

## BİTKİSEL YAĞ SEKTÖRÜ TEDARİK ZİNCİRİNDE YENİ TEKNOLOJİLERİN KULLANIMININ VE PALM YAĞI TEDARİĞİ ÜZERİNDEN RSPO SERTİFİKASYONUNUN ÖNEMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Ebru KARACAN<sup>1</sup>, Ahmet YAYLACI<sup>2</sup>, Fahri YEMİŞÇİOĞLU<sup>3</sup>

### Öz

Tüketicilerin yalnızca tam zamanında istenilen miktarda gıdaya ulaşmayı yeterli bulmadığı günümüz koşullarında gıda firmalarının üretiminde sürdürülebilirliğin sağlandığı, kaliteli ve sağlıklı faydalı ürün elde edilebildiği, aşamalarında doğaya zarar verilmeyen üretimlerin yapıldığı ve tedarik zincirlerinin kurulduğu stratejilerle ilgilenmesi, tedarik zincirlerinin karar mekanizmalarını kurarken analog sistemlerin yerine bilişim teknolojilerini uygulamaya geçirmesi neredeyse bir zorunluluk haline gelmiştir. Bitkisel yağ pazarında en büyük hacme sahip palm yağı endüstrisi için ve tedarik zinciri için gıda güvenliğinin ve sürdürülebilirliğin sağlanırken aynı zamanda yüksek verimle ürün eldesinin mümkün olduğu Sürdürülebilir Palm Yağı Yuvarlak Masası (RSPO) sertifikasyonunun üretim verimini artırırken aynı zamanda CO<sub>2</sub> emisyonunu da azalttığı tespit edilmiştir. Bu derlemenin amacı bitkisel yağ tedarik zincirinde sürdürülebilirliğin ve izlenebilirliğin sağlanması için RSPO sertifikasyonunun önemini vurgulamak ve bilgi teknolojilerinin RSPO sisteminin iyileştirilmesinde önemli bir basamak olduğunu iddiasını açıklamaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Tedarik zinciri, sürdürülebilir üretim, bitkisel yağ, blokzincir, lojistik.

**JEL Sınıflaması:** L66, Q56, R41

## A REVIEW ON THE IMPORTANCE OF USING NEW TECHNOLOGIES IN THE VEGETABLE OIL SUPPLY CHAIN AND RSPO CERTIFICATION THROUGH PALM OIL SUPPLY

### Abstract

Consumers do not find it sufficient to only reach the desired amount of food on time in global market conditions. Therefore it has almost become a necessity to food companies to ensure sustainable production, to obtain quality and health-friendly products, to ensure the production steps are made without harming the environment and to apply information technologies instead of analogue systems while establishing decision mechanisms. It has been determined that the Sustainable Palm Oil Round Table (RSPO) certification, which enables food safety and sustainability for the supply chain of the palm oil industry, which has the largest volume in the vegetable oil market, increases production efficiency and reduces CO<sub>2</sub> emission at the same time. The purpose of this review is to emphasize the importance of RSPO certification for ensuring sustainability and traceability in the vegetable oil supply chain and to explain the claim that information technologies are an important step in improving the RSPO system.

**Keywords:** Supply chain, sustainable production, edible oil, blockchain, logistic.

**JEL Classification:** L66, Q56, R41

<sup>1</sup>Gıda Mühendisi, Yüksek Lisans Öğrencisi [ebru.karacan6@gmail.com](mailto:ebru.karacan6@gmail.com), ORCID: 0000-0001-7144-8820

<sup>2</sup> Türkiye Tedarik Zinciri Müdürü, FELDA-IFFCO, [ayaylaci@feldaiffco.com](mailto:ayaylaci@feldaiffco.com), ORCID: 0000-0002-9168-5468

<sup>3</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Ege Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, [yemisci@hotmail.com](mailto:yemisci@hotmail.com), ORCID: 0000-0003-3957-9921

## 1. Giriş

Gıda tedarikçisinin; 2050 yılına kadar 9.6 milyara ulaşacak dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılaması için günümüzdeki düzeyinin %70 oranında artması gerekmektedir (Krishnan vd., 2020). Bu amaçla tedarik zinciri ortakları ve firmalar birliktelikle çalışmasıyla yeni pazar fırsatlarını, ürünleri ve diğer stratejik kararları hızlı ve doğru bir şekilde değerlendirmesi; durmaksızın gelişen küresel ekonomide giderek önemli hale gelmektedir (Keleş ve Ova, 2020). Tedarik zinciri yönetimi sayesinde işletmeler pazar rekabetini sürdürebilir ve müşterilerin arzu ettikleri ürün spesifikasyonlarını sağlayabilir (Öztürk, 2016). Gıda güvenliği kavramı ile; günümüzde gıda kaynaklı sağlık sorunlarının önlenmesi ve tüketicinin gıda işletmelerine olan güveninin tazelenmesi adına, gıdaların tedarik zinciri sürecinde geçirdiği işlemlerin ve maruz kaldığı koşulların takibi, kullanılan katkı maddelerinin ve kimyasalların denetimi, kontaminasyon düzeylerinin tespiti, dolayısıyla tarladan çatala izlenebilirliğin sağlanması hedeflenmektedir (Keleş ve Ova, 2020). Tüketiciler yalnızca gıda kalitesi ve güvenliğiyle ilgilenmekle kalmayıp, aynı zamanda gıda üretim ve dağıtım aşamalarının tamamı için izlenebilirlik sağlandığından emin olmak için de çaba göstermektedirler (Ling ve Wahab, 2020).

Bu çalışmanın amacı gıda tedarik zincirini ve halkalarını, bunların gıda güvenliği üzerine etkisini bitkisel yağ sektörü üzerinden örneklendirmek, izlenebilirliğin ve sürdürülebilir üretimin sağlanması için gerekli yöntemleri açıklamaktır. Dahası RSPO sertifikasyon sisteminin palm yağı üretiminde şeffaflığın ve kaliteli ürün üretiminin ve sürdürülebilir palm yağı tedarikçisinin sağlanması üzerine etkilerini ortaya koyarak RSPO sertifikasyonunun önemini vurgulamak ve bilgi teknolojilerinin RSPO sisteminin iyileştirilmesinde önemli bir basamak olduğunu iddiasını açıklamaktır.

## 2. Gıda Tedarik Zinciri

Tedarik zinciri; hammadde temini, ara ve son ürün üretimi, bu ürünlerin tüketiciye dağıtılması yani tüketici için değer üretilmesi için çalışan tedarikçileri, lojistik hizmet sağlayıcılarını, üreticileri, dağıtıcıları ve perakendecileri ve bu grupların faaliyetlerini içine alan tüm üretim ve dağıtım ağıdır (Keleş ve Ova, 2020; Özdemir, 2004; Zhang ve Li, 2012).

Gıda tedarik zinciri yönetimi, müşterilerin talebini daha iyi karşılamak ve güvenlik standartlarını korurken ürün teslimatının verimliliğini artırmak bir tedarik zinciri lojistiğinin ve özelliklerinin koordinasyonudur (Mahalik ve Kim, 2016).

Tedarik Zinciri Yönetimi'nin temel amaçları; müşteri tatminini artırmak, stok ve stokla ilgili maliyetlerin azaltılmasını sağlamak, çevrim zamanını azaltmak, ürün hatalarını azaltmak ve faaliyet maliyetini azaltmak şeklinde ifade edilebilir (Özdemir, 2004).

Gıda tedarik zincirinin doğru yönetimi için; lojistik yönetiminin etkin olması, iletişim etkinliği ve zincirin teknolojik gelişmelere uyum sağlayabilmesi gerekmektedir (Keleş ve Ova, 2020).

## 3. Planlama

Tedarik zinciri sürecinin organizasyonu strateji planlama olarak adlandırılır. Strateji planlamada tedarikçi sayısı, dağıtım noktaları, organizasyonun lokasyonu ve büyüklüğü, üretim merkezlerinin yeri vb. belirlenerek planların yapılması sağlanır.

Bu planlar genelde uzun vadelidir ve firmalar birkaç yıl içerisinde kabiliyetlerini ve gelişmek istedikleri alanları değerlendirerek planları oluştururlar (Iakovou vd., 2015; Parseker, 2009; Sayın ve Demirel, 2020). Yağ endüstrisinde de planlama süreçleri; 8-10 hafta arası süren ham yağ temini sürecini, üretim planlama yöntemlerini kapsamaktadır. Ham yağ temininin planlamasında göz önünde bulundurulması gerekenler ham yağ yetersizliği, fazla stok, stok alanı gibi faktörlerdir.

