



düşbed

DİCLE ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ DERGİSİ
ISSN: 1308-6219 Şubat 2021 YIL-13 Sayı 26

Araştırma Makalesi / Research Article

Yayın Geliş Tarihi / Article Arrival Date

27/07/2020

Yayınlanma Tarihi / The Publication Date

25/02/2021

Öğr. Gör. Emre İPEKÇİ



Artvin Çoruh Üniversitesi
Hopa Meslek Yüksekokulu
Yönetim Organizasyon Bölümü
emre.ipekci@artvin.edu.tr

Prof. Dr. Mehmet TANYAŞ



Maltepe Üniversitesi
İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi
Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Bölümü
mehmettanyas@maltepe.edu.tr

SOĞUK ZİNCİR LOJİSTİĞİ UYGULAMALARI VE TÜRKİYE'DE SOĞUK ZİNCİR LOJİSTİĞİNİN SWOT ANALİZİ

Öz

Soğuk zincir lojistiği gıda ve ilaç sektörü başta olmak üzere belirli ısı aralıklarında taşınması gereken ürünlerin tüketicilere ulaşacağı ana kadar sahip oldukları ısı rejiminin kontrol altında tutulması için yürütülen lojistik süreçlerin genel adıdır. Isı kontrolü; gıda güvenliği, gıda kayıplarının önüne geçilmesi, aşı ve ilaçların özelliklerini yitirmeden taşınabilmesi gibi süreçler için bir gerekliliktir. Çalışmada soğuk zincir lojistiği ve uygulama alanları kavramsal çerçevede ele alınmıştır. Çalışmanın amacı dünya genelindeki güncel soğuk zincir uygulamalarını inceleyerek Türkiye'deki uygulamalar ve sektörün genel durumunu ortaya koymaktır. Çalışmada Türkiye'de soğuk zincir lojistiğinin genel durumunun anlaşılabilmesi için SWOT analizi yönteminden yararlanılmıştır. Yapılan analiz neticesinde Türkiye'deki uygulamaların uluslararası standartlar ile uyumlu hale getirilme çalışmaları olduğu gözlemlenmiştir. Fakat kat edilmesi gereken daha çok mesafe olduğu sonucu da varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Soğuk zincir lojistiği, gıda lojistiği, aşı ve ilaç lojistiği, swot analizi

APPLICATIONS of COLD CHAIN LOGISTICS AND SWOT ANALYSIS of COLD CHAIN LOGISTICS in TURKEY

Abstract

Cold chain logistics is the general name of the logistics processes carried out to keep the heat regime under control until the products that need to be transported at certain temperature intervals, especially in the food and pharmaceutical industry, reach the consumers. Temperature control is a requirement for processes such as food safety, preventing food losses, transporting vaccines, and drugs without losing their properties. In the current study, cold chain logistics and application areas are discussed within the conceptual framework. The present study aims to reveal applications in Turkey and the general status of the sector by examining the current cold chain applications worldwide. The SWOT analysis method was utilized in the study to understand the overall situation of the cold chain logistics in Turkey. As a result of the analysis, the practices in Turkey to harmonize with international standards studies was observed. However, it was concluded that there is still more to be covered.

Keywords: Cold chain logistics, food logistics, vaccine and drug logistics, swot analysis

Giriş

Lojistik; küresel ticaret içerisinde tüm sektörlerin ihtiyaç duyduğu ürün akışında işletmelerin ihtiyaçlarına cevap verecek hizmetler sunmaktadır. Ürün akışı için gerekli olan hareketlilik sektörün cevap verdiği ilk hizmet olsa da tek değildir. Tüm süreç içerisinde gerçekleşen; depolama, paketleme, gümrükleme ve diğer katma değerli hizmetlerde lojistiğin diğer bileşenlerini oluşturmaktadır. Ürünlerin akışı için gereken taşımacılık hizmetleri karayolu, demiryolu, denizyolu ve havayolu taşımacılığı şeklinde temelde dört taşımacılık türü ile sağlanmaktadır. Tüm taşımacılık türleri de kendi içinde bir takım özel hizmetleri sektörlerin talep ve beklentilerine uygun olarak barındırmaktadır. Bugün gelinen noktada ticarete konu olan ürünlerin çeşitliliği lojistik hizmetlerin kendi içinde de çeşitlenmesine neden olmuştur. Ürünlerin yapısı ve müşterilerin beklentileri doğrultusunda sunulan bu özel hizmetlerden biri de ısı kontrollü taşımacılıktır. Belirli ürün gruplarında başta taşımacılık olmak üzere lojistik süreçlerin tümünde ısının gerekli olan düzeylerde tutulması anlamına gelen bu kavram genelde soğuk zincir lojistiği olarak bilinmektedir (Aung ve Chang, 2014).

Soğuk zincir lojistiği özellikle gıda ve ilaç sektörlerinde gerçekleşen taşımalarda sunulan bir hizmet şeklidir. Bu kavram ifade edilirken kullanılan zincir kelimesi tedarik zinciri çağrışımı yaparak ürünün oluşmaya başladığı andan itibaren son teslim noktasına kadar ısı kontrolünün devamlılığını vurgulamaktadır. Soğuk zincir lojistiğinde her ürün kendine has ısı rejimlerine ihtiyaç duymaktadır. Bu ısı rejimleri özellikle gıda taşımalarında; serin, soğuk ve donuk olmak üzere temelde üç aşamada incelenir. Her bir rejim farklı sıcaklık aralıklarında ürünlerin ulaştırılması sürecinde önceden kararlaştırılan ısı derecesinin korunması amacını taşır. Bu aşamaların işletmeler için farklı boyutları olan maliyet etmenleri de söz konusudur. Örneğin dondurulmuş depolama, gıda ürünlerinin korunması için yüksek enerji tüketimine neden olurken, serin depolama ise daha az enerji kullanımına karşılık sürekli bakteriyel bozunma tehdidi içerir (Shih ve Wang, 2016 : 62).

Isı kontrolü hassas nitelikteki ürünlerin sadece taşınması sırasında değil; depolanmasında, araçlara yüklenip boşaltılması sırasında, araçlar arası aktarımlarında veya perakende noktasında sergileneceği alana yerleştirilirken de takip edilmelidir. Hatta bazı tarım ürünlerinin tazeliğini ve besin değerlerini koruyabilmesi için hasat edildiği veya toplanmaya başlandığı andan itibaren zincirin kurulması gerekir. Sayılan tüm bu süreçlerde kontrolün sağlanması ise bir takım sistemler sayesinde gerçekleşmektedir. Taşıma işlemi ile bağlantılı olarak ısı rejiminin kırılması zincir içerisinde en çok karşılaşılan sorunlardan biridir. Bu nedenle gerek taşımada kullanılan araçlar veya taşıma üniteleri gerekse de depolarda sıcaklık değerleri anlık olarak takip edilmektedir. Konuya bu yönden bakıldığında soğuk zincirin teknoloji ve mühendislik alanlarıyla da birlikte değerlendirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Yapılan akademik literatür çalışmasında da bu durum görülmektedir. Soğuk zincirin kırılmaması için GPS destekli birçok farklı sistem kullanılmaktadır. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde anlatılacak olan bu sistemler bugün lojistik sektörünün teknoloji yoğun bir sektör haline geldiğini de göstermektedir (Ndraha vd., 2018: 9).

İlaç ve Eczacılık Ürünleri sektörü soğuk zincir yönetimine ihtiyaç duyulan bir diğer alandır. İlaç üretiminde kullanılan girdilerin bazıları soğuk zincire ihtiyaç duyarken bazıları ise duymamaktadır. Yine birçok türde ilaç taşınması esnasında ısı takibi gerekmektedir. İlaçlar çabuk bozulabilir ürün olarak da kabul edildikleri için sadece taşınma süreçlerinde değil eczane veya ilaç depolarında bekletilirken de ortam sıcaklığının belirli düzeylerde olması gerekmektedir. Ayrıca yapımı devam eden araştırma safhasındaki ilaçların laboratuvarlar arasındaki hareketleri de soğuk zincirle gerçekleştirilirken taşıma süreçleri ise daha hassas olarak takip edilmektedir. 2019 yılında ortaya çıkan Covid-19 salgını hali hazırda üretilmiş ve yapımı devam eden aşı ve ilaçların taşınmasında soğuk zincir lojistiğinin önemini bir kez daha anlaşılmasını sağlamıştır (Won ve Lee, 2020 : 9).

Soğuk zincir süreçlerinin önemli bir paydaşı da devlet kurumlarıdır. Artan dünya nüfusu ile birlikte kaynakların daha verimli kullanılması gerekmektedir. Tarım ürünleri toplanıp tüketicilerin karşısına geleceği ana kadar; haller, toptancılar ve bazı araçların depolarına uğramaktadır. Dağıtım

kanalı içerisinde depolar ve araçlar arasında yapılan aktarmalar ürünlerin bozulmasına sebep olabilmektedir. Bu durum sadece soğuk zincire ihtiyaç duyan ürünleri değil, tüm ürünleri etkilemektedir (Jol vd., 2007 : 714). Bu nedenle devletlerin gıda zincirine dâhil olduğu ve ilgili paydaşları yönlendirip çeşitli teşvikler sunduğu ülkeler mevcuttur.

Soğuk zincir özellikle gıda ürünlerinin ulaştırılmasında önemli bir lojistik hizmettir. Gıda güvenliği söz konusu olduğunda ise yapılan çalışmaların bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir. Dünya nüfusunun her geçen gün artmasına karşılık ekilebilir tarım alanları için aynı durum söz konusu değildir. Küresel ısınmanın da etkisiyle kuraklık, çölleşme, yağışların düzensizleşmesi gibi sorunlar tarımsal üretimi de etkilemektedir. Bu şartlar altında tarım ürünlerinin hasattan başlayarak tüketicinin karşına geleceği ana kadar olabilecek en az fire oranı ile ulaştırılması gerekmektedir. Bu da ancak soğuk zincirin araştırmaları ve uygulamalarının farklı disiplinlerle birlikte yürütülmesi ile mümkün olabilir. Donanım geliştirmek için makine, elektrik ve elektronik mühendislerine, gıda işlemenin etkisini araştırmak için gıda mühendislerine, raf ömrü değerlendirmelerini yapmak için gıda bilim insanlarına bu süreçte ihtiyaç vardır. Ayrıca bakteriyel çalışmalar için mikrobiyologlara, gıdaların küflenmesi, sera gazı emisyonlarının belirlenmesi ve yaşam döngüsü analizlerinin yapılması için çevre mühendislerine, gıda güvenliği risklerini ve gıda kaynaklı salgınların etkilerini analiz etmek için halk sağlığı uzmanlarına, yeni yönetim sistemlerinin maliyet ve faydalarını ölçmek için ekonomistlere süreçte yer verilmelidir (Mercier vd., 2017 : 663). Ancak bu bütüncül yaklaşım soğuk zincir yönetiminde gıda güvenliği ve taşınma sorunlarının çözümüne tam anlamıyla yardımcı olabilir.

