

TARIM- GIDA BÜTÜNLEŞİK TEDARİK ZİNCİRİ TASARIMI: DOMATES ÜRÜNÜ UYGULAMASI

Atiye TÜMENBATUR¹, Mehmet TANYAŞ², Emre ÇAKMAK³

Öz

Geleneksel tarım-gıda tedarik zincirlerinde ürüne değer katmayan birden fazla aşama olup ürünlerin kalitesini ve fiyatını olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca tarım-gıda ürünlerindeki enflasyon Tüketici Fiyat Endeksini de doğrudan etkilediğinden zincir üzerinde yapılacak iyileştirmelerin nihai tüketiciye katkısı yüksek olacaktır. Bu çalışma kapsamında tarım-gıda tedarik zincirinde değer yaratmayan katmanların olmadığı ve bütünleşik bir yaklaşımla iş birliğine dayalı bir metodoloji geliştirilmiştir. İlk aşamada ilgili paydaşlar sisteme kabulü ve operasyon süreçleri için Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process-AHP) yöntemi ile ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Daha sonra Ortaklaşa Planlama, Tahmin ve İkmal (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment- CPFR) yaklaşımı çerçevesinde; doğrusal programlama yöntemiyle en uygun tedarik zincirleri belirlenerek kapasite dengelemesi yapılmıştır. Çalışmanın son kısmında ise metodoloji kapsamında kullanılan yöntemlerin doğrulanmasını gerçekleştirmek üzere domates ürünü üzerine bir uygulama AIMMS modelleme paketi üzerinde analiz edilmiş, elde edilen bulgular ve sonuçlar verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tarım-Gıda Tedarik Zinciri, Tarım-Gıda Değer Zinciri, Analitik Hiyerarşi Süreci, Ortaklaşa Tahmin Planlama ve İkmal, Doğrusal Programlama

JEL Sınıflaması: M11, Q10, S19

AGRI-FOOD SUPPLY CHAIN HOLISTIC DESIGN: TOMATO PRODUCT APPLICATION

Abstract

In traditional Agri-Food supply chains, there is more than one stage that does not add value to the product, which negatively affects the quality and price of the products. Since inflation in agri-food products directly affects the Consumer Price Index, improvements in the chain will have a high contribution to the consumer. Within the scope of this study, a collaborative methodology has been developed with an integrated approach and without layers that do not create value in the agri-food supply chain. At the first stage, the relevant stakeholders were evaluated separately for their acceptance into the system and the operation processes with the Analytic Hierarchy Process (AHP) method. Then, within the framework of the Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR) approach; The most suitable supply chains were determined by linear programming method and capacity balancing was made. Finally, an application on tomato product was analyzed on the AIMMS modeling package in order to verify the methodology, and the obtained findings and results were given.

Keywords: Agri-Food Supply Chain , Agri-Food Value Chain, Collaborative Planning Forecasting and Replenishment, Analytics Hierarchy Process, Linear Programming.

JEL Classification: M11, Q10, S19

¹Dr. Öğr. Üyesi, Maltepe Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, atiyetumenbatur@maltepe.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5570-0501

²Prof. Dr., Maltepe Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, mehmettanyas@maltepe.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8934-3787

³Dr. Öğr. Üyesi, Piri Reis Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, ecakmak@pirireis.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3406-3144

1. Giriş

Günümüzde gıda sektörü hızla değişmektedir. Buna bağlı olarak gıda tedarik zinciri de üreticiler, işleyiciler ve perakendeciler arasında daha kısa ve bağımsız taşımacılık faaliyetlerinden lojistik faaliyetlerin bütünleşik olarak yürütüldüğü operasyonlara doğru gelişmektedir. Bu çerçevede tarım-gıda tedarik zinciri yönetimi başlı başına bir araştırma disiplini olarak gelişmekte olup yerel, bölgesel, ulusal ve uluslararası tüm alanları kapsamaktadır. Genel olarak daha uzun vadeli, daha büyük ölçekli, programlanmış, bilgi paylaşımının önemli olduğu, giderek daha güvenilir, daha şeffaf, tarafların sorumluluklarının tanımlandığı ve rekabet avantajının korunduğu tarım-gıda tedarik zincirindeki aktör sayısı da zincirin yapısına bağlı olarak farklılaşmaktadır. Tarım sektörünün de hedefleri arasında yer alan gıda güvenliği ve güvencesinin önemli olduğu içinde bulunduğumuz süreç ve bundan sonraki dönemlerde sürdürülebilirliği sağlamak ve gıda sistemlerinin esnekliğini artırmak için tarım-gıda tedarik zincirlerindeki aksaklıkların önüne geçilmesi gerekmektedir. Özellikle raf ömrü kısa olan taze meyve ve sebzelerin belirli süre içinde tüketilmesinin gerekliliği ürünlerin nihai tüketiciye hızlı ve aynı kalitede ulaştırılması büyük önem taşımaktadır.