Planlama aşamaları satış tahminlerinin alınıp değerlendirilmesiyle başlayıp satış ve operasyon planlama (S&OP) ile devam etmektedir. Gıda endüstrisi, üretim kaynaklarının ve malzeme akışlarının planlanması ve kontrolü ile ilgili zorluklarla karşı karşıyadır. Diğer unsurların yanı sıra, hammaddenin mevsimselliği ve uzun üretim süreleri, talep ve arzda dengesizlik riskine yol açmaktadır. Hammaddelerin, ara ürünlerin ve nihai ürünlerin çabuk bozulabilirliği, depolama olanaklarını kısıtlamaktadır. Dahası, gıda üretim süreci ölçek ekonomisi için tasarlanmıştır bu nedenle süreç, artan ürün çeşitliliği ve talep belirsizliği trendlerinden kaynaklanan gereksinimlerle gelişmektedir. Planlama ortamının belirlediği zorluklarla başa çıkmak için şirketler, S&OP'de yapıldığı gibi planları koordine etmek için satış, dağıtım, üretim ve tedariki dikkate alan şirket çapında bir planlama yaklaşımı benimsemelidir.

S&OP, talep ve arzı dengelemek ve çeşitli iş fonksiyonları için planların stratejik iş planını desteklemek üzere uyumlu olmasını sağlamak için gerçekleştirilen birleşik ve taktiksel bir planlama sürecidir (Ivert vd., 2015). S&OP talebi ve teklifi en iyi şekilde dengelemek için şirketin stratejik hedeflerini üretim ana planının operasyonel sorunları ile ilişkilendirerek taktik düzeyde tahmini üretim planını oluşturmak için tüm süreci içerir (Samouche vd., 2019).

Tedarik zinciri yönetimi 1990'lı yılların getirdiği teknolojik gelişmeler neticesinde büyük değişim geçirmiştir.

Elle kayıt edilen stoklar, tedarikçi ve müşteri kartları vb. manuel uygulamalar yerine bilişim teknolojileri kullanılarak siparişlerin, müşterilerin, üreticilerin ve tedarikçilerin bir zincir halinde takip edilmesine olanak sağlayan sistemler faaliyete geçirilmiştir (Sayın ve Demirel, 2020). Bilgi teknolojisi (BT), tedarik zincirinin yönetiminde kilit bir kolaylaştırıcı olmuştur. Son yıllarda BT için önemli bir endüstri yatırımı ve kolaylaştırıcı rolün kullanımı daha fazla yaygınlaşmıştır. Çoğu zaman, tedarik zinciri ortamında BT dağıtımlarının arkasındaki itici güç operasyonel verimliliğin artması ve maliyetlerin düşmesidir. Pazarların ve gıda tedarik zincirlerinin küreselleşmesi, gıda izlenebilirliği için artan gereksinimleri empoze ederken, küresel ölçekte rekabet, her zamankinden daha yüksek operasyonel verimlilik talep etmektedir. Azaltılmış envanter seviyeleri, operasyonel faydalar ve azaltılmış döngü süreleri, tedarik zincirinde BT uygulamasının bir sonucu olarak bildirilen faydalardan sadece birkaçıdır (Paramatari, 2016).

### 3.1 Blokzincir

Blokzincir teknolojisi, modern gıda tedarik zincirinde devrim yaratan ve gelecek vaat eden teknolojilerden biridir (Duan vd., 2020). Bu teknoloji, bilgileri bir kullanıcı ağı üzerinden açık bir sanal alanda depolamakta ve paylaşmaktadır. Kullanıcıların tüm işlemleri aynı anda ve gerçek zamanlı olarak görüntülenmesine olanak tanımaktadır (Keleş ve Ova, 2020; Köhler ve Pizzol, 2020). Her blok, belirli bir süre içinde sistemdeki tüm işlemlerin verilerini içermekte ve bilgilerin geçerliliğini doğrulamak ve bir sonraki bloğa bağlanmak için kullanılabilen dijital bir ayak izi oluşturmaktadır.

Blok zincirinde çok sayıda bu tür bloklar olabilmekte ve bloklar, önceki bloğun karmasını içeren her blokla uygun bir doğrusal, kronolojik sırayla birbirine (bir zincir gibi) bağlanmaktadır (Tian, 2017). Defterde saklanan bilgilerdeki değişikliklerin, ağın her düğümünden mutabakatla onaylanması gerekmektedir (Kayıkcı vd., 2020). Üretimden satışa kadar her hareketin izlenebilmesi ile sürecin şeffaf olarak tüketiciler tarafından gözlemlenebilmesi ve gıda ürünü bilgilerinin değiştirilemez oluşu nedeniyle taklit ve tağşişin önüne geçilmesi bu teknolojinin önemli avantajlarından (Dong vd., 2020; Behnke ve Janssen, 2020; Gerdan vd., 2020; Kittipanya-Ngam ve Tan, 2020; Koç, 2020).

Her üreticinin, tedarikçi ve perakendecinin, sektörel sorunlara çözüm oluşturma amacıyla ekstra çabayla ve dolayısıyla maliyetlerle, müşteri talepleri karşısında buluşmak için iş birliği yaptığı paydaşlar zinciri vardır.

Bu işbirliği neticesinde müşterilerinin talepleri olan gıda güvenliğinin ve sürdürülebilirliğin sağlanması gibi konulara farklı perspektiflerden bakılabilmektedir. Paydaşların her biri mutlaka birlikte çalışabilen ayrı çözümler ortaya koyabilmektedir. Veriler, yalnızca bu çözümler bağlamında ve bu çözümlerde fazladan çaba ve dolayısıyla maliyetlerle paylaşılabilir (Hofman, 2019).

Bu çözüme hitap etmek için palm yağı tedarik zinciri üzerine Hofman (2019), blokzincir tabanlı veya eşler arası bir makine ve ontolojiler tarafından hızlı dağıtımla paylaşılabilen verilerin spesifikasyonu için metodolojik bir yaklaşım önermektedir.

Palm yağının izlenebilirliğinin sağlanmasındaki zorluklar nedeniyle sürdürülebilir ve çevre dostu üretim yapılmasını hedefleyen RSPO sertifikasyon sisteminin uygulanmasında bir takım yetersizlikler tespit edilmiştir. Palm yağının sürdürülebilir yöntemlerle üretilmiş olduğunun kanıtlanması ve her üretim ve dağıtım işleminin çevresel etkilerinin tespit edilmesi amaçlarına ulaşılması için blokzincir teknolojisinin uygulanması önerilmektedir. Blokzincir teknolojisi ve nesnelerin interneti gibi uygulamaların kombinasyonunun sağlanmasıyla bitkisel yağ üretim ve tedarik zincirlerinde meydana gelen sorunların kaynaklarında tespit edilmesi ve sorunlara geciktirilmeden müdahale edilmesi mümkün olmaktadır. Bunun yanı sıra bu tekniklerin kombinasyonunun RSPO sisteminin uygulanabilirliğini arttırdığı, dolayısıyla sürdürülebilir üretimin sağlanmasına destek olarak çevresel sorunların minimize edilmesi açısından bir adım olduğu bilinmektedir (Lim vd., 2021).

### 3.2 Nesnelerin interneti (IOT)

IoT, genel olarak Radyo Frekansı Kimliği (RFID), sensörler, Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS), lazer tarayıcıları ve diğer veri algılama araçları yardımıyla, akıllı izleme ve görüntülemeyi geliştirmek için, üzerinde anlaşmaya varılan protokole ve bilgi alışverişine göre arabirim oluşturan bir sistem olarak tanımlanmaktadır. RFID'nin avantajları ve geliştirilmesi gereken bileşenlerinin gözden geçirilmesi sayesinde IoT; ilerleyen teknolojik dünyaya birçok inovasyon sunmaktadır. RFID, herhangi bir temassız çalışan tipik bir sensör sistemidir (Prashanth vd., 2020; Ray, 2018). RFID ürünleri tanımlamak için radyo dalgaları kullanılan etiket sistemi bazlı bir inovasyondur. Ürünlere yerleştirilmiş olan sensörler sayesinde tedarik zinciri basamaklarında oluşan önemli olayların ve bilgilerin elde edilmesini sağlamış olan bu teknoloji dünyadaki önemli dijital gelişmelerden biri olmuştur.

Esasen IoT'nin veri çeşitliliğinden sorumlu olan sensör inovasyonu gıda tedarik zincirinin verimli olarak gerçekleştirilmesine yardımcı olan bir uygulamadır. Bu sistemde sensör ile algılanan unsurlar (ağırlık, konum, sıcaklık, nem, basınç, pH değeri vb.) sayısal veriye dönüştürülmekte, kaydedilmekte ve bu bilgiyi kullanılan uygulamaya uygun belirlenmiş sisteme iletilmektedir.