Bu çalışmanın amacı soğuk zincir lojistiği kavramı ve bu kavramın alt kırılımlarında yer alan konuların hem ulusal hem de uluslararası düzeyde araştırılarak genel durumu ortaya koymaktır. Araştırmaya konu olan kitap, makale ve bildirimler genel kabul edilirlğe sahip veri tabanlarında araştırılacaktır. Soğuk zincir lojistiği anahtar kelimesi etrafında şekillenen diğer anahtar kelimeler veya kelime grupları yapılacak olan taramalarda kullanılacaktır. Böylelikle gerek ulusal gerekse de uluslararası düzeyde soğuk zincir lojistiğinin genel uygulama çerçevesi çizilmeye çalışılacak ve bundan sonraki çalışmalara da yön verebilecek bir içerik üretilecektir. Geçmişten bugüne uzanan soğuk zincir çalışmaları ve de gelecekte evrilebileceği yeni çalışma alanları ve uzmanlıklar sayesinde bu konuda araştırma yapmak isteyen diğer araştırmacılara da çalışmanın katkı sağlaması beklenmektedir.

Çalışma yedi bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın içeriği, çalışmada anlatılacak olan kavramların genel değerlendirmesi giriş bölümünü oluşturmaktadır. İkinci bölümde ise ulusal ve uluslararası yayınların incelendiği ve literatür taramasının yer aldığı bölüm bulunmaktadır. Üçüncü bölümde dünyada soğuk zincir lojistiği, dördüncü bölümde ise Türkiye'deki soğuk zincir uygulamaları üzerinde durulacaktır. Beşinci bölümde soğuk zincirin uygulanmasında karşılaşılan sorunlar, altıncı bölümde ise tüm anlatılanlardan hareketle Türkiye'deki soğuk zincir lojistiğinin SWOT analizi yapıp, sonuç ve öneriler bölümüyle de çalışma son bulacaktır.

1. Literatür İncelemesi

Soğuk zincir hizmeti lojistik sektörü içerisinde verilen butik hizmetlerdendir ve bu hizmete ihtiyaç duyan ürün gruplarının ve işletmelerin sayısı bütün içerisinde küçük bir alanı kapsamaktadır. Bu durum yapılan yayınların sayısı ile de benzeşmektedir. Son 10 yıl içerisinde ortaya konan çalışmaların dikkate alındığı araştırmada; yerli kaynakların ağırlıklı olarak tarandığı; dergipark, TÜBA ve yabancı kaynaklar için Web Of Science ile SCOPUS gibi veri tabanlarına ek olarak Google Scholar taramalarında çıkan sonuçlarda da bu durum görülmektedir. Yine de soğuk zincir dar bir alanda inceleniyor gibi görünse de tüm gıdaların % 40'ının soğutma gereksinimi olduğu gerçeği göz ardı edilmemelidir (Meneghetti ve Monti, 2015:2905).

Belirli şehirlerde bulunan soğuk hava depolarının mevcut durumlarının ve özelliklerinin araştırıldığı; saptanan sorunlara çözüm önerilerinin sunulduğu çalışmalara literatürde sıklıkla

rastlanmıştır. Ayrıca, gıda sektöründe yer alan işletmelerin soğuk zincir uygulamalarına yönelik gerçekleştirilen incelemeler de yapılan çalışmalar arasındadır. Farklı olarak Güngör ve Uysal postyapısalcı coğrafyalarda mekân olarak soğuk hava depolarının kullanımına örnek teşkil eden Kapadokya bölgesini çalışmalarında incelemişlerdir. Bölgedeki coğrafyanın imkân vermesi sayesinde yer altında insan emeğiyle inşa edilen depolarda limon ve patates gibi tarım ürünlerinin senenin büyük bir kısmında herhangi bir ekipmana gerek kalmadan depolanabildiği anlatılmıştır. İdeal nem oranının sağlandığı bu depoların sıcaklığı ise kış aylarında 4-6 °C, yaz aylarında 8-10 °C arasında değiştiği ve ürünler için uyumlu bir iklimlendirme imkânı sağlandığı görülmüştür (Güngör ve Uysal, 2017 : 223). Literatürde özellikle ürün bazında yapılan çalışmaların soğuk zincir yönetimini topraktan perakende noktalarına kadar ele aldığı geniş örnekler yer almaktadır (Simpson vd. 2012, Calanche vd. 2013, Arduino vd. 2015; Adekomaya vd.; 2016; Hoang vd. 2016; Xiao vd. 2019; Ndraha vd. 2019).

Yapılan yazın taramasında bazı terimlerinin soğuk zincir (cold chain) ile birlikte yoğun olarak kullanıldığı görülmüştür¹(Shashi vd., 2018 : 796). Bu nedenle literatür araştırması da aynı terimler kullanılarak yukarıda sayılan veri tabanlarında gerçekleştirilmiştir. Gıda ürünlerinin soğuk zincir lojistiği özellikle kimya ve enerji dâhil birçok farklı disiplinlere de çalışma konusu olmaktadır. Bu durum yapılan yayınlarda; optimizasyon, simülasyon ve farklı matematiksel metotların kullanılması sonucunu doğurmuştur (Shashi vd., 2018 : 798).

İncelenen uluslararası yayınların Türkiye'den farklı olarak sadece gıda sektörüne yönelik değil aynı zamanda ilaç ve aşı endüstrisine yönelik de yapıldığı görülmüştür. Yine de gıda sektörüne yönelik olarak yapılan çalışmalar daha ağırlıktadır. Yayınlar ayrıca simülasyon, modelleme, optimizasyon ve istatistik gibi farklı uygulamaları da içermektedir. Yapılan çalışmalar genel olarak aşağıdaki konularda yoğunlaşmaktadır (Thakur vs., 2015; Wang vd., 2018; Shashi vd., 2018; Gupta vd. 2019; Oskarsdottir ve Oddsson, 2019; Al Theeb vd., 2020).

- Soğuk zincir lojistiğinde kullanılan güncel teknolojiler,
- Soğuk zincir lojistiğinde kullanılan yazılımlar, web arayüzleri ve bunların optimizasyonları,
- Soğuk zincirin kırılmasını takip eden yazılım ve teknolojiler,
- Çeşitli gıda gruplarına ve türlerine yönelik olarak gerçekleştirilen uygulamalar ve taşımacılık simülasyonları,
- Soğuk zincir süreçlerinde kullanılan ambalajlama ve özel taşıma ekipmanları,
- Soğuk zincir süreçlerinin karbon salınımlarına olan etkileri,
- Soğuk zincir süreçlerinin çevrecileştirilmesine yönelik yapılan uygulama ve optimizasyonlar,
- Takip edilebilirlik ve izlenebilirlik için güncel uygulamalar.

Yayınlara coğrafi dağılımına bakıldığında ise ağırlıklı olarak Avrupa Birliği ülkeleri ile ABD ve Çin'in başı çektiği görülmektedir. Sayılan başlıklardan soğuk zincir lojistiğinde sürecin kesintiye uğramadan devam edebilmesini ve sürekli olarak kendini yenilemesine yönelik içerikler ürettiği anlaşılmaktadır. Soğuk zincir lojistiği her ne kadar butik ve nispeten daha yeni sayılabilecek bir hizmet olsa bile gelişmeye açık ve teknoloji yoğun bir alandır. Sahip olduğu bu özellikler alanda çalışma yapmayı düşünen farklı disiplinlerden araştırmacılar için de bir fırsattır.

Mercier vd. (2017) çalışmalarında soğuk zincir lojistiği süreçlerini analiz ederek zincirin her aşamasında zaman-sıcaklık koşulları üzerine gerçekleştirilen saha çalışmalarını incelemişlerdir. Ön soğutma, farklı taşımacılık türlerinde ürün nakliye uygulamaları ve bu esnada gerçekleşen yer işlemleri, depolarda veya perakende noktalarındaki soğutma ve elleçleme uygulamaları üzerine odaklanmışlardır. Soğuk zincirin ve gıda güvenliğinin iyileştirilmesi için ön soğutmanın önemi vurgulanmış ve zaman-sıcaklık ölçümüne dayalı envanter yönetim sistemlerinin kurulmasına yönelik

¹ Cold chain teriminin; cold supply chain, cold chain performance, food tractability, perishable food supply chain ve sustainable food supply chain terimleriyle birlikte kullanıldığı anlaşılmıştır.

soğuk zincirler üzerine perspektif deneysel ve modelleme araştırmalarının bir kombinasyonunu önermişlerdir (Mercier vd., 2017 : 649).

Lojistik faaliyetler esnasında başta taşımacılık olmak üzere sürecin diğer aşamalarında karbon ve türevi kaynaklı yakıtların kullanılmasından ötürü yer küreye zararlı gaz salınımı gerçekleşmektedir. Soğuk zincir yönetim süreçlerinde ise kullanılan soğutma ünitelerinden kaynaklı olarak bu gaz salınımı daha da artmaktadır. Gıda güvenliğini sağlarken yer küreye verilen bu zararlı etkilerin ölçülüp en az seviyeye çekilmesi işletmeler için çoğu zaman göz ardı edilen bir durumdur. Hariga vd. (2017) çalışmalarında çok aşamalı bir tedarik zincirinde soğuk bir ögenin nakliye ve depolama faaliyetlerinden kaynaklanan karbon emisyonlarının muhasebeleştirilmesinin etkisini değerlendirmiştir. Yazarlar çalışmalarında operasyonel maliyet minimizasyon modeli, karbon ayak izi minimizasyon modeli ve tüm modellerin en iyi parti boyutlandırma ve nakliye miktarlarını belirlemeye çalışarak işletmeler için hibrit ekonomik ve çevresel bir minimizasyon modeli sunmuşlardır (Hariga vd., 2017). Wang vd. (2018) soğuk zincir lojistiğinde yeşil ve düşük karbon salımlı araç rotalama problemlerini çözmek için sezgisel kurallarla tasarlanmış hibrit genetik algoritma modeli önermişlerdir. Yazarlar işletmelerden alınan makul bir karbon vergisi karşılığında soğuk zincirdeki karbon emisyonlarının etkili bir şekilde azaltılabileceğini belirtmişlerdir (Wang vd., 2018).

