

# Bilgi Teknolojileri Kullanımının Uluslararası Soğuk Zincir Lojistiği Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

(Determining the Effects of the Use of Information Technologies on International Cold Chain Logistics)

Tuğçe CEYLAN<sup>a</sup> , Tuğçe DANACI ÜNAL 

<sup>a</sup> Yüksek Lisans Öğrencisi, Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik ABD, tugceceylan1@hotmail.com

<sup>b</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Bursa Teknik Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, tugce.unal@btu.edu.tr

## Öz

Uluslararası Soğuk Zincir Lojistiğinde (SZL) Bilgi Teknolojilerinin (BT) kullanımı başta gıda ve ilaç ürünleri olmak üzere eşyanın nihai özelliklerini kaybetmeden tüketiciye ulaştırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada BT kullanımının uluslararası SZL faaliyetlerinde hangi kriterler üzerinde ve ne kuvvetle etkili olduğunun ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda kapsamlı bir şekilde yapılan literatür taraması sonucunda elde edilen bulgular çalışmanın teorik altyapısına uygun şekilde ana kriterler ve alt kriterlere ayrılmış ve çalışmanın araştırma modeli oluşturulmuştur. Çalışmanın metodoloji bölümünde ise çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılmıştır. Araştırma modeli ve yöntemine uygun şekilde hazırlanan anket formları uluslararası SZL konusunda uzman profesyonellere e-posta ile gönderilmiş ve bunlardan eksiksiz doldurulan altı tanesi analize dahil edilmiştir. Çalışmanın sonunda BT uygulamalarının SZL'de en fazla Teknoloji yönlü kriterlerde etkili olduğu, bu kriterler arasında ise sırasıyla sıcaklık ve nem ölçümü ile ürün raf ömrü alt kriterlerinin en yüksek önem ağırlıklarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca Kaynak yönlü ve Maliyet yönlü ana kriterlerinin önem ağırlıklarının birbirine yakın olduğu ancak Teknoloji yönlü ana kriterinin önem ağırlığından belirgin bir şekilde düşük oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulguların farklı örneklem ve bölgelerde uygulanabileceği ve ileride bu konuda yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## Anahtar Kelimeler:

Soğuk Zincir  
Lojistiği,  
Bilgi Teknolojileri,  
AHS

## Makale türü:

Araştırma

## Abstract

The use of Information Technologies (IT) in International Cold Chain Logistics (CCL) plays an important role in delivering goods, particularly food and pharmaceutical products, to the consumer without losing their final characteristics. In this study, it is aimed to find out which criteria and how strongly the use of IT is effective in international CCL operations. For this purpose, findings obtained from a comprehensive literature review were divided into main criteria and sub-criteria in accordance with the theoretical background of the study, and the research model of the study was structured. In the methodology part of the study, the Analytical Hierarchy Process (AHP), which is one of the multi-criteria research methods, was used. Questionnaire forms prepared in accordance with the research model and the method were sent to international CCL experts by e-mail, and six of them, which were filled in completely, included in the analysis. Results of the study revealed that IT applications were most effective in Technology-oriented criteria in CCL, and among these criteria, temperature and humidity measurement, and product shelf-life sub-criteria had the highest importance weights, respectively. In addition, it was found that the importance weights of the Resource-oriented and Cost-oriented main criteria were close to each other, but they were significantly lower than the Technology-oriented main criteria. It is considered that the findings obtained from this study can be applied in different samples and regions and will contribute to future studies on this subject.

## Keywords:

Cold Chain  
Logistics,  
Information  
Technologies,  
AHP

## Paper type:

Research

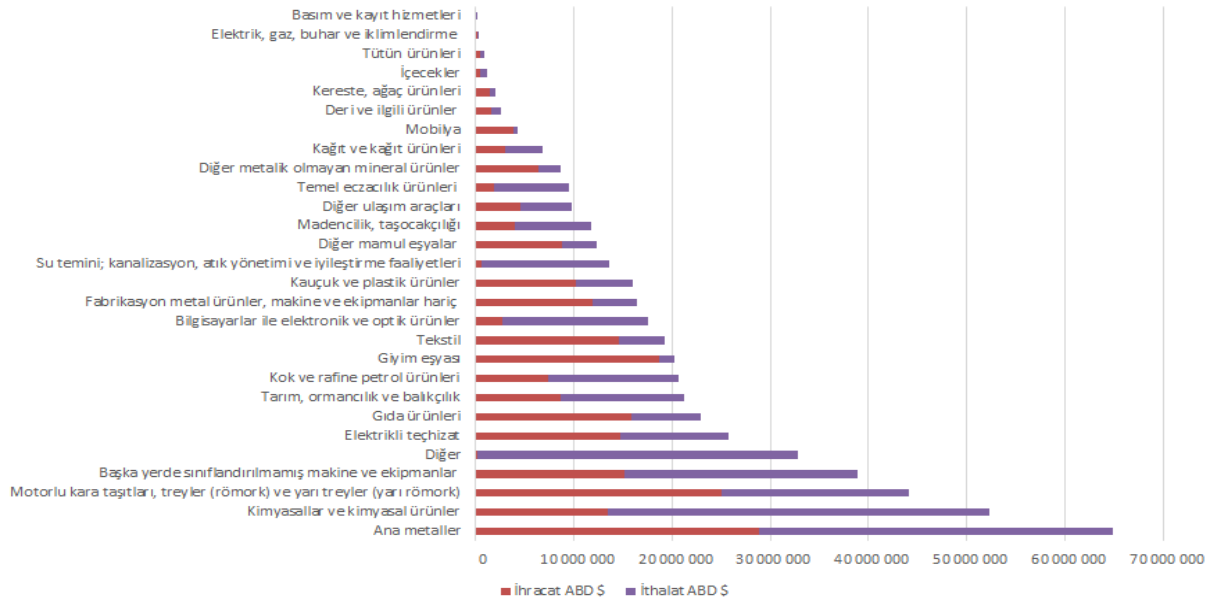
Başvuru/Received: 31.01.2023 | Kabul/Accepted: 20.03.2023, iThenticate benzerlik oranı/similarity report: %6

**Atıf/Citation:** Ceylan, T., Danacı Ünal T. (2023). Bilgi Teknolojileri Kullanımının Uluslararası Soğuk Zincir Lojistiği Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, *İşletme*, 4(1), 131-142.