Mobil cihazların ve kablosuz internet bağlantılarının yaygınlaşmasıyla birlikte bulut veritabanı gibi IoT'yi destekleyen başka tekniklerin uygulaması da tedarik zincirinde izlenebilirliğini sağlanmasında önemli katkılar sunmaktadır (Prashanth vd., 2020).

Sürdürülebilir bir gıda güvenliği sisteminin tasarlanmasında ve uygulanmasında IoT'nin kullanımı büyük bir ilgi görmektedir. Bu teknolojilerin kullanılması, gıda israfının en aza indirilmesini sağlamakta ve dağıtım ağlarının optimum şekilde planlanmasıyla sonuçlanmakta, bu da tüm tedarik zincirinin karbon emisyonlarını azaltmaktadır (Irani ve Sharif, 2016; Kaur, 2019).

Bitkisel yağ üretiminde tesislerdeki ve depolama yerlerindeki IoT sensörleri, izlenebilirliği büyük ölçüde sağlayabilir ve hem tüketiciye hem tedarik zinciri ortaklarına, nem, basınç, sıcaklık koşulları gibi ürün depolama kriterleri hakkında bilgi vererek yardımcı olabilmektedir (Banerjee, 2019).

#### 4. Lojistik ve Dış Ticaret Operasyonları

Lojistik dağıtım sistemi, nakliye ve depolamanın yanı sıra sipariş işleme ve sevkiyat, tedarik lojistiği, yani malzemelerin hareketi ile alan ve zaman arasında köprü oluşturmaya odaklanmıştır (Verma, 2020). Günümüzde, tarım ve gıda tedarik zincirlerindeki geleneksel lojistik bilgi sistemlerinin büyük çoğunluğu, şeffaflık, izlenebilirlik ve denetlenebilirlik gibi özellikler sağlamadan, yalnızca siparişleri ve teslimatları izler ve depolar. Fakat izlenebilirliğin sağlanması gıda kalitesini ve güvenliğini arttıracığından dolayı tüketiciler tarafından giderek daha fazla talep edilmektedir (Caro vd., 2018).

Lojistik yönetiminin bir parçası olarak gıda izlenebilirliğinin tanımlanması, gıda güvenliği ve kalitesinin, verimlilik ve etkililiğin büyük ölçüde lojistik operasyonlara bağlı olduğu gerçeğini vurgular. Literatürde sıklıkla kullanılan gıda geri çağırma durumu örnek olarak alındığında; ayrıntılı bir dizi izlenebilirlik bilgisi bu süreç için önemli bir koşul olsa da, geri çağırma sürecinin etkinliği büyük ölçüde verimli lojistik operasyonlara ve farklı tedarik zinciri aktörleri arasındaki entegrasyon düzeyine bağlıdır (Behnke ve Janssen, 2020).

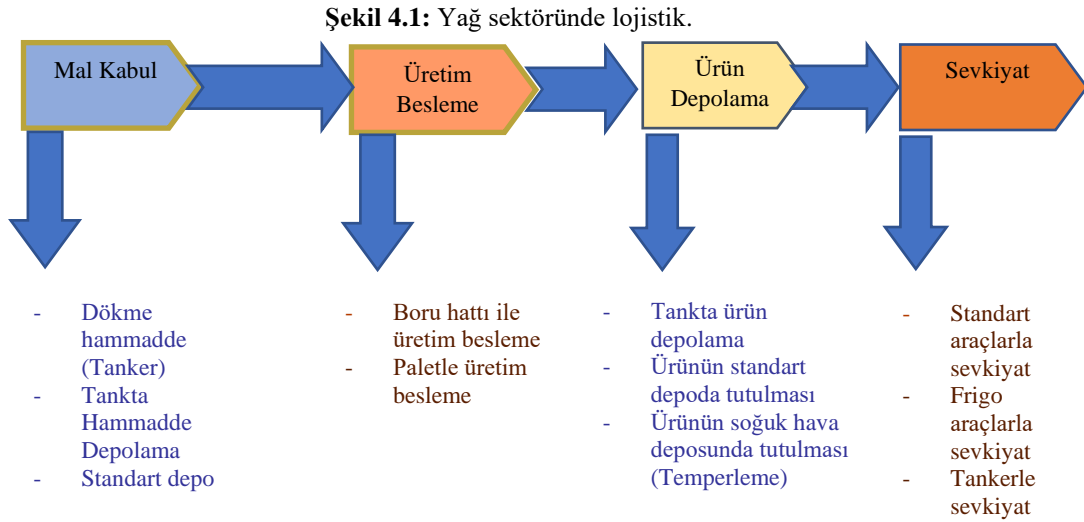
**Tablo 4.1:** Bitkisel yağların taşımacılığında uygun sıcaklık aralıkları.

Ürün	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)
Palm yağı	32	40
Palm olein	25	30
Palm stearin	40	45
Palm orta fraksiyonları	35	40
Palm kernel ve hindistan cevizi yağı	27	32
Palm kernel olein	25	30
Palm kernel stearin	35	40
Sıvı bitkisel yağlar	Oda sıcaklığı	Oda sıcaklığı
Palm yağ asitleri	52	55

Kaynak: Berger (1985).

Şekil 4.1’de bitkisel yağ sektöründe lojistik aşamaları özetlenilmiştir. Taşıma ve depolama sırasında bitkisel katı ve sıvı yağların kalitesine özen gösterilmesi, kısmen veya tamamen rafine edilmiş ürünler için özellikle önemlidir. Örneğin yağın yüklenmesi ve boşaltılması aşamalarında rafineri depolama tankları ve gemi tanklarındaki katı ve yarı katı ürünler, transferden önce sıvı ve tamamen homojen olacak şekilde yavaşça ısıtılmalıdır. Hem depolamada hen nakliyede aşırı kristalleşmeyi önlemek için, dökme tanklarda çıkış Tablo 4.1’de verilen sıcaklık aralıklarında tutulmalıdır.

Yağın zarar görmesini en aza indirmek için uygun sıcaklıklar seçilmelidir. Seçilen optimal sıcaklıklarda kristalleşme meydana gelmesi mümkün olmakla birlikte yağın teslimattan önce aşırı derecede uzun sürelerde ısıtmasını gerektirecek kadar kristalleşme gerçekleşmemektedir. 32-40 C’de depolanan palm yağının ısıtma işleminden zarar görmemesi amacıyla, boşaltma sıcaklığına gelmesi için günde 5 C’de yaklaşık üç gün ısıtılması gerekecektir. Tüm yağların uzun süreli depolanması işlemi ortam sıcaklığında olmalı ve hiçbir ısıtma işlemi uygulanmamalıdır (Berger, 1985). Bu ve benzeri kritik basamakların doğru bir biçimde uygulandığının izlenebilmesi adına IoT teknolojisinin yağ endüstrisine adaptasyonu, ürün kalitesini sağlama açısından kolaylık sağlayabilir.



Bitkisel yağ lojistiği sırasında üründe meydana gelebilecek değişimlerin ve sebeplerinin irdelendiği birçok çalışma mevcuttur. Örneğin palm yağının kalitesi üzerinde dökme taşıma ve depolamanın etkisinin araştırıldığı bir çalışmada 25 günlük gerçek bir yolculuğun 37-55 ° C arasında değişen sıcaklıklarda olduğu bulunmuştur. Yolculuğun son aşamasında peroksit değerleri iki katına çıkarken, serbest asitlikte hafif bir artış olmuştur (Ayyad vd., 2016).

Sıcaklık takibinin tedarik zincirinde lojistiğin son aşamasında yapılmasının ürün kalitesine ciddi zarar verebileceği ve bu kaybın yaşanmaması adına IoT gibi izlenebilirliğin her basamakta incelenmesini sağlayan teknolojilerin yaygınlık kazanmasının önemi açıktır. Benzer bir araştırma ile bitkisel yağların taşınması sırasında gıda tedarik zincirinde kayıtlı farklı ısı koşullarının etkisi Ayyad vd. (2016) tarafından incelenmiştir. Bu çalışmada, kamyon yükleme aşamasından başlayıp teslim aşamasında sona eren, İtalya'dan Tayvan'a farklı türlerdeki bitkisel yağların kalitesine, simüle edilmiş sevkiyatın etkisi araştırılmıştır. Yolculuk sonrasında bitkisel yağların özellikle birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri açısından kalite kaybı ve bozulma yaşadığı tespit edilmiştir (Ayyad vd., 2016).

Sonuç olarak; bitkisel yağ lojistiği aşamalarında kalitenin sağlanması amacıyla ve tedarik zincirinin bu aşamasında ortaya çıkması olası herhangi bir sorunun geciktirilmeden ve yerinde çözülmesi amacıyla izlenebilirliğin sağlanması önem arz etmektedir.