Dünya üzerindeki kaynakların yarısı gıda üretiminde kullanılmakta olup gerek bu kaynakların aşırı kullanımı gerekse gelirle orantılı olarak değişen yaşam tarzı ve beslenme alışkanlıkları tarım-gıda tedarik zincirinde kaynakların verimsiz kullanılmasına neden olmaktadır. Tüketici talebi karşılanırken üretici maliyetlerinin göz önüne alındığı etkili stratejilerin oluşturulması karmaşık olduğundan bütünleşik sistemlerin oluşturulması önemlidir.

Chen vd. (2009) gıda tedarikçilerinin müşteri gereksinimleri çerçevesinde taze gıdaları maliyet unsurlarını içeren bütünleşik olarak tasarlanmış üretim çizelgesi ve teslimat güzergahlarının yapılmasının önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Gigler vd. (2002) tarım tedarik zincirlerinde ürünlerin kalitesine yönelik olarak doğrusal programlama (Linear Programming-LP) modeli kullanan bir optimizasyon yaklaşımı oluşturmuşlardır. Tarım tedarik zincirlerini optimize etmek için önerilen LP modeli MATLAB programında geliştirilmiş ve optimum çözümler belirlenmiştir.

Ahumada vd. (2009) tarımsal ürünlerin üretim ve dağıtım planlaması alanındaki çalışmaları içeren bir literatür araştırması yapmışlardır. Tarım-gıda tedarik zinciri konusunda başarıyla uygulanmış modelleri, plan kapsamaları ve ürün türleri gibi özellikler altında sınıflandırarak geleceğe yönelik bazı gereksinimler belirlemişlerdir.

Ahumada ve Villalobos (2011) çalışmalarında bozulabilir tarım ürünlerinin hasat dönemi ve ürünlerin dağıtım planlaması için bir model geliştirmişlerdir. Karmaşık ve değişen ortamlarda, ürünlerin hasatı, ambalajlanması ve dağıtım süreçlerine yönelik üreticilere yardımcı olacak karma tamsayı bir model önermiştir.

Chen ve Haihong (2013) ise tarım ürünlerinin dağıtım sistemleri kapsamında üç mevcut modeli nicel olarak optimize etmiştir. Tarımsal üretim ve kooperatif merkezli dağıtım sistemlerine tedarik zinciri simülasyon modeli uygulaması ile tüm tedarik zincirlerinin temel performans göstergelerini değerlendirmişlerdir.

Folinas vd. (2013) yalın düşünme perspektifi ile tarım-gıda tedarik zincirlerinde yeşil tedarik zinciri ve lojistik yönetimi girişimlerini desteklemeye yönelik yaptıkları çalışmada; tarım-gıda değer zincirinde değer yaratmayan faaliyetleri değer zinciri haritalama (Value Stream Mapping -VSM) modeli uygulayarak ilgili çalışmanın yeşil tedarik zincirinin oluşturulması için etkin ve verimli bir araç olabileceğini belirtmişlerdir.

Tarım ürünleri tedarik zincirine bütünsel bazda bakan tek çalışma Tsolakıs vd. (2014) ait olup çalışma sadece kavramsal düzeydedir. Çalışmada tarım-gıda tedarik zincirinde operasyonel, taktiksel ve stratejik kararlar ele alınmıştır.

Sanjaya ve Perdana (2015) yerel çiftçinin ürettiği domates ürününün yapılaşdırılmış pazarda satılmasına yönelik bir lojistik model geliştirmişlerdir. Bu modelde durum değişikliği ile simüle edilen farklı bir simülasyon yaklaşımı kullanılmıştır.