## Giriş

Soğuk zincir lojistiği (SZL) bir eşyanın ömrü için gerekli olan başta en uygun sıcaklık olmak üzere tüm koşulların yerine getirildiği depolama, elleçleme, taşıma ve dağıtım gibi süreçleri kapsamaktadır. Uluslararası SZL ise başta gıda ve ilaç ürünleri olmak üzere ithalat ve/veya ihracata konu eşyanın bozulmadan varış noktasına oradan da tüketiciye ulaştırılması ile ilgili tüm süreçleri ifade etmektedir. Bu bağlamda özellikle uluslararası boyutta bu süreçlerin iyi yönetilmesi gerek ülkenin gerekse işletmelerin rekabet avantajı kazanması açısından önem taşımaktadır.

2021 yılı aralık ayı sonu itibari ile Türkiye'nin dış ticaretinde ürün grupları bazında toplam ithalat ve ihracat değerleri Şekil 1'de gösterilmektedir. Buna göre gıda ürünleri yaklaşık 23 milyar ABD \$; tarım, ormancılık ve balıkçılık ürünleri yaklaşık 21 milyar ABD \$ ve temel eczacılık ürünleri yaklaşık 10 milyar ABD \$ dış ticaret hacmine sahip olup, ithalatı ve ihracatı gerçekleştirilen önemli ürün grupları arasında yer almaktadır (TÜİK, 2023). Bu ürünlerin azımsanmayacak bir kısmının çabuk bozulabilen, raf ömrü kısa ve gerekli koşullar sağlanmadığında insan sağlığını olumsuz etkileyebilecek özelliğe sahip olduğu düşünüldüğünde uluslararası SZL'nin gerekliliği ve önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır.



Şekil 1. Ürün grubuna göre dış ticaret (Bin ABD \$)

Kaynak: TÜİK, 2023.

Soğuk zincir lojistik faaliyetlerinde eşyanın raf ömrünü uzun tutacak ısı kontrolü ve buna uygun altyapının mevcut olması gerekmektedir. Bu noktada Bilgi Teknolojileri (BT) soğuk zincirdeki her bir halkanın etkin bir şekilde çalışmasında önemli rol oynayacaktır. Literatürde BT kullanımının soğuk zincir üzerindeki önemini vurgulayan birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar ağırlıklı olarak nesnelerin interneti (IoT) (Dini ve Çeken, 2019; Alfian vd., 2020; Zhang vd., 2021; Cil vd., 2022), radyo frekans ile tanımlama (RFID) (Abad vd., 2009; Yan ve Lee, 2009; Grunow ve Piramuthu, 2013; Eom vd., 2014; Mejjouli vd., 2014; Esmer ve Melikoğlu, 2015; Alfian vd., 2020) veya blok zincir (Lin vd., 2019; Köhler ve Pizzol, 2020) teknolojilerinin SZL'ne sağladıkları avantajlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Bunlara ek olarak soğuk zincir

lojistiği kapsamında yapılan birçok çalışmada yöntem olarak AHS veya bulanık AHS metodu tercih edilmiştir. Bu çalışmaların önemli bir kısmı soğuk zincir performans değerlendirilmesi kapsamında AHS yöntemini (Joshi vd., 2011; Kumar vd., 2021a; Mangun vd., 2021; Xiong vd., 2021) veya bulanık AHS yöntemini (Kumar vd., 2021b) kullanmıştır. Benzer şekilde soğuk zincir lojistiğinde üçüncü taraf lojistik (3PL) seçim kararları ile ilgili yapılmış çalışmalarda AHS yöntemi (Korucuk, 2018) ve bulanık AHS yöntemi (Singh, 2018) tercih edilmiştir. AHS yöntemi kullanılarak yapılmış diğer çalışmaların bir kısmı ise soğuk zincir risk değerlendirmesi (Shen ve Liao, 2022; Xiaomeng vd., 2023), güvenlik değerlendirmesi (Tian vd., 2019), SZL'nin gelişmesinde etkili olan faktörlerin belirlenmesi (Qi vd., 2020), gıda taşımacılığı sektörünü etkileyen faktörlerin belirlenmesi (Taş ve Gündüz, 2021) kapsamında konuyu incelemiştir.

SZL üzerinde BT kullanımının etkileri ile ilgili birçok çalışma mevcut olsa da bu çalışmada farklı olarak BT'nin uluslararası SZL üzerindeki etkilerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi ve etki alanlarının önem derecelerine göre sıralandırılması amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda çalışmanın araştırma soruları (AS) aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

AS<sub>1</sub>: BT uygulamaları SZL üzerinde hangi konularda (kriterlerde) etkilidir?

AS<sub>2</sub>: BT uygulamaları SZL üzerinde hangi konuları (kriterleri) en fazla etkilemektedir?

Bu bağlamda bu çalışmanın katkıları şu şekilde açıklanabilir: (1) Bu çalışma ile BT'nin SZL üzerindeki etkilerini gösteren yeni bir hiyerarşik model oluşturulmuştur, (2) literatürde sadece BT'ni ele alan ve bunun SZL üzerindeki etkilerini AHS yöntemi ile değerlendiren bir çalışmaya rastlanılmamış olması bu çalışmanın bu kapsamda yapılmış ilk çalışmalardan biri olabileceğini göstermektedir, (3) çalışmadan elde edilen sonuçların ileride konu ile ilgili yapılacak bilimsel çalışmalara ve sektörel uygulamalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın bundan sonraki birinci bölümünde teorik alt yapı ve araştırma sorusu ile ilgili literatür incelemesi yer almaktadır. Çalışmanın ikinci bölümü metodoloji kısmı olup çalışmanın veri seti, yöntemi ve bulguları ile ilgili bilgiler içermektedir. Üçüncü ve son kısım ise çalışma sonuçlarının tartışıldığı, konu ile ilgili önerilerin ve çalışma kısıtlarının verildiği bölümdür.