Palm yağı yalnızca tropikal iklimlerde yetiştirilebildiğinden Avrupa kendi palm yağlarını üretememektedir ve ister gıda, kozmetik, biyoyakıt veya oleokimyasallarda kullanılmak üzere palm yağı ithal edilmektedir. Avrupa, Hindistan'dan sonra, çoğu Endonezya ve Malezya'dan gelen, en fazla miktarlarda palm yağı ithalatı yapan ikinci küresel ülkedir. 2016 yılında Avrupa'da yaklaşık % 32'si palm yağı olmak üzere yaklaşık 24 milyon ton bitkisel yağ tüketilmiştir (Goggin ve Murphy, 2018). Diğer birçok bitkisel yağın ticaretinde ürünün katettiği mesafeler çok daha küçük bir ölçekte olmakla birlikte, tedarik zincirinde yağ kalitesi söz konusu olduğunda bu palm yağı tedarigi de büyük ölçekli ve uzun mesafeli tedarik zincirlerinde dikkat edilmesi gereken temel hususlara tabidir (Hamm, 2013). Dış ticaret operasyonlarının başarı ile yürütülmesi o ürünün teslim edileceği ülkenin ilgili mevzuatına ve hatta ithalat yapan müşteri kuruluşun ürün spesifikasyonlarına dikkat edilmesi ile mümkündür. Bu türden bir ticaretin sürdürülebilirliği; ürünün ve kalitesinin düzenli olarak izlenebilmesi ile sağlanabilir.

## 5. Tedarik zincirinin gıda güvenliğindeki yeri

Güvenli gıda arzı, toplumun üzerine inşa edildiği bir temeldir. Gıda sadece genel nüfus için değil, aynı zamanda bir ülkenin ekonomik refahı için de önemlidir. Gıda tedarik zinciri hastalık yapıcı mikroorganizma kontaminasyonu, uygunsuz kullanım ve çabuk bozulma yoluyla meydana gelebilecek kesintilere karşı ve kasıtlı olarak yapılan saldırılara hassastır (Voss ve Whipple, 2009). Özellikle uzun ve karmaşık gıda tedarik zincirleri, ürünleri gıda güvenliğini tehlikeye atabilecek kazalar açısından giderek daha riskli olmaktadır (Manning, 2016). Her yıl dünya çapında on kişiden biri bozuk gıdalar tüketerek gıda kaynaklı hastalıklara yakalanmaktadır (FAO, 2017).

Güvenli gıda fiziksel, kimyasal ve biyolojik tehdit içermediği gibi besin değerlerini kaybetmemiş yiyecekler olarak da tanımlanabilmektedir. Dolayısıyla bu kavram yalnızca sağlık açısından değil kalitenin sağlanması açısından da önemli bir yaklaşım sunmaktadır (Gerdan vd., 2020). Bir zamanlar yalnızca yerel olarak mevcut olan ürünler artık dünyanın her yerinde kolayca bulunabilmektedir. Bu durum, yeterli miktarlarda ve uygun kalitede gıda sağlamak için karmaşık bir yönetim getirerek tanımlanmış sınırlar içinde yaşayan büyük popülasyonları bir araya getirmiş bulunmaktadır (Nayak ve Waterson, 2019).

Ham yağ ithal etmek için tohumların serbest yağ asidi içeriği, peroksit değeri ve toplam uçucu azot gibi ve daha fazla birçok farklı faktör dikkate alınmalıdır. Ayrıca, farklı bitkisel yağ türleri farklı kalite unsurları içerir.

Örneğin palm yağı, farklı miktarlarda monoglisidler ve diglisidler içerir, bu bileşikler de rafinasyon işlemi sırasında 3-monokloropropandiol ve esterlerinin (3-MCPDE) ve glisidil esterlerinin (GE) oluşumunu tetikleyen maddelerdir. Sağlık açısından risk unsuru olan 3-MCPDE ve GE'nin öncül maddelerinin ham yağda az bulunması istenir. Sonuç olarak; bitkisel sıvı yağları ithal etmeden önce yağ türü, yağ asidi profili, asitlik, nem içeriği, fosfolipidler ve sterol içeriği ve yağ kontaminantları gibi farklı kalite seviyeleri (reddetme ve kabul aralığı) dikkate alınmalıdır (Zargaraan vd., 2019).

Bu gibi kalite özelliklerinin yağın tedariki esnasında kontrol edilebilir olduğu durumda ürün son tüketiciye ulaşmadan tedarik zincirindeki herhangi bir sorunun çözülmesi avantajlı olmaktadır.

## 6. Bitkisel Yağ Tedarik Zincirinde Sürdürülebilirlik ve Kalite

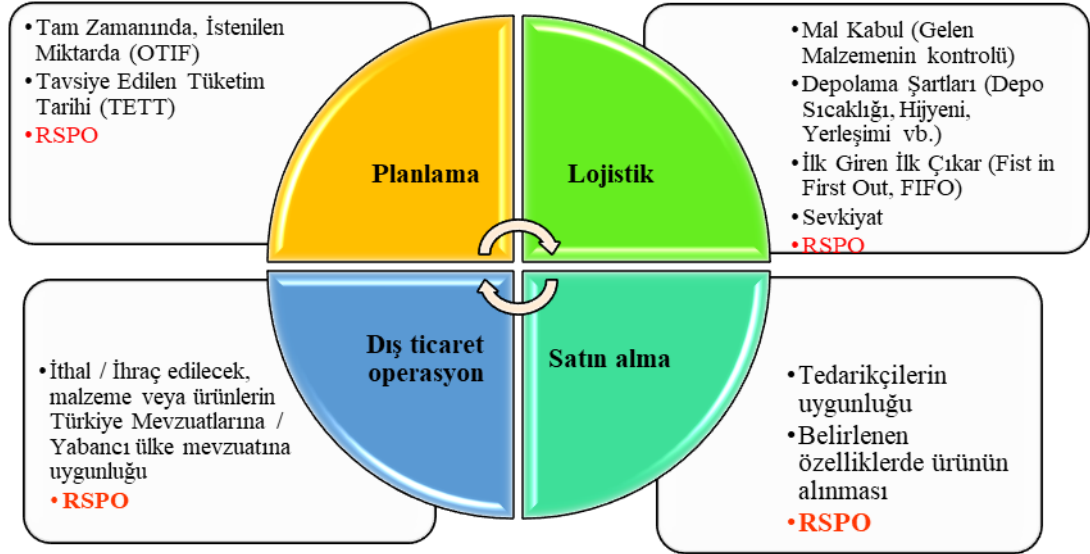
Lipoliz ve oksidasyon, tedarik zinciri sırasında bitkisel yağların raf ömrünü etkileyen ve sınırlayan kaçınılmaz kimyasal süreçlerdir. Lipolitik bozulma düzeyleri büyük ölçüde hammaddelerin (tohumlar ve zeytinler) kalitesine bağlıdır çünkü yağlı tohumlarda ya da meyvelerde bulunan endojen ve eksojen lipazlar, yağın ekstraksiyonundan önce ürün kalitesine etki etmektedir. Zeytinyağlarında hidroliz ve oksidasyon tepkimeleri ham maddenin zarar görmesi veya iyi korunmaması durumunda ciddi düzeylere ulaşmaktadır. Oksidasyon üretim aşamalarından; esas olarak ekstraksiyon ve depolama sırasında meydana gelmektedir (Manzini vd., 2014). Lipid oksidasyonu, triaçilgliserid yapısındaki yağ asitlerinin moleküler oksijen ile etkileşimini neticesinde serbest radikal mekanizması ile hidroperoksit oluşumu yoluyla meydana gelmektedir. Hidroperoksitler, uçucu ve uçucu olmayan ürünler gibi ikincil oksidasyon bileşiklerine dönüşmek üzere ayrışan kararsız birincil bileşiklerdir. Hem birincil hem ikincil oksidasyon ürünleri yağ kalitesinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. İkincil oksidasyon ürünlerinden özellikle aldehidik moleküller, ekşimiş bir tada sahip olmasından dolayı yağların duyu özellikleri üzerindeki olumsuz etkilerden sorumludur (Ito vd., 2017; Manzini vd., 2014). Tedarik zincirinde yağ kalitesi muhafazası müşteri memnuniyeti ve ticaretin sürdürülebilirliği açısından önem arz etmektedir.

