; Suh, S.; Udo de Haes, H.A.; Bruijn, H. de; Duin, R. van; Huijbregts, M.A.J. 2002. Handbook on Life Cycle Assessment. Operational guide to the ISO standards. Part III: Scientific background. Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0228-9, Dordrecht, 692 pp.

Huijbregts, M.A.J.;Breedveld L.; Huppes, G.; De Koning, A.; Van Oers, L.; Suh, S. 2003. Normalisation Figures for Environmental Life cycle assessment: The Netherlands (1997/1998), Western Europe (1995) and the World (1990 and 1995). Journal of Cleaner Production 11 (7): 737-748

Jefferies D.,Munoz I., Hodges J., King V.J., Aldaya M., Ercin A.E., Canals L.M., Hoektstra A.Y., 2012. Water Footprint and Life Cycle Assessment as Approaches to Assess Potential Impacts of Products on Water Consumption: Key Learning Points from Pilot Studies on Tea and Margarine. Journal of Cleaner Production 33 (2012) S:155-166

Jullien A., Proust C., Martaud T., Rayssac E., Ropert C., 2012. Variability in the Environmental Impacts of the Aggregate Production. Resources, Conservation and Recycling, Elsevier, 2012, 62, pp.1-13. <https://hal.archives-ouvertes.fr/insu-00684494/document> (Erişim Tarihi: 31.07.2015)

Karpuzcu M., 2012. Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü (13.Baskı). Kubbealtı Yayınevi, İstanbul.

Leis C.M., Silva V. P., Olszensvski F. T., Guilherme M., Decker M., Soares S. R., 2011. Environmental Assessment of Feed Consumption for Milk Production in Semi-intensive System in Southern Brazil. IV Conferencia Internacional de Análisis de Ciclo de Vida en Latinoamérica ACV - CILCA 2011, At Coatzacoalcos, México.

Meul M., E. Van Middelaar C., J.M. de Boerb I., Van Passel S., Fremauta D., Haesaerta G., 2014. Potential of Life Cycle Assessment to Support Environmental Decision Making at Commercial Dairy Farms, Agricultural Systems, Volume 131, November 2014, Pages 105–115

Mezullo W. G., McManus M. C., Hammond G. P., 2013. Life Cycle Assessment of a Small-scale Anaerobic Digestion Plant from Cattle Waste. Applied Energy, Volume 102, February 2013, Pages 657–664 / Special Issue on Advances in sustainable bio fuel production and use - XIX International Symposium on Alcohol Fuels - ISAF

Moroğlu M., Yazgan M.S., 2006. Avrupa Birliği Su Kalitesi Yönergelerinin Türk Mevzuatı İle Karşılaştırması: Genel Değerlendirme, Çevre Kirlenmesinde Öncelikler Sempozyumu, Gebze

Özen N., Şayan Y., Ak İ., Yurtman İ.Y., Polat M., 2010. Hayvansal Üretim-Çevre İlişkileri ve Organik Hayvancılık. Türkiye 1. Organik hayvancılık Kongresi 1-4 Temmuz 2010

Pierrick J., Dunja D., Lips M., Alig M., Baumgartner D. U., 2014. Analysis of the Determinants of the Economic and Environmental Performance of Swiss Dairy Farms in the Alpine Area. 9th International Conference LCA of Food San Francisco, USA 8-10 October 2014

Şayan Y., Polat M., 2001. Ekolojik (Organik, Biyolojik) Tarımda Hayvancılık, Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 14-16 Kasım, Antalya. 95-104.

Şayan Y., Özen N., Kırkpınar F., Polat M., 2010. Organik Hayvansal Üretim ve Çevre. Türkiye 1. Organik hayvancılık Kongresi 1-4 Temmuz 2010

Tamminga S., Verstegen M.W.A., 1996. Implications of Nutrition of Animals On Environmental Pollution. Recent Advances in Animal Nutrition. Nottingham University Press, Nottingham, UK. s121-134

Thoma G., J. Popp, D. Shonnard, D. Nutter, Matlock, R., Ulrich, W., Kellogg, D. S. Kim, Z. Neiderman, N. Kemper, F. Adom, C. East, 2013. Regional Analysis of Greenhouse Gas Emissions from USA Dairy Farms: a Cradle to Farm-gate Assessment of the American Dairy industry circa 2008. International Dairy Journal Volume 31, Supplement 1, April 2013, Pages S29–S40.

Thomassen M.A., Dolman M.A., Calker K.J., Boer I.J.M., 2009. Relating Life Cycle Assessment Indicators to Gross Value Added for Dutch Dairy Farms. *Ecological Economics*, Volume 68, Issues 8–9, 15 June 2009, S.2278–2284

Tıknazoğlu B., 2009. Yem Bitkileri Tarımı ve Silaj Yapımı, T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Yayını

Tuncel E., Ak İ., Şahan Ü., Koyuncu M., 1997. Hayvan Yetiştirme. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları.

