

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**SÜRDÜRÜLEBİLİR KAYISI SUYU KONSANTRESİ
ÜRETİMİ İÇİN YAŞAM DÖNGÜSÜ
DEĞERLENDİRMESİ**

Barış KIYAK

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Neslihan Çolak Güneş

İzmir
2019

Güneş Enerjisi Anabilim Dalı
Enerji Yüksek Lisans Programı

Bariş Kıyak tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “Sürdürülebilir Kayısı Suyu Konsantresi Üretimi için Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 09.09.2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:**İmza****Jüri Başkanı**

: Prof. Dr. Ali Garganar

Raportör Üye

: Dr. Öğr. Üyesi N. N. Çoban

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Banu Kız



EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI**

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Sürdürülebilir Kayısı Suyu Konsantresi Üretimi için Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

09 / 09 / 2019


Barış Kıyak

ÖZET**SÜRDÜRÜLEBİLİR KAYISI SUYU KONSANTRESİ
ÜRETİMİ İÇİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ**

KIYAK, Barış

Yüksek Lisans Tezi, Güneş Enerjisi Enstitüsü

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Neslihan Çolak Güneş

Ağustos 2019, 90 sayfa

Yüksek miktarlarda fosil enerji kaynaklarının kullanımından dolayı artan sera gazı emisyonu küresel ısınmanın başlıca nedenlerinden biri olarak görülmekte ve belki de insanoğlunun karşılaşacağı en ciddi problemlerden biri olacağı düşünülmektedir. Sürdürülebilirlik, tüm endüstriyel uygulamaların çevre üzerindeki etkileri ile yakından ilişkilidir. Sürdürülebilirlik, ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca çevresel, sosyal ve ekonomik hususlar arasında uygun dengenin oluşturulmasını hedefler.

Bu tez çalışmasında, tüm dünyada gittikçe daha önemli hale gelen sürdürülebilirlik yaklaşımı kayısı suyu konsantresi üretimi için uygulanmıştır. Bu amaçla, Aydın ili, Sultanhisar ilçesinde kurulu bulunan bir meyve suyu konsantresi fabrikasının konsantre kayısı suyu üretim hattı detaylı olarak incelenmiştir.

Bu kapsamda, kayısıların işletmeye kamyonlarla getirilmesinden başlayıp aseptik torbalarda depolanmasına kadar olan süreç ele alınmıştır. Üretimde kullanılan hammadde, su, ısı ve elektrik enerjisi ile, ortaya çıkan atıklar dikkate alınarak yaşam döngüsü değerlendirmesi yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda, 1 kg kayısı suyu konsantresinin karbon ayak izi, 1.62 kg CO₂eşd. olarak hesaplanmıştır.

Anahtar sözcükler: Sürdürülebilirlik, yaşam döngüsü değerlendirmesi, kayısı suyu konsantresi, kayısı atıkları, karbon ayak izi

ABSTRACT**LIFE CYCLE ASSESSMENT FOR SUSTAINABLE
PRODUCTION OF CONCENTRATED APRICOT JUICE**

KIYAK, Barış

MSc. in Solar Energy Institute

Supervisor: Asst. Prof. Neslihan Çolak Güneş

August 2019, 90 pages

Increased greenhouse gas emissions due to the use of large amounts of fossil energy sources are considered to be one of the main causes of global warming and may be considered as one of the most serious problems human beings facing. Sustainability is closely related to the environmental impact of all industrial applications. Sustainability aims to create an appropriate balance between environmental, social and economic issues throughout the entire life cycle of the product.

In this thesis, the sustainability approach which is becoming more and more important all over the world has been applied for the production of apricot juice concentrate. For this purpose, a concentrated apricot juice production line of a fruit juice concentrate factory located in Sultanhisar district of Aydın province was examined in detail.

Within this scope, the process beginning from the delivery of apricots by trucks to the storage of aseptic bags was discussed. Life cycle assessment was made by considering raw materials, water, heat and electrical energy used in production and the resulting wastes. As a result of this study, the carbon footprint of 1 kg apricot juice concentrate has been calculated as 1.62 kg CO₂eq.

Key words: Sustainability, life cycle assessment, apricot juice concentrate, apricot waste, carbon footprint

ÖNSÖZ

Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü öğrencisi olarak, yenilenebilir enerji alanın önemli konusu olan sürdürülebilir üretim alanında danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Neslihan Çolak Güneş'in rehberliğinde çalışmalara 2012 yılında başladım. Hem sanayi hem akademinin ortada birleştiği sinerjik bir çalışma öngörüsüyle, ülkemizdeki önemli gıdalardan biri olan kayısının gıda sanayindeki durumunu incelemek açısından Dimes A.Ş. ile görüşmeler yapılarak, tez konusu belirlenmiş oldu. Tez çalışması sürecinde, sürekli işletme ve üniversite arasında mekik dokumak, akademik ve endüstriyel perspektifin aynı anda sinerjik olarak akademik kariyerime katkısı çok önemlidir. Bu katkıyı akademik açıdan geliştirmek adına Yunanistan'ın Atina şehrinde Küresel Isınma üzerine Küresel Konferans GCGW 2015'te tezim ile ilgili bildiri sunmak bir dönüm noktası olmuştur. Danışmanımla birlikte dünyada yapılmamış bir çalışmanın öncüsü olmak gurur verici olmakla birlikte bu alanda başka çalışmalara teşvik etmiştir. Aynı anda hem sanayiye hem akademiye katkı sağlama erdeminin gurur verici hissi ileride bu alanla ilgili çalışmalarına ışık tutmaktadır.

İZMİR
09/08/2019


Barış Kıyak

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
İÇ KAPAK	(i)
KABUL ONAY SAYFASI	(iii)
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI.....	(v)
ÖZET	(vii)
ABSTRACT	(ix)
ÖNSÖZ	(xi)
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	(xiii)
ŞEKİLLER DİZİNİ	(xvii)
TABLolar DİZİNİ.....	(xix)
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	(xxi)
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	5
2.1 Gıda Endüstrisinde Sürdürülebilirlik.....	5
2.2 Kayısı Atıklarının Değerlendirilmesi	21
2.2.1 Kayısı Posası.....	21
2.2.2 Kayısı Çekirdeği	22

İÇİNDEKİLER (DEVAM)

2.2.3 Kayısı İç Çekirdeği	24
2.2.4 Kayısı Atıklarının Kullanım Alanları	27
3. SİSTEM TANITIMI	33
3.1 Ön İşlemler.....	35
3.2 Çekirdek Çıkarma	37
3.3 Parçalama ve Mayşe Isıtma.....	38
3.4 Palper	41
3.5 Evaporatör	42
3.6 Sterilizasyon ve Aseptik Dolum.....	45
3.7 Depolama ve Nakliye.....	47
4. YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ	48
4.1 Ön Değerlendirme.....	51
4.2 Enerji Tüketimi	52
4.2.1 Buhar ve Yakıt Tüketimi.....	53
4.2.2 Elektrik Tüketimi	54
4.3 Su Tüketimi.....	54
4.4 Hammadde	54
4.5 Atıklar	55

İÇİNDEKİLER (DEVAM)

4.5.1 Kayısı Atıkları	55
4.5.2 Ambalaj Atıkları	55
5. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	56
5.1 Birim Enerji Tüketimi	56
5.2 Birim Su Tüketimi	57
5.3 Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi	58
6. SONUÇ.....	61
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	65
TEŞEKKÜR	89
ÖZGEÇMİŞ.....	90

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Gıda yaşam döngüsü basamakları	5
2.2 Alt sistemlerin karbon yoğunluğu	7
2.3 Karbon ayak izi ortalama değerleri ve standart sapma aralığı.....	8
2.4 Beşikten mezara yaklaşımıyla ortalama karbon ayak izi değerleri	8
2.5 Farklı senaryolara göre etanol üretiminin küresel ısınma potansiyeli	10
2.6 Küresel ısınma potansiyeli, iki üretim tekniğinin fonksiyonel birimleri...13	
2.7 Süt endüstrisinde enerji ve kaynakların küresel ısınma potansiyeli	15
2.8 Meyve sularının karbon ayak izinin diğer içeceklerle karşılaştırılması	16
2.9 Kayısının ve kısımlarının görsel çizimi.....	21
2.10 Yıl aralıklarına göre kayısı atığı çalışmaları sayısı.....	31
2.11 Yıl aralıklarına göre kayısı atığı türleri üzerine yapılan çalışmalar	32
2.12 Yıl aralıklarına göre kayısı atığı kullanım alanları çalışmaları	32
3.1 Meyve suyu konsantresi işletmesini bulunduğu yer.....	33
3.2 Kayısı suyu konsantresi üretim akış şeması	34
3.3 Kayısı yıkama ve ayıklama işlemleri	36
3.4 Kabarcıklı meyve yıkama havuzu	36

ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM)

3.5 Kayısı çekirdek çıkarma makinesi çalışma prensibi	38
3.6 Meyve parçalama için kullanılan bir parçalayıcı	39
3.7 Mayşe ısıtma için kullanılan bir tubular ısı değiştirici.....	40
3.8 Tubular ısı değiştiricinin şematik gösterimi.....	40
3.9 Kayısı püresi elde etmek için kullanılan bir palper.....	42
3.10 Kayısı püre konsantresi üretiminde kullanılan evaporatör sistemi	43
3.11 Zorlamalı sirkülasyonlu bir evaporatörün şematik gösterimi	44
3.12 Aseptik dolum öncesi strelizasyon için kullanılan borulu ısı değiştirici	46
3.13 Aseptik dolum hattı.....	46
3.14 Aseptik dolum yapılmış ürünlerin depolanması	47
4.1 Yaşam döngüsü değerlendirmesinin aşamaları.....	50
5.1 Kayısı suyu konsantresi üretimindeki alt birimlerin karbon yoğunluğu...	60

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Sızma zeytinyağının beşikten mezara karbon ve enerji ayak izi	9
2.2 Meyve suyu ekolojik profili.....	11
2.3 Yarı mamül kayısı üretimi için yaşam döngüsü envanteri	12
2.4 Çeşitli süt ürünlerinin 1 kg. üretimi için küresele ısınma potansiyeli	14
2.5 Süt işleme endüstrisi içindeki enerji kullanımı ve su tüketimi	14
2.6 Gıda üretiminde sürdürülebilirlik çalışmaları.....	17
2.7 Kayısı işlem atıklarının kullanım şekillerine göre sınıflandırılması.....	27
5.1 Konsantre kayısı suyu üretim verileri.....	56
5.2 Birim ürün başına kullanılan su girdi-çıktı miktarları	57
5.3 Birim konsantre kayısı suyu için envanter verileri	58
5.4 Birim konsantre kayısı suyunun ekolojik profili	59

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
<i>CO₂ eşd</i>	CO ₂ eşdeğeri emisyon miktarı
<u>Kısaltmalar</u>	
FAO	Gıda Tarım Kuruluşu
FU	Fonksiyonel Birim
ISO	Uluslararası Standartlar Kuruluşu
LNG	Likit Doğal Gaz
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
YDD	Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi

1. GİRİŞ

Dünya birincil enerji tüketiminin artmasına neden olan temel etkenlerin başında nüfus ve gelir artışı gelmektedir. Dünyada nüfusun ve kentleşmenin artması, sanayinin gelişmesi, teknolojinin çok hızlı bir şekilde ilerlemesi gibi nedenlere bağlı olarak her geçen gün enerjiye olan ihtiyaç artmaktadır. Enerjinin ekonomik ve çevresel maliyeti de giderek yükselmektedir.

Enerji talebinde görülen hızlı artış, enerji kullanımı konusunda ciddi endişeler oluşmasına yol açmıştır. Kaynakların yetersizliği ve dönüşüm teknolojilerinin çevreye verdiği zarar nedeniyle, enerji, sürekli tüm dünyanın gündeminde yer almaktadır. Yaşam standartları ile enerji tüketimi arasındaki ilişki ele alındığında, kaynakların hiçbir zaman yeterli olmayacağı kolaylıkla tahmin edilebilir. Bu nedenle, geleneksel enerji kaynaklarının çevresel etkilerini azaltmak için, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi oldukça önemlidir (Mekhilef et al., 2011; Onbaşıoğlu, 2011).

Yüksek miktarlarda fosil enerji kaynaklarının kullanımından dolayı artan sera gazı emisyonu küresel ısınmanın başlıca nedenlerinden biri olarak görülmekte ve belki de insanoğlunun karşılaşacağı en ciddi problemlerden biri olacağı düşünülmektedir.

Endüstri, global enerji tüketiminin %36'sından ve toplam CO₂ emisyonlarının %24'ünden sorumludur (IEA, 2017).

Son yıllarda, "sürdürülebilirlik" kavramına olan ilgi gittikçe artmış ve konuyla ilgili pek çok farklı yorum ortaya çıkmıştır. Birleşmiş Milletler (WCED, 1987) sürdürülebilirliği, "*gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilmelerini tehlikeye atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılama konusundaki gelişmeler*" olarak tanımlar. Sürdürülebilirlik tüm endüstriyel uygulamaların çevre üzerindeki etkileri ile yakından ilişkilidir. Sürdürülebilirlik, ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca çevresel, sosyal ve ekonomik hususlar arasında uygun dengenin oluşturulmasını hedefler.

"Sürdürülebilir üretim" ve "temiz üretim" kavramları, ürün ve hizmet eldesi süreçlerinde girdilerin daha verimli kullanılarak, "*hammadde kayıplarının azaltılması ve kirliliğin kaynağında önlenmesi ya da azaltılmasına yönelik olarak*

gerçekleştirilen teknolojik ve/veya yönetsel uygulamalar” olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşım sayesinde hammadde, su ve enerji kullanımı daha verimli hale getirilerek, doğal kaynakların kullanımı ve atık oluşumu en aza indirilebilmektedir (UNEP, 1996; UNEP, 2002; Ulutas et al., 2011).

Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD), ürünlerin, işlemlerin veya faaliyetlerin doğal kaynak tüketimlerini ve çevresel etkilerini ölçmek için kullanılan bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır. Uluslararası Standart Organizasyonu (ISO), yaşam döngüsü değerlendirmesini, “ürünlerin/faaliyetlerin çevresel etkilerini niceliksel olarak analiz etmek için kullanılan metodolojik bir araç” olarak tanımlamaktadır. Endüstriyel bir ürün için YDD ile, üretimin tüm safhalarında çevre kirliliğine yol açabilecek, yoğun enerji ve hammadde tüketimi söz konusu olan proseslerin belirlenmesi ve her bir işlemin çevresel etkilerinin kantitatif olarak hesaplanması mümkündür. Üretim sürecinin bu şekilde parçalara bölünerek incelenmesi, kaynağı sınırlı olan hammadde, su ve enerjinin en verimli şekilde kullanımını sağlamanın yanı sıra, bunların ihtiyaç halinde farklı “*sürdürülebilir kaynaklar*” ile değiştirilmesinin de yolunu açar. Böylece, firmaların çevreye daha duyarlı üretim yapabilmeleri için hangi kritik noktalara odaklanması gerektiği saptanabilir (ISO 14040, 2006; ISO 14044, 2006; Karaali, 2012; Singh ve Heldman, 2015).

Su, enerji ve gıda, insan refahı, yoksulluğun azaltılması ve sürdürülebilir kalkınma için çok önemlidir. Gıda-Enerji-Su bağı (*food-energy-water nexus*) yaklaşımı, üç sektörün - gıda güvenliği, enerji güvenliği ve su güvenliği - ayrılmaz bir şekilde bağlantılı olduğu anlamına gelir (FAO, 2014). Son yıllarda bu yaklaşım sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesi için kavramsal bir araç olarak kabul görmektedir (Biggs et al., 2015).

Gıdalar elde edildikleri andan itibaren bozulma eğilimindedir. Gıda sanayi, yenilebilir hammaddeleri farklı yöntemlerle işleyerek, katma değeri yüksek gıda ürünleri elde eden, dünyanın en büyük ve en önemli sanayi kollarından biridir. Gıda üretimi, korunması ve dağıtımı için ciddi miktarlarda enerji tüketimi söz konusudur, bu da sera gazı emisyonlarının artmasına neden olmaktadır.

Gıdaların işlenmesi sırasında hammaddenin yanı sıra, su, ısı ve elektrik enerjisi, çeşitli kimyasal maddeler, ambalaj malzemesi gibi pek çok girdi kullanımı söz konusudur. Bununla birlikte, başta gıda atıkları olmak üzere, farklı türlerde atıklar da bu süreçte ortaya çıkmaktadır. Gerek kullanılan doğal kaynaklar, gerekse

ortaya çıkan atıklar nedeniyle gıda endüstrisinin çevresel etkileri yadsınamayacak düzeydedir. Bu nedenle, gıda sürdürülebilirliğinin dünyanın baş etmesi gereken en önemli sorunlarından biri olacağı söylenebilir.

Avrupa gıda ve içecek endüstrisi, işletme modelinin kalbine sürdürülebilir büyümeyi koymaktadır. Sürdürülebilirliği sağlamak, sadece dünyanın sınırlı doğal kaynaklarının korunmasına yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda uzun vadeli rekabet gücünü ve refahı da güvence altına alır (Saguy et al., 2013).

Sürdürülebilir teknolojiler az enerji ve su kullanan, doğal kaynakları yok etmeyen, çevreyi kirletmeyen ve geri dönüşümüyle birlikte tekrardan kullanılabilen sistemleri içerir. Sürdürülebilirlik kavramı gıda işleme ile ilişkilendirildiğinde, gıda prosesleri için; çevresel, sosyal ve ekonomik zararı olmayan veya minimum olan, sürekli olarak üretilebilir hammaddeye dayalı, uzun vadede güvenilir ve sonlu enerji kaynaklarına bağımlı olmayan, insan sağlığını olumsuz etkilemeyen ürünler üreten süreçler olmalıdır denilebilir. Gıda üretiminde sürdürülebilirlikten söz ederken odaklanılması gereken başlıca konular aşağıdaki gibi sıralanabilir (Karaali, 2012);

Enerji kullanımı,
Sera gazı emisyonları,
Kaynakların verimli kullanılması,
Atık yönetimi,
Su ve atık su yönetimi,
Ambalajlama

Gıda endüstrisinde hammadde, su ve enerji kaynaklarının kullanımının yanı sıra, kullanılan ambalaj malzemesinin ve ortaya çıkan gıda atıklarının da çevresel etkileri söz konusudur ve bu nedenle yaşam döngüsü değerlendirmesi yapmak için bütüncül bir yaklaşım gereklidir.

Meyve suyu işleme sanayi, dünyanın en büyük tarıma dayalı endüstrilerinden biri olarak kabul edilmektedir. Meyve suyu konsantresi; meyve suyunun, içerdiği su miktarının azaltılması sonucu meyve şekeri, vitamin ve mineraller gibi bileşenlerce yoğun bir çözelti haline getirilmesiyle elde edilir. Böylece, su aktivitesi düşürülmüş olan ürünün raf ömrü uzarken, daha az yer kapladığı için de taşıma, paketleme ve depolama maliyetleri düşürülmüş olur (Balkan et al., 2005; Sorour et al., 2013).

Türkiye, meyve üretiminde dünyanın en şanslı ülkelerinden birisidir. Başta Avrupa Birliği olmak üzere dünyanın tedarik merkezi olabilecek bir potansiyele sahiptir. 2012 yılı sonunda Türkiye’de üretilen meyvenin yaklaşık 1 milyon tonu meyve suyu sanayinde işlenmiştir. Türkiye’nin meyve suyu ihracatında en önemli pazarı Avrupa ülkeleridir ve ihracat yapılan ilk üç ülke Almanya, Polonya ve Hollanda’dır (Akdağ, 2013). FAO (2016) verilerine göre, dünyada her yıl yaklaşık olarak 3.800.000 ton taze kayısı üretilmektedir. Türkiye, dünya kayısı üretiminin %20’sini karşılamakta olup, bu ölçekte 1. sırada yer almaktadır. Türkiye’yi Özbekistan, İran, Cezayir ve İtalya takip etmektedir (FAO, 2016).

Dünyada üretilen kayısıların yaklaşık %15-20’si taze tüketilmekte ve geri kalanı başta kurutulmuş olmak üzere, dondurulmuş, reçel, konserve, meyve suyu ve püre gibi çeşitli ürünlere işlenmektedir. Kayısı suyu ve püresinin en yaygın kullanım alanı bebek mamalarıdır; bunun yanında, meyveli içeceklerin, pastacılık ürünlerinin, çeşitli süt ürünlerinin, tatlı ve atıştırmalık ürünlerin bileşiminde de yer almaktadır (Siddiq, 2006). Kayısı, içerdiği polifenoller, karotenoidler, vitaminler ve mineraller nedeniyle oldukça sağlıklı bir meyve olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, bileşiminde bulunan bu flavonoidler ve karotenoidlerin kansere karşı koruyucu özelliklere sahip olabileceği belirtilmektedir (Ruiz et al., 2005; Vardi et al., 2008; Ozturk et al., 2009).

Meyve suyu, gıda sektörleri arasında en fazla hammadde, su ve enerji kullanılan ve organik atık (meyve atıkları) oluşturan sektörlerden biridir. Bu da meyve suyu endüstrisini, sürdürülebilir üretim açısından incelenmesi ve üzerinde çalışmalar yapılması gereken bir alan haline getirmektedir. Yapılan detaylı literatür araştırmasında, çeşitli meyve suları için sürdürülebilirlik ve yaşam döngüsü analizi konularında nispeten az da olsa çalışmalar olduğu görülmüş ancak, kayısı suyu (püresi) konsantresi ile ilgili bu konuda yayınlanmış bir çalışmaya rastlanmamıştır.

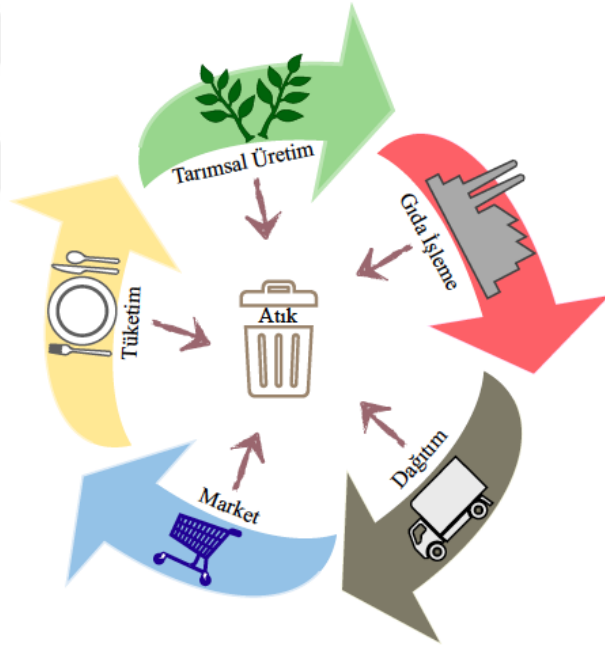
Bu tez çalışmasında, dünyanın en büyük kayısı üreticisi olması sebebi ile, ülkemiz için önemli ürünlerden biri olan kayısı suyu konsantresi üretiminde sürdürülebilirliği sağlamak için, Aydın ilinin Sultanhisar ilçesinde kurulu bulunan, mevcut bir meyve suyu konsantresi fabrikasının kayısı püre konsantresi üretim hattı bütüncül bir bakış açısı ile incelenmiş, birim ürün başına tüketilen hammadde, su ve enerji miktarları ile ortaya çıkan atık çeşitleri ve miktarları dikkate alınarak, bir bilgisayar programı yardımıyla yaşam döngüsü değerlendirmesi yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Gıda Endüstrisinde Sürdürülebilirlik

Tüketim ürünlerinin çevresel profili konusuna olan tüketici ilgisi her geçen gün artmaktadır. Gıda ve içecek sektöründe de, yerel halkın, sivil toplum kuruluşlarının ve hükümetlerin baskısıyla, üretilen gıdaların çevresel etkilerinin de önemli olduğu konusunda başta gelişmiş ülkelerde olmak üzere, gerek tüketici tarafında, gerekse üretici tarafında bilinçlenmenin arttığı söylenebilir.

Gıda endüstrisi çeşitli kaynaklara yoğun bir şekilde ihtiyaç duyan ve pek çok olumsuz çevresel etki oluşmasına sebep olan bir sektördür. Şekil 2.1’de görüldüğü gibi, gıda yaşam döngüsü tarımsal üretimden başlayıp, tüketilinceye kadar sürmekte ve bu süreçte her bir basamağın çevresel etkileri olmaktadır.



Şekil 2.1. Gıda yaşam döngüsü basamakları

Karmaşık gıda sistemlerinde, ölçülebilen verilerin azlığı ve değerlendirmelerin öznelliğinden dolayı, sürdürülebilirlik konusundaki yorumlar da genellikle farklı olmaktadır. Bir gıdanın sürdürülebilirliğini incelemek için zirai üretimden başlayarak tüketim de dahil olmak üzere her bir basamağın detaylı bir şekilde analiz edilmesi gerekir. Bu da farklı disiplinleri içeren, oldukça karmaşık bir süreçtir. Bu nedenle, gıda yaşam döngüsündeki her bir bölüm ilgili araştırmacılar tarafından ele alınmakta ve belirlenen sınırlar çerçevesinde analiz edilmektedir.

Bu bölümde, farklı gıdaların üretim ve işleme basamaklarının çevresel etkilerinin değerlendirildiği, literatürde yer alan sürdürülebilirlik çalışmaları detaylı olarak incelenmiş, seçilen bazı araştırmalara kısaca değinilip, konuyla ilgili literatürde yer alan tüm yayınlar bir çizelge halinde özetlenmiştir.

Andersson ve Ohlsson, 1999 yılında ketçap üretimindeki çevresel etkiler üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada araştırmacılar, ürün geliştirme için yaşam döngüsü analizinin kullanılabilirliğini göstermeyi, bazı prosesler için coğrafi konumun önemini belirlemeyi ve ürünün çevresel performansını iyileştirmeyi amaçlamışlardır.

Berlin (2002), Hush tipi orta sertlikteki İsveç peynirinin yaşam döngüsü değerlendirmesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Daha az miktarda sütle, aynı miktar ve kalitede peynir elde etmeyi amaçlayan araştırmacı, ürünün kalitesinde bir düşmeye yol açmadan, peynir ve süt atığının minimize edilmesiyle, çevresel etkinin azaltılabileceğini belirtmiştir.

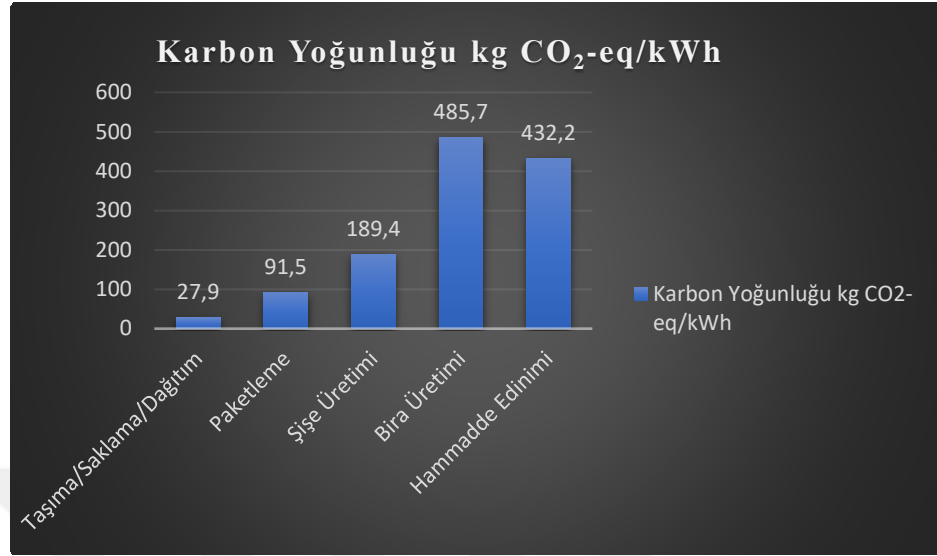
Koroneos et al. (2005), bira üretiminin yaşam döngüsü analizini, Yunanistan'da Selanik'in Sindos Endüstriyel Bölgesinde yer alan, Lager tipi bira üreten bir işletmeden aldıkları bilgiler doğrultusunda yapmışlardır. Bira üretiminin çevresel etkileri, ozon tabakasının incelmeye, sera etkisi, asitleşme, ötrofikasyon, fotokimyasal sis oluşumu ve insan&toprak toksisitesi faktörleri açısından değerlendirilmiştir. Bu çalışmada yer alan, bira üretimine ait alt sistemlerin karbon yoğunluklarının kıyaslandığı grafik Şekil 2.2'de görülebilmektedir.