Ferreira vd. (2016) yaptıkları çalışmada Brezilya'da mevcut portakal üretimi ele alınarak endüstriyel işleme kapsamındaki sistem dinamiklerini dikkate alan entegre planlama modeli geliştirmiştir. Geliştirilen sistemde simülasyon çalışması desteklenmiştir.

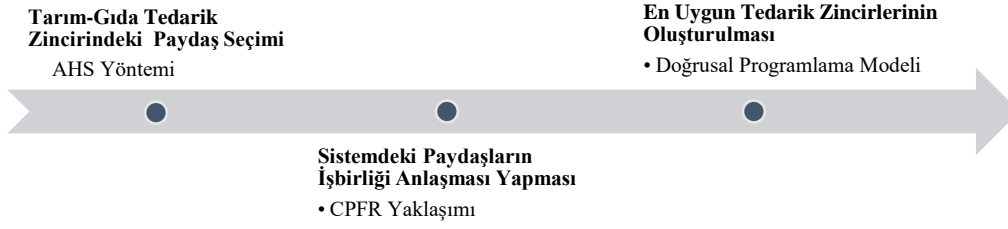
Behzadi vd. (2017) çalışmalarında kivi ürünü kullanılarak tarım-gıda tedarik zinciri ağı içerisindeki stratejik ve taktiksel problemler bir arada ele alınmıştır. Tarım ürünlerinin hasat zamanı ve verim riskinin azaltılmasına yönelik oluşturulan güçlü ve esnek bir stratejinin performansını analiz etmek için Karma Tamsayı Doğrusal Programlama modeli uygulanmıştır.

Fang ve Leung (2009) tarım-gıda tedarik zincirine yönelik CPFR yaklaşımını önermişlerdir. İki kademeli bir tedarik zincirini, çok kademeli bir tedarik zincirine genişleterek n-katmanlı bir CPFR modeli oluşturulmuş ve iş birliğine dayalı taşımacılık kavramı modele entegre edilmiştir. Çalışmada ortaya koyulan model bir vaka üzerinden analiz edilmiştir.

2. Metodoloji

Bu çalışma kapsamında tarım-gıda tedarik zincirinde mevcut süreçteki problemlerin bütünsel olarak çözümüne yönelik bir metodoloji geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Mevcut sistemdeki zincirde ürünlerin nihai tüketiciye ulaştırılmasında katma değer yaratmayan birçok süreç bulunduğundan ürünlerin bozulması ve gıda atığı oluşmasının yanı sıra maliyetleri de olumsuz yönde etkilemektedir. Ürünün hasadından başlayıp tüketiciye ulaşana kadarki süreçte ve tüketici tarafında oluşan kayıplar ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre farklılıklar göstermektedir. Üretim, hasat ve işleme sürecindeki tedarik zinciri boyunca meydana gelen ürün kayıpları doğru olmayan hasat tekniklerinin kullanımı, depolama, soğuk zincir, paketleme gibi alanlarda mali yetersizlikler, yönetim ve teknik yetersizliklerden kaynaklanmaktadır. Bu kapsamda zincir boyunca değer yaratmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılarak yalın ve bütünleşik sistemlere geçilmesi gerekmektedir.

Bu çerçevede tarım-gıda bütünleşik tedarik zinciri tasarımı için geliştirilen uygulama metodolojisi Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1: Tarım-Gıda Bütünleşik Tedarik Zinciri Uygulama Metodolojisi