## 1. Teorik Alt Yapı

Bu çalışmanın kavramsal modeli oluşturulurken (a) Kaynak Temelli Yaklaşım (Wernerfelt, 1984; Barney, 1991), (b) İşlem Maliyeti Yaklaşımı (Williamson, 1975) ve (c) Teknoloji Kabul Modeli (Davis, 1986; 1989) olmak üzere üç temel yaklaşımdan yararlanılmıştır.

(a) *Kaynak Temelli Yaklaşım (KTY)*: İşletmelerin gelişmeleri ve rekabet avantajı sağlayabilmeleri için işletme kaynaklarının önemine vurgu yapan KTY, Wernerfelt (1984) ve Barney (1991) tarafından ele alınmıştır. Bu yaklaşıma göre bir işletmenin kaynakları değerli, taklit edilemez, benzersiz ve ikame edilemez olduğu zaman o işletme sürdürülebilir bir rekabet avantajı elde edebilecektir (Barney, 1991). Başka bir ifade ile işletmenin kaynaklarının özgün olması önemlidir. Literatürde SZL üzerinde

BT kullanımının işletmelerin sürdürülebilir rekabet avantajı kazanmasında önemli rol oynadığına dair çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Türk ve Öztekin (2021) çalışmasında soğuk zincirdeki aşamaları etkin bir şekilde yönetebilen işletmelerin sürdürülebilir rekabet avantajı sağlayacağını savunmuştur. Ayrıca, Köhler ve Pizzol (2020) blok zincir teknolojisinin gıda tedarik zincirinde şeffaflık avantajı sağladığına işaret etmiştir. Lu ve Wang (2016) soğuk zincir lojistiğinde IoT sistemi kullanımının bozulabilir gıda ürünlerinin kalite kontrolünün daha iyi yapılmasında ve müşteri memnuniyetinin artmasında fayda sağladığını savunmuştur. Doğu ve Şireli (2015) ise gıda izlenebilirlik sistemlerinin kalite kontrolü avantajı sağladığına vurgu yapmıştır. Zhang vd. (2009) çalışmalarında BT'ne dayalı donmuş ve soğutulmuş gıdalar için sıcaklık yönetimli bir izlenebilirlik sistemi önermiş ve sistemin test edilmesi sonucunda bu sistemin gıdaların kalite kontrolüne yardımcı olduğunu ortaya çıkarmıştır.

(b) *İşlem Maliyeti Yaklaşımı (İMY)*: İlk olarak Coase'un (1937) 'The Nature of the Firm' çalışmasında yer alan ve sonradan Williamson'ın (1975) 'Piyasalar ve Hiyerarşiler' konulu kitabında geliştirilen işlem maliyeti yaklaşımına göre işletmelerin kuruluş amacı işlem maliyetlerini azaltmak olarak açıklanmıştır (Pirtini, 2015: 374). Günümüzde BT kullanımıyla lojistik ve işlem maliyetlerinin en aza indirilmesi mümkün olabilmektedir. Örneğin, Dolgui ve Proth (2008) RFID teknolojisi kullanımının sağladığı birçok avantajın üretim maliyetlerinin önemli ölçüde azalmasına yol açacağını savunmuştur. Mejjouli vd. (2014) ise ulaştırma faaliyetlerinde RFID tabanlı bir izleme sisteminin ürünün nakliyesi ile ilgili maliyetlerin düşürülmesinde yardımcı olabileceğine işaret etmiştir.

(c) *Teknoloji Kabul Modeli (TKM)*: TKM, BT kullanımının kabulünü modellemek için Davis (1986; 1989) ve Davis vd. (1989) tarafından geliştirilmiş bir modeldir. TKM'ne göre bir teknolojinin kabul edilmesinde algılanan yarar (bir sistemi kullanmanın iş performansını arttıracığına inanma derecesi) ve algılanan kullanım kolaylığı (sistemi kullanmanın zahmetsiz olacağına inanma derecesi) etkilidir (Davis, 1989). SZL'de kullanıcıların özellikle ürün ile ilgili bilgilere en az çaba sarf ederek ulaşması önemli bir faktördür. Luo vd. (2016) çalışmalarında BT'ni entegre ederek önerdikleri izleme sisteminin SZL'de taşınan malları kolaylıkla izleyebilme imkanı tanıdığını açıklamıştır. Ayrıca, Peng vd. (2018) soğuk zincirde taze et kalitesi izlenebilirliği için QR koda dayalı bir izleme sistemi önermiş ve bununla tüketicilerin cep telefonları ile QR kodunu okutarak ürünün kalite bilgilerine kolaylıkla ulaşabileceğini savunmuştur. SZL'de BT kullanımı sadece kullanıcılara değil, işletmelere de birçok fayda sağlamakta ve iş performansını arttırmaktadır. Köhler ve Pizzol (2020) çalışmasında blok zincir teknolojisinin gıda tedarik zincirinde sağladığı avantajlardan birinin izlenebilirlik olduğunu ifade etmiştir. Yan ve Lee (2009) soğuk zincirde uygulanan RFID teknolojisinin işletmelerin üretim ve ekonomik verimliliğini arttırabileceğini belirtmiştir. Bununla birlikte Jedermann vd. (2009), RFID teknolojisi ile ürün raf ömrünün tahmin edilebileceğine dikkat çekmiştir. Alfian vd. (2020) ise RFID ve IoT sensörlerini içeren bir sistem önerisinde bulunarak sistemin sıcaklık ve nem geçmişi hakkında bilgi vermesinin müşterilere ve yöneticilere büyük faydalar

sağlayacağını savunmuştur. Benzer şekilde Zhang vd. (2009) de önerdikleri sistemin aynı zamanda izlenebilirlik ve verimlilik açısından faydalı olduğunu açıklamıştır.