Fritzson ve Berntsson (2006), proses entegrasyonu yöntemini kullanarak bir mezbaha ve et üretim tesisindeki enerjinin verimli kullanımı üzerine bir araştırma yapmışlardır. Bu çalışmada, İsveç'te bulunan modern bir et işleme tesisinde ısı ve elektrik enerjisi tasarrufu sağlamak amacıyla, sürekli üretim için entegre bir simülasyon programı kullanılarak analiz yapılmıştır.

Weisz et al. (2010), sürdürülebilir ayçiçeği işleme üzerine yaptıkları çalışma sonucunda, adsorpsiyon ve iyon değiştirme prosesleri ile ayçiçeği proteini ekstraktlarından polifenolün giderilmesi için yenilikçi bir işlem geliştirmişlerdir.

Japonya'daki altı farklı alternatif kahve ürünlerinin karbon ayak izi ve enerji analizi üzerine bir çalışma Hassard et al. (2014) tarafından yapılmıştır. Yazarlar bu çalışmada, önemli teknoloji basamaklarındaki etkiyi azaltarak ve var olan karbon

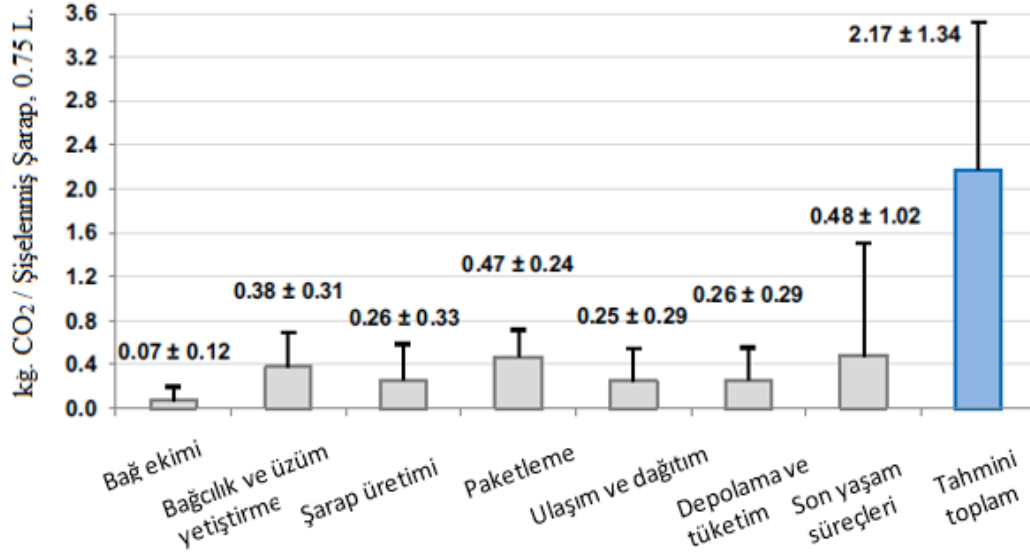
azalımını şematik olarak göstererek, birçok kritik noktayı bildirmiş ve bazı stratejiler sunmuşlardır.



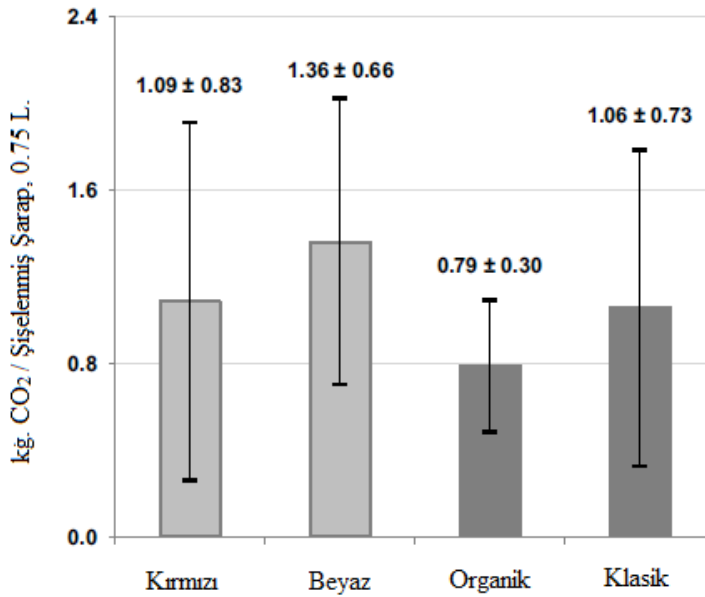
Şekil 2.2 Alt sistemlerin karbon yoğunluğu (Koroneos et al.,2005).

Rugani et al., 2013 yılında şarap sektöründeki karbon ayak izi analizini kapsamlı bir şekilde incelemişlerdir. Sera gazlarının artışıyla ilgili endişeler, bölgesel iklim modellerinin düzenlenebilir potansiyeli olması dolayısıyla, birçok firmayı sürdürülebilir üzüm yetiştiriciliği ve şarap üretim uygulamaları konularında harekete geçirmiştir. Şarap karbon ayak izi araştırmaları son yıllarda güçlü bir şekilde yaygınlaşmasına rağmen, bu alanda keşfedilmemiş geniş çaplı uygulama alanları olduğunu çalışmalarında göstermektedirler. Bu çalışmada 29 şarap yaşam döngüsü çalışması incelenmiş ve Şekil 2.3’de yer alan grafikte görüldüğü üzere bağ ekiminden tüketim sonrasına kadar her bir basamak için ortalama karbon ayak izi değerleri verilmiştir. Şekil 2.4’te ise farklı şarap tipleri için ortalama karbon ayak izi değerleri gösterilmiştir.

Rinaldi et al. 2014 yılında, Umbria, İtalya’da hakiki sızma zeytinyağı üretim zincirinin karbon ayak izi değerlendirmesi ve enerji performansı üzerine çalışmışlardır. Zeytinyağı üretim zinciri, beşikten-mezara analiz yöntemiyle araştırılmıştır. Zeytinyağı üreticilerinin, çevresel gelişim ve üretim zincirinin optimizasyonu konusunda stratejik kararlar alabilmeleri için bu çalışma çok kullanışlı bilgiler içermektedir. Bu çalışmanın sonuçları Çizelge 2.1’de detaylı olarak verilmiştir.



Şekil 2.3. Beşikten mezara yaklaşımla, yaşam döngüsü başına şarap karbon ayak izi ortalama değerleri ve standart sapma aralığı; 35 çalışmadan seçilen 29 şarap yaşam döngüsü çalışması değerlendirilmiştir (Rugani et al.,2013).



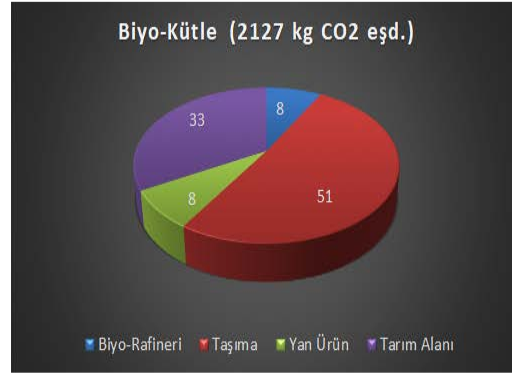
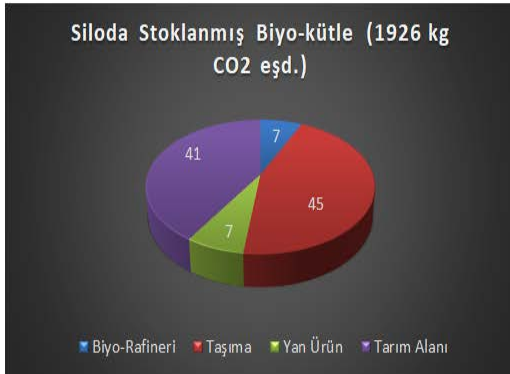
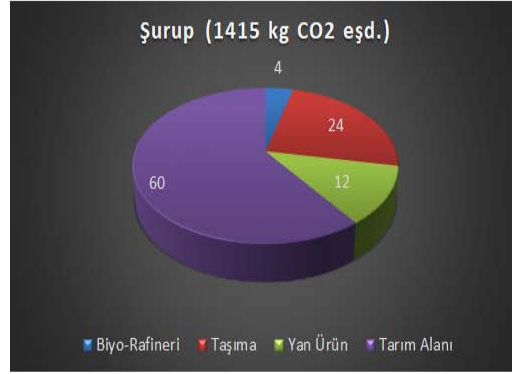
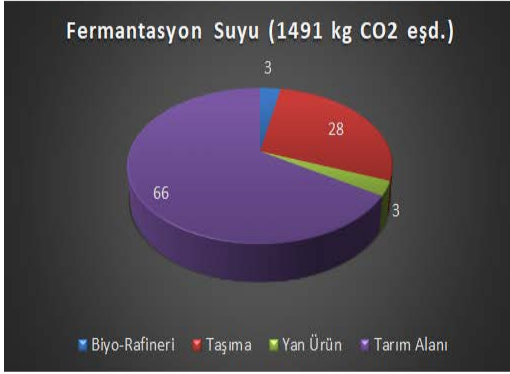
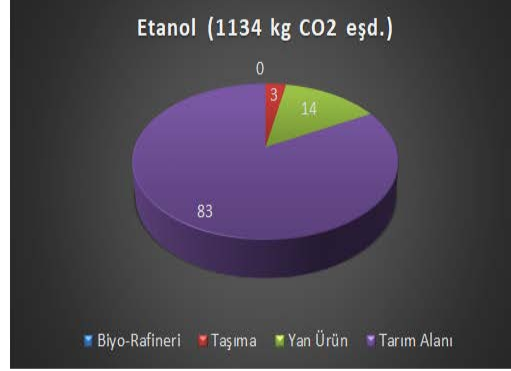
Şekil 2.4. Farklı şarap tipolojilerinin karbon ayak izi ortalama değerleri ve standart sapma aralığı; beşikten mezara yaklaşımla ortalama karbon ayak izi değerleri (Rugani et al.,2013).

Çizelge 2.1 Sızma zeytinyağı'nın beşikden mezara karbon ayak izi ve enerji ayak izi - yaşam döngüsü süreçlerindeki dağılımı (Rinaldi et al., 2014.)

Proses	Karbon Ayak İzi (kg CO ₂ eq/L)	Enerji Ayak İzi (MJ/L)
Zeytin Ağacı Yetiştirme	3,24	37,09
Aşılama	1,48	10,66
Hasat	0,69	10,3
Budama	0,43	6,35
Değirmene Nakliyesi	0,26	3,93
Diğer	0,38	5,85
Sızma Zeytinyağı Üretimi	2,6	35,04
Dondurma	1,97	33,1
Soğutucu Sızıntısı	0,48	-
Öğütme	0,07	1,27
Yan Ürün Püskürtme	0,03	0,57
Diğer	0,05	0,1
Paketleme	2,04	54,36
Cam Şişe	1,49	32,52
Plastik Kap	0,25	8,02
Oluklu Karton Kutu	0,17	8,31
Kağıt Kutu	0,08	2,22
Diğer	0,05	3,29
Sızma Zeytinyağı Dağıtımı	9,72	147,72
Hava Nakliyesi (A.B.D)	8,45	126,14
Son Kullanıcı Nakliyesi (Japonya)	0,33	5,75
Merkezi Depo Nakliyesi (Almanya)	0,23	3,84
Deniz Nakliyesi (Japonya)	0,16	2,48
Son Kullanıcı Nakliyesi (Fransa)	0,16	2,87
Diğer	0,39	6,64
Son Bertaraf	0,16	2,48
Geri Dönüşüm Tesisine Nakliyesi	0,15	2,34
Katı Atık Sahası	0,01	0,14
Yan Ürün Kredisi	-0,23	-2,42
TOPLAM	17,53	274,27

Caffrey et al., 2014 yılında tatlı sorgum suyundan etanol üretiminin tekno-ekonomik ve yaşam döngüsü değerlendirmesi analizi üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada, BE3 (biyoenerji ekonomisi, enerji ve çevre) model metodolojisi kullanılarak tatlı sorgumdan elde edilen çözülebilir şekerlerden etanol üretimi ile

ilgili çiftlikten biyo-rafineri sürekliliğine kadar olan ekonomik, çevresel ve enerji sorunları açıklanmaktadır. Süreç yönetiminin toplam üretim sistemini nasıl etkilediğini belirlemek için beş işlem konfigürasyonunun karşılaştırmalı bir analizi gerçekleştirilmiştir (Bkz: Şekil 2.5.).



Şekil 2.5. Farklı senaryolara göre her bir senaryo için etanol üretiminin küresel ısınma potansiyeli (hektar bazında, %) [Etanol, Fermantasyon Suyu, Şurup, Siloda Stoklanmış Biyo-kütle, Biyo- kütle](Caffrey et al.,2014).

Orta İtalya'da, Fantozzi et al. (2015), farklı zeytin üretim tekniklerinin enerji tüketimini direk ölçerek, yermantarı sosunun karbon ayak izini araştırmışlardır. Bu çalışmanın amacı, yermantarı sosunun karbon ayak izini hesaplamak, ürün kategori

standartları geliştirmek, farklı yaklaşımlarla karşılaştırmak, hassaslık analizi ve belirsizlik analizi sonuçlarının gerçekliğini test edebilmektir.

Bir meyve suyu üretim tesisinde temiz üretimi hayata geçirme üzerine bir alışma Rahim vd. tarafından, 2015 yılında yapılmıştır. Çalışmada görölmektedir ki, meyve suyu üretim tesisindeki CO₂ emisyonlarını azaltmak için, temiz üretim stratejisi izlemek ekonomik olarak da uygulanabilir bir seçenektir. Bu alışma, dört ana temiz üretim stratejisi üzerine odaklanmıştır: kaynakların tüketimini ve emisyonunu belirlemek, CO₂ emisyonlarını ölçmek için temiz üretim metodolojisi uygulayarak kilit prosedürleri denetleyebilmek, kaynakların tasarrufu ve emisyon azalımı için temiz üretim seçenekleri sunabilmek ve çevresel ve ekonomik faydalar bakımından önerilen temiz üretim seçeneklerinin fizibilitesini geliştirebilmektir. Bu alışma sonucunda araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçlar izelge 2.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Meyve suyu ekolojik profili (Rahim et al.,2015)

Ekolojik Profil

Envanter	CO ₂ Emisyonu (kg/ay)	kg CO ₂ /üretilen meyve suyu litresi
158 m ³ su	126 ^a	0.00043
26,628 kWh elektrik	17,841 ^b	0.062
500 kg LPG	1,457 ^c	0.0051
230 kg katı atık	851 ^d	0.0029
50 m ³ atık su	2.5 ^e	0.00001
Toplam	20,277.5	0.07

Formül: CO₂ emisyonu = Envanter verisi x Envanter Emisyon Faktörü.

$$^a \text{CO}_2 \text{ emisyonu (kg)} = 158 \text{ m}^3 \times 0.8 \text{ kg CO}_2 = 126$$

$$^b \text{CO}_2 \text{ emisyonu (kg)} = 26,628 \text{ kWh} \times 0.67 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} = 17,841$$

$$^c \text{CO}_2 \text{ emisyonu (kg)} = 500 \text{ kg} \times 1.53 \text{ kg CO}_2/\text{litre}/0.525\text{kg/litre} = 1,457$$

$$^d \text{CO}_2 \text{ emisyonu (kg)} = 230 \text{ kg} \times 3.7 \text{ kg CO}_2/\text{kg} = 851$$

$$^e \text{CO}_2 \text{ emisyonu (kg)} = 1 \times 50 \times 50 \times 1,000/1,000,000 = 2.5$$

Alternatif kayısı saklama tekniklerinin, küresel ısınma potansiyeli üzerine etkisini araştıran De Marco et al. (2016), belirledikleri işletmelerde yaşam döngüsü değerlendirmesi standartlarına göre (ISO 14040,14044) yaşam döngüsü envanteri oluşturmuşlardır. Derin dondurma ve ohmik aseptik işlem saklama tekniklerinin karşılaştırmalı yaşam döngüsü değerlendirme analizini yapmışlardır. Bu iki farklı tekniğin küresel ısınma potansiyeli emisyonlarını karşılaştırarak, tüketiciye bu iki

ürünün kalitesini garantilemek için yaşam döngüsü yaklaşımıyla çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir (Bkz: Çizelge 2.3. , Şekil 2.6.).

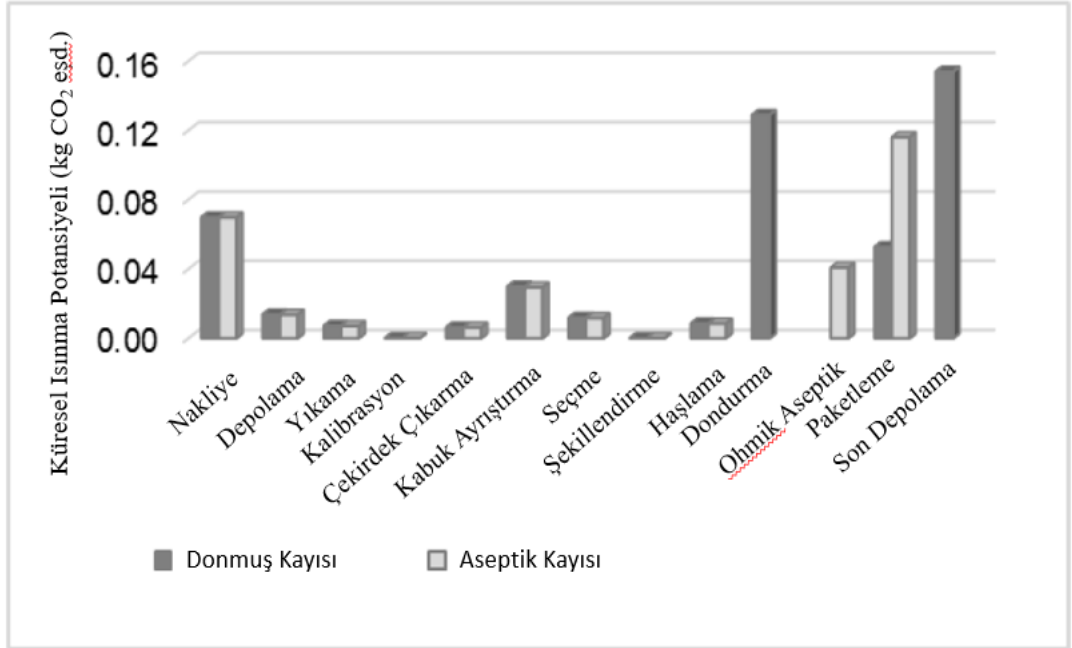
Çizelge 2.3. Yarı mamul kayısı üretimi için ana girdi ve çıktıların yaşam döngüsü envanteri (DeMarco et al.,2016).

Endüstriyel Faz	Girdi/Çıktı	Birim	Donmuş	Aseptik
Nakliyat	Kayısılar	kg	1.31E+00	1.30E+00
	Kamyon ile Taşıma	tkm	4.83E-01	4.80E-01
	Tanker ile Taşıma	tkm	1.31E-01	1.30E-01
	<i>Çıktı</i>			
	Fabrikadaki Kayısılar	kg	1.27E+00	1.26E+00
	Atık	kg	3.92E-02	3.90E-02
Saklama	Elektrik	kWh	9.42E-03	9.37E-03
	Dizel	kg	6.29E-04	6.26E-04
	<i>Çıktı</i>			
	Stoklanan Kayısı	kg	1.24E+00	1.24E+00
	Atık	kg	2.54E-02	2.52E-02
Yıkama	Su	kg	7.46E-02	7.42E-02
	Elektrik	kWh	1.24E-03	1.24E-03
	<i>Çıktı</i>			
	Yıkanmış Kayısı	kg	1.23E+00	1.22E+00
	Atık	kg	1.24E-02	1.24E-02
Kalibrasyon	Elektrik	kWh	4.10E-04	4.08E-04
Çekirdek Çıkarma	Elektrik	kWh	1.48E-03	1.47E-03
	<i>Çıktı</i>			
	Ayıklanmış Kayısı	kg	1.10E+00	1.09E+00
	Atık	kg	1.35E-01	1.35E-01
Kabuk Ayrıştırma	Kostik Soda	kg	8.22E-03	8.18E-03
	Elektrik	kWh	3.29E-03	3.27E-03
	Su	kg	1.10E-01	1.09E-01
	Metan	m ³	9.99E-03	9.94E-03
	<i>Çıktı</i>			
	Soyulmuş Kayısı	kg	1.06E+00	1.05E+00
	Atık	kg	3.83E-02	3.82E-02
Seçme	Elektrik	kWh	3.52E-03	3.51E-03
	<i>Çıktı</i>			
	Seçilmiş Kayısı	kg	1.03E+00	1.02E+00
	Atık	kg	3.17E-02	3.16E-02
Şekillendirme	Elektrik	kWh	3.08E-04	3.06E-04
Haşlama	Elektrik	kWh	1.79E-03	1.79E-03
(İç çekirdek kabuğunun soyulması)	Su	kg	8.97E-02	8.93E-02
	Metan	m ³	8.18E-03	8.14E-03
	<i>Çıktı</i>			

Soyulmuş Kayısı	kg	1.02E+00	1.01E+00
Atık	kg	1.03E-02	1.02E-02

Çizelge 2.3. Devam

Endüstriyel Faz	Girdi/Çıktı	Birim	Donmuş	Aseptik
Derin Dondurma	Elektrik	kWh	2.15E-01	
	Çıktı			
	Donmuş Kayısı	kg	1.00E+00	
Ohmik Aseptik Uygulama	Su	kg	1.52E-02	
	Elektrik	kWh		6.78E-02
	Çıktı			
Paketleme	Aseptik Kayısı	kg		1.00E+00
	Polietilen Çuval	kg	4.76E-03	
	Paketleme Filmi	kg	3.81E-02	
	Sitrik Asit	kg	4.76E-03	5.66E-03
	Askorbik Asit	kg	3.17E-03	3.77E-03
	Karton Kutu	kg	4.76E-03	
	Palet	kg	3.31E-02	1.18E-01
	Metal Varil	kg		9.12E-03
	Aseptik Çuval	kg		3.77E-02
	Son Depolama	Elektrik	kWh	2.57E-01



Şekil 2.6. Küresel ısınma potansiyeli (kg CO₂ eşd.) / iki üretim tekniğinin fonksiyonel birimleri. (De Marco et al.,2016)

İrlanda Cumhuriyeti'ndeki süt ürünleri ile ilişkili küresel ısınma potansiyelini Finnegan et al., 2017 yılında araştırmışlardır. Çalışmalarının temel amacı, küresel ısınma potansiyeline bağlı olarak çiğ süt işlenmesiyle ilgili çeşitli ürünleri incelemektedir (Bkz: Çizelge 2.4. , 2.5. , Şekil 2.7.)

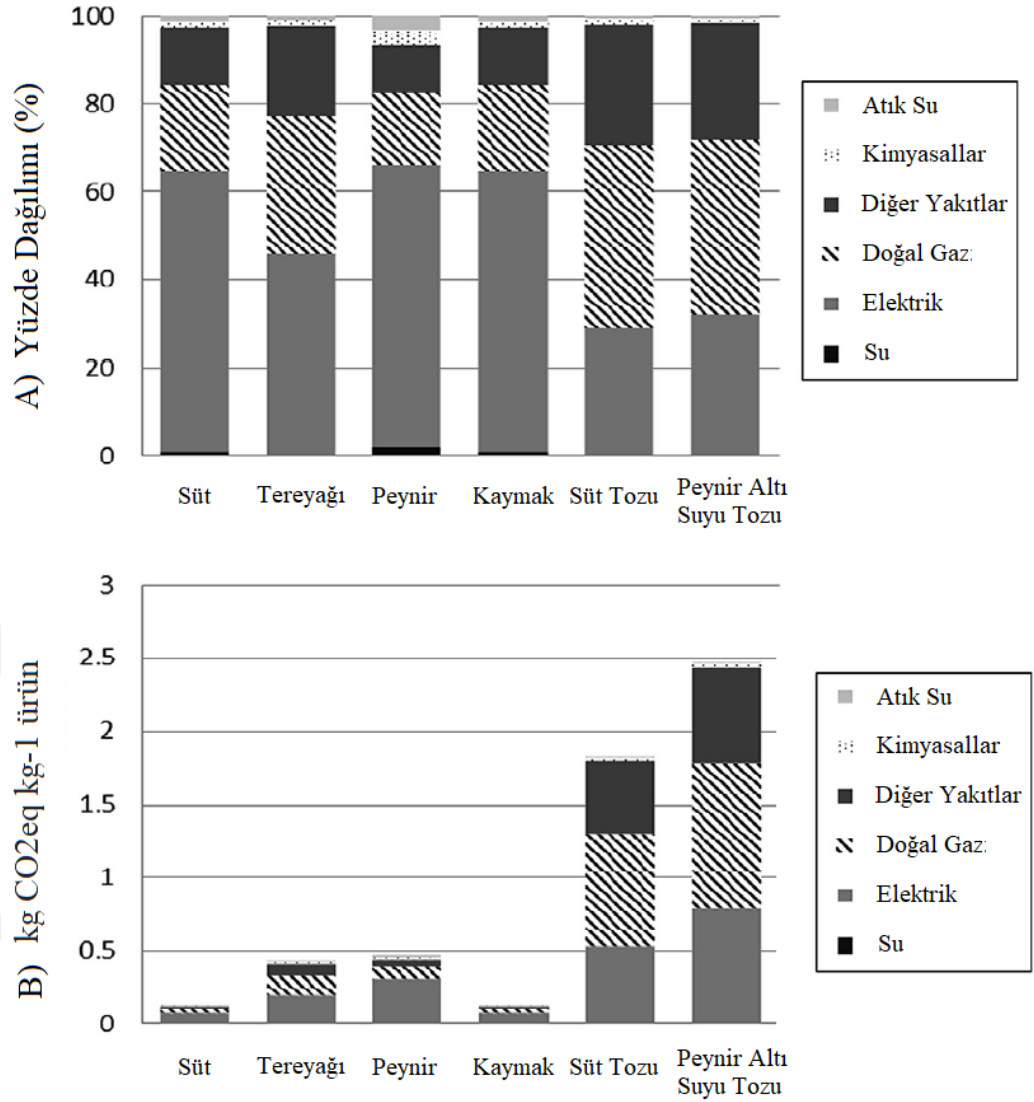
Çizelge 2.4 İrlandalı süt endüstrisi için, çeşitli süt ürünlerinin 1 kg. üretimi ile ilişkili küresel ısınma potansiyeli (kg CO₂ eşd kg-1 ürün) (Finnegan et al., 2017).