Ürünlerin, sertifikalandırılmış tarımsal ürün üreticileri, üretici birlikleri veya üretim şirketleri tarafından üretilerek, sertifikalandırılmış lojistik şirketler ve/veya taşıyıcılar aracılığıyla tedarikçiden üreticiye, üreticiden nihai müşteriye ürün akışının oluşturulması öngörülmüştür. Önceden belirlenen standartlara ve bu standartların sağlanmasına dayalı çekme esaslı çalışacak bu sistemde, öncelikle öngörülen standartlar uygun olarak sisteme girecek olan tedarikçi, üretici ve lojistik işletmelerin seçilmesi gerekmektedir. Bu çerçevede ilk aşamada, sisteme dahil olacak tedarikçi, üretici ve lojistik işletmelerin çok kriterli karar verme yöntemleri ile sisteme alınması öngörüldüğü için AHS yöntemi kullanılmış ve uzman görüşleri alınarak her bir paydaş için ayrı ayrı değerlendirmeler yapılmıştır. AHS, 1970'li yıllarda Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen ölçme ve karar verme için kullanılan ve karmaşık karar problemlerinde, karar kriter ve seçeneklerine göreceli önem değerleri verilmek suretiyle, yönetsel karar mekanizmasının çalıştırılmasına dayalı bir süreçtir (Saaty, 1977). Operasyon sürecinde ise üretici ve lojistik işletme eşleştirilmesi için tekrar AHS yöntemi uygulanarak üreticiye bir sipariş geldiğinde en uygun lojistik işletmenin eşleştirilmesi gerçekleştirilmiştir.

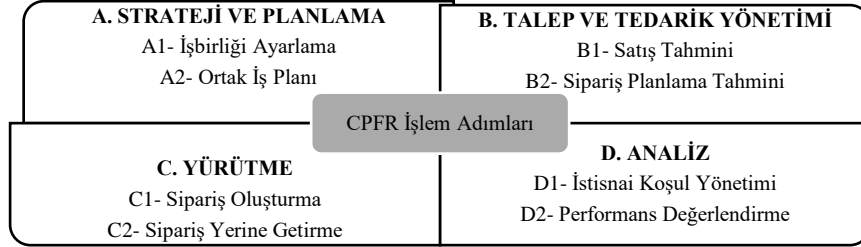
İkinci aşamada CPFR yönteminin ilk adımını oluşturacak şekilde paydaşlar arasında iş birliği anlaşmalarının yapılması öngörülmektedir. Sonraki aşamada ise doğrusal programlama yöntemi ile zincir boyunca talep ve arz dengesini oluşturacak en uygun tedarik zincirleri belirlenmekte ve talepler yakınlık ve AHS puanı kriterlerine göre zincirlere atanmaktadır.

Bu çalışmada, üç tedarikçi, üç üretici ve üç lojistik işletmeden oluşan tarım-gıda tedarik zincirinin kapasite planlaması için bir doğrusal programlama modeli önerilmiştir. Modelin amacı, talebi karşılayacak ve kapasite kısıtlarını aşmayacak şekilde zincirin toplam AHS 'si ile zincir üyelerinin birbirlerine yakınlığından oluşan toplam puanı en büyükmektir. Böylece model, puanı en büyükleyecek şekilde zincirlere sipariş atayacaktır. Miktar ataması olmayan zincirler kullanılmamış olacaktır.

2.1. Ortaklaşa Tahmin, Planlama, Tahmin Ve İkmal Yaklaşımı (CPFR)

CPFR yöntemi, arz ve talep tarafları arasındaki farklılıkları azaltmak için Endüstriler Arası Ticaret Standartları Gönüllüleri Derneği (VICS-Voluntary Inter-Industry Commerce Standards) tarafından geliştirilen bir iş süreç modelidir. CPFR sistemde yer alan tarafların üretim, stok, lojistik maliyetler gibi maliyet unsurlarını azaltan ve sürecin verimli yönetilmesini sağlayan bir metodolojidir. Burada müşteri talebini karşılamaya yönelik olarak bilgi teknolojilerinin etkin bir şekilde kullanımıyla tedarik zinciri boyunca ürünlerin görünürlüğü ve izlenebilirliği sağlanabilmektedir.