Soğuk zincirin doğru kurulması ve kırılmadan devam edebilmesi gıda güvenliği ve raf ömrü üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle tüm zincir boyunca ısı takibi oldukça önemlidir. Literatür de zincirdeki ısının kontrolüne yönelik birçok çalışma bulunmaktadır. Shih vd. (2016) çok kanallı bir Çin gıda işleme sisteminde birçok farklı noktadan tedarik edilen girdilerin bir üretim merkezine ulaştırılması ve üretimden sonra şubelere ulaşımı da dâhil olmak üzere bir soğuk zincir sistemi önermişlerdir. Sistem, farklı merkezlerde uygulanıp denendikten sonra, 1.000'den fazla işletmenin sipariş yönetim sürecinde kullanılmıştır. Uygulama aşamasında nesnelerin interneti mimarisinin yanı sıra ISO 22.000 uluslararası gıda standartlarına dayanan sıcaklık verilerini toplamak için kablosuz sensörler kullanan ve tüm teslimat süreci boyunca kritik kontrol noktası kriterlerinin formülasyonunu uygulayan bir zaman sıcaklık göstergesi tabanlı soğuk zincir sistemi kullanılmıştır. Thakur ve Foras (2015) IBM'in çevrim içi sıcaklık izleme yazılımı EPCIS'i kullanarak sıcaklık ve izlenebilirlik bilgilerini tek bir çerçeveye entegre etmişlerdir. Ürün sıcaklığı ve ortam sıcaklığı tek bir RFID etiketi kullanarak ölçümlenmiş ve iki sıcaklık sensörlü (dâhili ve harici) RFID etiketlerinin kullanımından daha pratik sonuç elde ettiklerini belirtmişlerdir (Thakur ve Foras, 2015). Benzer bir çalışmada Chen vd. (2014) daha düşük maliyetli bir zincir kurabilmek için yarı pasif (RFID) etiketlerin, pasif (RFID) etiketlerle değiştirildiği "Rafine Akıllı Soğuk Zincir Sistemi (RSCCS)" önermişlerdir. Farklı senaryolar üzerinde yapılan uygulamalarda maliyetin düşeceği kanıtlanmıştır. Ek olarak etiketlenen her ürünün bireysel durumunun ve özelliğinin imzalı mobil kodla takip edilebildiği için sistemin daha güvenli olduğu vurgulanmıştır. Çalışmada pasif etiketlerin tercih edilmesi ile sistem üzerinde daha az miktarda veri birikmesi sağlandığı da vurgulanmıştır (Chen, vd., 2014). Görüleceği üzere soğuk zincir lojistiği teknolojinin de iş süreçlerine yoğun bir şekilde dâhil edilmesiyle birlikte çok boyutlu ve yönetimi karmaşık bir hâl almaktadır. Bu durum işletmelerin bu hizmetleri satın alacakları firmaları seçerken bilimsel yöntemler kullanmasını da gerektirmektedir. Nitekim, Korucuk (2018) çalışmasında 3PL lojistik hizmet sağlayıcı seçimini soğuk zincir taşımacılığı bağlamında ele almış ve çalışmasında Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Gri İlişkisel Analiz (GİA) tekniklerini birlikte kullanmıştır (Korucuk, 2018 : 341).

Soğuk zincir farklı ürün gruplarında yer alan her ürün için farklı ısı derecelerinde takip edilmektedir. Bu durum, ürüne özgü lojistik süreçlerin tasarım ve yönetim ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda, genel olarak tarım ürünleri ve dondurulmuş balıklar ön planda yer almaktadır. Çilek, muz, portakal, böğürtlen, kivi, şeftali gibi meyveler tarım ürünleri arasında ön plana yer almaktayken, somon, karides, sardalye ve tuna balığı da dondurulmuş deniz ürünlerine yönelik çalışmalarda ön planda yer almaktadır. Zhao vd. (2019) tarafından yapılan çalışmalarda çilek araştırma konusu olmuşken, Arduino vd. (2015) muz, Xiao vd. (2019) üzümü,

Calanche vd. (2013) somon ve sardalyeyi, Simpson vd. (2012) ve Hoang vd. (2016) somon balığını, Ndraha vd. (2019) ise dondurulmuş karidesi araştırma konusu yaparak, soğuk zincir yönetimini incelemiştir.

Soğuk zincir boyunca bozulabilir gıdaların sıcaklığını izleyen saha çalışmaları, özellikle Fransa, Almanya, ABD ve Kanada'da gibi gelişmiş ülkelerde gerçekleştirilmiştir. Gelişmekte olan ülkelerde ise eşdeğer çalışmalar azdır (Mercier vd., 2017 : 656). Bu ülkelerde soğutma ekipmanlarının yüksek sermaye ve işletme maliyetleri gerektirmesi ve bazı durumlarda güvenilir elektrik kaynaklarının bulunmaması sektörün olması gerekenden az gelişmesine sebep olmuştur. Bu durum yapılan yayınların coğrafi dağılımı ile de kendini göstermektedir.

Soğuk zincir lojistiğine konu olan ürünler genellikle hızla tüketime giden gıda ürünleridir. Bu nedenle zincirin başladığı ilk aşamadan itibaren ürün ömrü uzun olmayabilmektedir. Fakat bazı tarım ürünleri yılın çok kısa bir döneminde hasat edilmesine rağmen yıl boyu talep edilmekte ve kullanılmaktadır. Tüketicilere dondurulmuş olarak sunulan bazı ürünler içinde aynı durum geçerlidir. Bu nedenle soğuk zincir alanında yapılan çalışmalarda, stok yönetimi ve soğuk zincire bütünsel açıdan yaklaşan çalışmalar eksik kalmaktadır. Ayrıca soğuk zincir; lojistik uygulamalar arasında önemli bir yere sahip olmasına karşılık ülkemiz literatüründe yapılan çalışmaların sayısı oldukça azdır. Türkiye'nin ihracatında önemli bir paya sahip olan gıda ve tarım ürünleri büyük oranda soğuk zincire ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle konuyla ilgili olarak gelecekte yapılacak olan akademik çalışmalar hem büyük bir boşluğu dolduracak hem de özel sektörün kullanımı için faydalı olabilecektir.

2. Dünyada Soğuk Zincir Lojistiği Uygulamaları

Ürünlerin ihtiyaç duyduğu lojistik süreçlerin uzunluğu üretim ve talep noktaları arasındaki mesafe ile ilgilidir. Bu durum tüm ürünler için geçerli olduğu gibi soğuk zincire ihtiyaç duyan ürünler için de geçerlidir. Türkiye'nin bulunduğu coğrafya ve sahip olduğu tarım sektörünün bir çıktısı olarak tüketimdeki birçok ürün grubu için ihtiyaç duyulan zincirin dünyadaki örnekleri kadar uzun olmadığı söylenebilir. Dünya üzerinde yönetilen soğuk zincirlerde, üretim veya toplanma aşamasındaki gıdaların zarar görmesi kritik bir durumdur. Üretim merkezlerinden ürünlerin toplanıp farklı bölge ve ülkelerdeki birçok perakendeciye ulaştırılması sürecinde ürünlerin hasar yarıçapı da genişleyebilir. Bununla birlikte, bir gıda üreticisinin sistemindeki başarısızlıklar birçok kişiye zarar verebilir. Kısacası gıda lojistiği başlı başına yönetmesi zor bir alandır. Bu duruma bir de nakliye sırasında sıcaklık değişimlerinin taşınan ürünler üzerine önemli olumsuz etkileri eklendiğinde durum olduğundan daha karmaşık bir hale gelmektedir (Bogataj vd., 2005 : 349). Sahip oldukları tarım alanlarının sahip oldukları nüfusa yetmediği; Kanada gibi ülkeler için soğuk zincir lojistiği kritik öneme sahiptir. Aynı durum tarım ihracatçısı ülkelerin ürünlerini farklı pazarlara ulaştırıp yeni müşterilere ulaşması açısından da değerlendirilmelidir.

Soğutma, gıda güvenliği ile ilgili olduğu kadar gıda atıkları ile de yakından ilişkilidir. Meyveler, sebzeler, süt ürünleri, etler ve balık ürünleri de dâhil olmak üzere bozulabilir gıdaların tüm tedarik zinciri boyunca soğutulmuş veya dondurulmuş halde tutulması gerekir. Hasat edilen ürünlerin kendi iç sıcaklığının kontrollü bir şekilde düşürülmesi için ilk etapta ön soğutma işleminin uygulanması gerekir. Ön soğutma ürünün hasat edildiği anda sahip olduğu sıcaklığın kontrollü bir şekilde azaltılmasıdır. Bu kontrollü azalış sonraki aşamalarda ürünün soğutulmasında gerekli olacak enerjiden tasarruf edilmesine de imkân sağlamaktadır. Ayrıca ön soğutma işlemine tabi tutulmuş ürünlerin raf ömrü uzamakta ve sahip olduğu besin değerleri korunmaktadır (Nunes vd., 2014:482). Yetersiz soğutma nedeniyle bozulabilir gıdaları istenen sıcaklık aralığında tutmamak, gıdalar üzerinde çeşitli mikroorganizmalarının büyümesine neden olabilir ve ürünü tüketilemez hale getirebilir. Daha kötü durumlarda ise; güvenlik riski bilinmediği veya bildirilmediğinde, gıdanın tüketilmesi halinde önemli bir toplumsal maliyeti olacak olan gıda kaynaklı hastalıklar da ortaya çıkabilir (Mercier vd., 2017 : 663).

Gıda ürünlerinin özel durumları nedeniyle ihtiyaç duyulan sistemlerin karmaşıklığı artmaktadır. Bunlar arasında, ürünlerin ambalajlama ve nakliye gereksinimlerinin birbirlerinden farklı olması, nakliye hacimlerindeki çeşitlilik, mevsimsel değişikliklere göre özel uygulamalar, gıda bileşikleri, ambalajlama ve ekipmanlar arasındaki etkileşim sayılabilir (Luning ve Marcelis, 2006:161). Bu nedenle, gıda tedarik zincirleri ve özellikle soğuk zincirler kritik ve karmaşık sistemler olarak düşünülmelidir. Yine de ürünlerin zincir içerisinde zarar görmesinin tek sorumlusu olarak lojistik sektörü değerlendirilmemelidir. Çoğu zaman ürünlerin topraktan tüketiciye ulaşana kadar geçirdiği birçok aşamada bazı olumsuzluklar meydana gelebilmektedir. Ayrıca bu aşamalar farklı ülkelerde farklı oranlarda olmaktadır. Örneğin, gelişmiş ülkelerde işleme ve ambalajlamadaki meyve ve sebze kayıpları % 2 seviyesinde gerçekleşirken, Asya veya Afrika'daki gelişmekte olan ülkelerde, bu oran yaklaşık% 20-25 civarına çıkabilmektedir (Gustavsson vd., 2011: 4). Tablo 1'de dünya genelinde ürün kayıplarının farklı aşamalarda ne oranlarda gerçekleştiği gösterilmektedir.

Tablo 1:Üretimden Tüketim Noktasına Meyve ve Sebzelere Küresel Ortalama Kayıpları

Tarımsal üretim	Hasat sonrası taşıma ve depolama	İşleme ve paketleme	Dağıtım	Tüketim
10-20%	4-10%	2-25%	8-17%	5-28%

Kaynak: (Gustavsson vd., 2011)

Uluslararası lojistikte kullanılan birçok taşıma aracı veya ünitesi farklı modifikasyonlar ve eklemeler sayesinde ısı kontrollü taşımalarda kullanılabilir. Karayolu taşımacılığında kullanılan TIR'lar, denizyolu taşımacılığında kullanılan konteynerler, demiryolunda vagonlar bazı eklemeler ile birlikte soğuk zincir lojistiğinde kullanılabilir. Ayrıca havayolu taşımacılığında uçak içi iklimlendirme sistemleri sayesinde uçak konteynerine yüklenmiş olan ürünler için de ısı kontrollü taşımacılık yapılmaktadır. Taşıma araçları veya ünitelerine yapılan bu eklemeler genelde aracın taşıma kapasitesinden belirli bir miktar azaltıyor olsa da bu kaçınılmaz bir durumdur. Taşıma araçları veya ünitelerinin yüklenmesi esnasında araç içindeki hava dolaşımı dikkat edilmesi gereken önemli bir konudur. Palet ve koliler soğutma tertibatını engellemeyecek şekilde araçların içine istiflenmeli ve araç içi yük dağılımı da hava dolaşımını engellemeyecek şekilde planlanmalıdır.