Süt Ürünü	Çiğ Süt Üretimi	Çiğ Süt Transferi	İşleme	Toplam
Süt	1.468 (% 92.4)	0.007 (%0.4)	0.114 (% 7.2)	1.589
Tereyağı	9.225 (% 95.3)	0.041 (%0.4)	0.415 (% 4.3)	9.680
Peynir	6.709 (% 93.1)	0.03 (%0.4)	0.464 (% 6.4)	7.203
Kaymak	4.927 (% 97.3)	0.022 (%0.4)	0.114 (% 2.3)	5.053
Süt Tozu	10.483 (% 84.9)	0.047 (%0.4)	1.824 (% 14.8)	12.353
Peynir Altı Suyu Tozu	10.588 (% 80.8)	0.047 (%0.4)	2.474 (% 18.9)	13.108

Çizelge 2.5. İrlanda Cumhuriyeti'ndeki süt işleme endüstrisi içindeki çeşitli ürün grupları için enerji kullanımı ve su tüketimi. (Finnegan et al., 2017).

Süt Ürünü	Enerji Kullanımı (kWh kg ⁻¹ ürün)	Su Tüketimi (L kg ⁻¹ ürün)
Süt	0.32	2.9
Tereyağı	1.32	7.7
Peynir	1.19	27.1
Kaymak	0.32	2.9
Süt Tozu	6.51	19.3
Peynir Altı Suyu Tozu	8.69	23.2

İtalya'da tarımsal gıda tedarik zincirlerinin çevresel sürdürülebilirliği: 2017, İtalya'da Garofalo vd., tarımsal gıda tedarik zincirlerinin çevresel sürdürülebilirliğini ele alarak yaşam döngüsü değerlendirme metodolojisi altında bütün soyulmuş domates üretimini incelemişlerdir. Bu yaşam döngüsü değerlendirmesi, tüm tedarik zinciri basamaklarını göz önüne alarak, tüm soyulmuş konserve domates üretimindeki, kgCO₂eşd 100 yıllık Küresel Isınma Potansiyeli olarak ifade edilen sera gazı emisyonlarına ilişkin etkileri tanımlamayı amaçlamıştır. Sera gazı emisyonları ile ilgili olarak, elde ettikleri bulgular göstermektedir ki; toplam çevresel etkiye sebebiyet veren ana etken maddenin işleme aşamasında üretilen atıkların olduğunu, bununla birlikte paketleme ve hasat aşamasının da belirli derecede etken olduğu belirtilmiştir.

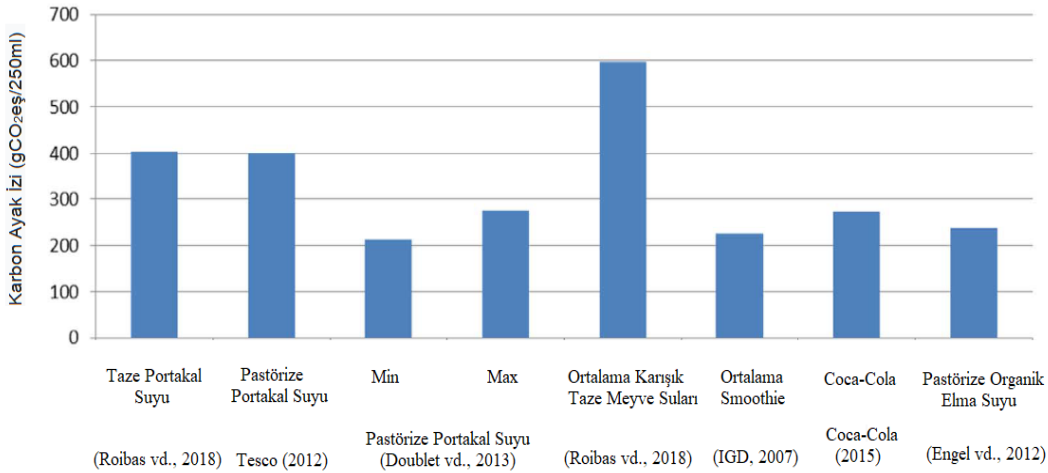


Şekil 2.7. Her bir ürün grubu için İrlanda Cumhuriyeti'ndeki süt işleme endüstrisinde kullanılan enerji ve kaynakların küresel ısınma potansiyeli dağılımı: A) yüzde dağılımı, B) kg CO₂eq kg⁻¹ ürün. (Finnegan et al., 2017).

De Marco et al., 2018 yılında yarı mamul kayısı üretimi, ambalajı ve muhafazası için karşılaştırmalı yaşam döngüsü değerlendirme çalışması gerçekleştirmişlerdir. Bazı meyvelerde hasat süresinin kısalması veya yüksek derecede bozulma olasılığı vardır. Bu nedenle, gıda maddelerinin raf ömrünü uzatmak için, mikrobiyal bozulma ve bozulma reaksiyonlarının meydana gelme seviyesinin düşük tutulması, taze meyvelerin işlenmesi ve yarı mamullerin elde edilmesi gerekmektedir. Çalışılan prosesler için üç farklı teknik üzerine yoğunlaşmışlardır. Bu teknikler, derin dondurma, ohmik aseptik işlem ve kızıl ötesi radyasyonuyla düşük basınçlı doymuş buhar kurutmasıdır. Çalışmalarının amacı, çevresel emisyonları göz önünde bulundurup yaşam döngüsü değerlendirmesine tabii tutarak bu teknikleri karşılaştırmışlardır.

Caldeira-Pires et al., 2018 yılında şeker kamışı biyokütlesini etanol üretimi için kullanarak bir yaşam döngüsü değerlendirme analizi üzerine çalışmışlardır. Değerlendirmelerinde, GaBi programında modellenen 1MJ'lik %96 hidratlı biyoetanol üretiminin biyotik ve fosil karbonun akışkanlığını karakterize ederek, küresel ısınma potansiyeline odaklanmışlardır.

Roibás et al., 2018, yılında sera gazı emisyonlarında tedarik zinciri özelliklerini baz alarak, Malta meyve sularının karbon ayak izini incelemişlerdir. Malta'da pazarlanan on adet karışık meyve sularının, tarım aşamasından nihai ürünlerin dağıtımına kadar olan tüm süreçleri irdelemişlerdir. İşlevsel bir birim (FU) olarak, perakendeciye gelen 250 ml'lik bir paketlenmiş ürün şişesi kabul edilmiştir. İşlevsel bir birim olarak, 250 ml'lik bir PET şişe seçilmiştir ve sonuçlar 0,50 kg CO₂eş/şişe ile 0,80 kg CO₂eş/şişe arasında değişmiştir (Şekil 2.8.). Bildirilerine göre, inceledikleri tesisin elektriğinin % 30'unun güneş enerjisinden geldiği ve güneş panelleri sayesinde karbon ayak izini 0,32 kg CO₂e / şişeye düşürülebildiği belirtilmiştir.



Şekil 2.8. Malta meyve sularının Karbon Ayak İzi'nin (2016 teknolojisi ile elde edilen) literatürdeki diğer içeceklerle karşılaştırılması. Tüm rakamlar 250 ml içerik başına ifade edilmektedir. (Roibas et al.,2018)

Birçok gıda endüstrisi için farklı yaşam döngüsü değerlendirmeleri sunulmuş olup, literatürdeki bu çalışmaların sürdürülebilirlik modelleri, kullanılan bilgisayar yazılımları ve ürün basamakları Çizelge 2.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 2.6. Gıda üretiminde sürdürülebilirlik çalışmaları

Kaynak	Ürün	Model	Yazılım	Basamak
Andersson & Ohlsson, 1999	Ketçap	LCA, 14040	X	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Berlin, 2002	Peynir	LCA,ISO 14040–14043	X	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Hospido et al., 2003	Süt	LCA, ISO 14040, 14041	Pre-Consultants. (1997). SimaPro	Hammadde ve Üretim
Koroneos et al., 2005	Bira	LCA	SimaPro. Method: Eco-Indicator '95, Europe g. PReConsultants	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Apaiah et al., 2005	Gıda	X	X	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Fritzson & Berntsson, 2006	Et	X	HYSYS	Üretim
Berlin et al., 2007	Süt	LCA, ISO 14040,14041,14042,14043	X	Üretim
Berlin and Sonesson, 2008	Peynir	ISO 14042	MATLAB/Simulink	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Gabzdylova et al., 2009	Şarap	ISO 14001	X	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Humbert et al., 2009	Kahve	ISO 14040-14044	SimaPro 7	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Weisz et al., 2010	Ayçiçeği	X	SAS software 9.1,SigmaPlot 11 trial	Üretim
Pasqualino et al., 2011	İçki	LCA, Karbon ayak izi, ISO 14040-14044	X	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Yan et al., 2011	Süt	ISO 14040	X	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Point et al., 2012	Şarap	ISO 14040, 14044	SimaPro 7.1.6	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Shadiya et al., 2012	Genel	LCA	Sustainability Evaluator	Hammadde, Üretim ve Tüketim

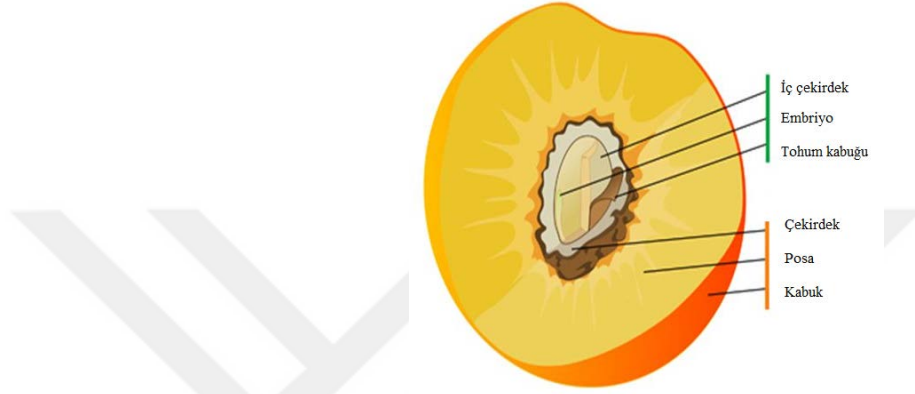
Çizelge 2.6 Devam				
Kaynak	Ürün	Model	Yazılım	Basamak
Weisz et al., 2013	Ayçiçeği	X	SAS software 9.1, SigmaPlot 11 trial	Üretim
Manzini et al., 2013	Gıda	X	X	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Gonzalez-Garcia et al., 2013	Peynir	ISO 14040 (2006)	SimaPro 7.3.2	Üretim
Del Borghi et al., 2014	Domates	LCA, EPD, PCR Basic Module CPC Division 21, ISO 14025	Sima Pro 7.3.3 by PRé Consultants	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Hassard et al., 2014	Kahve	Karbon ayak izi	X	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Rinaldi et al., 2014	Zeytinyağı	LCA, Karbon ayak izi, ISO/TS 14067:2013, Enerji ayak izi, 14040 ve 14044, Beşikten mezara	SimaPro® 7.3 (PRé Consultants)	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Almeida et al., 2014	Domates	LCA, Su ayak izi, Enerji ayak izi, [ISO] 14040/14044	SimaPro (PRé, the Netherlands)	Üretim
Therkelsen et al., 2014	Ekmek	Enerji Verimliliği, Iso 50001	X	Hammadde ve Üretim
Wang, 2014	Gıda	Enerji Verimliliği	X	Hammadde ve Üretim
Del Campo et al., 2014	Meyve suyu atığı	X	Rosemount Analytical NGA 2000, MLT, Emerson, Bioexpert, SCADA	Üretim
Anderson et al., 2014	Meyve suyu	Enerji verimliliği	LabView	Üretim
Jensen et al., 2014	Ekmek	ISO14044	TEMA 2010	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Caffrey et al., 2014	Bio-Etanol (Tatlı Sorgum Suyu)	ISO 14040 (ISO, 2006a) 14044 (ISO 2006b)	NREL US Life Cycle Inventory Database, US Environmental Protection Agency (EPA)	Hammadde, Üretim ve Tüketim

Çizelge 2.6 Devam				
Kaynak	Ürün	Model	Yazılım	Basamak
Djekic et al., 2014	Süt	ISO 14040	Ecoinvest database v2.2	Üretim
Chiusano et al., 2015	Şarap	ISO 14044	GaBI 4.0 (PE International).	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Gnansounou et al., 2015	Şeker Kamışı	ISO, 2006a,b	SimaPro v8.0, Recipe midpoint (E)	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Sproedt et al., 2015	Genel	LCA, ISO 14040,14041,14042,14043,14044	DES	Üretim
Eriksson et al., 2015	Gıda atığı	LCA, ISO (2006 a, b)	X	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Fantozzi et al., 2015	Yermantarı sosu	LCA, Karbon ayak izi, ISO 1406	SimaProsoftware, PR'eConsultants	Hammadde ve Üretim
Rahim and Raman, 2015	Meyve suyu	X	X	Üretim
Manfredi and Vignali, 2015	İçki	LCA,ISO 14040, 14044	TheSimaPro7.3	Üretim
De Menna et al., 2015	Şeftali nektarı	LCA, ISO 14040, 14044	SimaPro® 7.3 (PRéConsultants)	Hammadde, Üretim ve Tüketim
De Miguel et al., 2015	Domuz Eti	Su ayak izi	X	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Sureeyatanapas et al., 2015	Şeker	X	X	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Maravić et al., 2015	Şeker	ISO 14040	SimaPro 7	Üretim
Notarnicola et al., 2015	Şarap	ISO 14040, 14044	X	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Souza et al., 2015	Bio-Etanol	ISO 14040, 14044	X	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Bonamente et al., 2016	Şarap	ISO 14040, 2006; ISO 14044 ISO 14020, 2000; ISO 14024, 1999; ISO 14025, 2006	PRé Consultants SimaPro 8.1 EcoInvent 3.1	Hammadde, Üretim ve Tüketim

Çizelge 2.6 Devam				
Kaynak	Ürün	Model	Yazılım	Basamak
Iannone et al., 2016	Şarap	ISO 14040, 14044	SimaPro 8.0.2	Üretim
Meneses et al., 2016	Şarap	ISO 14040, 14044 ReCiPe	Ecoinvent Database (v3.1)	Hammadde ve Üretim
Aganovic et al., 2017	Domates Karpuz	ISO 14040-14044 IMPACT 2002 + methodology	SimaPro8 8.0.1 Analyst, Adapted Ecoinvent 3.2	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Arzoumanidis et al., 2017	Kahve Şarap Limonata Zeytinyağı	ISO 14044 (2006)	SimaPro 7.2.4 (Pre, 2015)	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Bartocci et al., 2017	Şarap	ISO TS 14067 (2013), ISO 14046 (2014), ISO 14040 , ISO 14044	SimaPro 8	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Dalla Riva et al., 2017	Mozerella Peyniri	ISO 14040, ISO 14044 (ISO 2006a,b)	SimaPro 8.1 (PRé Consultants, 2014)	Hammadde, Üretim ve Tüketim
De Marco and Iannone, 2017	Kayısı	ISO 14040-14044	SimaPro 8.0.5 (PR e Consultants, 2014)	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Depping et al., 2017	Süt	ISO 14040, ISO 14044	SimaPro 8.0.5	Üretim ve Tüketim
Finnegan et al., 2017	Süt	ISO 14040 (ISO, 2006a) , ISO 14044 (ISO,2006b)	EcoInvent	Hammade ve Üretim
Garofalo et al., 2017	Domates	ISO14040	SimaPro (v 8.03; PreConsultat, 2014)	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Pergola et al., 2017	Kayısı	ISO 14040, 14044	SimaPro 8	Hammadde
Vargas -Ramirez et al., 2017	Bio-Etanol	Karbon Ayak İzi	SimaPro 8.0 , FEAT	Hammadde ve Üretim
Calderia-Pires et al., 2018	Bio-Etanol	ISO 14044 (ISO, 2006)	GaBi 7.3	Hammadde, Üretim ve Tüketim
Roibás et al., 2018	Meyve Suyu	ISO 14040, 14044, 14025 Karbon Ayak İzi	Ecoinvent 3.2	Üretim ve Tüketim

2.2 Kayısı Atıklarının Değerlendirilmesi

Büyük miktarlarda kayısı işleme dahil olduğundan dolayı, her işlem fazına göre büyük ölçüde farklı atık formlarında atık kabuklar, membranlar, çekirdekler, tohumlar ve diğer bileşikler meydana gelmektedir (Şekil 2.9.). Bu çalışmada kayısı atıkları; kayısı posası, çekirdeği ve iç çekirdeği olmak üzere üç ana başlık altında incelenmiştir.



Şekil 2.9. Kayısının ve kısımlarının görsel çizimi

2.2.1 Kayısı posası

Gandhi ve diğ. (1997a), yabani kayısı posasının zengin bir protein kaynağı olduğunu, aynı zamanda düşük seviyelerde amigdalin içerdiğini kanıtlamıştır. Ayrıca, Ansari vd. (2014), β galaktosidaz içeren kayısı türü “Prunus Armeniaca Kaisa” işleme dahil edildiğinde, laktöz içermeyen süt ürünlerinin üretilebileceğini bildirmişlerdir. Kayısı pres atıkları, katı hal fermantasyon işleminde substrat olarak kullanılabilen ve böylece yüksek bir katma değere sahip çeşitli biyo moleküllerden farklı olarak, içeriğin serbest bırakılmasına ve içeriğinin arttırılmasına izin veren, meyve suyu endüstrisinin yan ürünleridir (Dulf et al., 2017)

Meyve suyu endüstrisinden çıkan kayısı yan ürünlerinin atık olarak kullanılması, ekstra gelir ve aynı zamanda katı atık yönetimi sorunlarının çözümünde yardımcı olabileceği vurgulanmıştır. Bu araştırmada, potansiyel olarak, farmasötik ve gıda endüstrileri için katma değeri yüksek olan fitokimyasal kaynaklar yönünden kolayca erişilebilen, potansiyel ve ucuz olan kayısı yan ürünlerinin sürdürülebilir bir entegre kullanım süreci için temel oluşturması bildirilmiştir.

Sanal vd.(2004-2005), meyve püresi üretiminden elde edilen kayısı posasındaki karotenoidlerin, süperkritik CO₂ ekstraksiyonu üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmanın temel amacı kayısı püresi işleminden çıkan atık posanın geri dönüşümü üzerinedir. Ayrıca, β-karoten içeriğinden dolayı, kayısı kabuğunun iyi bir ekonomik geleceği olduğuna dikkat çekilmektedir. Toz haline getirilmiş kayısı, diyet lifi ve antioksidan etkisi açısından zengin olmasından dolayı, unlu mamül endüstrisinde kullanılmaktadır (Şeker et al., 2009). Cheaib vd. (2018), ekstraksiyon sürecinin, kayısı posasından elde edilen liyofilize kayısı ekstraktlarının biyolojik aktivitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Mevcut çalışmada, öncelikle liyofilize kayısı posası üzerinde ısı destekli ekstraksiyon ve kızıl ötesi ekstraksiyon yöntemlerinin etkisi ve ikincil olarak liyofilize ekstraktlarındaki (kurutulmuş toz formunda) polifenol miktarlarının ve biyo aktivitelerinin korunması üzerine değinilmiştir.

Kayısı atıklarının kullanımı ile ilgili bir başka araştırma da kayısı posası kömürünün karakterizasyonu ile ilgilidir. Bu çalışma Özbay ve Putun (2011) tarafından yapılmıştır. Kömürü elde etmek için sıcaklığı 300 ° C ila 700 ° C arasında değişen buhar pirolizi uygulanmıştır. Ucuncu ve diğ. (2013), biri kayısı posası olmakla birlikte farklı dört meyve posasının (agro-endüstriyel atıklar) kimyasal bileşimini değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada, meyve posalarının biyo-etanol üretimi için potansiyel olabileceği öne sürülmüştür.

Bir başka çalışmada, kayısı, kiraz ve üzüm posalarının ucuz ve sürdürülebilir karbon substratları olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir (Follonier et al., 2014). Endüstriyel kayısı üretim atıklarından elde edilen aktif karbonun, farklı boya çözeltilerini adsorpsiyonu çalışılmış olup gözenek özellikleri incelenmiştir (Akmil-Basar 2006; Önal 2006). Bu çalışmaların sonucunda, aynı adsorbant üzerinde beta-karoten adsorptivitesi araştırılmıştır (Akmil-Başar et al., 2017).

2.2.2 Kayısı çekirdeği

Türkiye’de her yıl yaklaşık 40.000 ton kayısı çekirdeği kirletici atık olarak çevreye salınmaktadır. (Demirbaş vd., 2008)

Eser ve arkadaşları (1995), kayısı çekirdeklerinden elde edilen aktif karbonların gözenekli yapıları üzerinde aktivasyon metodu etkilerini çalışmışlardır. Erdoğan ve diğerleri (2005), kayısı atığı aktif karbon kullanılırsa, kayısının katma değerini arttıracakını bildirmiş ve sulu çözeltilerden naproxen sodyumu ayırmak

için kayısı atıklarından elde edilen aktif karbonun adsorpsiyon davranışını gözlemlemiştir. Bir başka çalışmada (Petrova et al., 2010) kayısı çekirdeklerinden karbon adsorbantı elde edilmesi ve bu yolla organik kirleticilerden su arıtımı uygulamaları çalışılmıştır. Çalışmada, kayısı çekirdeklerinin 700 °C' deki buhar altında pirolizi sonucu, aktif karbon elde edilmiştir.

Bir başka çalışmada, kayısı çekirdeğinin biyo-rafineride kullanım potansiyellerini değerlendirmek için sıcak su ekstraksiyonu üzerine çalışılmıştır (Corbett et al., 2015). Sıcak su ekstraksiyonu, erişilebilen hemiselülozları kolayca ekstrakte etmek ve kayısı çekirdeğinin bu hafif ön işlem sürecine duyarlılığını değerlendirmek için incelenmiştir. Aynı çalışmada, organik kayısı çekirdeği ekstraktlarının antioksidasyon aktivitesinin diğer sentetik antioksidan maddelere göre 20 kat daha fazla gözlemlendiği bildirilmiştir. Bir başka araştırmanın odak noktası, kesikli ve sabit yataklı reaksiyonlar yoluyla tartrazine azo-boyasının sulu çözeltilerden uzaklaştırılmasında, kayısı çekirdeği bazlı aktif karbonun adsorpsiyon potansiyelinin değerlendirilmesidir (Albroomi et al., 2017). Bir başka çalışmada, alkali modifiyeli kayısı çekirdeklerinin endüstriyel atık sulardaki bakır, çinko, kurşun iyonlarını daha verimli adsorbe ettiği gözlemlenmiştir (Sostaric et al., 2018).

Atımtay ve arkadaşlarının 2005'te yaptığı çalışmada meyve suyu endüstrisindeki ısıtma işlemi için ekstra enerji seçeneği önerilmektedir. Küçük ölçekteki meyve suyu endüstrilerinde, kabarcıklı akışkan yataklı reaktör kullanılarak, kayısı ve şeftali çekirdeklerinin potansiyel enerji kaynağı olarak temiz enerji üretiminde kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Kayısı ve şeftali çekirdeklerinin kalorifik değerinin yaklaşık 20.000 kJ/kg olduğunu ve bu miktarın odun ve kırılğan kömürlerin kalorifik değerlerine eş değerde olduğunu bildirmişlerdir.

Potansiyel yenilebilir enerji kaynağı olarak kayısı çekirdeğinin pirolizi Gerçel vd. (2006) tarafından analiz edilmiştir. Kayısı çekirdeğini direk ısıyla sabit yataklı reaktörde piroliz işlemine tabii tutmuşlardır. Kayısı çekirdeğinin kalorifik değerini 19.09 – 26.69 MJ/kg. arası olarak belirlemişlerdir. Bildirilerine göre, kayısı çekirdeğinden elde edilen yüksek ısıtma değerli ve sülfür içermeyen piroliz yağı, ümit verici bir sentetik ve enerji kaynağı olarak görülebileceğini, bu sebeple verimli enerji kaynağı olarak kullanılabileceği öne sürülmüştür.

Büyükada ve Aydoğmuş (2018), kayısı çekirdeği ve linyit kömürü karışımının yanma reaksiyonunu ve termokimyasal değişimleri üzerine

çalışmışlardır. Bu çalışmadaki başlıca amaç, kömür bazlı enerji santrallerinden çıkan zararlı gazların etkilerini azaltmak amaçlı, Türkiye’de çokça atık olarak çıkan kayısı çekirdeğinin sisteme dahil olmasıyla çevre dostu alternatif yolların incelenmesidir.

Hu ve arkadaşları (2006), hidrojen bakımından zengin gaz üretimi için akaryakıt katalizörleri olarak olivin ve dolomitli kayısı çekirdeklerinin buharla gazlaştırılması üzerine çalışmışlardır. Demiral ve Kul (2014), sıcaklık, ısınma oranı ve süpürme gazı akış hızının ürün verimleri ve üretilen sıvıların kimyasal bileşimleri üzerindeki etkilerini bulmak için sabit yataklı bir reaktörde kayısı çekirdeği kabuğunun pirolizini araştırmışlardır.

2.2.3 Kayısı iç çekirdeği

Kayısı çekirdeği meyvenin %15’ni oluşturur ve iç çekirdek de çekirdeğin %34’ü kadardır (Mandal et al.,2007). Kayısı iç çekirdeğinin besinsel ve kimyasal özellikleri üzerine birçok araştırmacı çalışmıştır. (Lazos, 1991; El-Adawy et al., 1994; Femenia et al.,1995; Ozcan, 2000; Ozkal et al., 2005; Alpaslan and Hayta, 2006).

Kayısı iç çekirdeği, diyet protein, yağ ve lif bakımından önemli bir kaynaktır (Femenia et al., 1995). Kayısı iç çekirdeği; yağ, benzaldehit, kozmetik, aktif karbon ve parfüm üretiminde kullanılır (Yıldız, 1994). Oleik asit ve c-tokoferol açısından zengin olan kayısı iç çekirdek yağı, iç çekirdeğin ağırlığının yarısını oluşturmaktadır (Turan et al., 2007). Gutfinger vd. (1972) tarafından belirtildiği üzere, tokoferol (630 µg/g) bakımından zengin olan kayısı yağı sayısız kozmetik düzenlemerde yer bulabilir. Kayısı iç çekirdeği yağı kozmetikte kullanılmasıyla birlikte soyulmuş tohumlar, persipan üretimi için hammadde olarak kullanılabilir. (Schieber et al., 2001).

Hallabo vd., (1977), kayısı iç çekirdeğinin %28 protein ve %52 yağ içerdiğini, bademin ise %21 protein ve %52 yağ içerdiğini bildirmiştir. Kayısı iç çekirdeği, ağırlıklı olarak düşük molekül ağırlıklı protein ve albümin içeren, temel protein karşılayıcısıdır (Abd El-Aal et al., 1986). Çekirdekten ayrıştırılan iç çekirdek, yemelik olarak veya gıda katkı maddesi olarak kullanılır (Asma et al., 2007). Durmaz ve Alpaslan 2007 yılında kayısı iç çekirdeğinin antioksidan özelliklerini incelemişlerdir. Ek olarak iç çekirdekleri, anti-astım, antitüsif ve anti-pasmodik aktiviteye de sahiptir (Durmaz and Alpaslan, 2007).