Hidroliz ve oksidasyon tepkimelerine bu süreçler ciddi boyutlara ulaşmadan müdahale edilmesi rafınasyon esnasında enerji tasarrufu sağlayarak dolaylı yoldan daha çevre dostu bir üretimin sağlanabilmesini mümkün kılar. Daha çevre dostu üretim tekniklerine ve tedarik esnasında kalite unsurlarının mümkün olduğunca korunabilmesine, sürdürülebilir bir üretim için ihtiyaç duyulmaktadır.

Şekil 6.1’de bitkisel yağ tedarik zincirinde gıda güvenliği kritik noktaları adım adım gösterilmiştir. Üretim planlaması, lojistik operasyonları, ithalat ve satın alımı aşamalarında dikkat edilmesi gereken unsurların yanısıra RSPO sertifikasyonunun tedarik zincirinde yer aldığı aşamalar gösterilmiştir.



**Şekil 6.1:** Bitkisel yağ tedarik zincirinde gıda güvenliğini sağlama.



Palm yağı tedarik zincirinde, izlenebilirlik de doğası gereği sürdürülebilirlikle bağlantılıdır. Bir ürün dikim alanına veya üretildiği fabrikaya kadar izlenebiliyorsa, dikim alanının veya üretildiği tesislerin sürdürülebilirlik düzenlemelerine, mevzuatına, ilkelerine ve diğer ilgili kriterlere uyup uymadığını araştırmak mümkün olmaktadır. Bununla birlikte, palm yağı tedarik zinciri içinde izlenebilirliğin sağlanması karmaşık ve çok yönlü bir konudur (Goggin ve Murphy, 2018). Lyons-White ve Knight (2018), tedarik zincirini “kum saati şeklinde, arz ve talep ucunda birçok farklı paydaş ve ortada az sayıda ticaret şirketi” şeklinde tanımlamıştır. Aynı çalışmada tedarik zincirinin üretim sonunda, taze meyve salkımlarının fabrikaya gelmeden önce genellikle birden fazla küçük işletme ve yerel tüccar arasında alınıp satıldığı ve bu da üçüncü taraftan gelen palm meyvelerinin kökeninin izlenmesini zorlaştırdığı veya imkansız hale getirdiği bildirilmiştir. Ayrıca, palm yağı ticaretinin büyük çapta ve oldukça hızlı yapılmasının; yağın takibini engelleyerek izlenebilirlik olgusunu tehlikeye düşürdüğü tespit edilmiştir (Goggin ve Murphy, 2018; Lyons-White ve Knight, 2018). Bu gibi olumsuz durumların sonucu olarak yağ kalitesinin ve saflığının güvencesinin sağlanması amacıyla tedarik zincirlerinin izlenebilirliğini ve üretimdeki iyi uygulamaların yaygınlaştırılmasını amaçlayan RSPO gibi sertifikasyon sistemleri gündeme getirilmiş bulunmaktadır.

## 7. Sürdürülebilir Palm Yağı Yuvarlak Masası

Palm yağı ticaretinin küreselleşmesi, bu bitkinin yetiştirildiği bölgelerin biyolojik çeşitliliği için bir tehdit oluşturmaktadır. Palm yağının endüstriyel üretimi genellikle yaşlı ormanların tahribiyle başlamakta ve bunun ardından bölgeye palm bitkisi dikilmektedir.

Endonezya, Malezya ve Papua Yeni Gine'deki geniş orman alanlarının palm bitkisi için tahrip edilmesi, dünyada kalan üç orangutan türünü de tehlikeye atmakta dolayısıyla palm yağı üretimi çoğu kişi tarafından sürdürülemez olarak görülmektedir. Güneydoğu Asya'da yeni bir ekim başlatmak için yaygın bir tarım uygulaması olan “kes ve yak” uygulaması, atmosfer kirliliği ve sera gazı emisyonları üzerinde ciddi etkiler meydana getirmiştir (Gatti vd., 2019; Rosyadi vd., 2020).

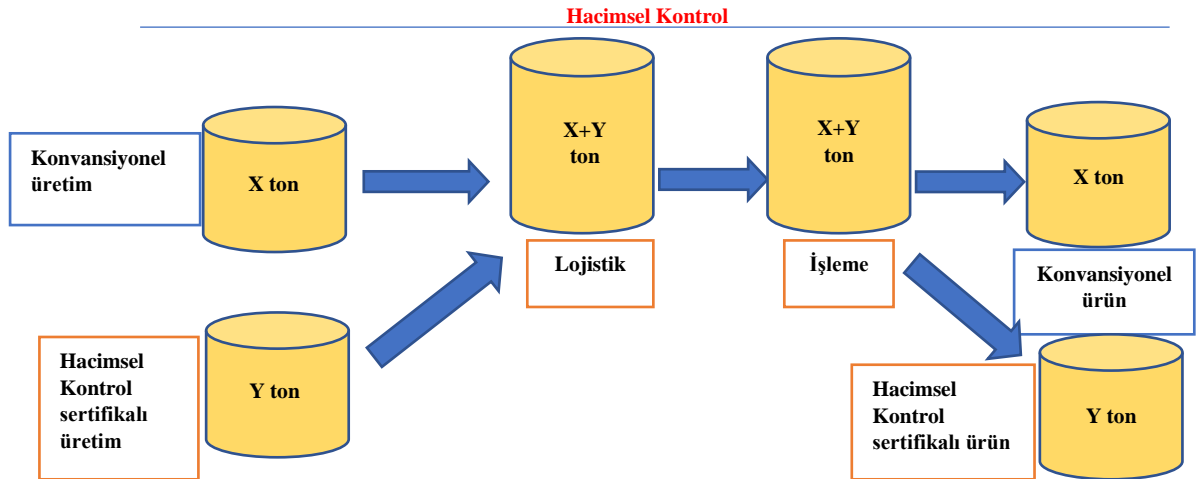
Avrupa ve Amerika ile Endonezya hükümeti yağmur ormanı alanlarının ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına sebep olacağı düşüncesinin yaygınlaşmasıyla birlikte sürdürülebilir

palm yağının üretilmesi ve kullanılmasını sağlamak amacıyla Sürdürülebilir Yuvarlak Masa Toplantıları (RSPO) yapmaktadır (Macit ve Şanlıer, 2014). 2004 yılında kurulan, perakendeciler, bankalar, yatırımcılar ve çevresel ve sosyal sivil toplum kuruluşlarından oluşan bir grup olan RSPO'nun (şu anda 4000'den fazla üyesi olan) amacı, gıda firmalarının Sertifikalı Sürdürülebilir Palm Yağı (CSPO) üretmek amacıyla uygulamaları gereken kurallar geliştirmektir. RSPO'ya göre, bu kriterler doğru bir şekilde uygulandığında palm yağı üretiminin palm yağı üreten bölgelerdeki çevre ve topluluklar üzerindeki olumsuz etkisi en aza indirilebilmektedir (RSPO, 2018). Sürdürülebilirlik, ilgili kriterler ve göstergelerle birlikte sekiz ilkeyi ayrıntılandıran Sürdürülebilir Palm Yağı Üretimi için İlkeler ve Kriterler adlı 50 sayfalık bir kılavuz belgenin uygulanması olarak tanımlanmaktadır. 5.2 ve 7.3 ilkeleriyle ilişkili kriterler ve göstergeler, özellikle biyolojik çeşitliliğin korunmasıyla ilgilidir. Kriter 5.2, yetiştiricilerin nadir türleri ve yaşam alanlarını korumasını ve avlanmayı kontrol etmesini gerektirmektedir. Kriter 7.3, Kasım 2005'ten itibaren yeni dikimlerin birincil orman veya Yüksek Koruma Değeri (HCV) alanlarının yerini almamasını gerektirmektedir. Bu HCV alanları, biyolojik çeşitliliğin korunması veya yerel halkın refahı açısından önemlerinden dolayı bu şekilde tanımlanmıştır (Ruysschaert ve Salles, 2018).

RSPO sertifikasyon sistemi aday RSPO üyeleri için; RSPO ilke ve prensiplerinin yer aldığı ve her 5 yılda bir güncellenen RSPO Tedarik Zinciri Sertifikasyon Standardına göre denetleme yapılmasıyla, bağımsız ve akredite bir sertifikasyon kuruluşu tarafından RSPO standartlarına göre palm yağı üretimi yapıldığının onaylanmasıyla yapılmaktadır (RSPO, 2021).