Karayolu, diğer taşımacılık türlerinden farklı olarak kapıdan kapıya teslim imkânı sunan bir taşımacılık türüdür. Karayolu bu özelliği nedeniyle işletmeler tarafından sıkça tercih edilmektedir. Özellikle soğuk zincir taşımacılığında ısı rejiminin bozulmadan çıkış ve varış noktaları arasında korunabilmesi açısından karayolu taşımacılığı üstün bir soğuk zincir çözümü sunmaktadır. İngiltere'de gıda taşımalarının %90'ından fazlası karayolu ile gerçekleştirilmektedir (Smith vd., 2005 : 24). Kapıdan kapıya teslim olanağı sunamayan denizyolu ve demiryolunda, karayolu taşımacılığı limanlara ulaşan yüklerin depolara taşınmasında tamamlayıcı bir tür olarak kullanılmaktadır. Ayrıca ülke içerisindeki soğuk zincir taşımalarında sahip olduğu uzun menzil imkânları sayesinde karayolu ile talep noktalarının tamamına ulaşım mümkün olmaktadır. Buna karşılık karayolu ile perakende noktalarına yapılan son taşımalar zincir içerisinde en pahalı, en az verimli ve havayı en çok kirleten bölümlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Boyer vd., 2009 : 185).

Havayolu taşımacılığı maliyetli bir taşımacılık şekli olsa da soğuk zincir lojistiğinde kullanılmaktadır. Hızlı bozulma özelliğine sahip ürünler için kıtalararası taşımalarda havayolu zorunlu bir seçenek haline gelmektedir. Fakat havayolu taşımacılığının yüksek çevresel etkileri ve maliyeti, soğuk zincir kullanımını sınırlandıran unsurlar arasındadır. 2005 yılında İngiltere'de yapılan bir çalışmaya göre gıdaların % 1'inden daha az bir kısmı hava yoluyla taşınmaktadır, fakat bu düşük orana rağmen süreçte oluşan CO₂ emisyonunun gıda taşımacılığı kaynaklı tüm emisyonların % 11'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir (Smith vd., 2005 : 29). Ürünlerin taşınması için havalimanlarına getirilmesi burada uçak konteynerlerine yüklenmesi ve diğer operasyonel süreçlerin tamamlanıp uçağın kalkmasına kadar geçen süreç ve uçağın varış havalimanında yüklerin boşaltılıp karayoluna

aktarılması bir bütün olarak değerlendirildiğinde havayolu operasyonlarının büyük bir kısmının aslında yerde gerçekleştiği görülmektedir. Singapur ve Dubai gibi bazı büyük hava taşımacılığı merkezlerinde, dış hava şartlarının ürünlerin ısı rejimini bozmaması için yeniden soğutma işlemi havalimanındaki ekipmanlar vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir (Ndraha vd., 2018 : 6). Bu nedenle havalimanlarında yer hizmeti veren işletmelerin kalite düzeyi soğuk zincirin kırılmaması için oldukça önemli olmaktadır.

Kargolar, havayolu konteynerleri veya dökme yük şeklinde uçaklara yüklenebilmektedir. Uçağın kargo ambarında ısı kontrolü sağlansa bile uzun uçuşlarda ve basıncın kontrol edilemediği durumlarda dökme olarak yüklenen kargolar bozulma tehlikesi ile karşı karşıya kalabilmektedir. Bu durumun önüne geçmek için bazı ürün gruplarında yalıtımlı ambalajlar kullanılmaktadır (Heap, 2006 : 11). Ayrıca, son yıllarda aktif sıcaklık kontrollü ULD'lerin² geliştirilmesi ve soğutma sistemlerindeki iyileştirmeler ile kesintisiz soğuk zincir yönetimi havayolu taşımacılığında mümkün hale gelmiştir (Baxter ve Kourousis, 2015 : 161).

Denizyolu uluslararası taşımalarda en sık kullanılan taşımacılık türüdür (Deniz Ticaret Odası 2019). Tek seferde diğer türlere göre daha fazla yük taşıma imkânı sunması, dünya genelindeki yaygın liman ağı ve gelişmiş gemi inşa ve limancılık teknolojileri sayesinde denizyolu taşımacılığı ekonomik bir taşımacılık türüdür. Denizyolu taşımacılığı, bu denli yoğun kullanılmasının bir sonucu olarak özellikle havayolu taşımacılığının ekonomik olmadığı güzergâhlar ve ürün gruplarında soğuk zincir taşımalarında tercih edilmektedir. Denizyolu taşımacılığında ürünlerin soğuk zincir taşımaları soğutuculu (reefer) konteynerler ile sağlanmaktadır. Elektrik veya dizel motora sahip bu konteynerler taşınan ürünleri önceden ayarlanan ısı derecelerinde tutarak muhafaza etmektedir. Nesnelere interneti sayesinde konteynerin içindeki sıcaklık değerleri anlık olarak takip edilebilmektedir. Ayrıca yapılan eklemelerle anlık sıcaklık takibine ek olarak konum, oksijen, karbondioksit ve nem takibi ile birlikte konteyner kapaklarının ne zaman açıldığı ve kapandığının da takibi mümkün olmaktadır (UNECE, 2018). Bazı durumlarda soğuk zincirin kırılması denizyolunda daha zor olabilmektedir. Örneğin Mai ve vd., denizyolu veya havayolu taşımacılığı kullanılarak İzlanda'dan İngiltere'ye ve Fransa'ya taşınan taze balıkların soğuk zincir boyunca sıcaklıklarını takip ettikleri çalışmalarında, sıcaklığın deniz taşımacılığı sırasında hava taşımacılığından daha istikrarlı kaldığını belirlemişlerdir. Çünkü soğutuculu konteynerler kullanılarak yapılan denizyolu taşıması, paletlerin yüksek ortam sıcaklıklarına maruz kalabileceği elleçleme operasyonlarının sayısını azaltmıştır. Soğutulmuş konteynerler doğrudan gemiden indirilip bir kamyonla aktarılabilirken, paletler uçaktan önce boşaltılmalı sonrasında ise soğutuculu araçlara yüklenmek durumunda kalmaktadır (Mai vd., 2012 : 631). Bu olay soğuk zincir yönetiminde bir intermodal taşımacılık örneği olarak da dikkate alınmalıdır.

Diğer taşımacılık modlarından farklı olarak demiryolu taşımacılığı soğuk zincir taşımalarında daha az kullanılmaktadır. Demiryolu ile kat edilebilecek mesafenin karayolu ile de gidilebilmesi ve demiryolu taşımacılığının kârlı gerçekleşebilmesi için kat edilmesi gereken mesafe kısıtlarının olması bu modu soğuk zincir lojistiğinde tercih edilebilir kılmamaktadır. Ayrıca demiryolu taşımacılığında kapıdan kapıya teslim imkânının kısıtlı olması, çıkış ve varış noktalarındaki yükleme ve boşaltma süreçlerinin ısı rejimini bozabilme ihtimali de bulunmaktadır. Yine de ısı kontrollü taşıma yapılabilmesi için dizayn edilmiş soğutuculu vagonlar olsa dahi demiryolunun zincir içerisinde kullanılması genellikle intermodal taşımacılık çözümlerinde görülmektedir.

Soğuk zincirin bir diğer ayağı ise depolama hizmetidir. Depolar tedarik zinciri içerisinde ürün taşıma hızının sifıra indiği ve ürünlerin ihtiyaç duyulan ana kadar bekletildiği yerlerdir. Gıda ve ilaç sektörü başta olmak üzere ısı kontrolüne ihtiyaç duyan ürünler için farklı ısı rejimlerinin sağlanabildiği depolarda soğuk zincir lojistiğinin bir diğer vazgeçilmez unsurudur. Hasat edilen tarım

² ULD (Unit Load Device): Havayolu taşımacılığında kullanılan yükleme ekipmanı-havayolu konteyneri

ürünleri bu andan itibaren soğutma işlemine tabi tutulabildiği gibi depo veya dağıtım merkezlerine ulaştıktan sonra da soğutmaya tabi tutulabilmektedirler. Yapılan çalışmalar gıda kalitesinin soğutma işleminin sürecin hangi aşamasında başladığına göre değişiklik gösterdiğini ortaya çıkartmıştır (Zhu vd., 2014 : 273). Ayrıca zincirin kırıldığı andan itibaren gıda ve ilaçlar üzerinde geri dönülemez hasarlar oluşabilmektedir. Anlık sıcaklık takibinin yapılmadığı zincirlerde kırılmanın yaşandığı andan itibaren ileri yönlü gerçekleşecek her akış, aslında gereksiz katlanmış bir maliyet anlamına gelir. Üretim, toplama, depolama, taşıma süreçlerinde olduğu kadar perakende noktalarında ürünlerin sergilendikleri; soğutma ekipmanlarında veya raflarda ürünlerin takibi de soğuk zincirin bir parçası olarak yönetilmelidir.

Soğuk zincire tabi ürünlerin paketlenmesi; genel kullanım için imal edilmiş paketleme ekipmanlarıyla yapıldığında yeteri kadar etkili olmamaktadır. Kuru standart yüklerin paketlenmesinde kullanılan ekipmanların yapısı ile ısı kontrollü taşımalarda kullanılan paketlerin yapısı birbirlerinden farklı olmalıdır. Bu paketlerin soğutulmuş havanın paketin içerisinde kolayca yayılabilecek şekilde tasarlanması gerekir. Zincir boyunca kullanılacak donanımların soğutmaya yatay ekseninde mi dikey ekseninde yapacağına dikkat ederek doğru paketleme ekipmanı kullanılmalıdır. Aksi durumda soğutma için kullanılacak olan enerji gereğinden fazla olmak durumunda kalacaktır (Defraeye vd., 2015 : 202). Soğuk zincirde kullanılacak olan paketleme ekipmanın doğru seçimi; sistemin bütünündeki enerji tüketiminin, ürün kalitesinin ve raf ömrünün üzerine doğrudan etki etmektedir.

Gıda taşımalarında ısı kontrolünün sağlanması kadar ürünlerin taşınması esnasında zarar görmemesi de önemli bir konudur. Bu nedenle taze sebze ve meyvelerin taşınmasında mukavemeti yüksek ve aynı zamanda havalandırılmalı kaplar tercih edilmektedir. Yapılan çalışmalar ürün soğutma hızının; paketin hava geçirgenliği ile bağlantılı olduğu gibi aynı zamanda ürün kalitesi ve raf ömrü üzerinde de etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca paketin havalandırılmalı olmasının sistemde kullanılan enerji tüketimini de azalttığına yönelik bulgular mevcuttur (Defraeye vd., 2015 : 206).

Bozulabilir gıdaların sıcaklığını gerçek zamanlı olarak ölçmek ve soğuk zincir yönetimini buna göre uyarlamak için kablosuz sıcaklık izleme teknolojilerinin uygulanması gıda israfını azaltmak için kullanılan bir yöntemdir (Mercier vd., 2017 : 648) . Kablosuz sıcaklık izleme teknolojileri, özellikle radyo frekanslı tanımlama (RFID) etiketleri, son yirmi yılda önemli ölçüde gelişmiş ve daha doğru, daha rahat ve daha düşük maliyetle kullanılabilir duruma gelmiştir (Ruiz-Altisent vd., 2010 : 186). Soğuk zincir yönetiminde sıcaklık izleme, raf ömrü görünürlüğü ve stok stratejisi, kaliteyi arttırıp, ekonomik kayıpları azaltmak için hem soğuk zincir yöneticileri hem de çalışanlar için önemli konulardır. Bu amaçla soğuk zincirin her aşaması için sensörler ile sıcaklığın devamlı olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu sayede anlık veri paylaşımı sayesinde ürünlerin raf ömrü hesaplanabilir ve işletmeler kendilerine uygun depolama ve nakliye kararlarını alabilirler (Qi vd., 2014 : 23).