Son zamanlarda, kayısı çekirdeği yağının kozmetik endüstrisinin birincil kullanım alanı olmasına rağmen, önemli ölçüde yüksek besleyici değeri nedeniyle yenilebilir amaçlar için de kullanılabilir (Durmaz and Alpaslan, 2007). Song vd. (2018), kayısı iç çekirdeğinin toksik etkilerini azaltmak adına acılığı azaltma (debittering) uygulamaları üzerine odaklanmış olup, bu yöntemle iç çekirdeği zararsız bir şekilde yenilebilir hale geldiğini ama kalitesini kaybettiği için yöntemi geliştirmek üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada, acıyı azaltma (debittering) verimini yükseltilmesine, atık deşarj suyunun azaltılmasına odaklanılmış ve sonuçlarına göre özellikle düşük karbon salınımı, daha düşük kirlilik ve kaynakların bütünüyle kullanımı odak noktaları ele alınarak, yüksek kaliteli kayısı çekirdeğini minimum atıkla kontrol edilebileceği ve üretilebileceği bildirilmiştir. Ayrıca, bu konu ile ilgili matematiksel modeller üzerine geliştirmeler de çalışma konusudur. (Zhang et al.,2016)

Durmaz ve arkadaşları (2010) çalışmasında, kayısı iç çekirdeğinin antiradikal gücünün orta dereceli kavurma ile oldukça geliştiğine dikkat çekmişlerdir. Ozkal'ın (2005) çalışmasında, süperkritik CO₂ ve hekzan ile ekstrakte edilen kayısı iç çekirdeği yağlarının yağlı asit bileşimleri arasında bir benzerlik olduğu görülebilmektedir. Bir başka araştırmaya göre, kayısı iç çekirdeğinden yağ çıkarılması için ultrasonik yardımlı ekstraksiyonun iyi bir seçenek olabileceği öne sürülmektedir (Gayas et al., 2017)

Durmaz ve Alpaslan (2007), kayısı iç çekirdeğinin, perakende pastanelerde bulunan unlu mamüllere eklendiğini, ayrıca meze olarak tüketildiğini bildirmişlerdir. Ham kayısı iç çekirdeği yağının çeşitli bisküvi ve keklere eklenmesini değerlendiren Abd El-Aal vd. (1986), orantılı konsantrasyonda mısır yağıyla benzer olduğunu ortaya çıkarmıştır. Kayısı çekirdeği yağının, bu ürünlerin lezzeti, rengi ve dokusu üzerinde bozucu etkilere sahip olmadığı bildirilmiştir (Abd El-Aal et al., 1986). Bununla birlikte, Şeker vd. (2010), una katılan yağ miktarını azaltmak amacıyla, %10, 20, 30 ve 40 oranlarında kayısı çekirdeği unu kullandıkları bisküvi formülasyonlarını çalışmışlardır.

Kayısı iç çekirdeği, atık olarak iyi bir yemeklik yağ kaynağıdır ve farmasötik önemi linoleik, linolenik asit ve oleik asit gibi yağ asitlerinin kaynağı olarak düşünülebilir. Bununla birlikte, kayısı iç çekirdeğindeki yağ asitlerinin % 13,7'ü doymuş ve % 86.0'sı doymamış yağ asitleridir. Yağ pek çok kozmetik ürün, kuru ciltler için nemlendirici kremler, bebek yağı, masaj yağı, yüz fırçalama, dudak kremi hazırlanmasında kullanılmıştır. Kayısı iç çekirdeğinin iyi bir orana sahip

doymamış yağ asidi içeriği nedeniyle kalite özellikleri badem yağı ile benzer özellikleri göstermektedir. Kayısı iç çekirdeğinin yağ ekstraksiyonundan %60 verimle pres keki elde edilebilir ve bu kekin %50'si protein içermektedir. Eğer acı madde bileşeni olan hidrosiyamik asit (HCN) çıkarılırsa, pres keki protein kaynağı olarak da kullanılabilir (Gupta ve arkadaşları, 2012).

Yürütülen başka bir çalışmada, soğuk preslenmiş yabani kayısı iç çekirdeklerinden elde edilen yağın kaliteyi iyileştirme protokolünü değerlendirmek ve standardize etmek için ekstraksiyon işleminde selülaz, pektinaz ve selülaz&pektinaz enzimleri kullanılmıştır (Bisht et al., 2015). Bildirilerine göre tozlaştırılmış kayısı iç çekirdeklerini %0.3 (pektinaz ve selülaz) enzim karışımıyla uygulandığında, kaliteyi etkilemeden %14.22 verimi yüksek yağ kazancı elde edilmiştir.

Wang ve Yu (2012) araştırmalarında, Sibiryaya kayısının iç çekirdeği yağının biyodizel üretimi için bir hammadde olarak uygunluğunu analiz etmişlerdir. Bu yağın yağ asiti metil esterlerinin, biyodizel hammaddesi için çok düşük maliyetli bir alternatif olduğu belirtilmiştir. Yu ve arkadaşları (2012), Sibiryaya kayısının düşük maliyeti, yüksek yağ üreten ve düşük asit değeri nedeniyle Çin'de biyodizel hammaddesi olarak vaat ettiği sonucuna varmışlardır. Bununla birlikte, bademin sert tanelerinden elde edilen yağın çıkarılmasından sonra çıkan pres küspesi, ekonomik olarak acı badem yağı olarak bilinen kritik petrolün kaynağıdır. Ek olarak kayısı iç çekirdeği yağı çıkarılarak, metanol ve etanol ile potasyum hidroksit katalizli transesterifikasyon reaksiyonuyla biyodizel üretilebilmektedir (Fadhil, 2017). Biyodizel üretimi için hammadde adaylarının hızlı taranması için uygulanabilecek olan kayısı iç çekirdeğindeki yağ verimi ve oleik asit arasındaki ilişki, biyodizel üretimi için yeni bir hammadde olabileceği bildirilmiştir (Gornas et al., 2018, Gurau & Sandhu 2018). Bu çalışmalar, kayısı iç çekirdeklerinin daha hedefe yönelik kullanımına katkıda bulunabileceğini ve çevresel sürdürülebilirliğin etkin yönetimini teşvik edici sonuçlar alınabileceğini göstermiştir.

Chung ve Kim (2014) kumaş üretiminde kayısı iç çekirdeği yağı kullanmışlardır. Bu çalışmada, kumaşlara iç çekirdek yağı uygulanmış ve çoğu mikroplara karşı bakterisidal aktivite göstermiştir. Bir başka çalışmada, mikrodalga kavurmanın biyo aktif bileşikler üzerindeki etkisini incelemek amacıyla antioksidan kayısı iç çekirdekleri kullanılmıştır (AL Juhaimi et al., 2018). Gerçekleştirilen çalışmada, Türkiye'de yetiştirilen Çataloğlu, Hasanbey, Kabaası, Soğancıoğlu kayısı türlerinden alınan iç çekirdek örneklerinin mikro dalga kavurma

altında, yağ verimleri, fenolik bileşikler, antioksidan aktiviteleri ve yağ asidi bileşimleri üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir.

2.2.4 Kayısı atıklarının kullanım alanları

Posa, çekirdek ve iç çekirdek başlıkları altında kayısı işlem atıklarının bazı kullanım yöntemleri belirtilmiştir. Bu bölümde, kayısı atıklarının çeşidi ve kullanım yöntemleri ile ilgili çalışmalar incelenmiş ve Çizelge 2.7'de görüldüğü gibi detaylı bir çizelge oluşturulmuştur.

Çizelge 2.7 Kayısı işlem atıklarının kullanım şekillerine göre sınıflandırılması

Yazar	Kayısı atık tipleri			Kullanım Şekli		
	Posa	Çekirdek	İç çekirdek	Yan-Ürün	Adsorbant	Enerji
Normakhmatov and Khudaishukurov, 1973			☑	☑		
Hallabo et al., 1977			☑	☑		
Abd El-Aal et al., 1986(a)(b)			☑☑	☑☑		
Lazos, 1991			☑	☑		
Canellas et al., 1992			☑	☑		
Femenia et al, 1995			☑	☑		
Nout et al., 1995			☑	☑		
Tuncel et al., 1995			☑	☑		
Gergova and Eser, 1996		☑			☑	
Gandhi et al., 1997(a)(b)	☑		☑	☑☑		
Razvigorova et al, 1998		☑			☑	
Tuncel et al., 1998			☑	☑		
Ozcan, 2000			☑	☑		
Genceli et al., 2002		☑			☑	
Gezer et al., 2002		☑	☑	☑		
Gezer, Dikilitas, 2002		☑	☑	☑		
Gezer et al., 2003	☑					☑
Doker et al., 2004	☑			☑		
Vursavus, Ozguven,2004			☑	☑		

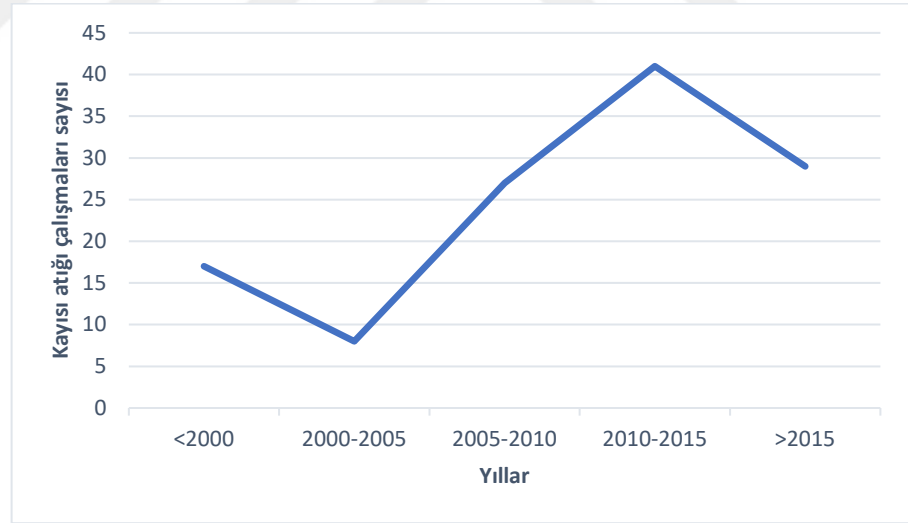
Çizelge 2.7 Devam						
Yazar	Kayısı atık tipleri			Kullanım Şekli		
	Posa	Çekirdek	İç çekirdek	Yan-Ürün	Adsorbant	Enerji
Sanal et al., 2004	☑			☑		
Erdogan et al., 2005		☑			☑	
Kobyay et al., 2005		☑			☑	
Kaynak et al., 2005		☑				☑
Ozkal et al., 2005 (a)(b)			☑☑	☑☑		
Sanal et al., 2005	☑			☑		
Youssef et al., 2005		☑			☑	
Alpaslan ve Hayta, 2006			☑	☑		
Gercel et al., 2006		☑				☑
Hu et al., 2006		☑				☑
Ozkal et al., 2006			☑	☑		
Onal, 2006		☑			☑	
Sentorun-Shalaby et al., 2006		☑			☑	
Durmaz and Alpaslan, 2007			☑	☑		
Karagozolu et al., 2007		☑			☑	
Onal et al., 2007		☑			☑	
Turan et al., 2007			☑	☑		
Ahmadi et al., 2008		☑	☑	☑		
Atimtay and Kaynak, 2008		☑				☑
Demirbas et al., 2008		☑			☑	
Kazemipour et al., 2008		☑			☑	
Soleimani and Kaghazchi, 2008(a,b)		☑☑		☑	☑☑	
Bureau et al., 2009	☑				☑	
Gezer et al., 2009		☑				☑
Seker et al., 2009	☑			☑		
Baississe et al., 2010	☑			☑		

Çizelge 2.7 Devam						
Yazar	Kayısı atık tipleri			Kullanım Şekli		
	Posa	Çekirdek	İç çekirdek	Yan-Ürün	Adsorbant	Enerji
Durmaz et al., 2010			☑	☑		
Gumus and Kasifoglu, 2010			☑			☑
Koysuren and Dursun, 2010		☑			☑	
Ozboy-Ozbas et al., 2010			☑	☑		
Ozcan, 2010			☑	☑		
Özçimen and Ersoy-Meriçboyu, 2010		☑				☑
Petrova et al., 2010		☑			☑	
Seker et al., 2010			☑	☑		
Sharma et al., 2010			☑	☑		
Tsibranska and Hristova, 2010		☑			☑	
Zhu et al, 2010			☑	☑		
Ai et al., 2011			☑		☑	
Korekar et al., 2011		☑	☑	☑		
Mouni et al., 2011		☑			☑	
Ozbay and Putun, 2011	☑					☑
Schmitzer et al., 2011	☑			☑		
Yurt and Celik., 2011			☑	☑		
Zhang et al., 2011			☑	☑		
Manzoor et al., 2012			☑	☑		
Rajaram et al., 2012			☑	☑		
Wang, 2012			☑			☑
Wang and Yu, 2012			☑			☑
Belaroui et al., 2013		☑			☑	
Gomaa, 2013			☑	☑		
Ucuncu et al., 2013	☑					☑
Wang, 2013			☑			☑

Çizelge 2.7 Devam						
Yazar	Kayısı atık tipleri			Kullanım Şekli		
	Posa	Çekirdek	İç çekirdek	Yan-Ürün	Adsorbant	Enerji
Zerrouki et al., 2013	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
Abbas et al., 2014		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
Ansari et al., 2014	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Chung and Kim, 2014			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Demiral and Kul, 2014		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
Depci et al., 2014		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
Mouni et al., 2014		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
Ozboy Ozbas et al, 2014			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Abbas and Trari, 2015		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
Bisht et al., 2015			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Corbett et al., 2015		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
Cui et al., 2015	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Djilani et al., 2015		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
Yang et al., 2015		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Fan et al., 2016			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
Garcia et al., 2016		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
Senica et al., 2016			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Zhang et al., 2016			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Akmil Basar et al., 2017		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
Albroomi et al., 2017		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
Bhalla et al., 2017			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Dulf et al., 2017	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Fadhil, 2017			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Gayas et al., 2017			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Valta et al., 2017		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
AL Juhaimi et al., 2018			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Buyukada & Aydogmus, 2018		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
Cheab et al., 2018	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Dhen et al., 2018			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

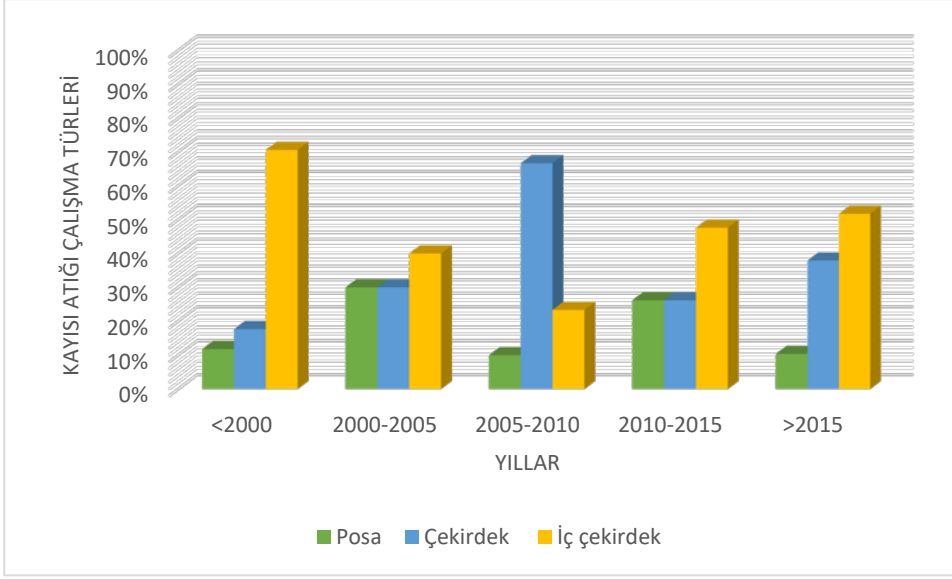
Çizelge 2.7 Devam						
Yazar	Kayısı atık tipleri			Kullanım Şekli		
	Posa	Çekirdek	İç çekirdek	Yan-Ürün	Adsorbant	Enerji
Gornas et al., 2018			☑	☑		☑
Gurau & Sandhu., 2018			☑	☑		☑
Kumar et al., 2018			☑			☑
Priyadarshi et al., 2018			☑	☑		
Song et al., 2018			☑	☑		
Sostaric et al., 2018		☑			☑	
Zhang et al., 2018			☑	☑		

Kayısı işleme atıklarının kullanım olanaklarının literatür taraması, atık ve kullanım türleri ile ilgili çalışmalar Şekil 2.10'da görüldüğü gibidir.

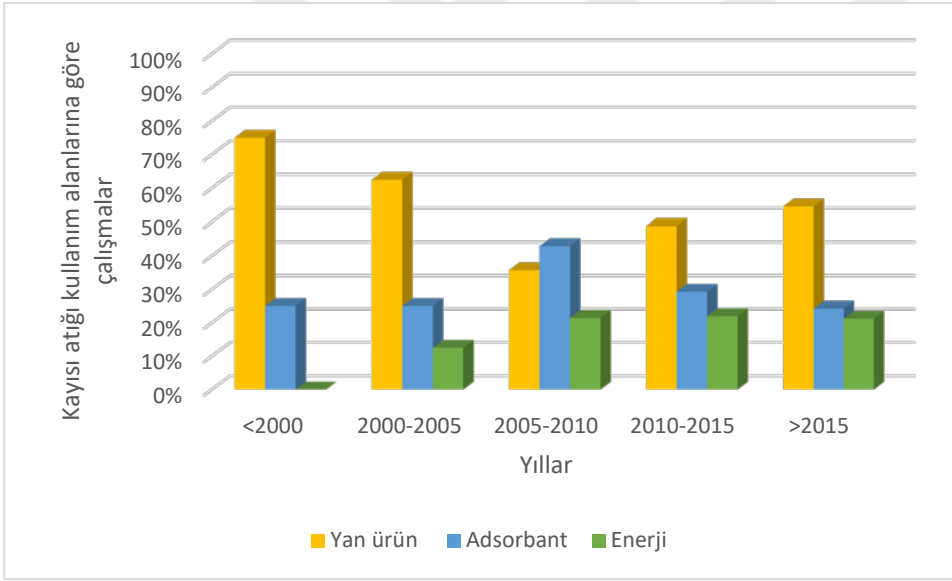


Şekil 2.10. Yıl aralıklarına göre kayısı atığı çalışmaları sayısı.

Kayısı atık tipleri ve kullanım tipleri hakkında yapılan çalışmaların yıl aralıklarına göre yüzdesi Şekil 2.11 ve Şekil 2.12'de sırasıyla gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Yıl aralıklarına göre kayısı atığı türleri üzerine yapılan çalışmalar.



Şekil 2.12 Yıl aralıklarına göre kayısı atığı kullanım alanları üzerine yapılan çalışmalar.

3. SİSTEM TANITIMI

Bu tez kapsamında, Aydın ili, Sultanhisar ilçesinde (Şekil 3.1) bulunan, DİMES A.Ş.'ye ait meyve suyu konsantresi fabrikasında üretilen konsantre kayısı püresi için yaşam döngüsü analizi yapılmıştır.

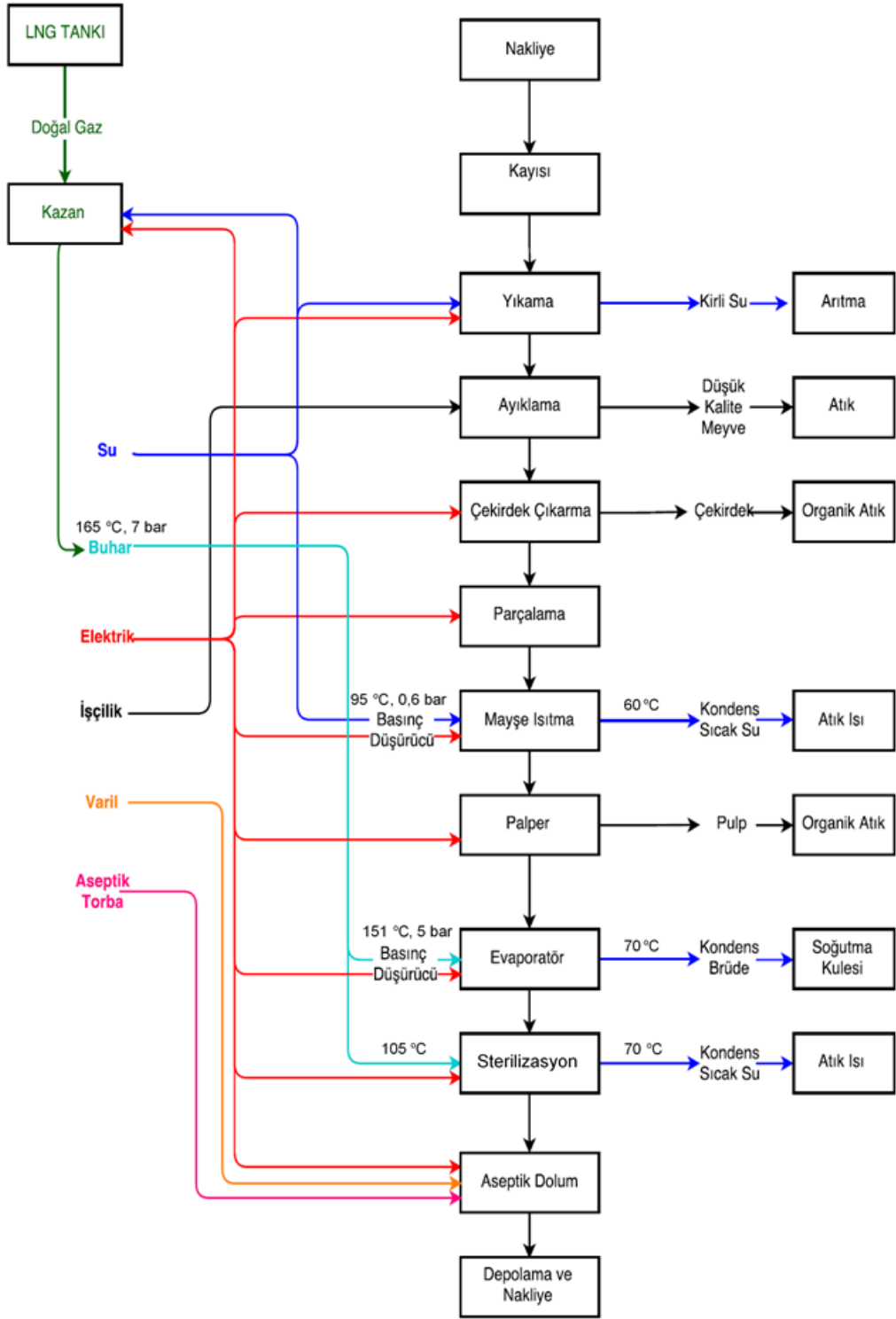


Şekil 3.1. Meyve suyu konsantresi işletmesinin bulunduğu yer, Sultanhisar/Aydın.

Gıda Kodeksine (2006) göre meyve püresi: *“Suyunu uzaklaştırmadan, bütün veya kabuğu soyulmuş meyvenin yenilebilen kısmının elekten geçirilmesiyle elde edilen, fermente olmamış ancak fermente olabilen ürün”* olarak tanımlanmaktadır (Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, 2006)

Meyve özelliklerine bağlı olarak, üretim yöntemlerine göre meyve suları berrak, pulplu ve narenciye olmak üzere başlıca üç gruba ayrılır. Elma, vişne, üzüm vb. meyvelerden berrak, kayısı, şeftali, ayva vb. meyvelerden ise pulplu meyve suyu üretimi yapılır. Kayısı (*Prunus armeniaca*), en çok pulpa işlenen meyvelerden biridir (Cemeroğlu, 2009).

Bu çalışmada ele alınan konsantre kayısı püresi üretimine ait, yaşam döngüsü değerlendirmesi açısından önemli olan tüm girdi-çıktıların gösterildiği detaylı işlem akış şeması Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2 Kayısı suyu konsantresi üretimi işlem akış şeması

Kayısı üretimi yoğunlukla mayıs ayında başlayıp, ağustos ayına kadar sürebilmektedir. Meyve suyuna işlemenin en yoğun yapıldığı aylar Mayıs ve Haziran aylarıdır. İşletmeye gelen kayısı miktarı değişkendir. Yılda da işlenen meyve miktarında azalma veya artış olması söz konusudur. İşletmede yer alan kayısı püre konsantresi hattı günlük 10-12 ton işleme kapasitesine sahiptir. Ancak, sezonda meyve suyuna işlenecek bu miktarlarda hammadde bulunamadığından, daha düşük kapasite ile çalışılmaktadır. Bu çalışmada, yaşam döngüsü değerlendirmesi için hesaplamalara temel oluşturan, işletmeden alınan LNG, elektrik ve su tüketimi değerlerini sağlıklı bir şekilde belirleyebilmek için işletmede sadece kayısı işlenen günler seçilmiş ve bu günlerin ortalama tüketim miktarı belirlenerek hesaplamalarda kullanılmıştır. Günlük ortalama işlenen kayısı miktarı bu şekilde hesaplanarak 44189 kg olarak bulunmuştur.

Kayısılar, sezonda meyve suyuna işlenmek üzere, Türkiye'nin farklı bölgelerinden plastik kasalar içinde, ortalama 20 ton kapasiteye sahip kamyonlarla fabrikanın bulunduğu bölgeye gelmektedir. Kayısı temin edilen yerlerin isimleri ve buralardan gelen meyve miktarları ile ilgili bilgiler işletmeden alınmıştır. Yaşam döngüsü analizinde, hammaddenin kamyonlarla taşınması esnasında motorin yakılması sonucu oluşan CO₂ eşdeğeri emisyon miktarının hesaplanması için bu bölgelerin her birinin fabrikaya olan uzaklıkları km olarak dikkate alınmıştır. Kayısıların fabrikaya ulaşana kadar kat ettikleri toplam mesafe 665 km olarak belirlenmiştir.

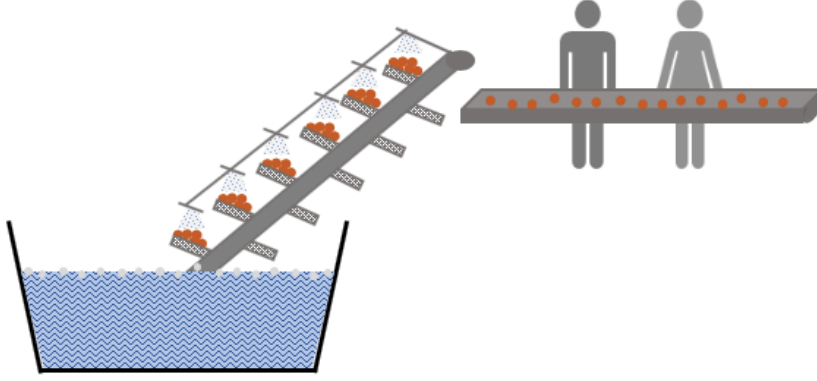
Kayısıların içinde taşındıkları plastik kasalar yıkandıktan sonra tekrar kamyonlara yüklenerak aynı amaçla defalarca kullanıldıkları ve atık oluşturmadıkları için yaşam döngüsü değerlendirmesinde çevresel etkileri ihmal edilmiş ve hesaplamalarda dikkate alınmamıştır.

Şekil 3.2'de yer alan tüm proseslere ait genel bilgiler alt başlıklar altında, sırasıyla anlatılmıştır.

3.1 Ön İşlemler

Meyve suyuna işlenmeden önce meyveler, Şekil 3.3'te şematik olarak gösterilen, yıkama ve ayıklama basamaklarından oluşan ön işlemlerden geçirilir. Kayısılar yetiştirildikleri ve toplandıkları bölgelerden işletmeye plastik kasalar içinde, kamyonlarla/tırlarla getirilirler. Kasalardaki meyveler ilk olarak yıkama havuzuna alınırlar. Yıkama işlemi, Şekil 3.3'te görüldüğü gibi iki aşamada

gerçekleşir. İlk aşama, Şekil 3.4'te yer alan fotoğraftakine benzer bir havuz içinde kabarcıklı yıkama makinesinin kullanıldığı, ikinci aşama ise meyvelerin elevatörlerle fabrika içine taşınması esnasında bir duş düzeni ile üzerlerine su püskürtme işleminin yapıldığı yıkamadır.