RSPO üretim standartları uygulanmış sertifikalı ve sertifikasız ürünleri tamamlamak için Hacimsel Kontrol (Mass Balance) stratejisi, sürdürülebilir tedarik zincirlerine toplu dengelemenin getirilmesi için bir sürdürülebilirlik etiketi olabilir. Hacimsel Kontrol tedarik zincirlerinde sıkım tesisleri, rafineriler, nakliyeciler ve perakendeciler palm yağı ve ürünlerini hem sürdürülebilir sertifikalı hem de sertifikasız kaynaklardan temin edebilmekte ve ayrı tedarik zincirlerine ihtiyaç duymadan birlikte işleyebilmektedir (Gallemore ve Jespersen, 2019; Gassler ve Spiller, 2018). Hacimsel Kontrol sertifikasyonunun çekiciliği daha sonra ayırım ve işlem maliyetlerinin azaltılmasında, ölçek ekonomilerinin kullanımında ve verimlilik kazançlarında yatmaktadır. Hacimsel Kontrol stratejisiyle yapılan yağ tedarik zincirinin prensibi Şekil 7.1'te özetlenmiştir (Gassler ve Spiller, 2018).

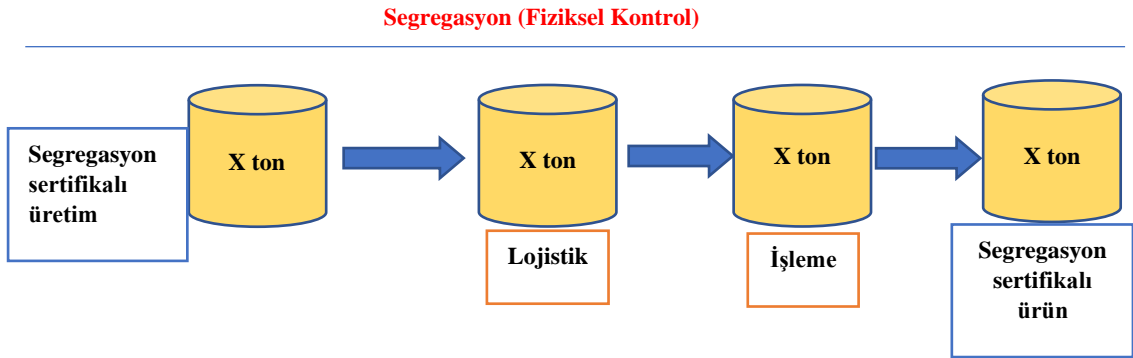
Şekil 7.1: Hacimsel Kontrol sertifikasyonlu üretim.



Kaynak: Gassler ve Spiller (2018).

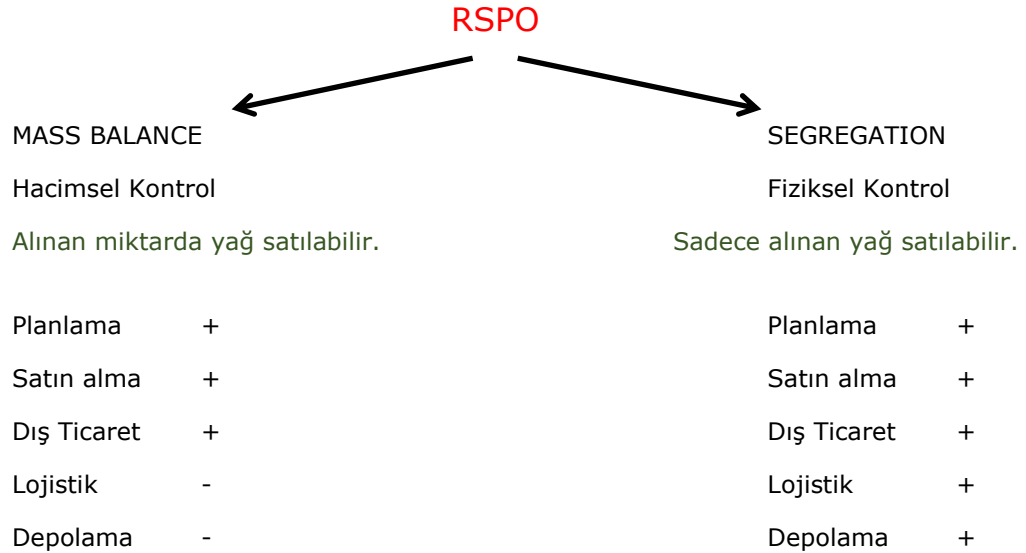
Ayırma maliyetleri, büyük hacimlerin işlendiği ve ürün marjlarının düşük olduğu palm yağı gibi ürün pazarlarında özellikle önemlidir. Tedarikçiler için hacimsel kontrol yaklaşımının olumlu yönleri (ayırıştırma olmaması, düşük işlem maliyetleri) bulunmakla birlikte tüketiciler için dezavantajları bulunmaktadır. RSPO sertifikalı ve sertifikasız kaynaklardan palm yağı ürünlerinin karıştırılması, pazar şeffaflığını azaltmaktadır. RSPO sertifikalı ve sertifikasız palm yağı ürünlerinin sıkı bir şekilde ayrıldığı tedarik zinciri modelinde ise, yani segregasyon modelinde, nihai tüketiciye sunulan ürününün sürdürülebilir sertifikalı palm yağı içermesi garanti altına alınmıştır. Segregasyon modeliyle yapılan yağ tedarik zincirinin prensibi Şekil 7.2.'te özetlenmiştir (Gassler ve Spiller, 2018). Ayrıca Şekil 7.3.'te RSPO sertifikasyon stratejilerinin tedarik zincirinde uygulama yönündeki farkları şematize edilmiştir.

Şekil 7.2: Segregasyon sertifikasyonlu üretim.



**Kaynak:** Gassler ve Spiller (2018).

Şekil 7.3: RSPO sertifikasyonunun yağ tedarik zinciri halkalarındaki gösterimi.



**Kaynak:** Hirbli (2018).

RSPO sertifikasyonu küçük toprak sahiplerine daha fazla özerklik verme potansiyeline sahiptir. İlk yatırım sübvansiyonları; ücretsiz fidan, teknik destek ve gübre gibi çeşitli destekler (RSPO sistemine dayalı), küçük çiftçilerin başarısı için çok önemlidir.

Bu tür bir destek, onların bağımsız olarak palm ağacı yetiştirmelerine olanak tanır, çünkü RSPO yardımı çiftçileri doğrudan özel bir şirketin sıkım tesisine palm yağı satmaya zorlamaz (Kato ve Soda, 2020).

Schmidt ve De Rosa (2020)'de, 2016 yılında Endonezya ve Malezya'da üretilen 1 kg RBD palm yağının ayrıntılı bir Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) yoluyla RSPO sertifikalı ve sertifikasız üretimin çevresel etkilerinin, potansiyel faydalarının belirlenmesi üzerinde çalışılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar, RSPO sertifikalı yağın, sertifikalı olmayanlara kıyasla sera gazı emisyonunu % 35 oranında azalttığını göstermektedir. Sertifikalı üretimde, daha yüksek verim, yani ürün birimi başına daha az arazi kullanımı ve biyogaz üretme amaçlı değerlendirilen palm yağı sıkım tesisi atıklarının oluşturduğu olumlu sonuçlar neticesinde sera gazı emisyon azaltımı en yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Ayrıca sertifikalı üretimde doğa işgalinin ve tahribatının % 20 azaldığı tespit edilmiştir (Schmidt ve De Rosa, 2020).

RSPO sertifikasyonu sonucu olarak palm meyvesi üretiminde iyi tarım uygulamalarının yapılması sebebiyle sertifikası olmayan üretime kıyasla bu meyvenin üretim verimi hektar başına 3 kat yükselmiştir (Morgans vd., 2018). Bu da artan dünya nüfusunun yağ talebini karşılamak için önem arz etmektedir.

Palm yağı, pirinç, hindistan cevizi, kahve, nar, portakal, elma gibi ürünler ve çiftlik ürünlerinin çoğu işleme fabrikalarında temizlenir, ayklanır, paketlenir.

Bu tesislerdeki ve depolama konumlarındaki IoT sensörleri, izlenebilirliği büyük ölçüde arttırmaktadır. IoT sensörleri fiziksel basınç, sıcaklık, nem vb. gibi ürün depolama kriterleri bilgileriyle son müşterilere yardımcı olmaktadır. Varış/ayrılış taramaları RFID sayesinde yapılarak ürünlerin herhangi bir yere transfer saati ve süresi tespit edilebilmektedir. Bu tür bilgilere blok zinciri uygulamalarıyla sahip olmak, üründe sorun olması veya menşenin belirlenmesi gereksinimi durumunda herhangi bir tedarik zinciri ortağına hasadın, üretim ve taşımacılığın izlenebilirliği adına ciddi düzeyde yardımcı olmaktadır. Bilgi teknolojilerinin bu şekilde kullanımı, RSPO sertifikalı palm yağları gibi yağların sertifikalandırılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Banerjee, 2019).