Soğuk zincir lojistiğinin önemli bir uygulama alanı ise aşı ve ilaç lojistiğidir. İlaçlar özel ürünlerdir ve lojistik süreçleri genel lojistikten oldukça farklıdır. İlaçların soğuk zincir lojistiği sürecindeki herhangi bir yanlış işlem, ilaçların kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir ve ilaç kullanımının güvenliğini tehlikeye atabilir. Çoklu ve küçük partilerle sevkiyat, kesin zamanlama gereksinimi, yüksek işletme maliyetleri, soğuk zincirdeki tüm bağlantıların yüksek koordinasyonu, öngörülemezlik, ticari işletmelerin sıkı yeterlilik muayeneleri, ilaç kalite standartları için yüksek gereksinimler ve süreç takibinin zorluğu soğuk zincir lojistiğini diğer lojistik süreçlerden ayıran temel farklılıklardır (Wen vd., 2019).

Aşı soğuk zincir yönetiminde parti ve teslimatlar daha küçük miktarlarda olmaktadır. Ayrıca aşı lojistiğinde tercih edilen ısı genelde 2°C ile 8°C aralığındadır. Aşının soğuk zincir yönetimi ise üretim merkezinde başlayıp, aşının uygulanacağı noktada sona ermektedir. Aşıların temel soğuk zincir ekipmanları; aşıları saklamak için bir buzdolabı, günlük sıcaklık okumasını kaydetmek için dijital, elektronik veya civalı termometre, aşıları taşımak ve saklamak için soğuk kutular ve aşıları serin tutmak için buz paketleridir. Ayrıca soğuk kutuları kullanırken buz paketlerini aşılarından ayıran

malzemelerde kullanılmaktadır (Centers for Disease Control and Prevention, 2003). Aşilar da ısı rejimi içine yerleştirildikleri ekipmanlar ile kontrol altında tutulmaktadır. Bu ekipmanlar standart bir taşıma aracı ile varış noktasına taşınmaktadırlar. Aşı veya ilacın ısı rejiminin bozulmaması için yapılması planlanan taşımanın süresi doğru hesaplanmalı ve ekipmanların seçimi bu süreye göre gerçekleştirilmelidir.

3. Türkiye’de Soğuk Zincir Lojistiği

Türkiye’de lojistik sektörü son yıllarda hızlı bir büyüme yaşamaktadır. Her geçen yıl artan dış ticaret rakamları ve buna paralel olarak sektörde faaliyet gösteren işletmelerin artan yatırımları ile birlikte Ulaştırma ve Depolama Sektörü hizmet sektörü içerisinde ciroda en çok payı alan sektör durumundadır (TÜİK, 2020). Özellikle artan gıda ihracatı sayesinde işletmelerin soğuk zincir yatırımları da artış göstermektedir. Ülkemizde soğuk zincir lojistiğinin uygulamaları gıda sektörü başta olmak üzere ilaç ve aşı lojistiğinde görülmektedir. Tarımın ülke ekonomisinde büyük bir yer tutması ve yoğun nüfus, gıda taşımalarına sebep olan başlıca etmenlerdir. 2020 yılının 11 aylık verilerine göre Türkiye 18,55 milyar dolarlık tarım ihracatı gerçekleştirirken ithalat ise 14,3 milyar dolar düzeyinde gerçekleşmiştir. Tarım ürünlerinin ticareti ise en çok; Irak, Rusya ve Almanya ülkeleri ile gerçekleşmiştir (TGDF, 2020). Tarım ürünlerinin Soğuk zincir lojistiği gıda güvenliği ve gıdanın israfının önlenmesi için de önemli olan bir konudur. Hasattan sofraya ulaşana kadar tarım ürünleri, hayvansal ürünler, et ve süt ürünleri zincirin tüm aşamalarında çeşitli kayıplara uğrayabilmektedir. Bu kayıpların Türkiye için değerinin yılda 214 milyar lirayı bulduğu tahmin edilmektedir (Dünya Gazetesi, 2018). Sadece yaş sebze ve meyve de ise yılda 20 milyar liralık kayıp gerçekleşmektedir. Kayıpların büyük bir kısmı üretim ve tüketim aşamasında gerçekleşiyor olsa da yapılan değerlendirmeler lojistik süreçlerde bu kayıpların %10’unun gerçekleştiği yönündedir (Eldener, 2019).

Soğuk zincirin verimliliği ülkeler arasında önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Gelişmekte olan ülkelerin çoğunda, bozulabilir ürünlerin korunması için uygulanan soğutma seviyesi, uygun soğutma ekipmanı, güvenilir elektrik kaynakları, soğutma ile ilişkili yüksek enerji maliyeti ve yetersiz farkındalık nedeniyle gelişmiş ülkelerde uygulanan seviyeden daha düşüktür (Kennedy vd., 2004 : 39). Özellikle gıda alanında soğuk zincir yönetimi birçok paydaşa sahiptir. Üreticiler, araçlar, haller, taşıyıcılar, marketler, restoranlar ve nihayetinde son tüketiciler zincirin halkalarını oluşturmaktadır. Soğuk zincirin toplum ve insan sağlığı için de sahip olduğu önem dikkate alındığında tüm paydaşların bilinçli ve donanımlı olması gerekmektedir. Türkiye’de soğuk zincir uygulamalarında eksiklikler olsa da; *Bozulabilir Gıda Maddelerinin Uluslararası Taşımacılığı ve Taşımalarında Özel Araçların Kullanımı (ATP) Antlaşması*’na 2012 yılında taraf olmuştur. Antlaşmanın tüm hükümlerinin ülke kanun ve mevzuatlarına aktarımı henüz tam olarak gerçekleşmemekle birlikte özellikle gıda taşımalarında kullanılan araçların sertifikalandırılması işlemi Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından gerçekleştirilmeye başlanmıştır (TSE, 2019). Gıda taşımaları ulusal ve uluslararası karayolu taşımalarında kullanılan soğutma üniteli araçlar ile gerçekleştirilmektedir. Ülke geneline yayılmış gelişmiş ve yeterli bir taşımacılık ağ ve alt yapısı bu taşımaların sorunsuz gerçekleşebilmesi için büyük öneme sahiptir (Gallao vd., 2017 : 11) Türkiye’nin ihracatında önemli bir yer tutan gıda ürünleri 2017 yılında 200’den fazla ülkeye taze veya dondurulmuş gıda şeklinde gönderilmiştir. Bu ihracatın büyük bir kısmı Avrupa Birliği ülkelerine olmakla birlikte 2019 yılında 17,96 milyar USD’nin üzerinde tarım ürünleri ihracatı gerçekleştirilmiştir (TGDF, 2020).

Son yıllarda gıda güvenliği bilincinin tüketicilerde oluşmaya başlaması gıdanın güvenilir kaynaklardan tedarik edilmesinin önünü açmıştır. Özellikle ülke genelinde faaliyette bulunan zincir marketler gerek gıda güvenliğini sağlamak gerekse de lojistik maliyetlerini doğru yönetebilmek için ürünleri kendi kurguladıkları dağıtım kanallarında ilk aşamadan itibaren soğuk zincir ile edinmek istemektedirler. Bu durum Türkiye’de lojistik sektöründe faaliyet gösteren ve belirli bir finansal olgunluğuna erişmiş işletmelerin depo ve araç yatırımlarında bulunarak bu alanda faaliyet

göstermelerinin önünü açmıştır (Altuntaş, 2019). Bu işletmeler, ayrıca işlenmiş ürünlerinde soğuk zincir süreçlerini yerine getirerek ülke genelinde geniş bayi ağlarına sahip olan farklı gıda zincirlerinin ürün taşımalarını da gerçekleştirmektedirler.

Son yıllarda artan gıda enflasyonunun azaltılmasına yönelik tedbirler kapsamında gıda ürünlerinin soğuk zincir ile taşınması bir zorunluluk haline gelmiştir. Özellikle yaz aylarında sıcaklığında etkisiyle hızlı bozulabilen yaş sebze ve meyvelerde kayıplar artmaktadır. Yılda üretilen 49 milyon ton sebze meyvenin %25-%40'ının yetersiz soğuk zincir süreçlerinden ötürü üretim, dağıtım ya da tüketim aşamasında kayba uğradığı tahmin edilmektedir (Dünya Gazetesi, 2018). Soğuk zincirin diğer bir önemli aşaması olan ısı kontrollü depolama hizmetinin önemi de sektörde faaliyet gösteren işletmeler tarafından son yıllarda daha fazla anlaşılmaktadır. Özellikle tarımsal üretimin yoğun olduğu bölgelerde özel sektör tarafından depo yatırımları gerçekleştirilmektedir. Hasat edilen ürünler toplanarak depolara getirilmekte ve burada ön soğutmaya tabi tutulduktan sonra sipariş anına kadar uygun şartlar altında depolanmaktadır.

Tarım ürünlerinin soğuk zincir ile taşınması ve depolanması için Gümrük ve Ticaret Bakanlığı tarafından; Sebze ve Meyvelerin Toptan ve Perakende Ticaretinde Uyulması Gereken Standart Uygulamalara İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğ 3 Ekim 2017 tarihinde resmi gazete de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir (Resmi Gazete, 2017). Tebliğin amacı üretim aşamasından başlayarak ürünlerin zincir marketlere gelene kadar geçeceği tüm aşamalarda uluslararası standartların uygulanarak gıda zayıatlarını en düşük seviyeye indirmektir. Tebliğ; meyve ve sebzeler için kullanılacak olan; ambalajların standartları, taşıma, depolama süreçlerinin özellikleri ve perakende satış noktalarında sergilenme sürecinde uyulması gereken kuralları içermektedir. Ancak lojistik sektörünün tebliğe uyumu için teşviklere gereksinimi bulunmaktadır.

4. Soğuk Zincir Lojistiğinde Karşılaşılan Problemler

En geniş bakış açısıyla soğuk zincir tarım ürünlerde hasat, et ve süt ürünlerinde ise işlenmeyle başlar ve tüketicilerin evindeki buzdolabına girene kadar devam eder. Ürünlerin bu yolculuğu esnasında uğrak yaptıkları; depolar, aktarma merkezleri, haller, satış noktaları gibi konumlarda ise hızları sifira iner. Soğuk zincirin kırılmaya en müsait olduğu zamanlar bu noktalar ile araçlar arasında aktarma yapılan anlardır. Zincir içerisinde bu noktaların sayısı ne kadar artarsa ürün özelliklerinin bozulma ihtimali de o denli artmaktadır. Birleşmiş Milletler her yıl insan tüketimi için üretilen tüm gıdaların yaklaşık 1/3'ünün boşa harcandığını tahmin etmektedir (Gustavsson vd., 2011 : 6). Gunders ve Bloom (2012) ise çalışmalarında bu oranın % 40'lara kadar ulaştığını belirtmişlerdir (Gunders ve Bloom, 2012).