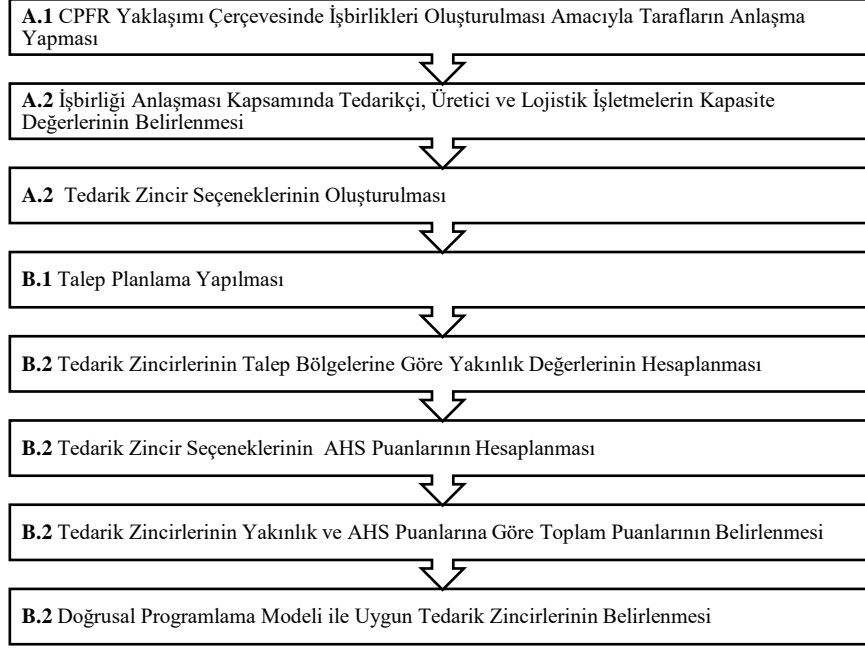
Ürün ve bilgi akışı sağlanarak zincirdeki ihtiyaçlar sürekli güncellenebilmekte geniş perspektiften bakılınca uçtan uca tedarik zincirleri daha verimli hale gelebilmektedir. İşbirliği anlaşması çerçevesinde ilgili tüm paydaşların envanterlerinde azalışla birlikte lojistik ve taşıma maliyetlerinin azaltılmasına olanak sağlayarak verimlilik yaratmaktadır. CPFR Modeli endüstrilerin odaklandığı yönde bilgi, mal ve hizmet akışı için temel bir çerçeve oluşturmaktadır. Şekil 2’de CPFR modelinin işlem adımları görülmektedir.



Şekil 2: CPFR Modeli İşlem Adımları

Türkiye’de mevcut tarım-gıda tedarik zinciri itme esaslı çalışan bir yapıdadır. Üreticiler ürünlerin tüketiciler tarafından ne kadar miktarda alınacağını bilemedikleri için fazla veya az stok problemleri ile karşılaşmaktadır. Diğer taraftan pazarın istekleri de önemli olmakla birlikte müşteri talebi doğru olarak tahmin edilememektedir. Tarım-gıda tedarik zincirinin entegrasyonu için müşteri firmanın tedarikçi firmaya tahmin değerlerini ilettiği geleneksel planlamadan ortaklaşa planlamaya dayalı tedarik zinciri odaklı planlama yaklaşımının uygulanması gerekmektedir. Tarım-gıda tedarik zincirinde tedarikçi, üretici, komisyoncu, tüccar, gıda üreticisi, market, manav, pazarcı gibi çok sayıda paydaş bulunmaktadır. Talep odaklı bir tedarik zinciri için bu paydaşların iş birliği ve birlikte hareketi son derece önemlidir. Tüm bu faktörler göz önüne alındığında CPFR yaklaşımı ile tarım-gıda ürünlerinin tedarik sisteminin geliştirilerek üreticilerin sorunlarına çözüm olabilmek adına bir çerçeve oluşturmaktadır. CPFR, alıcı ve satıcı arasında tek katmanlı bir sistem olarak geliştirilmiştir. Ancak tarım-gıda tedarik zincirleri çok katmanlı bir yapıya sahiptir ve birden fazla paydaşı içermektedir.

Bu çalışmada tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması ve etkin bir değer zinciri oluşturulabilmesi amacıyla entegre talep ve arz planlama uygulaması için CPFR yöntemi uygulanmıştır. Şekil 3’de görülen metodoloji kapsamında; A ve B işlem adımları, CPFR’ın planlama ve tahmin fonksiyonlarını ifade etmekte olup doğrusal programlama modeli kullanılarak, tedarik zinciri ağında oluşan her bir zincir için öncelik değeri AHS puanı ve yakınlığa (Tedarikçi-Üretici, Üretici-Talep Bölgeleri) göre belirlenmiştir. C ve D aşamaları ise; CPFR’ın ikmal fonksiyonunu oluşturmakta olup bu çalışmada sadece A ve B adımları ele alınmıştır (Şekil 3).