## 2. Metodoloji

### 2.1. Veri Seti ve Örneklem

BT'nin SZL üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmayı amaçlayan bu çalışmada öncelikle kapsamlı bir literatür taraması yapılmış ve çalışmanın teorik altyapısı oluşturulmuştur. Literatürden elde edilen veriler kapsamında *kriterler* belirlenmiş ve *Araştırma Modeli* (Şekil 3) çalışmanın teorik altyapısına uygun bir şekilde yapılandırılmıştır. Araştırma modelinde yer alan kriterlerin karşılıklı olarak önem derecelerinin belirlenmesi için araştırma yöntemine uygun şekilde hazırlanan anket formları SZL faaliyetleri konusunda uzman profesyonellere e-posta ile gönderilmiştir. <sup>1</sup> Örneklem seçiminde yargısal örnekleme metodu kullanılmıştır. Gönderilen anketlerden eksiksiz olarak doldurulan altı tanesi analize dahil edilmiştir. Analize dahil edilen anketleri gönderen katılımcıların önemli bir kısmını 10 yıl ve üzeri lojistik faaliyetler konusunda deneyim sahibi üst ve orta düzey yöneticiler oluşturmaktadır. Çalışmanın araştırma yöntemi olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) metodunda tek bir karar verici analize dahil edildiği gibi birçok karar vericinin bulunduğu grup kararları da analiz edilebilmektedir. Bu yüzden örneklem sayısının AHS için yeterli olduğu kabul edilmiştir.

### 2.2. AHS Yöntemi

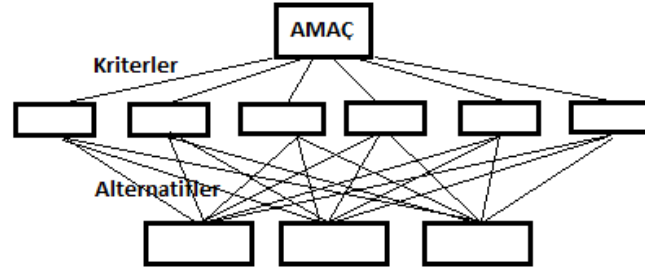
Thomas L. Saaty tarafından 1971-1975 yılları arasında geliştirilen ve çok kriterli karar verme yöntemleri arasında yaygın olarak kullanılan AHS yöntemi, tercihlerin ve algıların göreceli gücünü yansıtan temel bir ölçek doğrultusunda yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda kriterler arasındaki hiyerarşik yapı ve ilişkinin belirlenmesi esasına dayanmaktadır (Saaty, 1987). AHS yöntemi ve aşamaları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

#### 1. Problemin ve Karar Hiyerarşisinin belirlenmesi

AHS bir problemi parçalara ayırarak alt problemlerin çözümlerini bir sonuca toplayan ve bir kararı etkileyen algıları, duyguları, yargıları ve anıları bir çerçevede düzenleyerek karar vermeyi kolaylaştıran bir yöntemdir (Saaty, 1994a). Bir karar verilirken o karar için önemli faktörler seçilerek genel amaç, kriterler, alt kriterler ve alternatifler hiyerarşik bir yapıda düzenlenir (Saaty, 1990). Üç düzeyli bir karar hiyerarşisi Şekil 2'de gösterildiği gibidir (Saaty and Vargas, 2013: 7):

---

<sup>1</sup> Çalışmaya Bursa Teknik Üniversitesi Araştırma Etik Kurulu'ndan, 26.12.2022 tarih, 2022-22 sayılı toplantıda (karar no:4) Etik Kurul Raporu alınmıştır.



Şekil 2. Üç Düzeyli Hiyerarşik Yapı

Kaynak: Saaty ve Vargas (2013: 7)

### 2. İkili karşılaştırma matrisinin yapılandırılması

İkili karşılaştırma yapabilmek için, Tablo 1'de gösterilen ve bir kriterin diğer kriterlere göre ne kadar önemli veya baskın olduğunu belirten 1-9 ölçeği kullanılmaktadır (Saaty, 2008).

Tablo 1. AHS Temel Ölçeği

Ölçek değeri (Önem şiddeti)	Tanım	Karşılık (resiprokal) değeri
1	Eşit önemli	1
2	Zayıf veya Az	1/2
3	Orta dereceli önemli	1/3
4	Orta dereceden fazla	1/4
5	Kuvvetli önemli	1/5
6	Kuvvetliden fazla	1/6
7	Çok kuvvetli veya önemini gösteren	1/7
8	Çok, çok kuvvetli	1/8
9	Aşırı önemli	1/9

Kaynak: Saaty, (2008).

Bir karşılaştırma iki öğe arasındaki ilişkinin sayısal göstergesi olmakla birlikte tüm karşılaştırmalardan elde edilen veri seti kümesi ise karşılaştırma matrisini oluşturmaktadır (Saaty, 1994a). Karşılaştırma matrisi [1] nolu denklem ile aşağıda gösterilmektedir (Saaty, 1977: 235):

$$A = \begin{matrix} & A_1 & A_2 & \dots & A_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \end{matrix} \quad [1]$$

Burada;

$A$  = Karşılaştırma (karar) matrisini;  $n$  = kriter sayısını;  $A_1, A_2, \dots, A_n$  = kriterleri;  $w_1, w_2, \dots, w_n$  = kriterlerin önem ağırlıklarını göstermektedir.

Karar matrisinin oluşturulmasında önemli olan diğer bir husus ise birden çok karar vericinin bulunduğu durumlarda tek bir grup kararının belirlenmesidir. Saaty (2008: 95) bu durumda bireysel veya nihai yargıların aritmetik ortalamasının alınmasından ziyade geometrik ortalamasının alınmasının tek yol olduğuna işaret etmiştir.