Soğuk zincir tarım ürünlerinde ürünlerin hasat edilmeye başlandığı ilk noktadan itibaren kurulmalıdır. Süreç bu aşamadan başlatıldığında zincirde en çok karşılan sorunların başında ön soğutmanın yetersiz olması gelmektedir. Yapılan çalışmalar yetersiz ön soğutmanın palet içerisindeki ısının dengesiz dağılmasına sebep olduğu gibi, araç içinde paletler arasındaki ısı farkının tüm ürünlerin sıcaklık değerleri üzerinde olumsuz bir etkiye sebep olduğunu göstermiştir (Nunes vd., 2014 : 3). Ön soğutma daha önce değinildiği gibi ürünün kalitesi, raf ömrü ve besin değeri gibi birçok konuyla ilgili olmakla birlikte uygun soğutma altyapısı eksikliği veya enerjiye erişimdeki zorluklar nedeniyle bozulabilir gıdaların % 20'si kadarı süreç içerisinde kaybedilebilmektedir (Dupont, 2009).

Ürünlerin toplandııkları yerden araçlara, araçlardan depolara, depolardan yeniden araçlara ve perakende noktalarına ulaştırıldığında ise reyonlarına alınması esnasında ısı artışlarına maruz kalması soğuk zincirin bir diğer zorlayıcı sürecidir. Bu aktarımlar esnasında ürünlerin paletlenmiş veya kolilenmiş olsa dahi ısılarını hızlı bir şekilde kaybettikleri gözlemlenmiştir (McKellar vd., 2014 : 192). Ayrıca havayolu taşımacılığında yer operasyonlarının yapısından ötürü uçaklara kargoların yüklenmesi veya uçaklardan boşaltılması esnasında maruz kaldıkları ortam nedeniyle ısılarının hızlı bir şekilde arttığı da bilinmektedir (Shashi vd., 2018 : 813).

Soğuk zincir baştan sona doğru yönetilmesine karşılık perakende noktalarında yeterli önlemler alınmadığı takdirde ürün kayıpları yine de gerçekleşmektedir. Özellikle ürünlerin sergilendikleri alanlarda ısı değişimleri sürecin diğer aşamalarına oranla daha fazla olmaktadır. Marketlerin özellikle çilek gibi ürünlerde tüketicilerin alım dürtülerine hitap edebilmek amacıyla ısı kontrolünü arka plana attıkları gözlemlenmiştir (Pelletier vd., 2011 : 484). Zincirin neredeyse bu son aşamasında gerçekleşen fireler, doğrudan perakende satış fiyatlarına da olumsuz etki yapmaktadır.

Etkin bir soğuk zinciri yönetimindeki önemli zorluklardan biri, bozulabilir gıda ürünü kategorilerinin (süt, yumurta, meyve ve sebzeler, taze kesilmiş meyveler, taze kesilmiş sebzeler, et ve et ürünleri, deniz ürünleri ve balık) her birinin sahip olduğu farklı sıcaklık aralıkları gereksinimleridir (Mercier vd., 2017 : 649). Tek bir ürün grubunun taşınması esnasında doğru ısıyı sürecin başında ayarlayıp kontrol altında tutmak yeterli olmaktadır. Fakat taşımacılık operasyonlarında yaşanan asıl sorun ürünlerin bir market veya perakende noktasına birleştirilerek gönderildiği taşımalarda gerçekleşmektedir. Soğuk zincirde ürünlerin taşınması esnasında genelde farklı türde ürünlerden bir karışım yapılır. Ürünlerin teslim noktalarına göre yapılan bu birleştirmeler doğası gereği birden çok ürün çeşidini barındırır. Fakat ürünlerin bozulmadan taşınabilmeleri için ihtiyaç duyulan ısı rejimleri birbirinden farklıdır. Böyle bir karışım hazırlandığında araç iç ısısına nasıl karar verileceği veya araç içinde farklı ısı derecelerinin nasıl sağlanacağı önemli bir konudur. Farklı ısı rejimleri zaman-sıcaklık ölçümüne dayalı envanter yönetim sistemlerinin uygulanmasını çok daha karmaşık hale getirir. Bu heterojenlik nedeniyle, sıcaklık dağılımının uygun şekilde izlenmesi için çoklu sıcaklık sensörleri veya birleşik bir ölçüm modelleme yaklaşımı gereklidir (Jedermann vd., 2009 : 152). İşletmeler farklı ürün gruplarının yer aldığı bir araçta ısı tercihini genellikle en düşük ısıda taşınması gereken ürünler üzerinden yapmaktadır. Fakat ihtiyaç duyulan ısı rejimleri arasındaki fark arttıkça bu tercih ürünler için zararlı olabilmektedir.

Doğru yönetilmeyen bir soğuk zincirin ekonomik ve ekolojik etkileri sanılandan daha fazladır. ABD'de, gıda atıklarının yaklaşık % 12'sinin dağıtım sırasında, çoğunlukla uygunsuz soğutma nedeniyle meydana geldiği tahmin edilmektedir (Gunders ve Bloom, 2012). Gustavsson ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada meyve ve sebze tedarik zincirindeki hasat sonrası kayıp ve atıkların, tüketiciye ulaşmadan önce % 13'den % 38'e kadar çıkabildiğini göstermektedir (Gustavsson vd., 2011 : 6). Ürünlerde meydana gelen bu kayıpların ekonomilere etkisinin ABD'de 218 milyar dolar, Avrupa'da 143 milyar dolar ve Kanada'da 27 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir (Young, 2012). Buna rağmen gelişmiş ülkelerde kullanılan aynı soğutma seviyesinin gelişmekte olan ülkelere uygulanması halinde, yılda 200 milyon tondan fazla bozulabilir gıdanın kurtarılabilceği, böylelikle ülkelerin yaklaşık % 14 düzeyinde tasarruf edebileceği tahmin edilmektedir (Mercier vd., 2017 : 663).

Soğuk zincirde ısı kontrolünün sağlanması için standart lojistik operasyonlardan daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Soğuk zincir lojistiğinin yer küreye olan etkileri birçok çalışmaya konu olmuş olsa da küresel etkisi çoğu zaman göz ardı edilmektedir (Adekomaya vd., 2016 : 1362). Gıda ve Tarım Örgütü (FAO); gıda endüstrisinde tüketilen tüm enerjinin yaklaşık % 38'inin soğuk zincir süreçlerinde harcadığı belirtmektedir (FAO, 2011). Taşımacılık ve depolama kaynaklı karbon salınımları da düşünüldüğünde soğuk zincirde doğru planlanmadan atılan her adımın gıda endüstrisinin karbon ayak izini büyüttüğü bir gerçektir.

Soğuk zincir sistemlerinin kurulmasını zorlaştıran unsurların başında soğuk zincir yatırımlarının yüksek finansman gerektirmesi gelmektedir. Özellikle baştan sona ısı kontrollü olarak kurgulanan bir soğuk zincir yönetim sürecinin ilk yatırım maliyetleri yüksek düzeyde olmaktadır. Taşımacıya ek olarak farklı depolama sistemleri ve ekipmanları ile güncel teknolojilerin dahil edildiği sistemlerin ilk yatırım maliyetleri her ne kadar yüksek olsa da uzun dönemli getirileri sayesinde işletmeler için daha yüksek kârlılıklar mümkün olmaktadır (Wang ve Zhao, 2021 : 1075).

5. Türkiye Soğuk Zincir Lojistiğinin Swot Analizi

Türkiye her geçen yıl artan nüfusu, gıda üretimi ve ihracatı sayesinde kaynaklarını doğru kullanmak zorunda olan bir ülkedir. Gıda güvenliği ve gıda kalitesinin giderek daha önemli bir hale geldiği günümüzde soğuk zincir kullanımı bir zorunluluk haline almıştır. İlk üretim noktasından evlere ulaşana kadar gıda zincirinin doğru planlanması; ekonomik, çevresel, sosyal ve daha birçok alan ile yakından ilgilidir. Soğuk zincir lojistiği gündelik yaşamın bir parçası olarak görülmeli ve süreçleri; gıda, insan ve çevre odaklı yönetilmelidir. Bu nedenle ülkelerde soğuk zincirin yapısı analiz edilerek geliştirilmenin yolları aranmalıdır (Laguerre, 2013).

Türkiye için soğuk zincir lojistiğinin SWOT analizi ilgili kurumlar ve tüm paydaşlar nezdinde ortaya konarak daha iyiye ulaşmak için devamlı geliştirilmelidir. Bu çalışmada dünya üzerindeki soğuk zincir lojistiği uygulamalarına detaylı olarak yer verilmiş ve ülkemizdeki durumu üzerine değerlendirmeler yapılmıştır. Bu çalışmanın konusu olan Türkiye’de soğuk zincir lojistiğinin swot analizi, yazın taraması esas alınarak hazırlanmıştır. Çalışmanın devam eden bölümlerinde ilgili bölümlerden yapılan çıkarımlardan hareket ederek swot analizinin dört aşaması açıklanacaktır.

Güçlü Yönler

- Lojistik sektöründeki toplam cironun sürekli olarak büyümesi ve artan yatırımlar,
- Türkiye’nin konum itibarıyla yakın coğrafyasında bulunan ülkeler ile yoğun olarak gerçekleştirdiği gıda ürünleri ticareti,
- Son yıllarda hızla artan sertifikalı, iyi ve organik tarım çalışmaları ve üretimi (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020),
- Ülke geneline yayılan geniş taşımacılık ağı,
- Türkiye’nin uluslararası kural ve düzenlemelere taraf olması (ATP, ve HACCP),
- Gıda taşımalarında uluslararası standartlara uyumlaştırılmış araçlarla taşımaların gerçekleştiriliyor olması,
- Türkiye’nin birçok farklı ülkeye gıda taşıması gerçekleştiriyor olması,
- Gıda taşımacılığına yönelik yapılan ulusal düzenlemeler,
- Gıda sektörünün farklı kollarında faaliyet gösteren işletmelerin çatı derneklerinin bulunması (TGDF, 2020).

Zayıf Yönler

- Gıda ürünlerinin topraktan sofraya ulaşana kadar geçirdiği aşamalarda gıda kayıplarının yüksek olması,
- Soğutma ekipmanlarının yeterli seviyede olmaması,
- Soğutma için gereken enerjinin yüksek maliyetli olması,
- Kanun ve yönetmeliklerin uluslararası standartlarla henüz tam anlamıyla uyumlaştırılmamış olması,
- Mevcut düzenlemelerin tam olarak uygulanamaması,
- Paydaşların soğuk zincir farkındalıklarının yeterli seviyede olmaması,
- Sektördeki teknoloji yatırımlarının yeteri seviyede olmaması.

Fırsatlar

- Çevre ülkelere yapılan yoğun gıda ihracatı,
- Doğru yönetilen bir soğuk zincir sürecinin gıda enflasyonunu olan azaltıcı etkisi,
- Türkiye’nin dünya üzerindeki konumu sayesinde gıda talebinin yüksek olduğu ülke ve bölgelere yakın olması,
- Devlet politikaları ile tarımın desteklenmesi,
- Coğrafi koşulların bazı bölgelerde ısı kontrolü ve iklimlendirme sağlayabilen yer altı depolarını inşa edilebilme kapasitesi,
- Tarım-gıda alanındaki Ar-Ge çalışmalarının artması.

Tehditler

- Soğuk zincir yatırımlarının yüksek bütçeler gerektirmesi,
- İhracat pazarlarında yaşanabilecek olumsuzlukların sektöre hızla etki etmesi,
- Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin olumsuz etkileri,
- Toplam tarım ve kişi başına düşen tarım alanlarının her yıl giderek azalması (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017),
- Tarım-gıda alanındaki rakip ülkeler.