Hirbli (2018) çalışmasında palm yağı üretiminin sürdürülebilir olması için bir çözüm önerilmektedir. Önerilen çözüm, palmye yağının izlenebilirliğini sağlamak için blok zinciri ve IoT teknolojilerinden yararlanılmasını içermektedir. IoT teknolojileri; üretim ve taşımacılık basamaklarındaki verileri girmek ve bilgilerin çevrimiçi görünürlüğünü sağlamak için kullanılabilir. Örneğin, plantasyon çiftçileri telefonlarını (veya bilgisayarlarını) günde hasat edilen palm meyvelerinin sayısını ve gönderildikleri varış yerini taramak için kullanabilirler. Süreçteki her bir paydaş, parti numarasındaki taramayı da sisteme kullanacaktır. Düşük maliyetli bir çözüm olan neredeyse gerçek zamanlı uydu görüntülerini kullanarak, GPS ile ekim alanları tespiti yapılarak çiftçilerin çalıştığı araziler belirlenebilir. Bu yolla; plantasyonun ormansızlaştırılmış araziye dikilip dikilmediği tespit edilebilir. İzlenebilirliğin sağlanması, hacimsel kontrol modeli altında gerçekleştirilir. Bu sistem; şirketlerin, plantasyondan yani küçük toprak sahiplerinden başlayarak tedarik zinciri boyunca sürdürülebilir palmye yağı ürünlerinin kütlelerini/miktarını takip etmeleri gerektiği anlamına gelir. Blockchain, iki amaç için bir veri yönetim sistemi olarak önerilmektedir. Birincisi, tedarik zinciri boyunca sürdürülebilir palm yağı ürünlerine izlenebilirlik sağlamaktır.

İkincisi, sürdürülebilir sertifikaları takip etmenin ve tüccarların blok zinciri destekli bir platformda ticaret yapmalarına izin vermenin bir yolunu sağlamaktır. Bu sayede RSPO sisteminin aday katılımcılarını palm yağı sürdürülebilirliği amacına çekmeye yardımcı olunacak ve gelişmekte olan ülkelerdeki çiftçilere ek bir gelir akışı sağlanmıştır olacaktır.

2021 yılında yayınlanan bir çalışmada RSPO sisteminin yararları anlatıldığı gibi bu sistemin uygulanabilirliği konusunda bilgi şeffaflığının olmaması, izlenebilirlik sağlanmasındaki zorluk, CSPO için düşük ve adil olmayan prim fiyatı gibi konular, CSPO üretiminin başlamasını engelleyen başlıca faktörler olarak eleştirilmiştir.

Bu dezavantajların giderilmesi, özellikle de izlenebilirliğin ve bilgi şeffaflığının sağlanması adına bilgi teknolojilerinin RSPO sistemine entegrasyonunun sağlanması üzerine bir Tehlike ve İşletilebilirlik (HAZOP) analizi yapılmıştır.

Analiz sonuçları göre blockchain ve IoT sistemlerinin CSPO üretimi için kullanılmasının yararlarını ortaya koymakta ve bilgi teknolojileriyle kombine edilmiş RSPO sistemi sayesinde özellikle sürdürülebilirlik problemi nedeniyle palm yağının Avrupa'da kullanımının yasaklanması ihtimalinin önüne geçilebileceği belirtilmiştir (Lim vd., 2021). Shukla ve Tiwari (2017) çalışmasında da RSPO sistemindeki aksaklıkların giderilmesi adına bilgi teknolojileri önerilirken ayrıca küçük toprak sahiplerini RSPO sistemine teşviki amacıyla Büyük Veri Analitiği yazılımı geliştirilmiştir.

Ancak ne yazık ki RSPO sistemine bilgi teknolojilerinin dahil edildiği bir vaka ve saha çalışması, yazarların bilgisi dahilinde, mevcut değildir. Gelecekte bu tür vaka çalışmalarının yapılması ile sürdürülebilir palm yağı üretiminin teşvik edilmesi sonucunda çevresel sorunların önüne geçilebilmesi, kaliteli ve izlenebilirliği olan palm yağı tedarikinin mümkün olacağı tahmin edilmektedir.

## 8. Sonuç

Dünya nüfus artış hızının çok yükselmesi nedeniyle gıda tedarikinin tam zamanında ve istenilen miktarda sağlanabilmesi, kaliteli ve güvenilir gıdaya ulaşımın mümkün olabilmesi ve gıda tedarikinin dünyanın farklı yerlerindeki müşterilerinin isteklerini karşılayabilmesi doğru tedarik zinciri yönetimini uygulamasıyla sağlanabilir. Tüketicilerin yalnızca gıda kalitesiyle değil gıdanın üretiminde ve dağıtımında maruz kaldığı koşullarla ve günümüzün global iklim koşullarındaki değişimlerin getirisi olan çevre bilincinin bir sonucu olarak gıda üretiminin ve dağıtımının sürdürülebilirliğiyle de ilgilendiği gıda piyasası koşullarında sürdürülebilir tedarik zincirlerinin kurulmasında analog sistemlerin yerini blokzincir ve IoT gibi bilişim teknolojileri almaktadır.

Dünyada ticareti en yaygın olan bitkisel yağ palm yağıdır. Bu nedenle bu ürünün üretiminde ve tedarik zinciri oluşturulurken artan dünya nüfusunun arz-talep dengesinin sağlanabilmesi adına sürdürülebilirlik kavramı önem arz etmektedir. İzlenebilirlik, sürdürülebilirlik ve kalite koşullarının sağlanabildiği palm yağı üretimi ve tedarigi için oluşturulmuş RSPO sertifikasyonu ile sera gazı emisyonu azaltımı sağlanabilmekte ve palm yağının üretimindeki çevre tahribatının önüne geçilebilmektedir. RSPO sisteminin sürdürülebilirlik ve izlenebilirlik amacına ulaşması adına üretim ve tedarik zinciri basamaklarından daha kesin ve detaylı bilgi alınması bilgi teknolojilerinin RSPO'ya entegre edilmesi ile mümkündür. Ne var ki; bilgi teknolojilerinin bitkisel yağ tedarigine entegre edilmesine dair yapılan saha çalışması yazarların bilgisi dahilinde yoktur.

Ancak bu entegrasyon ile daha fazla veri toplanabilmesi sayesinde uygulanabilirliği geliştirilecek olan RSPO sistemine daha fazla katılımcı teşvik edilerek palm plantasyonu için ormanların tahribatının önüne geçilerek daha çevre dostu ve sürdürülebilir palm yağı üretimi ve üretimden tüketime her basamak hakkında detaylı bilgi elde edilmesi yoluyla daha kaliteli ürün tedariki mümkün olabilecektir.

Sonuç olarak bilgi teknolojilerinin RSPO sistemine entegrasyonu üzerine saha araştırmaları yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

### Kaynakça

- Ayyad, Z., Valli, E., Bendini, A., Accorsi, R., Manzini, R., Bortolini, M., & Gallina Toschi, T. (2016). *Simulating international shipments of vegetable oils: Focus on quality changes*. 38-39.
- Banerjee, A. (2019). Blockchain with IOT: Applications and use cases for a new paradigm of supply chain driving efficiency and cost. *Advances in Computers*. 278-279. doi:10.1016/bs.adcom.2019.07.007
- Behnke, K., and Janssen, M. F. W. H. A. (2020). Boundary conditions for traceability in food supply chains using blockchain technology. *International Journal of Information Management*, 52, 101969.
- Berger, K. G. (1985). Quality control in storage and transport of edible oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 62(2), 438-442.
- Caro, M. P., Ali, M. S., Vecchio, M., and Giaffreda, R. (2018). Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation. In 2018 *IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture-Tuscany (IOT Tuscany)*, 1-4.
- FAO, F. (2017). The future of food and agriculture—Trends and challenges. *Annual Report*. 64-65.
- Dong, L., Jiang, P. P., and Xu, F. (2020). Blockchain adoption for traceability in food supply chain networks. *Fasheng, Blockchain Adoption for Traceability in Food Supply Chain Networks* (August 10, 2020). 3-4.
- Duan, J., Zhang, C., Gong, Y., Brown, S., and Li, Z. (2020). A Content-Analysis Based Literature Review in Blockchain Adoption within Food Supply Chain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5), 1784. 2-3.
- Gallemore, C., and Jespersen, K. (2019). Offsetting, Insetting, or Both? Current Trends in Sustainable Palm Oil Certification. *Sustainability*, 11(19), 5393. 1-15.
- Gassler, B., and Spiller, A. (2018). Is it all in the MIX? Consumer preferences for segregated and mass balance certified sustainable palm oil. *Journal of Cleaner Production*, 195, 21-31.
- Gatti, R. C., Liang, J., Velichevskaya, A., and Zhou, M. (2019). Sustainable palm oil may not be so sustainable. *Science of The Total Environment*, 652, 48-51.
- Gerdan, D., Koç, C., Vatandaş, M., (2020). Gıda Ürünlerinin İzlenebilirliğinde Blok Zinciri Teknolojisinin Kullanımı, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 16(2): 8-14.
- Goggin, K. A., and Murphy, D. J. (2018). Monitoring the traceability, safety and authenticity of imported palm oils in Europe. *OCL*, 25(6), A603. 1-14.
- Hamm, W. (2013). Bulk Movement of Edible Oils. *Edible Oil Processing*, 41.
- Hofman, W. J. (2019). A Methodological Approach for Development and Deployment of Data Sharing in Complex Organizational Supply and Logistics Networks with Blockchain Technology. *IFAC-PapersOnLine*, 52(3), 55-60.