Şekil 3.3 Kayısı yıkama ve ayıklama işlemleri



Şekil 3.4 Kabarcıklı meyve yıkama havuzu (TICO,2019)

Yıkama işleminde kullanılan su, temiz olmalı, yeterli miktarda olmalı ve sıcaklığı 35°C'nin üstünde olmamalıdır. Yıkama işlemi ile kayısıların üzerinde bulunan toz, yaprak, sap, toprak vb. ve tarımsal ilaç kalıntılarının uzaklaştırılması amaçlanır. Ayrıca, meyve üstlerinde bulunan mikroorganizmaların da önemli bir kısmı, etkin bir yıkama işlemi ile uzaklaştırılabilmekte; böylece, meyve suyunun mikroorganizma yükü azaltılmış olmaktadır (Cemeroğlu, 2009).

Mevcut işletmede de kullanılmakta olan, kabarcıklı meyve yıkama sisteminde, havuz içinde bulunan temiz suyun içine bir fan yardımıyla hava verilmekte, bu sayede oluşan çalkanlanma ile temizleme performansı artmakta, aynı

zamanda daha az su kullanılarak yıkama işlemi yapıldığı için su tasarrufu sağlanmaktadır.

Su tüketim miktarı ile ilgili veriler fabrikadan alınmış ve birim kayısı püre konsantresi üretimi için kullanılan su miktarı, bu veriler kullanılarak ortalama olarak hesaplanmıştır. Yıkama işleminden sonra oluşan kirli su fabrika arazisinde bulunan atık su arıtma tesisine gönderilmektedir. Arıtma tesisinde, sudaki kirlilik unsurları giderilerek, yasal sınırlarla belirlenmiş değerlere ulaşarak temiz su haline geldikten sonra bu suyun uygun bir şekilde deşarj edilmesi sağlanmaktadır.

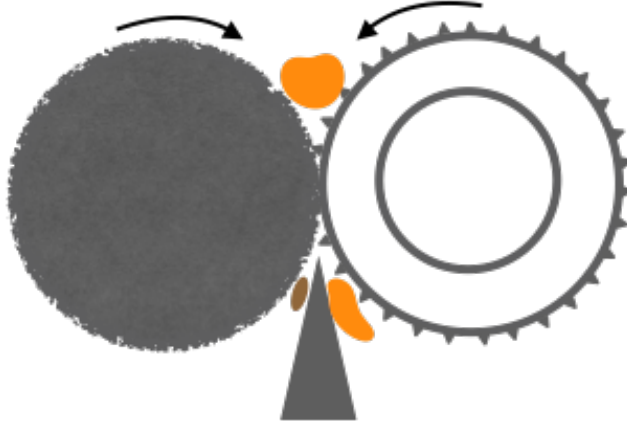
Ayıklama işlemi, meyvelerin taşındığı bir bant üzerinde, meyve suyu üretiminde kullanıma uygun olmayan özelliklerdeki kayısıların, bandın her iki tarafında yer alan işçiler tarafından gözle kontrol edilerek ayrılması yoluyla yapılmaktadır. Burada yapılan bozulmuş meyveleri ayıklama işlemi, meyve suyunun mikroorganizma yükünü önemli ölçüde azaltmakta, böylece de son ürün kalitesini artırmaktadır. Ayıklama bandında, sadece bozulmuş olan kayısıların değil, yeterli olgunluğa gelmemiş, ham, yeşil renkli olanların da ayrılması elde edilecek pulpun renginin istenen özelliklerde olması için önemlidir (Cemeroglu, 2009). Bu nedenle ayıklama bandında, sadece bozuk olanlar değil, meyve suyuna işleme uygun olmayan ham meyveler de işçiler tarafından seçilerek ayıklanır.

Ayıklama bantları, çoğunlukla standart şekilde 5-10 ton/saat kapasiteye, 10 m uzunluğa, 1 m genişliğe ve 1 m yüksekliğe sahiptir. Hareket hızları da ortalama 0.2-0.3 m/s olmaktadır (Cemeroglu, 2009).

Yukarıda bahsedilen, yıkama havuzunda suyun içine hava verilmesi, havuzdan işletme içine elevatörle meyvelerin taşınması, basınçlı su ile püskürtmeli yıkama işleminin yapılması ve ayıklama bandının hareketinin sağlanması için elektrik enerjisi kullanılmaktadır.

3.2 Çekirdek Çıkarma

Yıkama ve ayıklama proseslerinin ardından, parçalama işlemine geçmeden önce kayısı çekirdeklerinin çıkarılması gerekmektedir. Çekirdek çıkarma işlemi Şekil 3.5'te görülen bir çalışma prensibine sahip bir makine kullanılarak gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.5 Kayısı çekirdek çıkarma makinesi çalışma prensibi (Saravacos and Kostaropoulos, 2002
Cemeroglu, 2009)

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi, çekirdek çıkarma işlemi, birinin üzerinde kauçuk, diğerinde dişli olan iki silindirin birbirine doğru dönme hareketi yapması ile gerçekleşir. Dönen bu silindirler arasına düzgün bir şekilde beslenen kayısılar parçalanarak bir sonraki işleme gönderilmek üzere bir tarafa ayrılırken, çekirdekler de kauçuk malzeme üzerine kısmen gömülür ve silindirin dönüşü ile serbest kalarak diğer tarafa ayrılırlar. Bu aşamadan sonra kayısının etli kısmı parçalama işlemine alınırken, çekirdek kısmı da üzerinde kalan etli kısımların geri kazanımı için çekirdek fırçalama bölümüne geçer. İçinde, 8 mm elek ve kauçuk uçlu fırçalar bulunan çekirdek fırçalama makinesinden elde edilen meyve dokusu, parçalama prosesine gönderilirken, çekirdek te fabrika bahçesinde uygun bir alanda kendi halinde kurumaya bırakılır. Kayısı çekirdekleri, bunları işleyen çeşitli firmalar tarafından satın alınmakta ve meyve suyu konsantresi işletmesinin bahçesinden alınmaktadır.

Kayısı suyu konsantresi üretiminde açığa çıkan organik atığın önemli bir bölümü bu bölümde ayrılan çekirdeklerdir. Çekirdekler ağırlıkça kayısının %10'luk bir bölümünü oluşturmaktadır.

3.3 Parçalama ve Mayşe Isıtma

Çekirdek çıkarma işleminin ardından, kayısılar parçalanmak üzere bir çeşit değirmene alınırlar. Şekil 3.6'da, işletmede kayısı püre konsantresi üretim hattında kullanılan parçalayıcıyla benzer özelliklerde bir makinenin iç kısmı görülebilmektedir. Burada kayısılar, silindir içinde bir mil yardımıyla dönmesi

sağlanan paletlerin gövdede bulunan rendelere sürtülmesi ile küçük parçalara ayrılırlar. Böylece elde edilen, meyvelerin bu bir nevi öğütülmüş haline “mayşe” adı verilir.



Şekil 3.6 Meyve parçalama için kullanılan bir parçalayıcı (Bertuzzi, 2019)

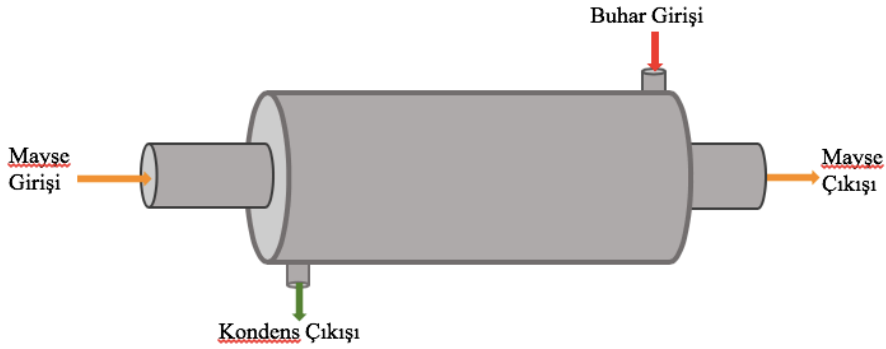
Mayşe, meyvenin çekirdek hariç tüm bileşenlerini içermektedir. Sonraki işlem olan palpere gönderilmeden önce, mayşenin hiç vakit kaybetmeden bir ısı değiştirici kullanılarak ısıtılması ve böylece meyvenin yapısında bulunan çeşitli enzimlerin inaktif hale getirilmesi gerekir.

Isıtma işleminin yapılmaması veya geç yapılması nedeniyle, çeşitli enzimatik reaksiyonlar sonucu renkte karar, lezzette bozulma ve besin değerlerinde olumsuz değişiklikler ortaya çıkabilmektedir. Isıtma işlemi ile meyve dokusunda meydana gelen bir miktar yumuşama, randımanın da artmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca mikroorganizma yükü azaldığı için, sonraki proses basamaklarında oluşabilecek bir fermentasyon ihtimali de düşmektedir (Cemeroğlu, 2009).

İşletmede mayşe ısıtma için Şekil 3.7'deki gibi tubular bir ısı değiştirici kullanılmaktadır. Şekil 3.8'de basit bir versiyonu şematik olarak verilmiş olan bu ısı değiştiricinin şalışma prensibi de bu şekil üzerinde görülebilmektedir.



Şekil 3.7 Mayşe ısıtma için kullanılan bir tubular ısı değiştirici (Bertuzzi, 2019)



Şekil 3.8 Tubular bir ısı değiştiricinin şematik gösterimi

Bu tez kapsamında incelenen kayısı suyu konsantresi üretim hattında, parçalayıcıdan çıkan mayşe hiç vakit kaybetmeden tubular ısı değiştiriciye alınmakta ve burada yaklaşık 95 °C sıcaklık ve 0.6 bar basınçta buhar kullanılarak ısıtma işlemleri yapılmaktadır. Elektrik enerjisi kullanılan, parçalama bölümünde milin dönmesini sağlayan bir elektrikli motor ve mayşenin tubular ısı değiştiriciye gönderilmesini sağlayan bir pompa vardır.

3.4 Palper

Mayşe ısıtma işleminin ardından meyve pulpunun elde edildiği bölüm olan palper gelmektedir. Burada, Şekil 3.9’da görülene benzer bir palper kullanılmaktadır. Paslanmaz çelik bir silindir şeklindeki palperin içine beslenen mayşe, dönen bir mile bağlı pedallar tarafından silindirin iç kısmında yer alan eleklerden geçirilmektedir. Böylece kabuk ve meyvenin lifli kısımlarının bir bölümünü içeren “posa” kısmı elek üstünde kalırken, meyvenin su ve etli kısımlarından oluşan ve daha sonraki işlem basamaklarında konsantre hale getirilecek püre kısmı elek altına geçer. İşletmede kullanılan palper iki aşamalıdır, biri 2 mm ve diğeri 0.5 mm olmak üzere iki adet elek bulunmaktadır.

Çekirdek çıkarma prosesinden sonra, organik atık ortaya çıkan diğer işlem de palperdir. Burada elde edilen kayısı posası, nemlidir ve kabukça zengin olduğu için lifli bir yapıya ve yoğun bir renge sahiptir. Elde edilen bu posanın tezin 2. Bölümünde anlatıldığı gibi farklı değerlendirme olanakları vardır. Mevcut işletmede bu posa, hayvan yemi veya toprak zenginleştirici olarak kullanılmak üzere civar bölgelerde yaşayan köylülere verilmektedir.

Palperde elde edilen bu posanın miktarı meyvenin ağırlıkça % 11’lik bir bölümünü oluşturmaktadır.

Mayşe ısıtma işleminin ardından palpere elektrik kullanan bir pompa yardımıyla gönderilmekte, palperde bulunan millerin dönüşü de elektrikli motorlarla sağlanmaktadır.



Şekil 3.9. Kayısı püresi elde etmek için kullanılan bir palper (Bertuzzi, 2019)

3.5 Evaporatör

Palperden çıkan, ortalama % 11 kuru madde içeriğine sahip olan kayısı püresi, içindeki mevcut suyun bir kısmının uzaklaştırılarak konsantre hale getirilmesi için evaporasyon bölümüne alınır. Bu tez kapsamında incelenen meyve suyu konsantresi işletmesinde, kayısı püresi iki farklı ürün olarak üretilmektedir. Bunlardan ilki, kayısı püresinin kuru madde oranının yaklaşık % 30 düzeylerine çıkarıldığı, ikincisi ise % 22-23 düzeylerine çıkarıldığı püre konsantreleridir. Bu çalışmada, kayısı püre konsantresinin kuru madde içeriği ortalama % 23 olarak alınmıştır. Yaşam döngüsü değerlendirmesi için işletmeden alınan üretim ve tüketim değerleri incelendiğinde, birim ürün başına kullanılan buhar, su ve elektrik miktarlarının sağlıklı bir şekilde hesaplanabilmesi için, veriler içinden sadece kayısı işlenen günler ayıklanmış ve bu günlerin tüketim değerlerinin ortalaması alınmıştır. Veriler içinde tek meyve olarak kayısı işlenen günler konsantre ürünün katı madde miktarının ortalama % 23 olduğu görüldüğü için de, bu değer baz alınmıştır.

Şekil 3.10'da püre konsantrasyonu için kullanılan 2 etkili bir evaporatörün fotoğrafı görülmektedir. İşletmede kullanılan evaporatör de 2 aşamalı ve zorlamalı sirkülasyonludur. Burada kullanılan buhar yaklaşık 5 bar basınçtaadır.

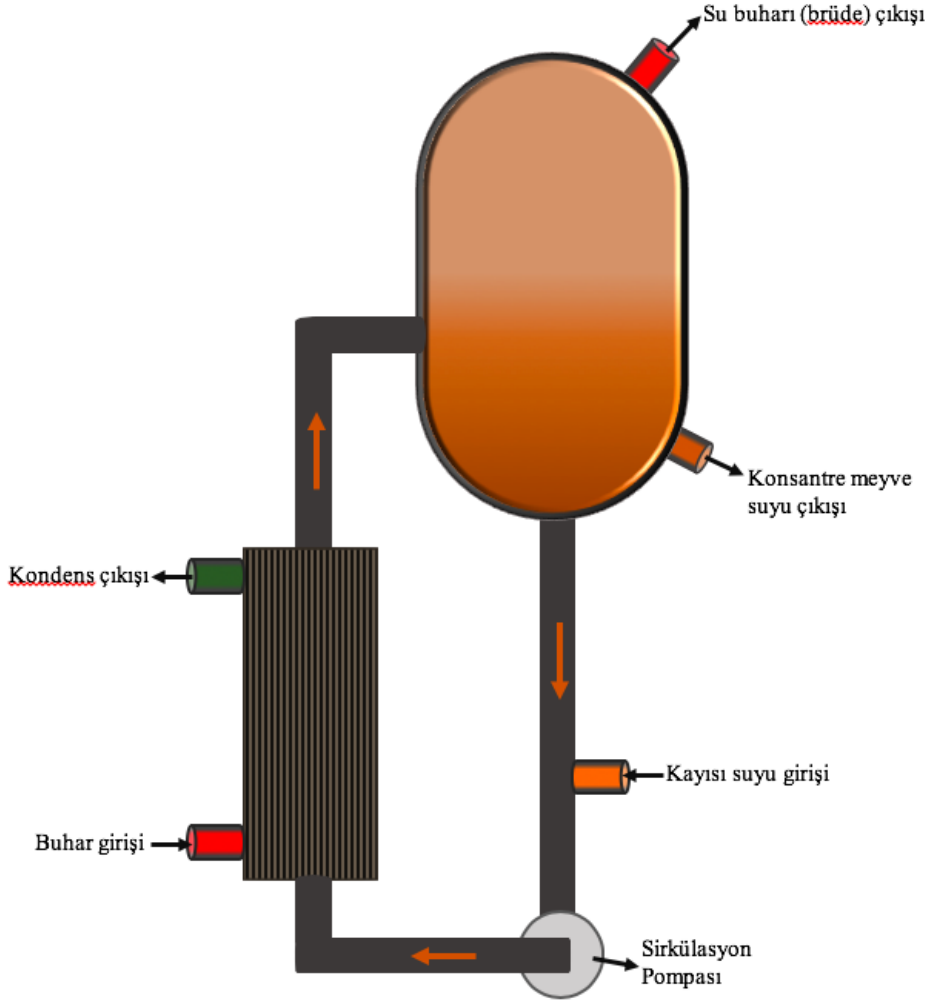


Şekil 3.10. Kayısı püre konsantresi üretiminde kullanılan 2 etkili bir evaporatör sistemi
(Bertuzzi, 2019)

Meyve suyunun konsantrasyonu için kullanılan evaporatörler düşük basınç (vakum) altında, düşük sıcaklıkta buharlaştırma işlemi yapılan ekipmanlar olarak tanımlanmaktadır. Suyun normal atmosfer basıncı altında kaynama sıcaklığı 100 °C'dir. Vakum altında ise kaynama sıcaklığı düşmekte ve düşük sıcaklıklarda buharlaşma başlamaktadır. Böylece, özellikle meyve suyu gibi hassas ürünler yüksek sıcaklığın olumsuz etkilerinden korunarak konsantre hale getirilebilmektedir.

Gıda endüstrisinde kullanılan çok farklı çeşitlerde evaporatörler vardır. Vakum oluşması için yüksek sıcaklıkta buhar kullanılması nedeniyle, üretimde en çok ısı enerjisi kullanılan proses evaporasyondur. Bu nedenle de enerjinin verimli kullanılması için birden çok evaporatör birbirine bağlanarak çok etkili sistemler oluşturulmuştur. Bu sistemlerde, ilk evaporatörde kazan dairesinden gelen buhar kullanılırken, ikinci ve sonraki aşamalarda üründen çıkan su buharı (brüde) ısıtıcı akışkan olarak kullanılmaktadır. Böylece taze buhar tüketimi azaltılmakta ve enerjinin verimli kullanılması sağlanmaktadır (Hartel, 1992; Cemeroğlu, 2009; Singh and Heldman, 2015).

İşletmede kullanılan zorlamalı sirkülasyonlu evaporatörün çalışma prensibini gösteren bir şematik çizim Şekil 3.11’de verilmiştir.



Şekil 3.11. Zorlamalı sirkülasyonlu bir evaporatörün şematik gösterimi

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi, evaporatörün alt kısmında sirkülasyon pompası bulunmaktadır. Borulu bir ısı değiştiricinin dış kısmından buhar, iç kısmından da ince bir tabaka halinde meyve püresi geçmektedir. Seperatör bölümünde vakum etkisiyle nispeten düşük sıcaklıkta buharlaşan su ve konsantre ürün ayrılmakta ve bir sonraki aşamaya geçmektedir. Buradan ayrılan Brüde (su buharı) bir sonraki evaporatörün ısıtıcı akışkanı olarak kullanılmakta, böylece enerjinin verimli kullanılması sağlanmaktadır. İşletmede bulunan bu evaporasyon sisteminde kayısı püresi ortalama % 11 kuru madde içeriğinden % 23 olana kadar konsantre edilmektedir. Yaşam döngüsü analizinde yapılan hesaplamalarda günlük üretilen kayısı püre konsantresi miktarı 17752 kg olarak alınmıştır.

Yukarıda yer alan her iki şekilde de görüldüğü gibi, evaporasyon işlemi için hem ısı enerjisi (buhar), hem de elektrik enerjisi tüketilmektedir. Burada kullanılan buhar, işlem sonunda yoğuşarak kondens haline gelmekte ve sistemden çıkmaktadır. Aynı şekilde, üründen uzaklaşan su buharı da yoğuşarak brüde kondensi olarak atılmaktadır. Her iki kondens te ortalama 70 °C civarı sıcaklığa sahiptir. Kondens, işletmede çoğunlukla kazan besleme suyu olarak kullanılmakta ve böylece atık ısı değerlendirilmektedir. Brüde kondensi ise, bazen, içinde meyve parçacıklarının yer aldığı plastik kasaların yıkanması amacıyla kullanılmaktadır.

Konsantre hale gelen kayısı püresi, içindeki çözülmüş oksijenin alınması amacıyla evaporatörün hemen ardından deaeratore alınır ve burada -0.6 bar vakum altında işlem yapılır.

3.6 Sterilizasyon ve Aseptik Dolum

Evaporasyondan ve deaeratörden çıkan yaklaşık % 23 brix değerindeki meyve püresinin bozulmadan, ortam sıcaklığında saklanabilmesi için sterilizasyon işlemi yapılması gereklidir. Şekil 3.12’de görülen tubular ısı değiştiriciye benzer bir sistem işletmede de kullanılmakta ve kayısı püre konsantresinin ambalajlama öncesi steril hale getirilmesi sağlanmaktadır. Burada ortalama 105 °C sıcaklıkta sterilizasyon işleminin ardından ürün sıcaklığı yaklaşık 30-35 °C’lere düşürülmekte ve dolum prosesine alınmaktadır. Burada kullanılan buhar da kondens olarak kazan besleme suyuna geri kazandırılmaktadır.

Aseptik dolum işlemi için steril, 220 kg kapasiteli aseptik torbalar kullanılmaktadır. Şekil 3.13’tekine benzer bir aseptik dolum hattında, hiç hava ile temas etmeden sağlanan bu dolum işlemi sayesinde, ürün bozulmadan uzun bir süre saklanabilmektedir. Kayısı püre konsantresinin içine koyulduğu aseptik torbalar plastik variller içine koyulmakta ve bu şekilde saklanmaktadır.

Sterilizasyon ve aseptik dolum işlemlerinde de hem ısı enerjisi hem elektrik enerjisi tüketimi söz konusudur. Kullanılan variller, tekrar tekrar kullanılmakta, aseptik torbalar ise kullanıldıktan sonra geri dönüşüme gönderilmektedir. Bu nedenle, yaşam döngüsü değerlendirmesinde ambalaj atığı olmadığı kabul edilmiştir.



Şekil 3.12 Aseptik dolum öncesi sterilizasyon için kullanılan borulu bir ısı değiştirici
(Bertuzzi,2019)



Şekil 3.13 Aseptik dolum hattı (Bertuzzi, 2019)

3.7 Depolama/Nakliye

Şekil 3.14'te benzeri bir depolama işleminin görüldüğü, variller içindeki 220 kg'lık aseptik torbalara doldurulan kayısı püre konsantresi oda koşullarında saklanabilmektedir.



Şekil 3.14 Aseptik dolum yapılmış ürünlerin depolanması (Bertuzzi, 2019)

Aydın ili, Sultanhisar ilçesinde yer alan bu işletmede üretilen kayısı püre konsantreleri farklı ürünlerde kullanılmak üzere çeşitli firmalara gönderilebilmektedir. Perakende meyve suyu ve benzeri ürünlerin üretimi ise İzmir fabrikasında yapılmaktadır. Bu nedenle, son ürün İzmir'de bulunan fabrikaya gönderilmektedir. Satış yapılan diğer firmalara da buradan gönderildiği kabul edilmiştir. Yaşam döngüsü değerlendirmesinde, varillerde bulunan konsantre meyve püresinin kamyonlarla İzmir'e gönderildiği, yani 153 km yol kattığı göz önünde bulundurulmuştur.

4. YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ

“Temiz (sürdürülebilir) üretim” kavramı, Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından “*bütünsel ve önleyici bir çevre stratejisinin ürün ve süreçlere sürekli olarak uygulanması ile insanlar ve çevre üzerindeki risklerin azaltılması*” olarak tanımlanmaktadır (UNEP, 1996). Bu tanımlamaya göre temiz (sürdürülebilir) üretim;

- Üretimde kullanılan malzeme ve enerji tüketiminin azaltılmasını, toksik özelliklere sahip ürünlerin kullanılmamasını,
- Üretimde kullanılan hammaddeden son ürünün bertaraf edilmesine kadar olan yaşam döngüsü boyunca olumsuz etkilerinin azaltılmasını,
- Hizmetler için ise, tasarım aşamasında çevresel etkilerin dikkate alınmasını ve hizmetlere adaptasyonunu kapsamaktadır. (TTGV, 2011)

Sürdürülebilir gıda üretimi Karaali 2012 tarafından “*Tarımsal ham maddeyi işleyerek, tüketime kadar olan tüm süreçlerde (hammadde temininden su ve enerji kullanımına, kaynak kullanımından atık yönetimine, ambalajlamadan dağıtım kanallarına kadar) birçok unsuru gözetmek suretiyle, kaliteli, sağlıklı gıda ve içecek ürünleri haline getirmektir*” şeklinde tanımlanmaktadır.

Sürdürülebilirlik kavramını ölçeklendiren parametrelerden başlıcaları; yaşam döngüsü değerlendirmesi, karbon ayak izi, su ayak izi, ekolojik ayak izi, enerji ayak izi olarak sıralanabilir.

Yaşam döngüsü değerlendirmesi, yaşam döngüsü ideolojisini kullanışlı hale getirmek için özel bir metodolojidir. Uluslararası Standart Organizasyonu, yaşam döngüsü analizini ‘ürün ile ilişkili potansiyel ve çevresel etkileri değerlendiren, ürün sisteminin girdi ve çıktılarıyla ilgili bir envanter derleyen, bu girdi ve çıktılarıyla ilgili potansiyel çevresel etkileri hesaplayan, çalışmanın amaçlarıyla ilişkili envanter analizi ve etki değerlendirmelerinin sonuçlarını tercüme eden (ISO 14040, 1997), ve yürütülen yaşam döngüsü analizi çalışması için spesifik rehber olarak tanımlamıştır. (ISO 14040, 2006; ISO 14044, 2006)

YDD, herhangi bir ürünün tüm üretim basamaklarının detaylı olarak incelenerek çevre kirliliğine yol açabilecek, enerji yoğun ve hammadde yoğun

prosseleri ortaya çıkarmak ve her bir prosesin çevresel etkileri belirlenerek sayısal olarak ifade edilmesini kapsar. Ayrıca YDD, yeni ürün tasarlama/geliştirme süreçlerinde de hammadde enerji su ve kimyasal tüketimlerin önceden tespit edilmesini sağlar ve gerekirse çevresel etkileri düşük alternatiflerin değerlendirilmesine olanak tanır (A. Karaali,2012)

Karbon ayak izi, mal, hizmet veya faaliyet esnasında oluşan sera gazı emisyonlarının dünya çapında standart göstergesi olduğu, Kyoto protokolü ve yaşam döngüsü düşünme ilkelerine göre kabul edilmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı , 2019).

Karbon ayak izi hem kamu hem özel sektörde son derece uygulanabilir hale gelmiştir. Bunun nedeni, emisyon azaltma alanlarının belirlenmesinden, ürünlerin eko-profilini, insanların ve kuruluşların sosyo-çevresel farkındalığını ve sorumluluklarını geliştirmesi için gerekli değişiklikler güdülmesinden dolayı, karbon ayak izi yararlı ve yönetilebilir bir yöntemdir. Gelecekteki çalışmaların ise, daha çok ürünün tüm yaşam döngüsüne bağlı artan karmaşık etkileşimler üzerine olacağı düşünülmektedir. Karbon ayak izi popüler olması nedeniyle, tüketiciyi iklim dostu hale getirmiş, şirketlerin bakış açılarını genişletmiş ve hükümetlerin doğru teşviklerde bulunmasını sağlayan kullanışlı bir araç olmuştur.