Sonuç ve Öneriler

Soğuk zincirin uygulama alanları tarım sektöründe daha yoğun olsa da dondurulmuş olarak satılan her ürün grubunda geçerlidir. Örneğin Norveç’in ünlü somon balığı dünyanın birçok farklı coğrafyasına dondurulmuş olarak ulaştırılmaktadır. Oslo Limanı’ndan şoklanmış balıkların konteynere doldurulup büyük limanlara taşınmadan önce ulaştığı aktarma limanında konteynerin güç kaynağına takılmayı unutulduğunu düşünün. Durum fark edildikten sonra büyük olasılıkla tüketilemeyecek duruma gelmiş olan balıklar tüm paydaşları etkileyecektir (Simpson vd., 2012). Balıkların bozulmasından doğan zarar, bozulmuş olan balıkların imhasının bedeli, göndericinin alamadığı ürün bedeli, liman işleticisi ve armatör arasında yaşanacak diyalog ve tüm bu süreçte taraflar arasında köprü vazifesi görecek olan taşıma işleri organizatörünün kaybedeceği zaman, sarf edeceği çaba ve tüm sürecin ekonomik bedeli... Anlaşıldığı üzere süreç içerisinde yapılacak en küçük hata zincirleme olarak tüm paydaşlar üzerinde olumsuz etkiye sebep olabilme kapasitesine sahiptir (Qin vd., 2019 : 3).

Soğuk zincirin bir diğer kullanım alanı olan aşı ve ilaç lojistiği de insan hayatı için kritik bir öneme sahiptir. İnsanlık tarihinde yer alan birçok ölümcül hastalık, bugün doğumdan itibaren insanların aşılmasından ötürü artık yerküre üzerinde ya görülmemekte ya da nadiren görülmektedir. Bu aşuların laboratuvar ortamından alınıp aşının yapıldığı sağlık kuruluşuna kadar ısı rejiminin korunarak ulaştırılması çok önemlidir. Zincir içerisinde ısı rejiminin kırılması aşının özelliğini yitirip etkisini kaybetmesine ve yıllar sonra toplumsal sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına sebep olabilir (Kartoğlu ve Miltien, 2014 : 849). Yine soğuk zincir ile hastalara ulaştırılması gereken ilaçlar ve organlar insan ve toplum sağlığı için büyük önem taşımaktadır. Görüldüğü gibi soğuk zincir lojistiğinin insan hayatı üzerine doğrudan ve dolaylı olarak birçok etkisi bulunmaktadır.

Çalışma ile birlikte açıkça görülmüştür ki soğuk zincir yönetimi teknoloji yoğun bir hizmet olduğu gibi farklı çalışma alanları ile de iç içedir. Bu durum yapılan akademik çalışmaların gıda başta olmak üzere birçok alanla birlikte ortaya konmasını sağlamıştır. Çalışmalar ağırlıklı olarak gelişmiş ülkelerde ortaya çıkarken Türkiye’de gerek akademik literatürde, gerekse de saha uygulamalarında birçok eksiklik bulunmaktadır. Buna rağmen ülkemizin sahip olduğu potansiyel ise oldukça fazladır. Soğuk zincirin tarımdan sofraya gelene kadar her aşamasında derinlemesine çalışmalar yapmak mümkündür. Yapılacak çalışmalar ile soğuk zincir sektörünün gelişmesi sağlandığında önlenecek olan gıda atıkları ve yaratılacak katma değer ülke ekonomisine büyük katkıları olacaktır (Rauth vd., 2019).

Türkiye için yapılan SWOT analizi göstermiştir ki Türkiye’de soğuk zincir uygulamaları henüz gereken düzeye erişememiştir. Türkiye konuyla ilgili uluslararası anlaşmalara taraf olmuş fakat tam uyum sürecini henüz tamamlayamamıştır. Bu durum ürünlerde topraktan sofraya ulaşana kadarki süreçte yoğun kayıplara neden olmaktadır. Yine de var olan lojistik alt yapının şu anki düzeyi ve gelişime açık lojistik sektörü birer fırsat olarak değerlendirilmiştir. Türkiye başta yakın coğrafyasındaki ülkeler olmak üzere dünyanın birçok bölgesindeki ülke ile gıda ticareti yapmaktadır. Soğuk zincir süreçlerinde yapılacak iyileştirmeler gelecekte Türkiye’nin bu alanda daha rekabetçi bir konuma yükselmesini sağlayacaktır.

Soğuk zincir konuyla ilgilenen araştırmacılar için geniş bir çalışma alanı sunmaktadır. Özellikle gıda alanında her bir ürünün birbirinden farklı özellikler barındırmasından ötürü ürün bazlı olarak çalışmalar gerçekleştirilebilir. Ürünlerin ön soğutma özellikleri, ambalaj ve taşıma

gereksinimleri, perakende noktalarında sergilenme süreçleri ayrı ayrı çalışmalara konu olabilir. Taşıma araçlarının özellikleri, güncel teknolojiler, taşıma esnasındaki sıcaklık takibine yönelik kullanılan teknolojiler de farklı çalışmaların konusu olabilir (Óskarsdóttir ve Oddsson 2019 : 156). Soğuk zincirin ekonomik ve çevreyle ilgili etkilerinin ölçülmesi ve gıda ürünlerinin taşınmasına yönelik ulusal ve uluslararası konvansiyon ve kanunlar da çalışmalarda ele alınabilecek konulardır. Soğuk zincirde karbon emisyonunun azaltılmasına yönelik teknolojiler, araç rotalama problemleri, depo yönetimi çözümleri üzerine çalışılabilecek güncel konulardır. Ayrıca aşı ve ilaç lojistiği de detaylarına inildiğinde çeşitli araştırmaların yapılabileceği geniş ve henüz tam anlamıyla keşfedilmemiş bir çalışma alanıdır (Kartoğlu ve Milstien, 2014 : 847). 2020 yılında tüm dünyayı etkisi altına alan ve etkileri 2021 yılında da devam eden Covid-19 virüsü bazı sektörlerin insanlık için ne kadar kritik öneme sahip olduğunu anlaşılmasını sağlamıştır. Lojistik ve gıda bu sektörlerin başında gelmektedir. Soğuk zincir lojistiği ise her iki alanı da kapsayan ve gelecekte üzerinde daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulacak özel bir alandır.

Kaynakça

Adekomaya, Oludaisi - Tamba, Jamiru - Rotimi, Sadiku - Zhongjie, Huan, (2016), “Sustaining The Shelf Life of Fresh Food in Cold Chain - A Burden on the Environment”, **Alexandria Engineering Journal**, 55(2), s.1359–65.

Al Theeb, Nader - Smadi, Hazem - Al-Hawari, Tarek - Aljarrah, Manar, (2020), Optimization of Vehicle Routing with Inventory Allocation Problems in Cold Supply Chain Logistics, **Computers & Industrial Engineering**, 142, 106341.

Altuntaş, Mehmet (2019), "Türkiye’de Soğuk Zincir Lojistiği", <http://www.lojistikhatti.com/haber/2019/07/turkiyede-soguk-zincir-lojistigi> (Erişim Tarihi: 13.05.2020).

Arduino, Giulia - David Carrillo Murillo - Francesco Parola (2015), “Refrigerated Container Versus Bulk: Evidence from the Banana Cold Chain”, **Maritime Policy and Management**, 42(3), s. 228–245.

Aung, Myo Min - Chang, Yoon. Seok (2014). Temperature Management for The Quality Assurance of a Perishable Food Supply Chain. **Food Control**, 40, s. 198-207.

Baxter, Glenn, ve Kyriakos, Kourousis (2015), “Temperature Controlled Aircraft Unit Load Devices: The Technological Response to Growing Global Air Cargo Cool Chain Requirements”, **Journal of Technology Management and Innovation**, 10(1), s. 157-172.

Bogataj, Marija - Bogataj, Ludvik - Vodopivec, Robert (2005), “Stability of Perishable Goods in Cold Logistic Chains”, **International Journal of Production Economics**, 93, s. 345-356.

Boyer, Kenneth K - Prud’homme, Andrea M. - Chung, Wenming (2009), “The Last Mile Challenge: Evaluating The Effects of Customer Density and Delivery Window Patterns”, **Journal of Business Logistics**, 30(1), s. 185-201.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2017), **Kişi Başına Tarım Alanı**, (Erişim Tarihi: 20.01.2020).

C. McKellara Robin - LeBlanc Denyse I. - Rodríguez Fernando Pérez - Delaquis Pascal (2014), “Comparative simulation of Escherichia coli O157:H7 behaviour in packaged fresh-cut lettuce distributed in a typical Canadian supply chain in the summer and winter”, **Food Control**, 35(1), s. 192-199.

Calanche, J. - Samayoa S. - Alonso, V. - Provincial L. - Roncalés P. - Beltrán, J. A. (2013), “Assessing the Effectiveness of a Cold Chain For Fresh Fish Salmon (*Salmo Salar*) and Sardine (*Sardina Pilchardus*) in a Food Processing Plant”, **Food Control**, 33(1), s.126–135.

Centers for Disease Control and Prevention, (2003), “Guidelines for Maintaining and Managing The Vaccine Cold Chain”, **Morbidity and Mortality Weekly Report**,

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14574279> (Erişim Tarihi: 11.05.2020).

Chen, Yu Yi - Yao, Jen Wang - Jinn, Ke Jan (2014), "A Novel Deployment of Smart Cold Chain System Using 2G-RFID-Sys", **Journal of Food Engineering**, 141, s. 113–121.

Defraeye, Thijs - Cronjé, Paul - Berry, Tarl - Opara, Umezurike Linus - East, Andrew - Hertog, Maarten - Verboven, Pieter - Bart, Nicolai (2015), "Towards Integrated Performance Evaluation of Future Packaging for Fresh Produce in The Cold Chain", **Trends in Food Science and Technology**, 44(2), s. 201–25.

Deniz Ticaret Odası, (2019), "Denizcilik Sektör Raporu", https://www.denizticaretodasi.org.tr/Media/SharedDocuments/sektorraporu/2019_sektor_tr.pdf (Erişim Tarihi: 06.05.2020).

Dünya Gazetesi, (2018), "Her yıl 214 milyar liralık gıda çöpe gidiyor", (<https://www.dunya.com/iyilik-saglik/her-yil-214-milyar-liralik-gida-cope-gidiyor-haberi-431220>) (Erişim Tarihi: 11.05.2020).

Eldener, Emre (2019), "Gıda ve Soğuk Zincir Lojistiği İçin Eğitime Yatırım Şart". <https://www.utikad.org.tr/Detay/Sektor-Haberleri/25410/gida-ve-soguk-zincir-lojistigi-icin-egitime-yatirim-sart> (Erişim Tarihi: 12.05.2020).

Food and Agriculture Organization, (2011). "Energy-smart" Food for People and Climate: Issue Paper, **Food and Agriculture Organization of the United Nations**.

Gallo, Andrea - Accorsi, Riccardo - Baruffaldi, Giulia - Manzini, Riccardo, (2017), Designing Sustainable Cold Chains for Long-Range Food Distribution: Energy-Effective Corridors on the Silk Road Belt. **Sustainability**, 9(11), 2044.

Gunders, Dana ve Bloom, Jonathan (2017), "Wasted: How America is losing up to 40 percent of its food from farm to fork to landfill".