### 3. Öncelik vektörlerinin belirlenmesi

Elde edilen karar matrisi öncelikle [2] nolu denklem kullanılarak normalleştirilir sonrasında [3] nolu denklem kullanılarak her bir kriterin önem ağırlığı (öncelik vektörleri) bulunur (Özbek ve Eren, 2013: 50):

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad a_{ij} = i \text{ kriteri ile } j \text{ kriterinin ikili karşılaştırma değeridir} \quad [2]$$

$$w_i = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n a'_{ij} \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad [3]$$

#### 4. Tutarlılık oranının hesaplanması

Öncelik vektörleri elde edildikten sonra ikili karşılaştırma matrisinin ve dolayısıyla sonuçların tutarlı olup olmadığının kontrol edilmesi için Tutarlılık Oranının (TO) hesaplanması gerekmektedir. Sonuçların tutarlı olarak kabul edilmesi için 0,10'dan küçük bir değer olması gereken TO aşağıda verilen denklemlerin [4, 5, 6] sırasıyla hesaplanmasıyla elde edilmektedir (Saaty, 1994b; Özbek ve Eren, 2013):

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[ \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} \right] \quad \lambda_{max} = \text{Özdeğer olarak ifade edilir} \quad [4]$$

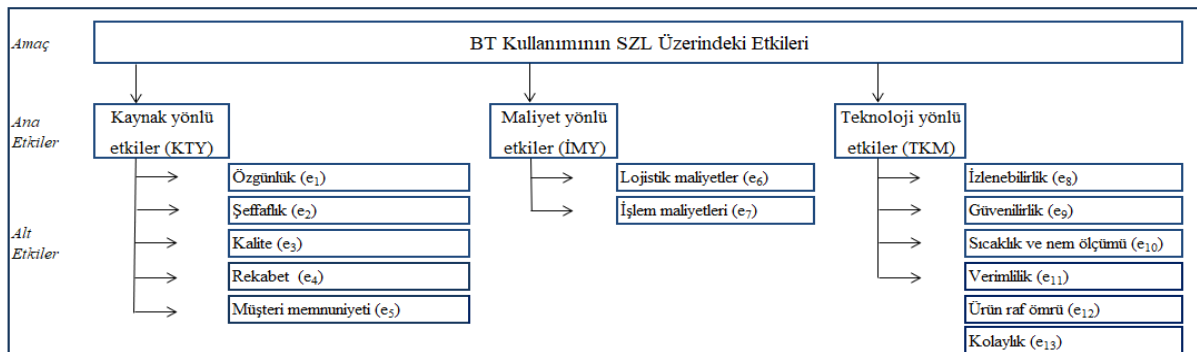
$$TI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad TI = \text{Tutarlılık İndeksi olarak ifade edilir} \quad [5]$$

$$TO = \frac{TI}{RI} \quad RI = \text{Random İndeks olarak ifade edilir ve } n = 13 \text{ ise } RI = 1,56 \text{ alınır.} \quad [6]$$

### 2.3. Uygulama ve Bulgular

#### 1. Problemin ve Karar Hiyerarşisinin belirlenmesi:

BT uygulamalarının SZL üzerindeki etkilerinin önem ağırlıklarına göre sıralanması problemine yönelik kriterler, konu ile ilgili yapılmış bilimsel çalışmaların incelenmesi sonucunda elde edilmiş ve böylece bu çalışmanın *Karar Hiyerarşisi (Araştırma Modeli)* Şekil 3'te gösterildiği gibi oluşturulmuştur. Buna göre BT'nin etkileri daha önceki bölümlerde ele alınan teorik yaklaşımlara dayalı olarak üç temel gruba (ana etkiler) ayrılmıştır. Bunlar; (a) *Kaynak yönlü* (temelli) etkiler, (b) *Maliyet yönlü* (temelli) etkiler ve (c) *Teknoloji yönlü* (temelli) etkiler olarak belirlenmiştir. Her bir temel grup kendi içinde alt kriterlere (alt etkiler) ayrılmıştır. Bu kriterler (etkiler); *özgünlük* ( $e_1$ ), *şeffaflık* ( $e_2$ ), *kalite* ( $e_3$ ), *rekabet* ( $e_4$ ), *müşteri memnuniyeti* ( $e_5$ ), *lojistik maliyetler* ( $e_6$ ), *işlem maliyetleri* ( $e_7$ ), *izlenebilirlik* ( $e_8$ ), *güvenilirlik* ( $e_9$ ), *sıcaklık ve nem ölçümü* ( $e_{10}$ ), *verimlilik* ( $e_{11}$ ), *ürün raf ömrü* ( $e_{12}$ ) ve *kolaylık* ( $e_{13}$ ) olarak sıralanmaktadır.



## Şekil 3. Karar Hiyerarşisi (Araştırma Modeli)

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

## 2. İkili karşılaştırma matrisinin yapılandırılması

Öncelikle, SZL konusunda profesyonel kişiler tarafından doldurulan anketler sonucunda elde edilen uzman kararlarından tek bir grup kararı elde edilmiştir. Bunun için elde edilen verilerin geometrik ortalaması alınmış ve [1] numaralı denklem kullanılarak ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Karşılaştırma Matrisi

	e1	e2	e3	e4	e5	e6	e7	e8	e9	e10	e11	e12	e13
e1	1,00	0,27	0,12	0,46	0,12	0,25	0,49	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,18
e2	3,77	1,00	0,35	0,25	0,26	0,69	0,26	0,25	0,25	0,24	0,34	0,25	0,26
e3	8,12	2,88	1,00	0,75	0,32	0,62	0,60	0,22	0,47	0,26	0,26	0,69	0,74
e4	2,16	4,08	1,34	1,00	0,69	0,19	0,49	0,46	0,34	0,18	0,18	0,18	0,96
e5	8,49	3,90	3,10	1,44	1,00	0,66	0,72	0,98	0,66	0,37	0,71	1,39	0,73
e6	3,97	1,44	1,62	5,22	1,51	1,00	1,94	1,26	0,66	0,16	0,56	0,87	1,43
e7	2,06	3,84	1,66	2,04	1,38	0,51	1,00	0,50	0,36	0,35	0,24	0,15	0,59
e8	8,30	4,07	4,47	2,16	1,02	0,80	1,99	1,00	0,48	1,06	1,01	0,21	0,93
e9	8,46	3,98	2,13	2,94	1,51	1,51	2,81	2,08	1,00	0,35	0,51	0,32	1,65
e10	8,28	4,16	3,78	5,48	2,69	6,32	2,87	0,94	2,82	1,00	3,24	1,59	2,17
e11	8,30	2,98	3,88	5,52	1,41	1,78	4,10	0,99	1,97	0,31	1,00	0,41	1,52
e12	8,28	3,97	1,44	5,50	0,72	1,14	6,53	4,85	3,13	0,63	2,41	1,00	3,25
e13	5,63	3,82	1,35	1,04	1,37	0,70	1,69	1,07	0,61	0,46	0,66	0,31	1,00