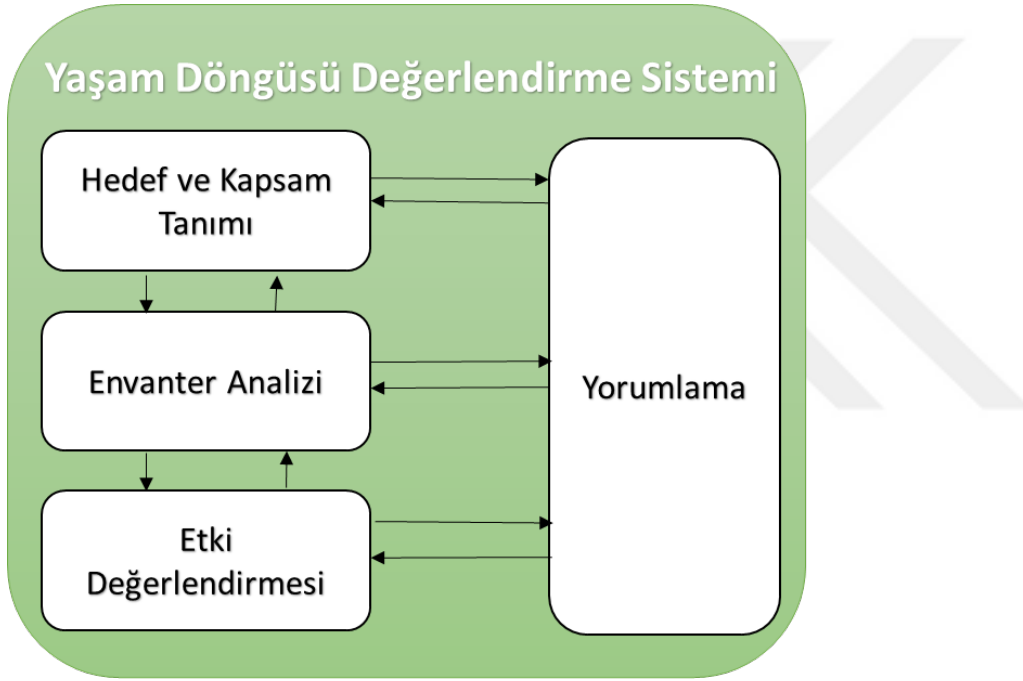
Su ayak izi ya da karbon ayak izi gibi tekil konu göstergelerinin gelişimi, yaşam döngüsü düşüncesi altında tomurcuklanmıştır. Su Ayak İzi, bir mal veya hizmet üretmek için gerekli tatlı su miktarının tüm tedarik zinciri içindeki ölçümünü ifade eder. Su Ayak İzi, birim zamanda harcanan (buharlaşıma dâhil) ve/veya kirletilen su miktarı ile ölçülmektedir. Bir bireyin, toplumun veya iş kolunun su ayak izi; bireyin veya toplumun tükettiği malların ve hizmetlerin üretimi için kullanılan veya üreticinin mal ve hizmet üretimi için kullandığı toplam temiz su kaynaklarının miktarıdır.

Ekolojik Ayak İzi, insanların kullandığı yenilenebilir kaynakları sağlayabilmek için gereken, biyolojik olarak verimli ve suyun bulunduğu alanı hesaplar.

Enerji Ayak İzi, yenilenebilir olmayan toplam enerji tüketimini ifade etmektedir.

Karbon ayak izinin başka tekil indekslerle kombinasyonunun yaygın kullanımı, şeffaflık ve etkilerin kapsamını arttırmak, değer yargılarını ve keyfi tartımları önlemek ve entegre bakış açılarını desteklemek açısından önerilmektedir. Karbon emisyonları ölçümlerinin oturması, her bir gıda ve üretim teknolojisi için standart sınıflandırılmasının olması, gıda zincirindeki karbon emisyonlarını büyük ölçüde düşürecektir.

ISO (2006)'ya göre, YDD'nin aşamaları Şekil 4.1'de şematize edilmiştir. Buradan görüldüğü gibi, değerlendirmenin çerçevesi, hedef ve kapsam, envanter analizi, etki değerlendirmesi ve yorumlama olmak üzere dört ana unsur kapsamaktadır (Singh and Heldman, 2015).



Şekil 4.1 Yaşam Döngüsü Değerlendirmesinin Aşamaları

Hedef ve kapsam tanımı, YDD'nin amacını net bir şekilde ortaya koymak, sistem sınırlarını oluşturmak, fonksiyonel birimi seçmek, varsayımları ve kısıtları belirlemek için önemli bir basamaktır. YDD çalışmasına başlarken en kritik ilk adım sistem sınırlarını doğru bir şekilde belirlemektir. Seçilen sistem sınırları, bir sonraki aşama olan envanter analizi için temel oluşturacak ve hesaplamalarda kullanılacak olan tüm girdi-çıkıtlar bu sistem sınırlarına göre oluşacaktır (Singh and Heldman, 2015).

Bu çalışmada, gelen hammadde nakliyesi de göz önüne alınarak kayısı suyu konsantresi üretim tesisi, üretimden depolamaya kadar olan kısmı sistem sınırı olarak belirlenmiş, işlem akış şeması Şekil 3.2’de gösterilmiştir. YDD için 1 kg konsantre ürün, fonksiyonel birim olarak alınmış, miktar için kg, nakliyat için km, elektrik kullanımı için kWh birimleri kullanılmıştır. Fonksiyonel birimin çevre ya da kaynaklar üzerindeki etkisi kg CO₂ emisyonu olarak gösterilmiştir.

Envanter analizi, YDD hesaplamalarına temel oluşturacak olan tüm verilerin toplandığı ve düzenlendiği kısımdır. Bunun için ISO 14044’te (ISO,2006) sistematik bir yaklaşım oluşturulmuş ve çeşitli yenilenebilir ve yenilemez kaynaklar tanımlanmıştır (Singh and Heldman, 2015). Bu çalışmada Şekil 3.2’de yer alan işlem akış şemasında görülen girdi çıktıları dikkate alınarak envanter analizi yapılmıştır.

Seçilen sistem sınırları için tüm girdi çıktıları dikkate alınarak envanter yapıldıktan sonra, etki değerlendirmesi basamağına geçilir. Bu aşamada, veri envanterine dayalı olarak hesaplamalar yapılır ve seçilen etki kategorileri için sayısal sonuçlar bulunur (Singh and Heldman, 2015). Bu çalışmada, bu amaçla karbon ayak izi hesaplaması yapılmıştır.

YDD’nin son basamağı olan yorumlama kısmında elde edilen sonuçlar tartışılır ve çevresel etkileri azaltmaya yönelik önerilerde bulunulur (Singh and Heldman, 2015).

Bazı profesyonel araçlar; SimaPro, Ecoinvent, ve GaBi veritabanları, gıda sisteminin yaşam döngüsü değerlendirmesini hesaplamada çok kullanışlıdır. Minx vd. 2008 yılında bildirdiği üzere, bu metodolojik uzmanlıklar ve uygun yazılım araçları, gıda sisteminin karbon ayak izi belirlemelerini kolaylaştırmaktadır.

4.1 Ön Değerlendirme

Farklı beldelerden toplanan kayısılar, kamyonlar ve tırlarla fabrikaya temin edilir. Gelen kayısılar direk yıkama makinesinde temiz su ile yıkamaya alınır. Bu proseste su ve elektrik kullanılırken, çıkan kirli su arıtmaya gönderilir.

Sonraki aşama olan ayıklama işleminde, el işçiliğiyle düşük kalite meyveler sistemden ayrılır ve atık olarak ayrıca depolanır.

Ayıklanan kaliteli meyveler çekirdek çıkarma makinesine sokulur. Sistem sadece elektrik kullanırken, kayısının çekirdekleri meyveden ayrışarak organik atık olarak ayrıca depolanır.

Çekirdeği çıkarılmış kayısılar parçalama işlemine tabii tutulur ve burada da sadece elektrik girdisi vardır.

Mayşe ısıtma işleminde girdi olarak su ve elektrik kullanılırken, işlemde çıkan kondens sıcak su atık ısı olarak değerlendirilmektedir.

Palper işleminde, yine elektrik kullanılırken sistemden ayıklanmış pulp organik atık olarak ayrıca depolanır.

Sonraki iki işlem; evaporasyon ve pastörizasyon işlemleri için buhar kullanılmaktadır. Öncelikle fabrika arazisinde bulunan LNG Tankı, buhar kazanına doğal gaz besler. Elektrikle çalışan bu sistem girdi olan temiz suyu yüksek basınçta ısıtırak buhara dönüştürmektedir.

Çıkan buhar evaporasyon işlemine girmeden basıncı düşürülür. Evaporatör sisteminin girdileri basıncı düşürülmüş buhar ve elektrik olmakla birlikte sistemden çıkan kondens brüde soğutma kulesine gönderilir.

Sonrasında pastörizasyon işlemi gerçekleştirilir. Yine elektrik ve buhar kullanılan bu prosesden çıkan kondens sıcak su atık ısı olarak değerlendirilir.

Pastörize olmuş konsantre kayısı suyu elektrikle çalışan aseptik dolun işlemine gönderilir ve burada aseptik torba ve variller ile sıkıca kapatılarak, nakliye edilmek üzere depolanır.

4.2 Enerji Tüketimi

Enerji tüketimi endüstrilerin en önemli incelenen konularındandır. Özellikle gıda endüstrilerinde kullanılan elektrik, yakıt ve buhar, üretimin analizi ve geliştirilmesi için incelenen önemli enerji tüketimi noktalarıdır. Bu bölümde,

işletmede sadece kayısı işlenen tarihlerdeki incelenen kayısı suyu konsantresi üretimindeki elektrik, buhar ve yakıt tüketimi incelenmiştir.

4.2.1 Buhar ve yakıt tüketimi

Verilerin tutarlılığı bakımından işletmede sadece kayısı işlenen günler belirlenmiş olup, bu günlerin veri ortalaması ile hesaplamalar gerçekleştirilmiştir.

Fabrikada buhar üretebilmek için gerekli enerji, LNG ile sağlanmaktadır. LNG'den elde edilen enerji;

$$Q_{LNG} = Tüketilen\ LNG * LNG\ alt\ ısı\ değeri * Kazan\ verimi \quad (1)$$

formülü ile bulunur. Burada tüketilen LNG miktarı kayısı konsantresi üretimi yapılan her bir tarih için farklıdır. Ancak LNG alt ısı değeri ve kazan verimi her tarih için sabit ve sırasıyla 49888,3 kJ/kg ve 0,9 değeri kabul edilerek hesaplanmıştır.

Buna göre kayısı konsantresi üretimi için tüketilen ortalama LNG miktarı 1706 kg olduğundan bu LNG'den sağlanan enerji miktarı;

$$Q_{LNG} = 1706\ kg * 49888,3\ \frac{kJ}{kg} * 0,9 = 76613462,3\ kJ$$

olarak bulunur. LNG'den elde edilen bu enerji ile üretilebilecek buhar miktarı (mbuhar) ise;

$$Q_{LNG} = m_{buhar} * [c_p * (T_{su,çıkış} - T_{su,giriş}) + h_{fg}] \quad (2)$$

ile hesaplanabilir. Buhar özellikleri, 165°C ve 7 bar doymuş buhar baz alınarak belirlenmiştir. Bu durumda faz değiştirme entalpisi $h_{fg} = 2065,8\ kJ/kg$ olarak belirlenir.

Kondens suyu özellikleri ise $c_p = 4,186\ \frac{kJ}{kgK}$, $T_{su,çıkış} = 165^\circ C$, $T_{su,giriş} = 60^\circ C$ olarak belirlenmiştir. Bu durumda üretimde kullanılan toplam buhar;

$$m_{buhar} = \frac{76.613.462,31\ kJ}{[4,186\ \frac{kJ}{kgK} * (165^\circ C - 60^\circ C) \frac{\Delta K}{\Delta^\circ C} + 2065,8\ \frac{kJ}{kg}]} = 30.580,19\ kg$$

olarak bulunur. Belirlenen tarihlerin ortalaması alındığında, 17.752 kg kayısı püre konsantresi üretilmiştir. Böylece 1 kg kayısı püre konsantresi üretebilmek için gerekli buhar miktarı ise ;

$$m_{buhar,konsantre} = \frac{m_{buhar}}{Konsantre\ miktarı} = \frac{30.580,19\ kg}{17.752\ kg} = 1,72\ kg \quad (3)$$

şeklinde bulunur.

4.2.2 Elektrik Tüketimi

Teknoloji çağının velinimeti olan elektrik, endüstrilerin olmazsa olmaz en önemli enerji kaynağıdır. İncelenen sistemde, neredeyse bütün işlemlerde elektrik kullanılmaktadır. İncelenen tarihlerdeki kayısı suyu konsantresi üretiminde ortalama toplam 3.448 kWh elektrik kullanılmıştır.

4.3 Su Tüketimi

Gıda işletmelerinde, önemli miktarlarda su tüketilmektedir. Buhar kazanına giren su, kazandan 165°C ve 7 bar doymuş buhar olarak sistemin gerekli proseslerini beslemektedir. Bununla birlikte meyveleri yıkama prosesine direk dahildir. Fabrikada alınan verilerde toplam su tüketimi ve çıkan atık su miktarı bulunmaktadır. Yaşam döngüsü değerlendirmesi açısından buhar üretimi için kullanılan su kapalı döngü olduğu için hesaplamalarda dikkate alınmamıştır sadece yıkama için kullanılan ve işletmedeki arıtma tesisine gönderilen su işleme alınmıştır. İşletmede çıkan atık su miktarı 131,5 m³ olarak bildirilmiştir.

4.4 Hammadde

İşlenen kayısının tedariki farklı bölgelerden yapılmaktadır. Belirlenen tarihli üretimler için işletmenin bulunduğu Sultanhisar (10km) beldesi, Tire (77.7km.), Davutlar (91km.) ve Mut (665 km.) beldelerinden kamyonlar ve tırlar aracılığıyla kayısılar tahsis edilmiştir. Uzaklıkları ve miktarları bilinen kayısıların ortalama miktarı toplam 44.189 kg ve bu kayısıların nakliyesi 28.741 ton-kilometredir.

4.5 Atıklar

Gıda endüstrilerinde yoğun miktarda organik ve inorganik atık çıkmaktadır. İncelenen işletmede kayısı atıkları ve paketlemede kullanılan ambalaj atıkları farklı şekillerde tasfiye edilmektedir.

4.5.1 Kayısı Atıkları

İncelenen işletmede çekirdekli ve posalı yapısından dolayı bol miktarda kayısı atığı çıkmaktadır. İncelenen işletmedeki belirlenen tarihlerdeki konsantre kayısı suyu üretiminden çıkan kayısı atıkları; 4.443 kg. çekirdek, 4.974 kg. posa ve 2.821 kg. düşük kaliteli meyvedir.

4.5.2 Ambalaj Atıkları

225 kg. 82 varil ve 82 aseptik torba kullanılmıştır. Variller devamlı kullanılmakta ve aseptik torba atıkları geri dönüşüme gönderilmektedir. Bu nedenle hesaplamalarda ambalaj atıkları ihmal edilmiştir.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde sürdürülebilir gıda üretiminde dikkate alınması gereken en önemli noktaları oluşturan enerji ve su tüketimlerinde bahsedilip, hammadde ve ortaya çıkan atıklar da dikkate alınarak ve yaşam döngüsü değerlendirmesi alt başlıklar halinde verilmiştir. İşletmedeki günlük konsantre kayısı suyu üretim verileri Çizelge 5.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1 Konsantre Kayısı Suyu Üretim Verileri

Nakliyat	Birim	Miktar
Hammadde Nakliyesi	km	665
Konsantre Ürün Nakliyesi	km	153
Materyal Girdi	Birim	Miktar
Kayısı	kg	44.189
Su	m ³	131,5
Enerji Girdi	Birim	Miktar
Elektrik	kWh	3.448
LNG	kg	1.706
Atıklar	Birim	Miktar
Kayısı Çekirdeği	kg	4.443
Kayısı Posası	kg	4.974
Düşük Kalite Meyve	kg	2.821
Su	m ³	131,5

5.1 Birim Enerji Tüketimi

Çizelge 5.1’ de görüldüğü gibi 1706 kg LNG, 7 bar 169 °C koşullu kazanda tüketilmekte olup, tüm proseslerde elektrik kullanılmaktadır. Kullanılan toplam ortalama elektrik miktarı 3448 kWh’dir. Birim enerji tüketimi Çizelge 5.3’te görülen birim ürün için harcanan elektrik ve LNG miktarları kWh cinsine dönüştürülmüş ve 1,39 kWh/kg ürün olarak bulunmuştur.

Birim enerji tüketimi hesaplanırken, sadece kayısı işlenen günlerden alınan veriler arasından seçilmiş ve birim kayısı konsantresi üretimi için gerekli LNG miktarı ortalama olarak alınmıştır. Bu tüketilen LNG den yola çıkılarak denklem 3’te görüldüğü üzere birim buhar miktarı hesaplanmıştır. Isı enerjisi hesabında olduğu gibi, elektrik tüketimi içinde sadece kayısı işlenen günler baz alınmıştır ve

ortalama değer elde edilmiştir. Aşağıda yer alan izelge 5.3 te birim ürün başına tketlenen LNG ve buhar, elektrik miktarları grlmektedir.

5.2 Birim Su Tüketime

Kayısu suyu püre konsantresi üretiminde su kullanılan bölümler, yıkama ve buhar eldesidir. Yıkamada kullanılan su temiz herhangi bir kirlilik barındırmayan içme suyu özelliğinde bir sudur. Yıkama işlemi iki basamakla gerçekleştirilmekte olup ilk olarak hava kabarcıklı yıkama makinesi olan havuzdan geçirilen ürün kayısılar, sonrasında havuz içinden elevatörle fabrikaya alınırken püskürtme yöntemi ile 2. yıkama işlemi yapılmış olur. Kabarcıklı yıkama yöntemi hem kayısıların iyi bir şekilde temizlenmesini sağlarken hem de su tasarrufu sağlayan bir sistemdir. Fırçalama etkisi, kabarcık etki yüzey alanını genişletmekle birlikte, buradan çıkan atık su toz, dal yaprak parçaları ve tarımsal ilaçlama kalıntılarını içermekte olup artıma tesisine gönderilmektedir.

Buhar için kullanılan su buhar kazanında kullanıma özel olarak şartlandırılmış olup, proseslerde kullanıldıktan sonra kazan dairesine geri beslenmektedir. Kazan sistemi kapalı döngü olduğundan, Denklem 3'te hesaplanan buhar miktarı giren su miktarını göstermektedir. Konsantre rn başına kullanılan su miktarı yıkama suyu olarak alınmış, 0,01 m³ olarak hesaplanmıştır.

Aşağıdaki izelge 5.2.'de kayısı suyu konsantresi ürünü başına kg su girdi ıktıları gösterilmiştir. Böylece kayısı suyu konsantresi üretimindeki su ayak izi 1,73 kg H₂O/kg ürün'dr.

İşletmede, günlük üretim tamamlandıktan sonra, makine ve ekipmanların temizliği için de su ve uygun özelliklerde temizleyici ajan kullanılmaktadır. Bu aşamada kullanılan su, içindeki temizleyici ajanlar ve organik kalıntılarla birlikte atık su olarak çıkmaktadır. İşletmedeki arıtma tesisinde bu atık suyun da arıtılması gerçekleştirilmektedir. Temizlik işlemi için CİP (Cleaning in Process) sistemi kullanılmakta ve böylece minimum su ve deterjan kullanımı ile ekipmanların verimli bir şekilde temizlenmesi sağlanmaktadır. Miktarlarla ilgili bilgi alınamadığı için, yaşam döngüsü analizinde bu proses sistem sınırları dışında bırakılmıştır.

Çizelge 5.2 Birim rn başına kullanılan su girdi-çıktı miktarları (kg/kg)

Su Kullanımı	Giren	Atık Su
Yıkama Suyu	0,01	0,01
Buhar	1,72	0,00

5.3 Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi

Yaşam döngüsü değerlendirmesinin detaylı analizi için seçilen tarihlerdeki günlük ortalama değerleri işleme alınmış olup, birim ürün olan 1 kg. kayısı suyu konsantresi için gerekli miktarlar Çizelge 5.3'teki yaşam döngüsü envanterinde gösterilmiştir.

Çizelge 5.3 Birim Konsantre Kayısı Suyu (1kg) için Envanter Verileri

Nakliyat	Birim	Miktar
Hammadde Nakliyesi	tkm	28.741
Konsantre Ürün Nakliyesi	tkm	5.538
Materyal Girdi	Birim	Miktar
Kayısı	kg	2,49
Su	m ³	0,01
Enerji Girdi	Birim	Miktar
Elektrik	kWh	0,19
LNG	kg	0,10
Atıklar	Birim	Miktar
Kayısı Çekirdeği	kg	0,25
Kayısı Posası	kg	0,28
Düşük Kalite Meyve	kg	0,16
Su	m ³	0,01

1 kg. kayısı suyu konsantresi üretebilmek için 2,49 kg. taze kayısı kullanılmıştır. Kayısının karbon emisyon faktörü 0,43 kgCO_{2eşd}/kg olarak bildirilmiştir (Roberson, 2013). Buna göre emisyon değeri 1,071 kgCO_{2eşd}/kg ürün'dür.

İşletmede kullanılan yıkama suyu üretilen ürün başına 0,01 m³ olup, emisyon faktörü 0,8 kgCO_{2eşd}/kg'dır (Cornejo et al., 2014). Buna göre emisyon değeri 0,008 kgCO_{2eşd}/kg ürün'dür.

Belirtilen üretim için, ürün başına kullanılan elektrik 0,19 kWh'dir. Elektriğin emisyon faktörü 0.87 kg CO₂/kWh olarak bildirilmiştir (Brander et al., 2011). Buna göre emisyon değeri 0,165 kgCO_{2eşd}/kg ürün'dür.

Buhar kazanı için tüketilen LNG, ürün başına 0,1 kg'dır. LNG emisyon faktörü 2,84 kg CO₂/kg LNG olarak bildirilmiştir (IPPC, 2006). Buna göre emisyon değeri 0,284 kgCO_{2eşd}/kg ürün'dür.

İncelenen işletmede, veriler göstermektedir ki kayısı çekirdeği ve posası sırasıyla, kayısının %10 ve %11'i kadardır. Bu veriden yola çıkarak emisyon değerleri taze kayısı için bildirilen emisyon değerine oranlarak hesaplanmıştır. Buna göre çekirdek ve posa emisyon değerleri sırasıyla 0,015 kgCO_{2eşd}/kg ürün ve 0,014 kgCO_{2eşd}/kg ürün'dür.

İşletmeden çıkan atık su, üretilen ürün başına 0,01 m³ olup, emisyon faktörü 1,0 kgCO_{2eşd}/kg'dır (Keller and Hartley, 2003). Buna göre emisyon değeri 0,01 kgCO_{2eşd}/kg ürün'dür.

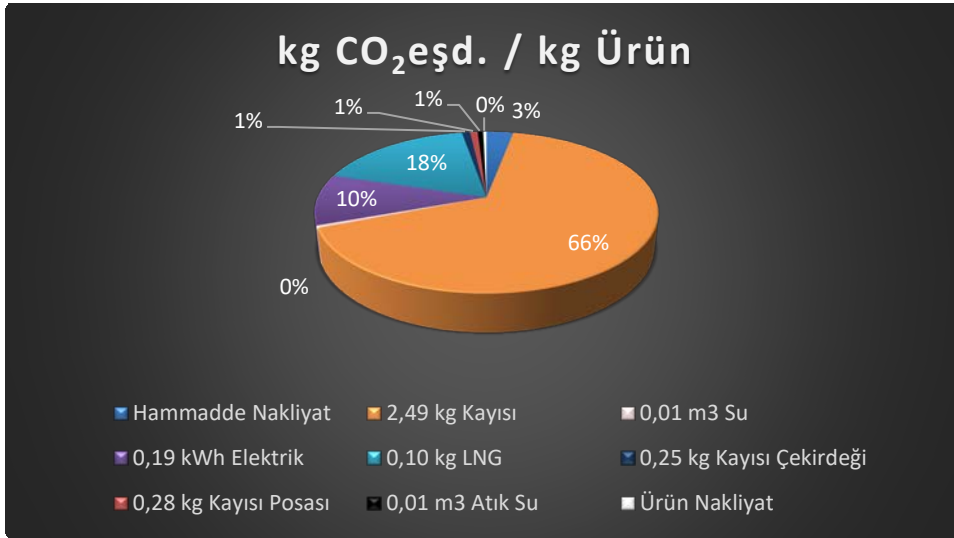
Üretilen kayısı suyu konsantrisinin nakliyesi 153 km. uzaklıktaki İzmir'e gönderilmektedir. Hammadde nakliyesindeki emisyon koşulları bu işlemde de aynı olduğundan hesaplanan emisyon değeri 0,006 kgCO_{2eşd}/kg ürün'dür.

Çizelge 5.4'te görüldüğü üzere tüm veriler ele alındığı 1 kg. kayısı suyu konsantrisi üretiminin emisyon değeri 1,622 kgCO_{2eşd}/kg ürün'dür.

Çizelge 5.4 Birim konsantre kayısı suyu'nun (1kg) ekolojik profili

Birim	kg CO _{2eşd} / kg Ürün
Hammadde Nakliyat	0,049
2,49 kg Kayısı	1,071
0,01 m³ Su	0,008
0,19 kWh Elektrik	0,165
0,10 kg LNG	0,284
0,25 kg Kayısı Çekirdeği	0,015
0,28 kg Kayısı Posası	0,014
0,01 m³ Atık Su	0,010
Ürün Nakliyat	0,006
Toplam	1,622

Aşağıdaki grafikte karbon ayak izi için değerlendirilen bölümlerin yüzdesel olarak etki oranları görülmektedir (Şekil 5.1). Şekilden de anlaşılacağı üzere CO₂ emisyonlarına hammaddenin yoğun bir etkisi olduğu, yetiştirme aşamasında sulama, ilaçlama, traktör kullanımı gibi faktörlerden dolayı CO₂ emisyon değerinin en yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Hammaddenin karbon ayak izini dikkate almadığımızda toplam karbon ayak izi 0,551 kgCO_{2eşd}/kg ürün olarak görülmektedir. Bu gösterge, gıda endüstrilerinde zirai üretimin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Daha sonrasında CO₂ emisyonuna enerji tüketiminin etki ettiği, derece bakımından yakıt ve elektrik tüketimleri gelmektedir.



Şekil 5.1 Kayısı suyu konsantresi üretimindeki alt birimlerin karbon ayak izi yoğunluğu

Çalışmanın gerçekleştiği meyve suyu fabrikası, enerjiyi verimli kullanmaya dikkat eden, atık ısıyı değerlendiren, tüketim değerlerini takip eden suyu verimli kullanan, nispeten yeni bir işletmedir. Kayısı suyu konsantresi üretimindeki karbon ayak izi 1,622 kgCO_{2eşd}/kg olarak bulunmuştur. Daha önce kayısı suyu konsantresi için böyle bir çalışma yapılmadığından, elde edilen sonuç şekil 2.8'teki diğer meyve suları üretimleriyle kıyaslandığında makul değerde olduğu gözlemlenmektedir. Buna ek olarak, ortalama işletmeler göz önüne alındığında, bu işletmelerdeki üretimin toplam karbon ayak izi çalışılan işletmedeki elde edilen karbon ayak izinden daha yüksek olabileceği tahmin edilmektedir.

6. SONUÇ

Bu tez kapsamında, kayısı suyu konsantresi üretiminin kayısıların yetiştirilip toplandıktan sonrasında, konsantre halde varillere doldurulup depolanmasına kadar olan süreç yaşam döngüsü değerlendirme analizi için detaylı olarak incelenmiş ve 5. Bölümde verilen sonuçlar elde edilmiştir. Bu bölümde de elde edilen sonuçlar, enerji ve su tasarrufu, atık azaltımı ve karbon ayak izini azaltma hedefleri doğrultusunda yorumlanmıştır.

İşletmeden alınan gerçek veriler kullanılarak yapılan hesaplamalarla, kayısı püre konsantresinin yaşam döngüsü değerlendirme gerçekleştirilmiş ve karbon ayak izi 1,622 kgCO₂ eşd/kg olarak bulunmuştur. Sonuçlar incelendiğinde, en büyük çevresel etkinin hammaddeden geldiği görülmektedir. Tarımsal süreç, elde edilen ürünün çevresel etkilerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu noktada, organik tarım, iyi tarım, ekolojik tarım gibi uygulamaların yaygınlaşmasının, sulama sistemlerinin verimli olmasının, sulama için güneş enerjili sistemlerin kullanılmasının ve kimyasal ilaçlamadan kaçınılmasının elde edilecek ürünün çevresel etkilerini azaltmasının mümkün olduğu söylenebilir.