Güngör, Şenay, ve Uysal, Ahmet (2017), "Postyapısalcı Coğrafyalarda İlişkisel Bir Mekân Olarak Nevşehir'in Kavak Beldesi'ndeki Doğal Soğuk Hava Depoları". **Marmara Coğrafya Dergisi**, (36), s. 218-231.

Gupta, Vishal Kumar - Chaudhuri, Atanu ve Tiwari - Manoj Kumar. (2019), Modeling for Deployment of Digital Technologies in The Cold Chain. **IFAC-Papers OnLine**, 52(13), s. 1192-1197.

Gustavsson, Jenny - Cederberg, Christel - Sonesson, Ulf - Emanuelsson, Andreas (2013), The Methodology of the FAO Study: Global Food Losses and Food Waste-extent, Causes and Prevention"- **FAO**, 2011.

Hariga, Moncer - As' ad, Rami - Shamayleh, Abdulrahim (2017), "Integrated Economic and Environmental Models for a Multi Stage Cold Supply Chain Under Carbon Tax Regulation", **Journal of Cleaner Production**, 166, s. 1357–1371.

Heap, R. D. (2006), "Cold Chain Performance Issues Now and in the Future", **Bulletin of the IIR**, 4.

Hoang, H. M. - Brown, T. - Indergard, E. - Leducq, D. - Alvarez, G. (2016), "Life Cycle Assessment of Salmon Cold Chains: Comparison Between Chilling and Superchilling Technologies". **Journal of Cleaner Production**, 126, s. 363–372.

Jedermann, Reiner - Ruiz-Garcia, Luis - Lang, Walter (2009), "Spatial Temperature Profiling by Semi-Passive RFID Loggers for Perishable Food Transportation". **Computers and Electronics in Agriculture**, 65(2), s. 145-154.

Simon Jol - Kassianenko Alex - Wszol Kazimierz - Oggel Jan, (2007), "The Cold Chain, One Link in Canada's Food Safety Initiatives", **Food Control**, 18(6), s. 713-715.

Kartoglu, Ümit ve Milstien, Julie (2014), Tools and Approaches to Ensure Quality of Vaccines throughout the Cold Chain, **Expert Review of Vaccines**, 13(7), s. 843-854.

Kennedy Gina - Nantel Guy - Shetty Prakash, (2004), "Globalization of food systems in developing countries: a synthesis of country case studies." **Globalization of Food Systems in Developing Countries: Impact on Food Security and Nutrition**, 83 (1), s. 1-26

Korucuk, Selçuk. (2018), "Soğuk Zincir Taşımacılığı Yapan İşletmelerde 3pl Firma Seçimi: İstanbul Örneği", **İğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 16, s. 341-365.

Laguerre, O. - Hoang, H. M. - Flick, D. (2013), "Experimental Investigation and Modelling in The Food Cold Chain: Thermal and Quality Evolution", **Trends in Food Science & Technology**, 29(2), s. 87-97.

Luning, Pieternel ve Marcelis, Willem (2006), "A Techno-Managerial Approach in Food Quality Management Research", **Trends in Food Science and Technology**, 17(7), 378-385.

Mai Nga Thi Tuyet - Margeirsson Björn - Margeirsson Sveinn - Bogason Sigurdur Grétar - Sigurgísladóttir Sjöfn - Arason Sigurjón, (2012), "Temperature mapping of fresh fish supply chains-air and sea transport". **Journal of Food Process Engineering**, 35(4), 622-656.

Meneghetti, Antonella, ve Monti, Luca (2015), "Greening the food supply chain: An optimisation model for sustainable design of refrigerated automated warehouses", **International Journal of Production Research**, 53(21), s. 6567-6587.

Mercier Samuel - Villeneuve Sebastien - Mondor Martin - Uysal Ismail, (2017), "Time-Temperature Management Along the Food Cold Chain: A Review of Recent Developments", **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 16(4) s.647-667.

Ndraha Nodali - Hsiao, Hsin I - Vlajic Jelena - Yang Ming Feng - Lin Hong Ting Victor, (2018) "Time-Temperature Abuse in The Food Cold Chain: Review of Issues, Challenges, and Recommendations", **Food Control**, 89, s.12-21.

Ndraha Nodali - Sung Wen Chieh - Hsiao Hsin I. (2019), "Evaluation of the cold chain management options to preserve the shelf life of frozen shrimps: A case study in the home delivery services in Taiwan", **Journal of Food Engineering**, 242, s. 21-30.

Nunes M. Cecilia do Nascimento - Nicometo Mike - Emond Jean Pierre - Melis Ricardo Badia - Uysal İsmail, (2014), Improvement in Fresh Fruit and Vegetable Logistics Quality: Berry Logistics Field Studies, **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, 372(2017), 20130307.

Óskarsdóttir, Kristin, ve Oddsson, Gudmundur Valur (2019), Towards a Decision Support Framework for Technologies used in Cold Supply Chain Traceability, **Journal of Food Engineering**, 240, s. 153-159.

Pelletier, William - Brecht Jeffrey K. - do Nascimento Nunes Maria Cecilia - ve Émond Jean Pierre (2011), "Quality of Strawberries Shipped by Truck from California to Florida as Influenced by Postharvest Temperature Management Practices", **Hort Technology**, 21(4), s. 482-493.

Qi, Lin - Xu Mark - Fu Zetian - Mira Trebar - Zhang Xiaoshuan, (2014), "C2SLDS: A WSN-based perishable food shelf-life prediction and LSFO strategy decision support system in cold chain logistics" **Food Control**, 38(1) s. 19-29.

Qin, Gaoyuan - Tao, Fengming - Li, Lixia (2019), A Vehicle Routing Optimization Problem for Cold Chain Logistics Considering Customer Satisfaction and Carbon Emissions, **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 16(4), 576.

Raut, Rakesh - Gardas, B. Bhaskar - Narwane, S. Vaibhav - Narkhede, Balkrishna (2019), Improvement in the Food Losses in Fruits and Vegetable Supply Chain - Perspective of Cold Third-

Party Logistics Approach, **Operations Research Perspectives**, 6, 100117.

RESMÎ GAZETE, (2017), “Sebze ve Meyvelerin Toptan ve Perakende Ticaretinde Uyulması Gereken Standart Uygulamalara İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğ”, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/10/20171003-9.htm> (Erişim Tarihi: 14.05.2020)

Ruiz-Altisent M. - Ruiz-Garcia L. - Moreda G. P. - Lu Renfu - Hernandez Sanchez N. - Correa E. C. - Diezma B. - Nicolai B. - Garcia-Ramos J., (2010), “Sensors for Product Characterization and Quality of Specialty Crops-a Review”, **Computers and Electronics in Agriculture**, 74(2), s. 176-194.

Shashi - Cerchione, Roberto - Singh Rajwinder - Centobelli Piera - Amir Shabani, (2018), “Food Cold Chain Management: From a Structured Literature Review to a Conceptual Framework and Research Agenda”, **International Journal of Logistics Management**, 29(3) s. 792–821.

Shih Chih Wen ve Chih Hsuan Wang (2016), “Integrating Wireless Sensor Networks with Statistical Quality Control to Develop a Cold Chain System in Food Industries”, **Computer Standards and Interfaces**, 45, s. 62–78.

Simpson, R. - Almonacid S. - Nuñez H. - Pinto M. - Abakarov A. - Teixeira A., (2012), “Time-Temperature Indicator to Monitor Cold Chain Distribution of Fresh Salmon (Salmo Salar)”, **Journal of Food Process Engineering**, 35(5) s. 742–50.

Smith Alison - Watkiss Paul - Tweddle Geoff - McKinnon Alan - Browne Mike - Hunt Alistair - Treleven Colin - Nash Chris - Cross Sam (2005), “The Validity of Food Miles as an Indicator of Sustainable Development: Final report”, http://library.uniteddiversity.coop/Food/DEFRA_Food_Miles_Report.pdf (Erişim Tarihi: 27.04.2020).

Tarım ve Orman Bakanlığı, (2020), İstatistikler <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler>, (Erişim Tarihi 20/01/2020).

TÜİK, (2020), <https://data.tuik.gov.tr/>, (Erişim Tarihi 20/01/2020)

TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, (2019), “Bozulabilir Gıda Maddelerinin Uluslararası Taşımacılığı ve Bu Taşımacılık Faaliyetinde Kullanılacak Özel Ekipmana İlişkin Anlaşma (Atp) Kapsamında Yapılan Faaliyetlerin Usul ve Esasları”, <https://statik.tse.org.tr/upload/tr/dosya/icerikyonetimi/7815/27082019122502-2.pdf> (Erişim Tarihi: 12.05.2020)

Türkiye Gıda ve İçecek Sanayii Dernekleri Federasyonu, (2020), “**Türkiye Gıda ve İçecek Sektörleri Dış Ticaret Verileri**”, İstanbul, <https://www.tgdf.org.tr/turkiye-gida-ve-icecek-sektorleri-dis-ticaret-verileri> (Erişim Tarihi: 13.05.2020)

Thakur, Maitri ve Eskil, Forâs (2015), “EPCIS Based Online Temperature Monitoring and Traceability in a Cold Meat Chain”, **Computers and Electronics in Agriculture**, 117, s. 22–30.

United Nations Economic Commission for Europe, (2018), IoT and Blockchain Combined Impact on Trade and Supply Chains, https://www.unece.org/fileadmin/DAM/cefact/cf_forums/2018_Geneva/PPTs/IoT_PPTs/13_-_Ravi_Shankar_-_UN-CEFACT-IoT_and_Blockchain.pdf (Erişim Tarihi: 06.05.2020)

Wang, Min ve Zhao, Lindu (2021), Cold Chain Investment and Pricing Decisions in a Fresh Food Supply Chain, **International Transactions in Operational Research**, 28(2), s. 1074-1097.

Wang, Songyi - Tao Fengming - Shi Yuhe, (2018), “Optimization of Location–Routing Problem for Coldchain Logistics Considering Carbon Footprint”, **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 15(1), 86.

Wen, Zhi - Liao Huchang - Ren Ruxue - Bai Chunguang - Zavadskas Edmundas Kazimieras - Antucheviciene Jurgita - Al-Barakati Abdullah, (2019), “Cold Chain Logistics Management of Medicine with an Integrated Multi-Criteria Decision-Making Method”, **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 16(23), 4843.

Xiao, Xinqing - Fu Zetian - Zhu Zhiqiang - Zhang Xiaoshuan, (2019), “Improved Preservation Process for Table Grapes Cleaner Production in Cold Chain”, **Journal of Cleaner Production**, 211, s. 1171–79.

Young, Lesley (2012), “Our biggest problem? We’re wasting food”, <http://www.canadiangrocer.com/top-stories/what-a-waste-19736> (Erişim Tarihi: 26.04.2020)

Zhao Xiaoxiao - Xia Ming - Wei Xiaopeng - Xu Changjie - Luo Zisheng - Mao Linchun, (2019), “Consolidated cold and modified atmosphere package system for fresh strawberry supply chains”, **LWT**, 109, s. 207-215.

Zhu, X. - Zhang R. - Chu F. - He Z. - Li J., (2014), “A Flexsim-Based Optimization for the Operation Process of Cold-Chain Logistics Distribution Centre”, **Journal of Applied Research and Technology**, 12(2), s. 270–278.