## 3. Öncelik vektörlerinin belirlenmesi

Sırasıyla denklem [2] ve [3] kullanılarak her bir kriterin önem ağırlığı (öncelik vektörü) belirlenmiştir. Ana kriterler ve alt kriterlerin etki dereceleri Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. Kriterlerin ve alt kriterlerin sıralaması

	Alt Kriter	Ana Kriter	Alt Kriter	Ana Kriter	
	Önem ağırlıkları	Önem ağırlıkları	Sıralama	Sıralama	
Kaynak yönü	e1	0,0122		13	
	e2	0,0251		12	
	e3	0,0450	0,196	10	2
	e4	0,0372		11	
	e5	0,0761		6	
Maliyet yönü	e6	0,0750		7	
	e7	0,0478	0,123	9	3
Teknoloji yönü	e8	0,0861		5	
	e9	0,0897		4	
	e10	0,1783		1	
	e11	0,1064	0,682	3	1
	e12	0,1575		2	
	e13	0,0635		8	

## 4. Tutarlılık oranının hesaplanması

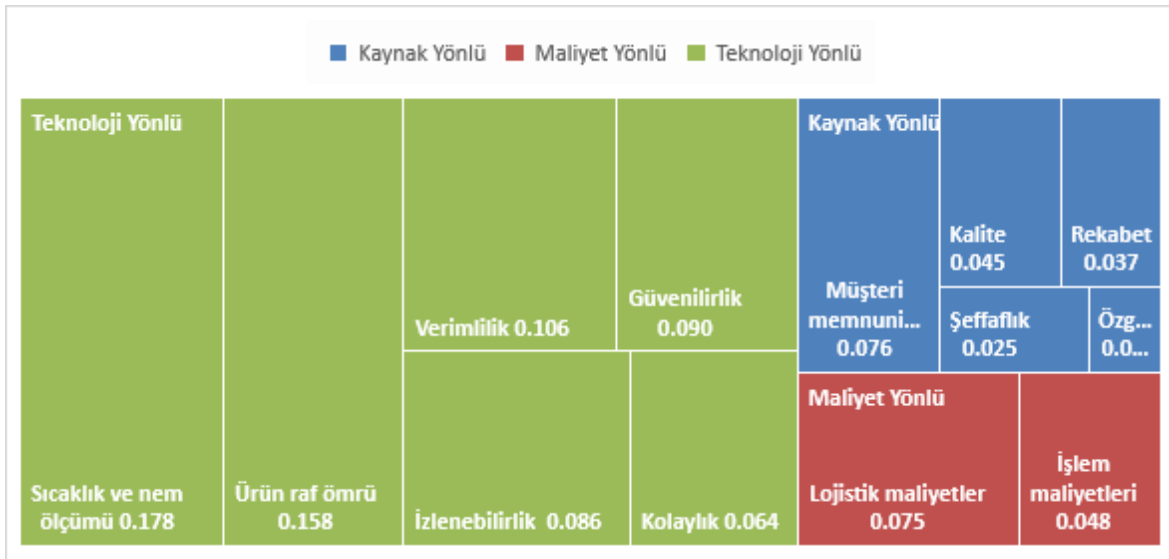
Denklem [4], [5] ve [6] sırasıyla uygulandığında çalışmanın Tutarlılık Oranı (TO) =  $0,128 / 1,56 = 0,082$  olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç  $0,082 < 0,10$  olduğundan çalışma sonuçlarının tutarlı olduğu kabul edilmektedir.



### 3. Sonuç

Çalışmanın sonunda BT'nin SZL üzerindeki etkileri *Kaynak*, *Maliyet* ve *Teknoloji* temelli olmak üzere üç ana grup altında toplamıştır. Buna ek olarak BT'nin *özgünlük*, *şeffaflık*, *kalite*, *rekabet*, *müşteri memnuniyeti*, *lojistik maliyetler*, *işlem maliyetleri*, *izlenebilirlik*, *güvenilirlik*, *sıcaklık ve nem ölçümü*, *verimlilik*, *ürün raf ömrü* ve *kolaylık* konularında etkili olduğu bulunmuş böylece AS<sub>1</sub> cevaplanmıştır (Şekil 4).

BT uygulamaları SZL üzerinde en fazla toplam 0,682'lik bir önem ağırlığı ile *Teknoloji* yönlü kriterlerde etkili olmuştur. *Teknoloji* yönlü kriter grubunda bulunan ve diğer tüm alt kriterler içinde önem dereceleri en yüksek olan alt kriterler *sıcaklık ve nem ölçümü*, *ürün raf ömrü* ve *verimlilik* olarak sıralanmaktadır. Bu sonuç aynı zamanda AS<sub>2</sub>'nin cevabıdır (Şekil 4). Sıcaklık ve nem ölçümü ile ürün raf ömrü alt kriterlerinin önem ağırlıkları birbirine yakın olup diğer alt kriterlere kıyasla görünür şekilde yüksektir. Bu alt kriterler aynı zamanda SZL faaliyetlerini diğer lojistik faaliyetlerden ayıran hususlardır. Yapılan birçok çalışmada bu kriterlerin önemi vurgulanmış ve bu konuların geliştirilmesi için yeni BT uygulamaları önerilmiştir (Jedermann vd., 2009; Alfian vd., 2020). *Teknoloji* yönlü diğer alt kriterler ise önem ağırlıklarına göre *verimlilik*, *güvenilirlik* ve *izlenebilirlik* olarak sıralanmaktadır. Önem ağırlıkları birbirine yakın ve yüksek olan bu kriterler aynı zamanda diğer lojistik faaliyetlerin de başarılı bir şekilde yönetilmesinde etkili olan faktörlerdir. Yapılan birçok çalışma BT kullanımının SZL üzerinde özellikle izlenebilirlik (Zhang vd., 2009; Peng vd., 2018; Lin vd., 2019) konusunda etkili olduğuna vurgu yapmıştır.