Yapılan incelemede görülmüştür ki, çevresel etkiler açısından 2. en büyük pay enerji tüketimine aittir. Konsantre kayısı püresinin karbon ayak izinin yaklaşık %18'i LNG'den ve %10 'u elektrikten gelmektedir. İşletmenin hammaddenin karbon ayak izini düşürme etkisi ihtimali zayıftır. Oysa, enerji tüketimi müdahale edebileceği bir alandır. Kayısı püre konsantresi üretiminin her bir basamağında elektrik tüketimi söz konusudur. İşletmede 1 kg kayısı püre konsantresi üretimi için 0.19 kWh elektrik enerjisi tüketilmektedir. Fabrikanın çatısına fotovoltaik paneller yerleştirilerek ihtiyaç duyulan bu elektriğin bir kısmının yenilenebilir kaynaklı olması sağlanabilir ve bu sayede elektrik nedeniyle ortaya çıkan CO₂ eşdeğeri emisyon miktarları düşürülebilir. Örneğin, Roibas vd. (2018), taze meyve suyu üretiminde fotovoltaik paneller kullanılarak elektriğin yaklaşık %30'unun karşılanabildiğini ve böylece karbon ayak izinin de %20 oranında azaltılabildiğini belirtmişlerdir.

Hammaddeden sonra karbon ayak izine en çok katkıda bulunan kalem LNG tüketimidir. Üretimde, mayşe ısıtma, evaporasyon ve aseptik dolun öncesi sterilizasyon basamaklarında buhar kullanılmaktadır ve bu buhar LNG yakılarak elde edilmektedir. 10 bar basınçta buhar üretme kapasitesine sahip bir doğal gaz kazanı ihtiyaç duyulan bu ısı enerjisini elde etmek için kullanılmaktadır. Kayısı

püre konsantresi üretiminde ihtiyaç duyulan sıcaklıklara bakıldığında (Bkz. Bölüm 3), buharın, güneş ısı sistemleri ile karşılanabilme ihtimalinin de değerlendirilmesi gerektiği söylenebilir. İşletmenin içinde yer aldığı arazide uygun bir bölüme böyle bir sistem kurulabilir, doğal gaz kazanı ile hibrit kullanılabilir ve bir türbinle birlikte elektrik de elde edilebilir. Böylece, LNG kaynaklı karbon ayak izinin düşürülmesi mümkün olabilir. Eiholzer vd. (2017), tarafından yapılan bir çalışmada orta ölçekli bir bira işletmesi için 200 kW kapasiteli bir güneş ısı sisteminin, ısı enerjisi ihtiyacının yaklaşık %7'sini karşılayabildiği belirtilmiştir.

İşletmenin kurulu bulunduğu Aydın ili, Sultanhisar ilçesi civarında jeotermal enerji sahaları da bulunmaktadır. Yine, ihtiyaç duyulan ısı enerjisinin bir bölümünün jeotermal kaynaktan karşılanma ihtimali de değerlendirilebilir.

Yakıttan kaynaklı çevresel etkileri azaltmanın bir diğer yolu da enerjiyi verimli kullanmak ve atık ısı değerlendirmesi yapmaktır. İşletmede bu anlamda çeşitli çalışmalar yapılmaktadır.

Karbon ayak izine olan katkısı düşük olsa da, meyve suyuna işleme esnasında oluşan atıkların ciddi bir değerlendirme potansiyeli vardır. İşletmeye kurulacak bir kurutma sistemi ile bu atıkların kurutulup saklanabilmesi ve farklı amaçlar için kullanılabilmesi mümkün olacaktır. Kurutma için gerekli enerjinin atık ısılarından faydalanılarak ve güneş enerjisi kullanılarak sağlanması ihtimali de değerlendirilebilir. Bu atıkların farklı değerlendirme yöntemlerinden Bölüm 2'de detaylı olarak bahsedilmiştir. Kayısı atıklarının, katma değeri yüksek çeşitli ürünlere dönüşme potansiyeli olduğu gibi, biyokütle olarak kullanımı ile biyogaz, biyoetanol, biyokömür, biyodizel v.b. enerji kaynağı olarak ta potansiyeli vardır. Ekonomik analizi de kapsayan bir fizibilite çalışması ile bu atıkların optimum değerlendirme şekli belirlenebilir.

Su tüketimi, işletmede yer alan yıkama sistemi suyu verimli kullandığı için çok yüksek değildir. Buhar elde etmek için kullanılan su ise kazan besleme suyuna geri gönderilmekte ve böylece atık ısısından faydalanılmasının yanı sıra su tasarrufu da yapılmış olmaktadır. Su tasarrufu için, arıtma işleminin ardından elde edilen suyun fabrika bahçesinde bulunan bitkiler için sulama suyu olarak kullanılması önerilebilir.

Makine ve ekipmanların temizliği için kullanılan yöntem verimli olmakla birlikte, son yıllarda temizlik ve sanitasyon işlemleri için de, ozon kullanımı gibi

sürdürülebilir alternatif yöntemler konusunda araştırmalar yapılmaktadır. Yakın bir gelecekte, temizlik için kullanılan deterjanlar yerine, atık olarak doğaya zarar vermeyen ürünlerin piyasada yaygınlaşabileceği düşünölmektedir.

Bu tez kapsamında, seçilen sistem sınırları içinde yaşam döngüsü analizi yapılmıştır. Daha fazla veri ile, daha çok dikkate alınacak faktörler ile, yaşam döngüsü analizi için kullanılan çeşitli veri tabanlarına erişim ile daha hassas sonuçlar elde etmek mümkündür. Mevcut durumda elde edilen bu sonuçlar, hem ülkemizde hem dünyada, kayısı püre konsantresi için daha önce yapılmamış olduğundan önemlidir. Bu nedenle, bu çalışmanın hem literatüre katkısı olacağı, hem de kayısı püre konsantresi üreten veya ürettiği ürünlerde bunu hammadde olarak kullanan işletmelerin ürün yaşam döngüsü analizi çalışmalarında faydalı olacağı düşünölmektedir.



KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abbas, M. and Trari, M.**, 2015, Kinetic, equilibrium and thermodynamic study on the removal of Congo Red from aqueous solutions by adsorption onto apricot stone, *Process Safety and Environmental Protection*, 8, 424–436 pp.
- Abbas, M., Kaddour, S. and Trari, M.**, 2014, Kinetic and equilibrium studies of cobalt adsorption on apricot stone activated carbon. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20(3), 745–751 pp.
- Abd El-Aal M.H., Khalil M.K., Rahma E.H.**, 1986b, Apricot kernel oil: characterization, chemical composition and utilization in some baked products. *Food Chemistry*, 19, 287–298 pp.
- Abd El-Aal, M.H., Hamza, M. A. and Rahma, E. H.**, 1986a, In vitro digestibility, physicochemical and functional properties of apricot kernel proteins. *Food C&m.* 19, 197-211 pp.
- Aganovic, K., Smetana, S., Grauwet, T., Toepfl, S., Mathys, A., Van Loey, A., & Heinz, V.**, 2017, Pilot scale thermal and alternative pasteurization of tomato and watermelon juice: An energy comparison and life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 141, 514–525.
- Ahmadi H., Fathollahzadeh H. and Mobli H.**, 2008, Some Physical and Mechanical Properties of Apricot Fruits, Pits and Kernels (C.V Tabarzeh). *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 3 (5): 703-707.
- Ai, P., Zhen, Z., & Jin, Z.**, 2011, Genetic diversity and relationships within sweet kernel apricot and related *Armeniaca* species based on sequence-related amplified polymorphism markers. *Biochemical Systematics and Ecology*, 39(4–6), 694–699.
- Akdağ E.**, 2013, Türkiye Meyve Suyu vb. Ürünler Sanayi Raporu, Meyve Suyu Endüstrisi Derneği (MEYED), İstanbul.
- Akmil-Başar, C., Durmaz, G., Karabulut, I., and Önal, Y.**, 2017, B-Carotene Rejection Mechanism From Organic Medium By Using Activated Carbon Produced From Waste Biomass Apricot. *Particulate Science and Technology*, 35(3), 369–378.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- AL Juhaimi, F., Özcan, M.M., Ghafoor, K., Babiker, E.E.**, 2018, The effect of microwave roasting on bioactive compounds, antioxidant activity and fatty acid composition of apricot kernel and oils. *Food Chemistry*, 243, 414-19.
- Albroomi, H.I., Elsayed, M.A., Baraka, A., and Abdelmaged, M.A.**, 2017, Batch and fixed-bed adsorption of tartrazine azo-dye onto activated carbon prepared from apricot stones. *Applied Water Science*, 7(4), 2063–2074.
- Almeida, J., Achten, W. M. J., Verbist, B., Heuts, R. F., Schrevens, E., Muys, B.**, 2014, Carbon and water footprints and energy use of greenhouse tomato production in Northern Italy. *Journal of Industrial Ecology*, 18(6), 898–908.
- Alpaslan, M., Hayta, M.**, 2006, Apricot kernel: Physical and chemical properties. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83(5), 469–471.
- Anderson, J.O., Elfgrén, E. and Westerlund, L.**, 2014, Improved energy efficiency in juice production through waste heat recycling. *Applied Energy*, 130, 757–763.
- Andersson, K. and Ohlsson, T.**, 1999, Including Environmental Aspects in Production Development : A Case Study of Tomato Ketchup, *LWT Food Science and Technology*, 32(3), 134–141.
- Ansari, S. A., Satar, R., Zaidi, S. K., Khan, M. J., Naseer, M. I., Al-qahtani, M. H., & Maskat, M. Y.**, 2014, Future applications of apricot (*Prunus armeniaca kaisa*) β galactosidase in dairy industry, *Polish Journal of Chemical Technology*, 16(3), 74–79.
- Apaiah, R. K., Hendrix, E. M. T., Meerdink, G. and Linnemann, A. R.**, 2005, Qualitative methodology for efficient food chain design. *Trends in Food Science and Technology*, 16(5), 204–214.
- Arzoumanidis, I., Salomone, R., Petti, L., Mondello, G. and Raggi, A.**, 2017, Is there a simplified LCA tool suitable for the agri-food industry? An assessment of selected tools. *Journal of Cleaner Production*, 149, 406–425.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Asma, B.M., Kan, T., Birhanli, O.,** 2007, Characterization of promising apricot (*Prunus armeniaca* L.) genetic resources in Malatya, Turkey. *Genet. Resour. Crop Evol.* 54, 205-212.
- Atımtay, A.T., Kaynak, B.,** 2008, Co-combustion of peach and apricot stone with coal in a bubbling fluidized bed. *Fuel Processing Technology*, 89(2),183–97.
- Baïssisse, S., Ghannem, H., Fahloul, D. and Lekbir, A.,** 2010, Comparison of structure and emulsifying activity of pectin extracted from apple pomace and apricot pulp. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 5(1):79-84.
- Balkan, F., Colak, N. and Hepbasli, A.,** 2005, Performance evaluation of a triple-effect evaporator with forward feed using exergy analysis, *International Journal of Energy Research*, 29: 455–470 pp.
- Bardone, E., Bravi, M., Keshavarz, T., De Marco, I., Miranda, S., Riemma, S. and Iannone, R.,** 2016, The Impact of Alternative Apricot Conservation Techniques on Global Warming Potential, *Chemical Engineering Transactions*, 49, 325-330.
- Bartocci, P., Fantozzi, P. and Fantozzi, F.,** 2017, Environmental impact of Sagrantino and Grechetto grapes cultivation for wine and vinegar production in central Italy. *Journal of Cleaner Production*, 140, 569–580.
- Belaroui, K., Seghier, A. and Hadjel, M.,** 2013, Synthesis of activated carbon based on apricot stones for wastewater treatment. *Desalination and Water Treatment*, 52(7-9), 1422–1433.
- Berlin, J.,** 2002, Environmental life cycle assessment (LCA) of Swedish semi-hard cheese, 12, 939–953.
- Berlin, J., Sonesson, U., and Tillman, A. M.,** 2007, A life cycle based method to minimise environmental impact of dairy production through product sequencing. *Journal of Cleaner Production*, 15(4), 347–356.
- Berlin, J. and Sonesson, U.,** 2008, Minimising environmental impact by sequencing cultured dairy products: two case studies. *Journal of Cleaner Production*, 16, 483-498.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bertuzzi**, 2019, <http://www.bertuzzi.it/apricot-peach-plum>
- Bhalla, T. C., Asif, M. and Smita, K.**, 2017, Purification and characterization of cyanogenic β -glucosidase from wild apricot (*Prunus armeniaca* L.), *Process Biochemistry*, 58, 320–325.
- Biggs, E.M., Bruce, E., Boruff, B., Duncan, J.M.A., Horsley, J., Pauli, N., McNeill, K., Neef, A., Van Ogtrop, F., Curnow, J., Haworth, B., Duce, S., and Imanari, Y.**, 2015, Sustainable development and the water-energy-food nexus: A perspective on livelihoods, *Environmental Science and Policy*, 54, 389–397 pp.
- Bisht, T. S., Sharma, S. K., Sati, R. C., Rao, V. K., Yadav, V. K., Dixit, A. K., ... Chopra, C. S.**, 2015, Improvement of efficiency of oil extraction from wild apricot kernels by using enzymes. *Journal of Food Science and Technology*, 52(3), 1543–1551.
- Bonamente, E., Scrucca, F., Rinaldi, S., Merico, M. C., Asdrubali, F. and Lamastra, L.**, 2016, Environmental impact of an Italian wine bottle: Carbon and water footprint assessment. *Science of the Total Environment*, 560–561, 274–283.
- Bureau, S., Ruiz, D., Reich, M., Gouble, B., Bertrand, D., Audergon, J. M. and Renard, C. M. G. C.**, 2009, Application of ATR-FTIR for a rapid and simultaneous determination of sugars and organic acids in apricot fruit. *Food Chemistry*, 115(3), 1133–1140.
- Buyukada, M. and Aydogmus, E.**, 2018, Utilization of apricot seed in (co-) combustion of lignite coal blends: Numeric optimization, empirical modeling and uncertainty estimation. *Fuel*, 216, 190–198.
- Caffrey, K.R., Veal, M.W. and Chinn, M.S.**, 2014, The farm to biorefinery continuum: A techno-economic and LCA analysis of ethanol production from sweet sorghum juice. *Agricultural Systems*, 130, 55–66.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Caldeira-Pires, A., Benoist, A., Luz, S. M. da, Silverio, V.C., Silveira, C.M. and Machado, F.S.**, 2018, Implications of removing straw from soil for bioenergy: An LCA of ethanol production using total sugarcane biomass. *Journal of Cleaner Production*, 181, 249–259.
- Canellas, J., Femenia, A., Rossello, C. and Soler, L.**, 1992, Chemical composition of the shell of apricot seeds. *J. Sci. Food Agric.*, 59, 269-271.
- Cemeroğlu, B.**, 2009, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara.
- Cheuib, D., El Darra, N., Rajha, H., El-Ghazzawi, I., Maroun, R., & Louka, N.**, 2018, Effect of the Extraction Process on the Biological Activity of Lyophilized Apricot Extracts Recovered from Apricot Pomace. *Antioxidants*, 7(1), 11.
- Chiusano, L., Cerutti, A. K., Cravero, M. C., Bruun, S., & Gerbi, V.**, 2015, An Industrial Ecology approach to solve wine surpluses problem: The case study of an Italian winery. *Journal of Cleaner Production*, 91, 56–63.
- Chung H. and Kim JY.**, 2014, Antimicrobial Activity of β -CD Finished and Apricot Kernel Oil Applied Fabrics. *Fibers and Polymers*, 15(5): 924-931.
- Corbett, D. B., Kohan, N., Machado, G., Jing, C., Nagardeolekar, A., & Bujanovic, B. M.**, 2015, Chemical composition of apricot pit shells and effect of hot-water extraction. *Energies*, 8(9), 9640–9654.
- Cui J.,Gua X., Wang F., Ouyang J., Wang J.**, 2015, Purification and structural characterization of an α -glucosidase inhibitory polysaccharide from apricot (*Armeniaca sibirica* L. Lam.) pulp. *Carbohydrate Polymers*, 121: 309–314.
- Dalla Riva, A., Burek, J., Kim, D., Thoma, G., Cassandro, M., & De Marchi, M.**, 2017, Environmental life cycle assessment of Italian mozzarella cheese: Hotspots and improvement opportunities. *Journal of Dairy Science*, 100(10), 7933–7952.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- De Marco, I., & Iannone, R.,** 2017, Production, packaging and preservation of semi-finished apricots: A comparative Life Cycle Assessment study. *Journal of Food Engineering*, 206, 106–117.
- de Menna, F., Vittuari, M., & Molari, G.,** 2015, Impact evaluation of integrated food-bioenergy systems: A comparative LCA of peach nectar. *Biomass and Bioenergy*, 73, 48–61.
- De Miguel, Á., Hoekstra, A. Y., & García-Calvo, E.,** 2015, Sustainability of the water footprint of the Spanish pork industry. *Ecological Indicators*, 57, 465–474.
- Del Borghi, A., Gallo, M., Strazza, C., & Del Borghi, M.,** 2014, An evaluation of environmental sustainability in the food industry through Life Cycle Assessment: The case study of tomato products supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 78, 121–130.
- Del Campo, A.G., Fernandez, F.J., Canizares, P., Rodrigo, M.A., Pinar, F.J. and Lobato, J.,** 2014, Energy recovery of biogas from juice wastewater through a short high temperature PEMFC stack. *International Journal of Hydrogen Energy*, 39, 6937-6943.
- Demiral, I., & Kul, S.C.,** 2014, Pyrolysis of apricot kernel shell in a fixed-bed reactor: Characterization of bio-oil and char. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 107, 17–24.
- Demirbas, E., Kobya, M., & Sulak, M. T.,** 2008, Adsorption kinetics of a basic dye from aqueous solutions onto apricot stone activated carbon. *Bioresource Technology*, 99(13), 5368–5373.
- Depci, T., Onal, Y. and Prisbrey, K.A.,** 2014, Apricot stone activated carbons adsorption of cyanide as revealed from computational chemistry analysis and experimental study. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 45, 2511–2517.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Depping, V., Grunow, M., van Middelaar, C., & Dumpler, J.,** 2017, Integrating environmental impact assessment into new product development and processing-technology selection: Milk concentrates as substitutes for milk powders. *Journal of Cleaner Production*, 149, 1–10.
- Dhen, N., Ben, I., Boukhris, H., Damergi, C., & Gargouri, M.,** 2018, Physicochemical and sensory properties of wheat- Apricot kernels composite bread. *LWT - Food Science and Technology*, 95, 262–267.
- Djekic, I., Miocinovic, J., Tomasevic, I., Smigic, N., & Tomic, N.,** 2014, Environmental life-cycle assessment of various dairy products. *Journal of Cleaner Production*, 68, 64–72.
- Djilani, C., Zaghdoudi, R., Djazi, F., Bouchekima, B., Lallam, A., Modarressi, A. and Rogalski, M.,** 2015, Adsorption of dyes on activated carbon prepared from apricot stones and commercial activated carbon, *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 53, 112.
- Doker, O., Salgin, U., Sanal, I., Mehmetoglu U., Calimli, A.,** 2014, Modeling of extraction of β -carotene from apricot bagasse using supercritical CO₂ in packed bed extractor, *The Journal of Supercritical Fluids*, 28(1): 11-19.
- Dulf, F. V., Vodnar, D. C., Dulf, E. H., & Pintea, A.,** 2017, Phenolic compounds, flavonoids, lipids and antioxidant potential of apricot (*Prunus armeniaca* L.) pomace fermented by two filamentous fungal strains in solid state system. *Chemistry Central Journal*, 11(1), 1–10.
- Durmaz, G., Alpaslan, M.,** 2007, Antioxidant properties of roasted apricot kernel. *Food Chemistry*, 100(3), 1177–81.
- Durmaz, G., Karabulut, I., Topcu, A., Asilturk, M., Kutlu, T.,** 2010, Roasting-related changes in oxidative stability and antioxidant capacity of apricot kernel oil. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87(4), 401–409.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Eiholzer, T., Donald, O., Sebastian, H., Barbara S., and Beat, W.,** 2017, Integration of a Solar Thermal System in a Medium-Sized Brewery Using Pinch Analysis: Methodology and Case Study. *Applied Thermal Engineering* 113:1558–68.
- El-Adawy, T.A., Rahma, A.H., El-Badawey, A.A., Gomaa, M.A., Lasztity, R., Sarkadi, L.,** 1994, Biochemical studies of some nonconventional sources of proteins. Part 7. Effect of detoxification treatments on the nutritional quality of apricot kernels. *Nahrung*, 38, 12-20.
- Erdogan, S., Onal, Y., Akmil-Basar, C., Bilmez-Erdemoglu, S., Sarici-Ozdemir, C., Koseoglu, E., Icduygu, G.,** 2005, Optimization of nickel adsorption from aqueous solution by using activated carbon prepared from waste apricot by chemical activation. *Applied Surface Science*, 252(5), 1324–1331.
- Eriksson, M., Strid, I., Hansson, P. A.,** 2015, Carbon footprint of food waste management options in the waste hierarchy - A Swedish case study. *Journal of Cleaner Production*, 93, 115–125.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) STAT,** 2014, <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (Erişim tarihi: 17.04.2019)
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations),** 2016, Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division, <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> (Erişim tarihi: 17.04.19).
- Fadhil, A. B.,** 2017, Evaluation of apricot (*Prunus armeniaca* L.) seed kernel as a potential feedstock for the production of liquid bio-fuels and activated carbons. *Energy Conversion and Management*, 133, 307–317.
- Fan, S., Liang, T., Yu, H., Bi, Q., Li, G., Wang, L.,** 2016, Kernel characteristics, oil contents, fatty acid compositions and biodiesel properties in developing Siberian apricot (*Prunus sibirica* L.) seeds. *Industrial Crops & Products*, 89, 195–199.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Fantozzi, F., Bartocci, P., Alessandro, B. D., Testarmata, F., Fantozzi, P.,** 2015, Carbon footprint of truffl e sauce in central Italy by direct measurement of energy consumption of different olive harvesting techniques. *Journal of Cleaner Production*, 87, 188–196.
- Femenia, A., Rossello, C., Mulet, A., Caiellas, J.,** 1995, Chemical Composition of Bitter and Sweet Apricot Kernels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(1978), 356–361.
- Ferna, F. J., Can, P., Rodrigo, M. A., Pinar, F. J., Lobato, J.,** 2014, ScienceDirect Energy recovery of biogas from juice wastewater through a short high temperature PEMFC stack, 9, 1–7.
- Finnegan, W., Goggins, J., Clifford, E., Zhan, X.,** 2017, Global warming potential associated with dairy products in the Republic of Ireland. *Journal of Cleaner Production*, 163, 262–273.
- Follonier, S., Goyder, M. S., Silvestri, A., Crelier, S., Kalman, F., Riesen, R., Zinn, M.,** 2014, International Journal of Biological Macromolecules Fruit pomace and waste frying oil as sustainable resources for the bioproduction of medium-chain-length polyhydroxyalkanoates. *International Journal of Biological Macromolecules*, 71, 42–52.
- Fritzson, A. and Berntsson, T.,** 2006, Efficient energy use in a slaughter and meat processing plant - opportunities for process integration, *Journal of Food Engineering*, 76(4), 594–604.
- Gabzdylova, B., Raffensperger, J. F. and Castka, P.,** 2009, Sustainability in the New Zealand wine industry: drivers, stakeholders and practices. *Journal of Cleaner Production*, 17(11), 992–998.
- Galysh, V., Sevastyanova, O., Kartel, M., Lindström, M.E. and Gornikov, Y.,** 2017, Impact of ferrocyanide salts on the thermo-oxidative degradation of lignocellulosic sorbents. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 128(2), 1019–1025.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gandhi, V.M., Mukerji, B., Iyer, V.J. and Cherian, K.M.**, 1997a, Nutritional and toxicological evaluation of wild apricot pomace, *Journal of Food Science and Technology India*, 34, 132–135.
- Gandhi, V. M., Mulky, M. J., Mukerji, B., Iyer, V.J., Cherian, K.M.**, 1997b, Safety evaluation of wild apricot oil. *Food and Chemical Toxicology*, 35(6), 583–587.
- García, M.C., González-García, E., Vásquez-Villanueva, R. and Marina, M.L.**, 2016, Apricot and other seed stones: Amygdalin content and the potential to obtain antioxidant, angiotensin i converting enzyme inhibitor and hypocholesterolemic peptides. *Food and Function*, 7(11), 4693–4701.
- Garofalo, P., D’Andrea, L., Tomaiuolo, M., Venezia, A. and Castrignanò, A.**, 2017, Environmental sustainability of agri-food supply chains in Italy: The case of the whole-peeled tomato production under life cycle assessment methodology. *Journal of Food Engineering*, 200, 1–12.
- Gayas, B., Kaur, G. and Gul, K.**, 2017, Ultrasound-Assisted Extraction of Apricot Kernel Oil: Effects on Functional and Rheological Properties. *Journal of Food Process Engineering*, 40(3), 1–10.
- Genceli E., Apak E., Razvigorova M., Petrov N., Minkova V., Ekinçi E.**, 2002, Preparation, modification, and characterization of pitches from apricot stones. *Fuel Processing Technology*, 75: 97 – 107.
- Gercel, H. F., Cayir, G. and Gercel, O.**, 2006, Energy Applications of Biomass: Pyrolysis of Apricot Stone. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 28(7), 611–618.
- Gergova, K. and Eser, S.**, 1996, Effects of activation method on the pore structure of activated carbons from apricot stones. *Carbon*, 34(7), 879–888.
- Gezer, I., Dogru, M. and Akay, G.**, 2009, Gasification of apricot pit shells in a downdraft gasifier. *International Journal of Green Energy*, 6: 218–227.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gezer, I. and Dikilitas, S.,** 2002, The study of work process and determination of some working parameters in an apricot pit processing plant in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 53(2), 111–114.
- Gezer, I., Acaroğlu, M., Haciseferoğullari, H.,** 2003, Use of energy and labour in apricot agriculture in Turkey. *Biomass and Bioenergy*, 24(3), 215–219.
- Gezer, I., H. Haciseferogullari and F. Demir.,** 2002, Some Physical Properties of Hacıhaliloğlu Apricot pit and Kernel. *Journal of Agriculture Engineering Research*, 56(1):49-57.
- Gıda Kodeksi,** 2006, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/12/20061230-42.htm>.
- Gnansounou, E., Vaskan, P. and Pachón, E.R.,** 2015, Comparative techno-economic assessment and LCA of selected integrated sugarcane-based biorefineries. *Bioresource Technology*, 196, 364–375.
- Gomaa, E. Z.,** 2013, In vitro antioxidant, antimicrobial, and antitumor activities of bitter almond and sweet apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernels. *Food Science and Biotechnology*, 22(2), 455–463.
- González-García, S., Castanheira, É.G., Dias, A.C., Arroja, L.,** 2013, Environmental performance of a Portuguese mature cheese-making dairy mill. *Journal of Cleaner Production*, 41, 65–73.
- Górnaś, P., Ramos, M.J., Montano, M.C., Rudzińska, M., Radziejewska-Kubzdela, E., Grygier, A.,** 2018, Fruit Pits Recovered from 14 Genotypes of Apricot (*Prunus armeniaca* L.) as Potential Biodiesel Feedstock. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120(2), 1-10.
- Gumus, M. and Kasifoglu, S.,** 2010, Performance and emission evaluation of a compression ignition engine using a biodiesel and its blends with diesel fuel. *Biomass and Bioenergy*, 34(1), 134–139.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gupta, A., Sharma, P.C., Tilakratne, B.M.K. and Verma, A.K.,** 2012, Studies on physico-chemical characteristics and fatty acid composition of wild apricot (*Prunus armeniaca* Linn.) kernel oil, *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 3(3), 366–370.
- Gurau, V.S. and Sandhu, S.S.,** 2018, Optimization and Characterization of Biodiesel Production from India Originated Bitter Apricot Kernel Oil, *Journal of Scientific and Industrial Research*, 77, 345–348.
- Gutfinger, T., Ramano, S., Leten, A.,** 1972, Characterization of lipids from seeds of Rosaceae family, *J Food Sci*, 37, 938–940.
- Hallabo, S.A.S, Wakeil-El, F.A., Morsi, M.K.S.,** 1977, Chemical and physical properties of apricot kernels, apricot kernel oil and almond kernel oil, *Egypt J Food Sci*, 3,1–6.
- Hartel, R.W.,** 1992, Evaporation and Freeze Concentration in *Handbook of Food Engineering*. Ed. by Heldman D.R., Lund D.B. Marcel Dekker Inc., 341-392.
- Hassard, H.A., Couch, M.H. and Mclellan, B.C.,** 2014, Product carbon footprint and energy analysis of alternative coffee products in Japan, *Journal of Cleaner Production*, 73, 310–321.
- Hospido, A., Moreirai M.T., Feijoo, G.,** 2003, Simplified life cycle assessment of galician milk production. *International Dairy Journal*, 13(10), 783–796.
- Hu, G., Xu, S., Li, S., Xiao, C. and Liu, S.,** 2006, Steam gasification of apricot stones with olivine and dolomite as downstream catalysts. *Fuel Processing Technology*, 87, 375 – 382.
- Humbert, S., Loerincik, Y., Rossi, V., Margni, M., Jolliet, O.,** 2009, Life cycle assessment of spray dried soluble coffee and comparison with alternatives (drip filter and capsule espresso). *Journal of Cleaner Production*, 17(15), 1351–1358.
- Iannone, R., Miranda, S., Riemma, S. and De Marco, I.,** 2016, Improving environmental performances in wine production by a life cycle assessment analysis. *Journal of Cleaner Production*, 111, 172–180.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- International Energy Agency (IEA)**, 2017, Market Report: Energy Efficiency-17.
- ISO 14040**, 2006, Environmental management-Life cycle assessment-Principles and framework (ISO 14040:2006). International Standard. ISO Geneva, 20 pp.
- ISO 14044**, 2006, Environmental management-Life cycle assessment Requirements and guidelines (ISO 14044:2006), ISO, Geneva.
- Jensen, J.K. and Arlbjørn, J.S.**, 2014, Product carbon footprint of rye bread. Journal of Cleaner Production, 82, 45–57.
- Karaali, A.**, 2012, Sürdürülebilir üretim için yeni kavramlar, yeni araçlar, DÜNYA GIDA.
- Karagozlu, B., Tasdemir, M., Demirbas, E. and Kobya, M.**, 2007, The adsorption of basic dye from aqueous solutions onto sepiolite, fly ash and apricot shell activated carbon: Kinetic and equilibrium studies. Journal of Hazardous Materials, 147, 297–306.
- Kaynak, B., Topal, H., Atımtay, A. T.**, 2005, Peach and apricot stone combustion in a bubbling fluidized bed. Fuel Processing Technology, 86(11), 1175–93.
- Kazemipour, M., Ansari, M., Tajrobehkar, S., Majdzadeh, M. and Kermani, H. R.**, 2008, Removal of lead, cadmium, zinc, and copper from industrial wastewater by carbon developed from walnut, hazelnut, almond, pistachio shell, and apricot stone. Journal of Hazardous Materials, 150(2), 322–327.
- Kobya, M., Demirbas, E., Senturk, E. and Ince, M.**, 2005, Adsorption of heavy metal ions from aqueous solutions by activated carbon prepared from apricot stone. Bioresource Technology, 96(13), 1518–1521.
- Korekar G., Stobdan T., Arora R., Yadav A. and Singh S.B.**, 2011, Antioxidant Capacity and Phenolics Content of Apricot Kernel as a Function of Genotype. Plant Foods for Human Nutrition, 66(4), 376–383.
- Koroneos, C., Roumbas, G., Gabari, Z., Papagiannidou, E., Moussiopoulos, N.**, 2005, Life cycle assessment of beer production in Greece, Journal of Cleaner Production, 13, 433-439.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Koysuren, H.N. and Dursun, S.**, 2010, The removal of heavy metal ions from the aquatic environment by modified apricot kernel shells. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 28(2), 427-436.
- Kumar, S., Kumar, R. and Kumar, M.**, 2018, Experimental investigations of oxidation stability of biodiesel produced from *Prunus armeniaca* oil (apricot oil) and effect of various antioxidants on stability, engine performance and emissions, *Fuel*, 216, 861-869.
- Lazos E.S.**, 1991. Composition and oil characteristics of apricot, peach and cherry kernel. *Grasas Y Aceites*, 42, 127-131.
- Leida, C., Ríos, G., Miguel, J., Pérez, B., Llácer, G., Crisosto, C.H., Luisa, M.**, 2011, Identification and genetic characterization of an ethylene-dependent polygalacturonase from apricot fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 62(1), 26–34.
- Mandal S., Suneja P., Malik S.K., Mishra S.K.**, 2007, Variability in kernel oil, its fatty acid and protein contents of different apricot (*Prunus armeniaca*) genotypes. *Indian J Agric Sci*, 77, 464–466.
- Manfredi, M. and Vignali, G.**, 2015, Comparative Life Cycle Assessment of hot filling and aseptic packaging systems used for beverages. *Journal of Food Engineering*, 147, 39–48.
- Manzini, R. and Accorsi, R.**, 2013, The new conceptual framework for food supply chain assessment. *Journal of Food Engineering*, 115(2), 251–263.
- Manzoor, M., Anwar, F., Ashraf, M. and Alkharfy, K.M.**, 2012, Physico-chemical characteristics of seed oils extracted from different apricot varieties from Pakistan. *Grasas Y Aceites*, 63(2), 193–201.
- Maravić, N., Kiss, F., Šereš, L., Bogdanović, B., Bogdanović, B. and Šereš, Z.**, 2015, Economic analysis and LCA of an advanced industrial-scale raw sugar juice purification procedure. *Food and Bioproducts Processing*, 95, 19–26.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mekhilef, S., Saidur, R. and Safari, A.**, 2011, A review on solar energy use in industries, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(4), 1777-1790.
- Meneses, M., Torres, C.M. and Castells, F.**, 2016, Sensitivity analysis in a life cycle assessment of an aged red wine production from Catalonia, Spain. *Science of the Total Environment*, 562, 571–579.
- Mouni, L., Merabet, D., Bouzaza, A. and Belkhiri, L.**, 2011, Adsorption of Pb(II) from aqueous solutions using activated carbon developed from Apricot stone. *Desalination*, 276(1-3), 148–153.
- Mouni, L., Belkhiri, L., Zouggaghe, F. and Tafer, M.**, 2014, Removal of Pb (II) from aqueous solution by adsorption using activated carbon developed from Apricot stone: equilibrium and kinetic. *Desalination and Water Treatment*, 52(34-36), 6412–6419.
- Normakhmatov, R. and Khudaishukurov, T.**, 1973, Apricot seed kernels as valuable production wastes. *Konservn. Ovoshchesush. Promst.*, 10: 32-33.
- Notarnicola, B., Tassielli, G. and Renzulli, P.A.**, 2015, Environmental and technical improvement of a grape must concentration system via a life cycle approach. *Journal of Cleaner Production*, 89, 87–98.
- Nout, M.J.R., Tuncel, G. and Brimer, L.**, 1995, Microbial degradation of amygdalin of bitter apricot seeds. *International Journal of Food Microbiology*, 24(3), 407-412.
- Onal, Y.**, 2006, Kinetics of adsorption of dyes from aqueous solution using activated carbon prepared from waste apricot. *Journal of Hazardous Materials*, 137(3), 1719–1728.
- Onal, Y., Akmil-Basar, C. and Sarici-Ozdemir, C.**, 2007, Elucidation of the naproxen sodium adsorption onto activated carbon prepared from waste apricot: Kinetic, equilibrium and thermodynamic characterization. *Journal of Hazardous Materials*, 148(3), 727–734.
- Onbaşıoğlu, S.U.**, 2011, Enerji Dönüşümlerinin Kullanılabilirlik ve Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi, *Tesisat Mühendisliği*, 5–13 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ozbay, N. and Putun, A.E.**, 2011, Characterization of Chars from Steam Pyrolysis of Apricot Pulp. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 33(16), 1504–1513.
- Ozboy-Ozbas O., Seker, I.T. and Gokbulut, I.**, 2010, Effects of resistant starch, apricot kernel flour, and fiber-rich fruit powders on low-fat cookie quality. *Food Science and Biotechnology*, 19(4), 979–986.
- Ozboy-Ozbas O., Seker, I.T. and Gokbulut, I.**, 2014, Effects of Apricot Kernel Flour and Fiber-Rich Fruit Powders on Low-Fat Cookie Quality. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences Special Issue 1*: 1326-1332.
- Ozcan, M.M.**, 2010, Properties of Apricot Kernel and Oils as Fruit Juice Processing Waste. *Food and Nutrition Sciences*, 01(2), 31–37.
- Ozcan, M.**, 2000, Composition of some apricot kernels grown in Turkey. *Acta Alimentaria*, 29: 289-293.
- Ozkal, S.G., Yener, M.E. and Bayindirli, L.**, 2005a, Mass transfer modeling of apricot kernel oil extraction with supercritical carbon dioxide. *The Journal of Supercritical Fluids*, 35(2), 119–127.
- Ozkal, S.G., Yener, M.E. and Bayindirli, L.**, 2005b, Response surfaces of apricot kernel oil yield in supercritical carbon dioxide. *LWT*, 38, 611–616.
- Ozkal, S.G., Yener, M.E. and Bayindirli, L.**, 2006, The solubility of apricot kernel oil in supercritical carbon dioxide. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(4), 399–404.
- Ozturk, F., Gul, M., Ates, B., Ozturk, I.C., Cetin, A., Vardi, N., Otlu, A., Yilmaz, I.**, 2009, Protective effect of apricot on hepatic steatosis and damage induced by carbon tetrachloride in Wistar rats. *Br. J. Nutr.*, 102(12), 1767-75.
- Özçimen D. and Ersoy-Meriçboyu Ö.**, 2010, Characterization of biochar and bio-oil samples obtained from carbonization of various biomass materials, *Renewable Energy*, 35(6), 1319–1324.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Pasqualino, J., Meneses, M. and Castells, F.**, 2011, The carbon footprint and energy consumption of beverage packaging selection and disposal. *Journal of Food Engineering*, 103(4), 357–365.
- Pergola, M., Persiani, A., Pastore, V., Palese, A.M., Arous, A. and Celano, G.**, 2017, A comprehensive Life Cycle Assessment (LCA) of three apricot orchard systems located in Metapontino area (Southern Italy). *Journal of Cleaner Production*, 142, 4059–4071.
- Petrova, B., Budinova, T., Tsyntsarski, B., Kochkodan, V., Shkavro, Z. and Petrov N.**, 2010, Removal of aromatic hydrocarbons from water by activated carbon from apricot stones. *Chemical Engineering Journal*, 165(1), 258–264.
- Point, E., Tyedmers, P. and Naugler, C.**, 2012, Life cycle environmental impacts of wine production and consumption in Nova Scotia, Canada. *Journal of Cleaner Production*, 27, 11–20.
- Priyadarshi, R., Kumar, B., Deeba, F. and Kulshreshtha, A.**, 2018, Food Hydrocolloids Chitosan films incorporated with Apricot (*Prunus armeniaca*) kernel essential oil as active food packaging material. *Food Hydrocolloids*, 85, 158–166.
- Rahim, R. and Raman, A.A.A.**, 2015, Cleaner production implementation in a fruit juice production plant. *Journal of Cleaner Production*, 101, 215–221.
- Rajaram, M.R., Kumbhar, B.K., Singh, A., Lohani, U.C., Shahi N.C.**, 2012, Optimization of parameters for enhanced oil recovery from enzyme treated wild apricot kernels. *Journal of Food Science and Tech.*, 49(4), 482–488.
- Razvigorova, M., Budinova, T., Petrov, N. and Minkova, V.**, 1998, Purification of water by activated carbons from apricot stones, lignites and anthracite. *Wat. Res.*, 32(7): 2135 – 2139.
- Rinaldi, S., Barbanera, M. and Lascaro, E.**, 2014, Assessment of carbon footprint and energy performance of the extra virgin olive oil chain in Umbria , Italy. *Science of the Total Environment*, 482–483, 71–79.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Roibás, L., Rodríguez-García, S., Valdramidis, V. P. and Hospido, A.,** 2018, The relevance of supply chain characteristics in GHG emissions: The carbon footprint of Maltese juices. *Food Research International*, 107, 747–754.
- Rugani, B., Vázquez-rowe, I., Benedetto, G. and Benetto, E.,** 2013, A comprehensive review of carbon footprint analysis as an extended environmental indicator in the wine sector. *Journal of Cleaner Production*, 54, 61–77.
- Ruiz, D., Egea, J., Gil, M.I., Barberan, F.A.T.,** 2005, Characterization and quantitation of phenolic compounds in new apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *J. Agric. Food. Chem.* 53, 9544–9552.
- Saguy, S., Singh, R.P., Johnsonc,T., Fryerd, P.J.,Sastry, S.K.,** 2013, Challenges facing food engineering. *Journal of Food Engineering*, 119(2), 332–342.
- Sanal, I.S., Guvenc, A., Salgin, U., Mehmetoglu, U., Calimli, A.,** 2004, Recycling of apricot pomace by supercritical CO₂ extraction. *Journal of Supercritical Fluids*, 32(1-3), 221–230.
- Sanal, I.S., Guvenc, A., Salgin, U., Mehmetoglu, U., Calimli, A.,** 2005, Determination of optimum conditions for SC-(CO₂ + ethanol) extraction of β -carotene from apricot pomace using response surface methodology. *J. of Supercritical Fluids*, 34: 331–338.
- Saravacos, G.D. and Kostaropoulos, A.E.,** 2002, *Handbook of Food Processing Equipment*, Kluwer Academic, London.
- Schieber, A., Stintzing, F.C. and Carle, R.,** 2001, By-products of plant food processing as a source of functional compounds — recent developments. *Trends in Food Science & Technology*, 12, 401–413.
- Schmitzer, V., Slatnar, A., Petkovsek, M., Veberic, R., Krska, B., Stampar, F.,** 2011, Comparative study of primary and secondary metabolites in apricot cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(5) 860–866.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Seker, I.T., Ozboy-Ozbas, O., Gokbulut, I., Ozturk, S. and Koksel, H., 2009,** Effects of Fiber-rich Apple and Apricot Powders on Cookie Quality. *Food Science and Biotechnology*, 18(4): 948-953.
- Seker, I. T., Ozboy-Ozbas, O., Gokbulut, I., Ozturk, S. and Koksel, H., 2010,** Utilization of apricot kernel flour as fat replacer in cookies. *Journal of Food Processing and Preservation*, 34(1), 15–26.
- Senica, M., Stampar, F., Veberic, R., Mikulic-petkovsek, M., 2016,** Transition of phenolics and cyanogenic glycosides from apricot and cherry fruit kernels into liqueur. *Food Chemistry*, 203, 483–490.
- Sentorun-Shalaby, C., Ucak-Astarlioglu, M.G., Artok, L., Sarici, C., 2006,** Preparation and characterization of activated carbons by one-step steam pyrolysis/activation from apricot stones. *Microporous and Mesoporous Materials*, 88(1-3), 126–134.
- Shadiya, O.O., Satish, V. and High, K.A., 2012,** Process enhancement through waste minimization and multiobjective optimization. *Journal of Cleaner Production*, 31, 137–149.
- Sharma, P. C., Tilakratne, B. M. K. and Gupta, A., 2010,** Utilization of wild apricot kernel press cake for extraction of protein isolate. *Journal of Food Science and Technology*, 47(6), 682–685.
- Sharma, R., Gupta, A., Abrol, G. S. and Joshi, V. K., 2012,** Value addition of wild apricot fruits grown in North-West Himalayan regions-a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 1–8.
- Siddiq, M., 2006,** Apricots in *Handbook of Fruits and Fruit Processing*, Edited by Hui Y.H. Blackwell Publishing, pp: 279-291.
- Singh, R.P. and Heldman, D.R., 2015,** Kaynakların Sürdürülebilirliği (Çev. Çolak-Güneş N.), *Gıda Mühendisliğine Giriş (5. Baskıdan çeviri)*, Çeviri Ed. Baysal T. ve İçier F., Nobel Akademik Yayıncılık, İstanbul.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Soleimani, M. and Kaghazchi, T.**, 2008a, Activated Hard Shell of Apricot Stones: A Promising Adsorbent in Gold Recovery. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 16(1), 112–118.
- Soleimani, M. and Kaghazchi, T.**, 2008b, Adsorption of gold ions from industrial wastewater using activated carbon derived from hard shell of apricot stones - An agricultural waste. *Bioresource Technology*, 99(13), 5374–5383.
- Song, Y., Zhang, Q.A., Fan, X.H. and Zhang, X.Y.**, 2018, Effect of debitterizing treatment on the quality of the apricot kernels in the industrial processing. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(3), e13556.
- Šoštarić, T.D., Petrović, M.S., Pastor, F.T., Lončarević, D.R., Petrović, J.T., Milojković, J.V. and Stojanović, M.D.**, 2018, Study of heavy metals biosorption on native and alkali-treated apricot shells and its application in wastewater treatment. *Journal of Molecular Liquids*, 259, 340–349.
- Souza, S.P., Gopal, A.R. and Seabra, J.E.A.**, 2015, Life cycle assessment of biofuels from an integrated Brazilian algae-sugarcane biorefinery. *Energy*, 81, 373–381.
- Sorour, M.A., Mostafa, S.R. and Bo Samri, S.M.**, 2013, A case study of orange juice concentration by recompression evaporation techniques. *Journal of Food Process Engineering*, 36, 337-342.
- Sproedt, A., Plehn, J., Schönsleben, P. and Herrmann, C.**, 2015, A simulation-based decision support for eco-efficiency improvements in production systems. *Journal of Cleaner Production*, 105, 389–405.
- Sureeyatanapas, P., Yang, J.B. and Bamford, D.**, 2015, The sweet spot in sustainability: A framework for corporate assessment in sugar manufacturing. *Production Planning and Control*, 26(13), 1128–1144.
- Therkelsen, P., Masanet, E. and Worrell, E.**, 2014, Energy efficiency opportunities in the U.S. commercial baking industry. *Journal of Food Engineering*, 130, 14–22.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- TICO**, 2019, (<http://www.fruitjuicemachinery.com/faq/Issues-about-Fruit-washing-machine.html>)
- Tsibranska, I. and Hristova, E.**, 2010, Modelling of heavy metal adsorption into activated carbon from apricot stones in fluidized bed. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 49(10), 1122–1127.
- Tuncel, G., Nout, M. J. R. and Brimer, L.**, 1995, The effects of grinding, soaking and cooking on the degradation of amygdalin of bitter apricot seeds. *Food Chem.* 53, 447- 451.
- Tuncel, G., Nout, M. J. R. and Brimer, L.**, 1998, Degradation of cyanogenic glycosides of bitter apricot seeds by endogenous and added enzymes as affected by heat treatments and particle size. *Food Chemistry*, 63(1), 65–69.
- Turan, S., Topcu, A., Karabulut, I., Vural, H. and Hayaloglu, A.A.**, 2007, Fatty acid, triacylglycerol, phytosterol, and tocopherol variations in kernel oil of Malatya apricots from Turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(26), 10787–10794.
- Ucuncu, C., Tari, C., Demir, H., Buyukkileci, A.O. and Ozen, B.**, 2013, Dilute-Acid Hydrolysis of Apple, Orange, Apricot and Peach Pomaces as Potential Candidates for Bioethanol Production. *Journal of Biobased Materials and Bioenergy*, 7(3), 376-389.
- Ulutas, F., Alkaya, E., Böğürçü, M. and Demirer, G.N.**, 2011, A comparative analysis of Turkish and European Union environmental legislation regarding cleaner (sustainable) production concept, *International Journal of Environment and Sustainable Development*, 10, 246–266 pp.
- UNEP**, 1996, *Cleaner production: a training resource package*, Industry and Environment, 1st ed., 110 pages.
- UNEP**, 2002, *Sustainable consumption and cleaner production global status 2002*, United Nations Environment Programme Division of Technology, Industry and Economics, ISBN: 92-807-2073-2, Cedex, France.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Valta, K., Damala, P., Panaretou, V., Orli, E., Moustakas, K. and Loizidou, M.**, 2017, Review and Assessment of Waste and Wastewater Treatment from Fruits and Vegetables Processing Industries in Greece. *Waste and Biomass Valorization*, 8(5), 1629–1648.
- Vardi, N., Parlakpinar, H., Ozturk, F., Ates, B., Gul, M., Cetin, A., Erdogan, A., Otlu, A.**, 2008, Potent protective effect of apricot and beta-carotene on methotrexate-induced intestinal oxidative damage in rats. *Food Chem. Toxicol.*, 46 (9), 3015– 3022.
- Vargas-Ramirez, J.M., Wiesenborn, D.P., Ripplinger, D.G. and Pryor, S.W.**, 2017, Carbon footprint of industrial-beet sugars stored as raw thick juice for use as a fermentation feedstock. *Journal of Cleaner Production*, 162, 1418–1429.
- Vursavus, K. and Ozguven, F.**, 2004, Mechanical behaviour of apricot pit under compression loading. *Journal of Food Engineering*, 65(2), 255–261.
- Wang, L.**, 2012, Evaluation of siberian apricot (*Prunus sibirica* L.) germplasm variability for biodiesel properties. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(9), 1743–1747.
- Wang, L.**, 2013, Properties of Manchurian apricot and Siberian apricot seed kernel oils and evaluation as biodiesel feedstocks. *Industrial Crops and Products*, 50, 838–843.
- Wang, L.**, 2014, Energy efficiency technologies for sustainable food processing. *Energy Efficiency*, 7(5), 791–810.
- Wang, L. and Yu, H.**, 2012, Biodiesel from Siberian apricot seed kernel oil. *Bioresource Technology*, 112, 355–358.
- Weisz, G.M., Carle, R. and Kammerer, D.R.**, 2013, Sustainable sun flower processing - II. Recovery of phenolic compounds as a by-product of sunflower protein extraction, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 17, 169–179.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Weisz, G.M., Schneider, L., Schweiggert, U., Kammerer, D.R. and Carle, R.,** 2010, Sustainable sunflower processing — I . Development of a process for the adsorptive decolorization of sunflower (*Helianthus annuus* L.) protein extracts. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11(4), 733–741.
- Yan, M.J., Humphreys, J. and Holden, N.M.,** 2011, An evaluation of life cycle assessment of European milk production. *Journal of Environmental Management*, 92(3), 372–379.
- Yang, K., Gao, Q., Tan, Y., Tian, W., Zhu, L. and Yang, C.,** 2015, Microporous carbon derived from apricot shell as cathode material for lithium–sulfur battery. *Microporous and Mesoporous Materials*, 204, 235–241.
- Yildiz, F.,** 1994, New technologies in apricot processing. *Journal of Standard, Apricot Special Issue, Ankara*, 67-69.
- Youssef, A.M., Radwan, N.R.E., Abdel-Gawad, I. and Singer, G.A.A.,** 2005, Textural properties of activated carbons from apricot stones. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 252(2-3), 143–151.
- Yurt, B. and Celik, I.,** 2011, Hepatoprotective effect and antioxidant role of sun, sulphited-dried apricot and its kernel against ethanol-induced oxidative stress in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 49(2), 508–513.
- Zerrouki, S., Rihani, R., Bentahar, F.,** 2013, Biogas production from fruit juice wastewater. *International Conference on Control, Engineering & Information Technology (CEIT'13), Proceedings Engineering & Technology*, 3, 185-188.
- Zhang, J., Gu, H. Di, Zhang, L., Tian, Z. J., Zhang, Z. Q., Shi, X. C. and Ma, W. H.,** 2011, Protective effects of apricot kernel oil on myocardium against ischemia-reperfusion injury in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 49(12), 3136–3141.
- Zhang, Q. A., Song, Y., Wang, X., Zhao, W. Q., Fan, X. H.,** 2016, Modelado matemático de semillas de albaricoque desamargadas (*Prunus armeniaca* L.) durante el secado de capa fina. *CYTA - Journal of Food*, 14(4), 509–517.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Zhang, Q.A., Wei, C.X., Fan, X.H. and Shi, F.F.,** 2018, Chemical compositions and antioxidant capacity of by-products generated during the apricot kernels processing. *CyTA - Journal of Food*, 16(1), 422–428.
- Zhu, Z., Qiu, N. and Yi, J.,** 2010, Production and characterization of angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernel protein hydrolysate. *European Food Research and Technology*, 231(1), 13–19.



TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının gerçekleştirilebilmesi için, meyve suyu konsantresi üretimi yapan fabrikalarında ölçümler yapmamıza olanak tanıyan, **DİREN Holding A.Ş.** Yönetim Kurulu Başkanı **Orhan Ziya Diren**'e, üretimle ve enerji tüketimiyle ilgili bilgilerin bizimle paylaşılmasını sağlayan, Aydın ili Sultanhisar kasabasında bulunan, **DİMES** meyve suyu konsantresi fabrikasında görevli olan başta **İsmail Elbeği** Bey'e, kazan dairesinden, makinelerden ve elektririk işlerinden sorumlu tüm teknisyenlere ve tüm fabrika çalışanlarına içtenlikle teşekkür ederim.

Güneş Enerjisi Enstitüsü Yüksek Lisans öğrencisi olduğum 2012 yılından beri sanayi-akademi iş birliği önemini bana kavratan, çalışmalarımı uluslararası boyuta taşımam için beni yurt dışı konferanslara gitmemi ve uluslararası makale yazmamı destekleyen, her zor durumumda beni ayağa kaldıran, yardımlarını hiçbir zaman esirgememiş, bana akademik kariyer ve hayatımda ışık tutan, çok değerli danışman hocam **Dr. Öğr. Üyesi Sayın Neslihan Çolak Güneş**'e ve bu süreçlerde desteklerini esirgemeyen **Prof. Dr. Mustafa Güneş**'e en içten teşekkürlerimi sunmaktayım.

Bütün yüksek lisans hayatım süresince bana sürekli destek olan arkadaşlarım, **Erkan Morateş**, **Erkin Morateş**, **Vesellin Sergiyev** ve **Mustafa Alioğluna**; en başta desteklerini ve sevgilerini hiç eksiltmeyen, hayattaki en önemli direnek noktam olan ailem **Kemal Kıyak** ve **F. Zeliha Kıyak**'a çok minnettar olduğumu bir kere daha belirtmek isterim.

Tüm Güneş Enerjisi Enstitüsü akademisyen ve çalışanlarına, Ege Üniversitesi çalışanlarına, emeklerimi destekleyen ve bana emek harcayan herkese en içten dileklerle teşekkür ederim.

09 / 09 / 2019



Barış KİYAK

ÖZGEÇMİŞ

Barış KIYAK 13.08.1988 tarihinde İzmir’de doğdu. İlköğretim ve liseyi İzmir’de tamamladı. 2006-2007 öğrenim yılında İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Kimya Mühendisliği bölümünü kazandı ve 2011 yılında mezun oldu. 2012-2013 öğrenim yılında Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü’nde yüksek lisans öğrenimine başladı. Tez konusuyla ilgili bildiriye Küresel Isınma üzerine Küresel Konferans GCGW 2015 Atina’da sundu.