- Hutter, T., Haeussler, S., & Missbauer, H. (2018). Successful implementation of an order release mechanism based on workload control: a case study of a make-to-stock manufacturer. *International Journal of Production Research*, 56(4), 1565.
- Iakovou, E., Bochtis, D., Vlachos, D., & Aidonis, D. (2015). Sustainable Agrifood supply chain management. *Supply chain management for sustainable food networks*, 131-132.
- Irani, Z. and Sharif, A.M. (2016), Sustainable food security futures: perspectives on food waste and information across the food supply chain, *Journal of Enterprise Information Management*, 29 (2), 171-178.
- Ito, J., Shimizu, N., Kobayashi, E., Hanzawa, Y., Otoki, Y., Kato, S., & Nakagawa, K. (2017). A novel chiral stationary phase LC-MS/MS method to evaluate oxidation mechanisms of edible oils. *Scientific reports*, 7(1), 1-2.
- Ivert, L. K., Dukovska-Popovska, I., Kaipia, R., Fredriksson, A., Dreyer, H. C., Johansson, M. I., and Tuomikangas, N. (2015). Sales and operations planning: responding to the needs of industrial food producers. *Production planning & control*, 26(4), 280-295.
- Kaur, H. (2019). Modelling internet of things driven sustainable food security system. *Benchmarking: An International Journal*. <https://doi.org/10.1108/BIJ-12-2018-0431>.
- Kayikci, Y., Subramanian, N., Dora, M., and Bhatia, M. S. (2020). Food supply chain in the era of Industry 4.0: blockchain technology implementation opportunities and impediments from the perspective of people, process, performance, and technology. *Production Planning & Control*, 4-5.
- Keleş, B., and Ova, G. (2020). Gıda tedarik zinciri yönetiminde bilgi teknolojileri kullanımı. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1), 137-143.
- Kittipanya-Ngam, P., and Tan, K. H. (2020). A framework for food supply chain digitalization: lessons from Thailand. *Production Planning & Control*, 31(2-3), 159-160.
- Köhler, S., and Pizzol, M. (2020). Technology assessment of blockchain-based technologies in the food supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 122193. 1-2.
- Krishnan, R., Agarwal, R., Bajada, C., and Arshinder, K. (2020). Redesigning a food supply chain for environmental sustainability—An analysis of resource use and recovery. *Journal of cleaner production*, 242, 118374. 3-14.
- Koç, E. (2020). Tedarik Zinciri ve Sürdürülebilirliğinde Yeni Paradigma: Blokzincir. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (20), 417-438.
- Lim, C. H., Lim, S., How, B. S., Ng, W. P. Q., Ngan, S. L., Leong, W. D., and Lam, H. L. (2021). A review of industry 4.0 revolution potential in a sustainable and renewable palm oil industry: HAZOP approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135, 110223. 8-9.
- Ling, E. K., and Wahab, S. N. (2020). Integrity of food supply chain: going beyond food safety and food quality. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 29(2), 216-232.
- Lyons-White, J., and Knight, A. T. (2018). Palm oil supply chain complexity impedes implementation of corporate no-deforestation commitments. *Global Environmental Change*, 50, [doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.04.012](https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.04.012), 303-313.
- Macit, S., and Şanlıer, N. (2014). Palm Yağı ve Sağlık (Palm Oil and Health). *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 13, 13-14.
- Mahalik, N., and Kim, K. (2016). The role of information technology developments in food supply chain integration and monitoring. In *Innovation and Future Trends in Food Manufacturing and Supply Chain Technologies*. Woodhead Publishing. 21-37.
- Manning, L. (2016). Food fraud: Policy and food chain. *Current Opinion in Food Science*, 10, 16-21.

- Manzini, R., Accorsi, R., Ayyad, Z., Bendini, A., Bortolini, M., Gamberi, M., and Toschi, T. G. (2014). Sustainability and quality in the food supply chain. A case study of shipment of edible oils. *British Food Journal*. 2070-2090.
- Morgans, C. L., Meijaard, E., Santika, T., Law, E., Budiharta, S., Ancrenaz, M., and Wilson, K. A. (2018). Evaluating the effectiveness of palm oil certification in delivering multiple sustainability objectives. *Environmental Research Letters*, 13(6), 064032. 1-11.
- Nayak, R., and Waterson, P. (2019). Global food safety as a complex adaptive system: Key concepts and future prospects. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 409-425.
- Özdemir, A. İ. (2004). Tedarik zinciri yönetiminin gelişimi, süreçleri ve yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (23); 87-96.
- Ozkan, S., and Bulut, O. (2020). Control of make-to-stock production systems with setup costs. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 35(3), 1199.
- Öztürk, D. (2016). Tedarik zinciri yönetimi süreçlerini etkileyen faktörler. *International Journal of Social and Economic Sciences*, 6(1), 17-24.
- Parseker, Z. (2009). Gıda sektörü tedarik zincirinde bilgi teknolojileri kullanımının ekonomik yönden değerlendirilmesi (Master's thesis, Uludağ Üniversitesi). 38-39.
- Pramatari, K. (2016). Information Technology for Food Supply Chains. *Supply Chain Management for Sustainable Food Networks*, 183–203. doi:10.1002/9781118937495.ch7
- Prashanth, R., Kumar, B. M., and Gowda, A. B. (2020). How Internet of Things Can Enhance the Performance of Food Supply Chain Networks: An Analysis. *IUP Journal of Operations Management*, 19(3), 52-53.
- Ray, P. P. (2018). A survey on Internet of Things architectures. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 30(3), 299-300.
- Rosyadi, F. H., Darwanto, D. H., & Mulyo, J. H. (2020). Impct of Rountable on Sustainable Palm oil (RSPO) Certification on the Indonesian CPO Exports to the Destination Countries. *Agro Ekonomi*, 31(1). doi.org/10.22146/ae.54559. 30-45.
- RSPO, (2018). Rountable on Sustainable Palm Oil. About, 6 Aralık 2020 tarihinde <https://rspo.org/about> adresinden alındı.
- Ruysschaert, D., and Salles, D. (2018). The strategies and effectiveness of conservation NGOs in the global voluntary standards: The case of the Roundtable on Sustainable Palm Oil. *In The Anthropology of Conservation NGOs*. Palgrave Macmillan, Cham. pp. 121-149.
- Samouche, H., El Barkany, A., and El Khalfi, A. (2019). Performance of Sales and Operation Plan: Literature review & Perspectives of improvement. *ICAMOP journal*, 1(1), 47-53.
- Sayın, A.A., Demirel, R. (2020). Tedarik zinciri yönetiminde bilgi teknolojilerinin önemi - gıda firma uygulaması, *Turkish Studies-Applied Sciences*, 15(1), ss. 109-126.
- Schmidt, J., and De Rosa, M. (2020). Certified palm oil reduces greenhouse gas emissions compared to non-certified. *Journal of Cleaner Production*, 277, 124045. 1-12.
- Tian, F. (2017). A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things. In 2017 *International conference on service systems and service management*, 3-6.
- Verma, N. (2020). A Case Study on Distribution Strategy of Product (Edible Oil) in Ethiopia. *International Journal of Marketing and Technology*, 10 (4), ISSN: 2249-1058 Impact Factor: 6.559. 1-12.
- Voss, D., and Whipple, J. (2009). *Food supply chain security: Issues and implications*. In *Supply Chain Risk*. Springer, Boston, MA. 293-305.



- Zargaraan, A., Mohammadi-Nasrabadi, F., Hosseini, H., Salmani, Y., Bahmaei, M., and Esfarjani, F. (2019). Challenges of edible oils from farm to industry: Views of stakeholders. *Food and nutrition bulletin*, 40(1), 105-106.
- Zhang, M., and Li, P. (2012). RFID application strategy in agri-food supply chain based on safety and benefit analysis. *Physics Procedia*, 25, 636-642.