Şekil 4. Kriterler, alt kriterler ve önem ağırlıkları

*Kaynak* yönlü ve *Maliyet* yönlü ana kriterlerin önem ağırlıkları birbirine yakın olmakla birlikte *Teknoloji* yönlü ana kriterinin önem ağırlığından belirgin bir şekilde düşüktür. *Kaynak* yönlü kriterler içinde yer alan *müşteri memnuniyeti* alt kriteri ile *Maliyet* yönlü kriterler arasında yer alan *lojistik maliyetler* alt kriteri birbirine yakın ve orta derece önem ağırlıklarına sahiptir. Lojistik faaliyetlerde maliyetler her ne kadar önemli bir faktör olsa da bu çalışmada SZL üzerinde BT uygulamalarının en fazla eşyanın sıcaklığı ve raf ömrü ile ilgili konularda etkili olduğu, lojistik maliyetler ve

işlem maliyetleri üzerindeki etkinin ise daha alt sıralarda yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır. *Kaynak* yönlü ana kriterinin altında yer alan *özgünlük, şeffaflık ve rekabet* alt kriterleri ise SZL kapsamında BT'nin en az etkili olduğu konular arasında yer almakta olup düşük önem düzeyine sahiptir.

Sonuç olarak, BT SZL üzerinde en fazla teknoloji yönlü etki ve faydalar sağlamaktadır, maliyetlerin azaltılması noktasında ise önemi daha düşüktür. Bu bağlamda ürün özelliğinin bozulmaması adına maliyetlere katlanıldığı söylenebilir. Bununla birlikte kaynak yönlü etkiler ile ilgili olarak BT'nin özellikle tüketici sağlığını ilgilendiren konularda müşteri memnuniyetini sağlaması, müşteri geri bildirimlerine cevap bulabilmesi ve ileride karşılaşılabilecek riskleri en aza indirmesi önem arz etmektedir.

Bu araştırmanın belli bir zaman diliminde ve belli bir bölgede yapılması, Türkiye'de uluslararası SZL faaliyetlerinin ve buna bağlı olarak konusunda uzman profesyonellerin sayısının sınırlı olması bu çalışmanın kısıtları arasındadır. Bu çalışmadan elde edilecek bulguların farklı örneklem üzerinde ve bölgelerde uygulanabileceği ve ileride bu konuda yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### **Katkı Oranı ve Çıkar Çatışması Beyanı**

Çalışmanın tüm aşamaları yazar(lar) tarafından tasarlanmış ve eşit oranda katkı sunulmuştur. Makalede, herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### **Etik Beyanı ve Finansal Destek**

Makalede, akademik ve bilimsel etik kurallarına uyulmuştur. Çalışmaya Bursa Teknik Üniversitesi Araştırma Etik Kurulu'ndan, 26.12.2022 tarih, 2022-22 sayılı toplantıda (karar no:4) Etik Kurul Raporu alınmıştır. Makalede herhangi bir finansal kaynaktan yararlanılmamıştır.

### **Kaynaklar**

- Abad, E., Palacio, F., Nuin, M., De Zarate, A. G., Juarros, A., Gómez, J. M., & Marco, S. (2009). RFID Smart Tag for Traceability and Cold Chain Monitoring of Foods: Demonstration in an Intercontinental Fresh Fish Logistic Chain. *Journal of Food Engineering*, 93(4), 394-399.
- Alfian, G., Syafrudin, M., Farooq, U., Ma'arif, M. R., Syaekhoni, M. A., Fitriyani, N. L., Lee, J. & Rhee, J. (2020). Improving Efficiency of RFID-Based Traceability System for Perishable Food by Utilizing IoT Sensors and Machine Learning Model. *Food Control*, 110, 107016.
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17 (1), 99-120.
- Cil, A. Y., Abdurahman, D., & Cil, I. (2022). Internet of Things Enabled Real Time Cold Chain Monitoring in A Container Port. *Journal of Shipping and Trade*, 7, 9.
- Coase, R. H. (1937). The Nature of the Firm. *Economica*. 4 (16): 386-405.
- Davis, F. D. (1986). A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New End-User Information Systems: Theory and Results, Doctoral Dissertation, MIT Sloan School of Management, Cambridge, MA.
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13 (3), 319-340.

- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*, 35(8), 982-1003.
- Dini, A. & Çeken, C. (2019). Simulation Modeling of an Iot Based Cold Chain Logistics Management System. *Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences*, 2(2), 89-100.
- Doğu, S. Ö. & Şireli, U. T. (2015). Gıdalarda İzlenebilirlik. *Gıda*, 40(5), 295-302.
- Dolgui, A., & Proth, J. M. (2008). RFID Technology in Supply Chain Management: State of The Art and Perspectives. *IFAC Proceedings Volumes*, 41(2), 4464-4475.
- Eom, K. H., Hyun, K. H., Lin, S., & Kim, J. W. (2014). The Meat Freshness Monitoring System Using The Smart RFID Tag. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 10 (7), 591812.
- Esmer, Ö. K., & Melikoğlu, A. Y. (2015). Gıda Güvenliğinin Sağlanmasında Radyo Frekanslı Tanımlama Teknolojisinin Rolü. *Akademik Gıda*, 13(1), 72-80.
- Grunow, M., & Piramuthu, S. (2013). RFID in Highly Perishable Food Supply Chains–Remaining Shelf Life to Supplant Expiry Date?. *International Journal of Production Economics*, 146(2), 717-727.
- Jedermann, R., Ruiz-Garcia, L., & Lang, W. (2009). Spatial Temperature Profiling by Semi-Passive RFID Loggers for Perishable Food Transportation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 65(2), 145-154.
- Joshi, R., Banwet, D. K., & Shankar, R. (2011). A Delphi-AHP-TOPSIS Based Benchmarking Framework for Performance Improvement of A Cold Chain. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 10170-10182.
- Korucuk, S. (2018). Soğuk Zincir Taşımacılığı Yapan İşletmelerde 3PL Firma Seçimi: İstanbul örneği. *İğdir Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16, 341-366.
- Köhler, S., & Pizzol, M. (2020). Technology Assessment of Blockchain-Based Technologies in The Food Supply Chain. *Journal of Cleaner Production*, 269, 122193.
- Kumar, N., Tyagi, M., Garg, R. K., Sachdeva, A., & Panchal, D. (2021a). A Framework Development and Assessment for Cold Supply Chain Performance System: A Case of Vaccines. In *Operations Management and Systems Engineering: Select Proceedings of CPIE 2019* (pp. 339-353). Springer Singapore.
- Kumar, N., Tyagi, M., & Sachdeva, A. (2021b). Estimation of Critical Key Performance Factors of Food Cold Supply Chain Using Fuzzy AHP Approach. In *Advances in Manufacturing and Industrial Engineering: Select Proceedings of ICAPIE 2019* (pp. 701-711). Springer Singapore.
- Lin, Q., Wang, H., Pei, X., & Wang, J. (2019). Food Safety Traceability System Based on Blockchain and EPCIS. *IEEE Access*, 7, 20698-20707.
- Lu, S., & Wang, X. (2016). Toward an Intelligent Solution for Perishable Food Cold Chain Management. In *2016 7th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)*, 852-856.
- Luo, H., Zhu, M., Ye, S., Hou, H., Chen, Y., & Bulysheva, L. (2016). An Intelligent Tracking System Based on Internet of Things for The Cold Chain. *Internet Research*. 26 (2): 435-445.
- Mangun, N., Rombe, E., Taqwa, E., Sutomo, M., & Hadi, S. (2021). AHP Structure for Determining Sustainable Performance of Indonesian Seafood Supply Chain From Stakeholders Perspective. *Journal of Management Information and Decision Sciences*, 24(7), 1-10.
- Mejjaouli, S., Babiceanu, R. F., & Nisanci, I. (2014). The Use of RFID Sensor Tags for Perishable Products Monitoring in Logistics Operations. In *Proceedings of the Winter Simulation Conference, IEEE*, 2001-2012.
- Özbek, A. & Eren, T. (2013). Üçüncü Parti Lojistik (3PL) Firmanın Analitik Hiyerarşi Süreciyle (AHS) Belirlenmesi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 5(2), 46-54.
- Peng, Y., Zhang, L., Song, Z., Yan, J., Li, X., & Li, Z. (2018). A QR Code Based Tracing Method for Fresh Pork Quality in Cold Chain. *Journal of Food Process Engineering*, 41, e12685.
- Pirtini, S. (2015). Pazarlamada Dağıtım Kanalı Yönetimi Kararları Açısından İşlem Maliyeti Analizi, Yağcı, M. İ & Çabuk, S. (Ed.) *Pazarlama Teorileri* içinde (s. 373-383). İstanbul: MediaCat.

- Qi, L., Jung, G. Y., & Kim, H. H. (2020). Analysis on Influencing Factors of Development of Agricultural Product Cold Chain Logistics in Jilin Province, China. *Journal of the Korea Convergence Society*, 11(2), 9-15.
- Saaty, R. W. (1987). The Analytic Hierarchy Process—What It is And How It is Used. *Mathematical Modelling*, 9 (3-5), 161-176.
- Saaty, T. L. (1977). A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234-281.
- Saaty, T. L. (1990). How To Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48, 9-26.
- Saaty, T. L. (1994a). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *Interfaces*, 24(6), 19-43.
- Saaty, T. L. (1994b). Fundamentals of Decision Making and Priority Theory With The Analytic Hierarchy Process. RWS Publications.
- Saaty, T. L. (2008). Decision Making with The Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98.
- Saaty, T. L. And Vargas, L. G. (2013). "The Analytic Network Process", In Decision Making with The Analytic Network Process, 1-40, Boston, MA: Springer.
- Shen, Y., & Liao, K. (2022). An Application of Analytic Hierarchy Process and Entropy Weight Method in Food Cold Chain Risk Evaluation Model. *Frontiers in Psychology*, 13, 1-13.
- Singh, R. K., Gunasekaran, A., & Kumar, P. (2018). Third Party Logistics (3PL) Selection for Cold Chain Management: A Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Approach. *Annals of Operations Research*, 267, 531-553.
- Taş, A. & Gündüz, M. (2021). Gıda Taşımacılığı Sektörünü Etkileyen Kriterlerin Analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 58, 353-366.
- Tian, Y., Xie, Q., & Wang, Z. (2019). Safety Assessment of Fresh Agricultural Products Cold Chain Logistics Based on AHP-Entropy Weight Method. *Storage and Process*, 19(5), 185-190.
- TÜİK (2023). Girişimin Ana Faaliyet Türü ve Ürün Grubuna Göre Dış Ticaret, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=dis-ticaret-104vedil=1> (Erişim Tarihi: 15.01.2023).
- Türk, E., & Öztekin, M. (2021). Sürdürülebilirlik Açısından Soğuk Zincir Oluşturmanın Önemi ve Bir Araştırma. *Econharran*, 5 (7), 221-248.
- Wernerfelt, B. (1984). A Resource-Based View of The Firm. *Strategic Management Journal*, 5(2), 171-180.
- Williamson, O. E. (1975). Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications: A Study in the Economics of Internal Organization. New York: The Free Press.
- Xiaomeng, C., Huaye, H., & Zhangqiong, W. (2023). Risk Assessment of Wuhan Frozen Food Supply Chain Based on AHP-FCE Method. In *Advances in Intelligent Systems, Computer Science and Digital Economics IV* (pp. 407-419). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Xiong, Y., Zhao, J., & Lan, J. (2021). Performance Evaluation of Food Cold Chain Logistics Enterprise Based on the AHP and Entropy. In *Research Anthology on Food Waste Reduction and Alternative Diets for Food and Nutrition Security* (pp. 395-405). IGI Global.
- Yan, B., & Lee, D. (2009). Application of RFID in Cold Chain Temperature Monitoring System. In 2009 ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management, IEEE, 2, 258-261.
- Zhang, J., Liu, L., Mu, W., Moga, L. M., & Zhang, X. (2009). Development of Temperature-Managed Traceability System for Frozen And Chilled Food During Storage and Transportation. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(3/4), 28-31.
- Zhang, Y., Liu, Y., Jiong, Z., Zhang, X., Li, B. & Chen, E. (2021). Development and Assessment of Blockchain-Iot-Based Traceability System for Frozen Aquatic Product. *Journal of Food Process Engineering*, 44(5), e13669.