Vesilind P.A., Morgan S.M., Heine L.G., 2012. Çevre Mühendisliğine Giriş, Çeviri Editörü: Prof. Dr. İsmail TORÖZ Nobel Yayınları 3.Basımdan Çeviri ISBN: 197-605-133-157-7

Weidema W., 1996. Pedigree Matrix for LCA Data Quality, <https://proxy.eplanete.net/galleries/broceliande7/pedigree-matrix-lca-data-quality> (Erişim Tarihi: 10.10.2014)

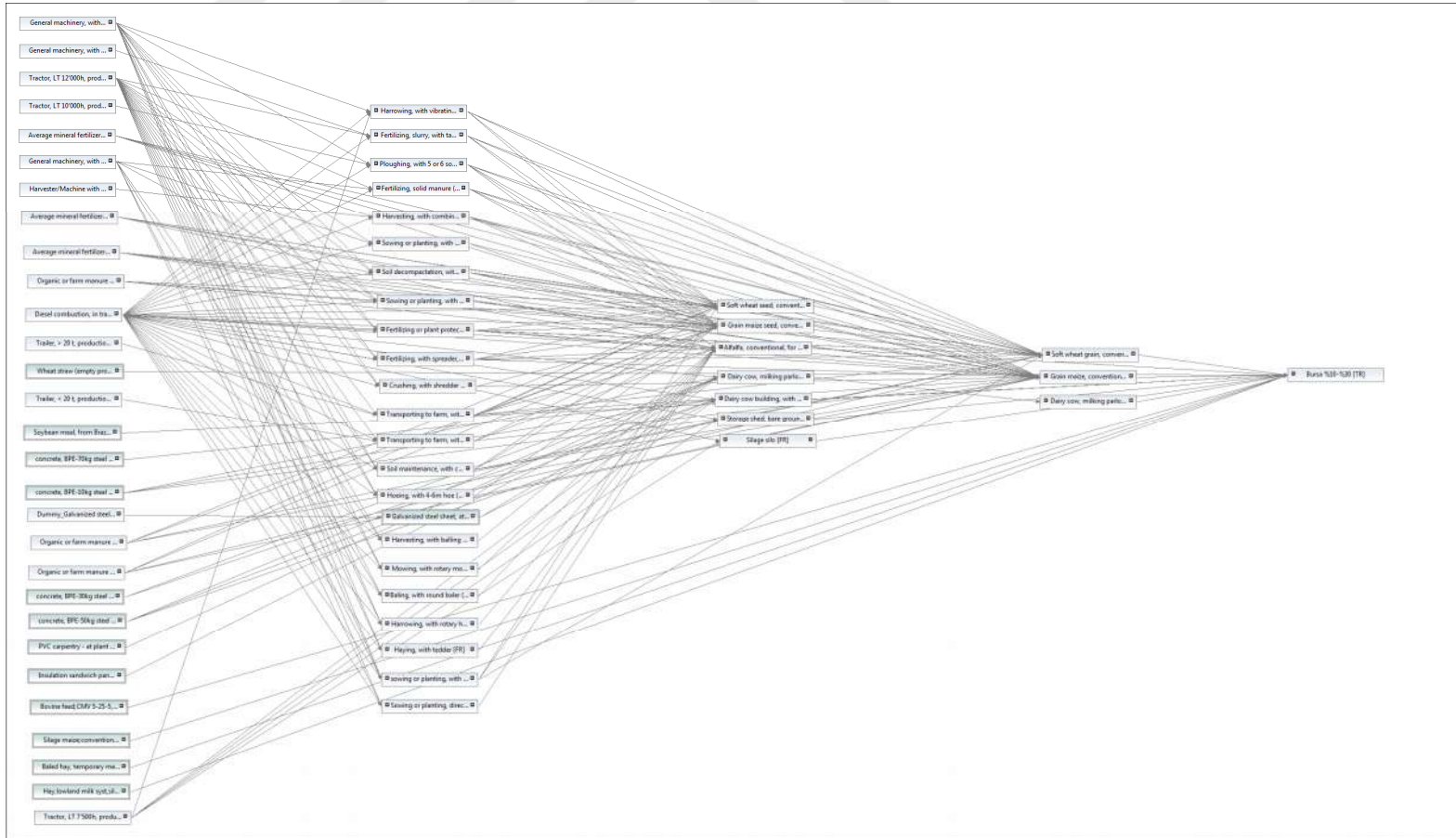
Yan M.J., Humphreys J., Holden N.M., 2013. Life Cycle Assessment of Milk Production from Commercial Dairy Farms: The Influence of Management Tactics. *Journal of Dairy Science*, Volume 96, Issue 7, July 2013, Pages 4112–4124

Zhang S., Xiaotao T. B., Lau A., Clift R., 2011. Life Cycle Costing of an Integrated Animal Farm-Greenhouse Eco-Industrial System in British Columbia, LCA XI International Conference, October 4-6 2011 Chicago, IL, United States.

Zhang S. 2013. Life Cycle Analysis of an Integrated Biogas-Based Agriculture Energy System, MScThesis.

Ekler

Ek 1. Akış Şeması



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Celil Serhan TEZCAN
Doğum Yeri ve Tarihi : Gaziantep 14.09.1987
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)
Lise : Balıkesir Muharrem Hasbi Lisesi 2005
U.Ü. Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği
Lisans : 2011

İletişim (e-posta) : cstezcan @ gmail.com