Şekil 3: Tarım Gıda Tedarik Zinciri CPFR Metodolojisi

2.2. Doğrusal Programlama Modeli

Tarım-gıda tedarik zinciri için CPFR yaklaşımı kapsamında öncelikle A ve B işlem adımlarında kullanılacak olan doğrusal programlama modelinde üç tedarikçi, üç üretici, üç nakliyecisi, üç farklı talep bölgesi ve dört planlama dönemi olacağı varsayılmıştır. Bu kapsamda oluşturulan doğrusal programlama modeli aşağıda verilmiştir.

İndisler:

Planlama Dönemi	$t= 1,2,3,4$
Talep Bölgesi	$d= 1,2,3$
Tedarikçi	$s= 1,2,3$
Üretici	$p= 1,2,3$
Lojistik İşletme	$n= 1,2,3$

Karar Değişkeni:

$X_{(s,p,n,t,d)}$: s. tedarikçinin, p. üreticiye ve n. lojistik işletmesiyle oluşturduğu zincir ile t. dönemdeki d. bölgeye gönderilen miktar.

Parametreler:

$P_{(s,p,n,t,d)}$: s. tedarikçinin, p. üreticiye ve n. lojistik işletmecisiyle oluşturduğu zincir ile t. dönemdeki d. bölgeye gönderilmesiyle kazanılan puan

$SC_{s,t}$: s tedarikçisinin t dönemindeki kapasitesi

$PC_{p,t}$: p üreticisinin t dönemindeki üretim kapasitesi

$NC_{n,t}$: n lojistik işletmecisiyle t dönemindeki taşıma kapasitesi

Dd,t : d bölgesinin t dönemindeki talep miktarı

Amaç fonksiyonu: Toplam Tedarik Zinciri Puanının maksimizasyonu

$$\max z = \sum_{s=1}^S \sum_{p=1}^P \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^T \sum_{d=1}^D X_{s,p,n,t,d} P_{s,p,n,t,d}$$

Kısıtların formüle edilmesi

Tedarikçi Kısıtı:

$$\sum_{n=1}^N \sum_{p=1}^P \sum_{d=1}^D X_{s,p,n,t,d} \leq SC_{s,t} \quad , \forall t \in T, \quad s \in S$$

Üretici Kısıtı:

$$\sum_{s=1}^S \sum_{n=1}^N \sum_{d=1}^D X_{s,p,n,t,d} \leq PC_{p,t} \quad , \forall t \in T, \quad p \in P$$

Lojistik İşletme Kısıtı:

$$\sum_{s=1}^S \sum_{p=1}^P \sum_{d=1}^D X_{s,p,n,t,d} \leq NC_{n,t} \quad , \forall n \in N, \quad t \in T$$

Talep Kısıtı:

$$\sum_{s=1}^S \sum_{p=1}^P \sum_{n=1}^N X_{s,p,n,t,d} \geq D_{d,t} \quad , \forall d \in D, \quad t \in T$$

İşaret Kısıtları: Her bir karar değişkeni negatif olmama koşulunu taşımaktadır.

$$X_{s,p,n,t,d} \geq 0$$

Zincirin değeri hesaplanırken, öncelikle tedarikçinin üreticiye ve üreticinin talep bölgesine olan mesafeleri dikkate alınacaktır. Bu değerler normalize edilerek normalize toplam mesafe belirlenecektir. Daha sonra ise bu değer, tedarikçi, üretici ve lojistik işletmeden oluşan zincirin AHS puanları ile çarpılarak her bir zincirin sahip olduğu toplam puan belirlenecektir.

$P_{s,p,n,t,d}$ = s. tedarikçinin, p. üreticiye ve n. lojistik işletmesiyle oluşturduğu zincir ile t. dönemdeki d. bölgeye gönderilmesiyle AHS ve yakınlık (mesafe) etmenlerinden kazanılan puandır.

$$s, p, n, t, d \quad s \in S, p \in P, n \in N, t \in T, d \in D$$

Bu kapsamda ilk olarak tedarikçinin üreticiye olan mesafesi “FD” olarak isimlendirilmiş olup Şekil 1’de oluşturulan matris görülmektedir.

Mesafe (S-P) =FD

S-P Arası Mesafenin Normalize Hali

$$\begin{pmatrix} \cdot & P_1 & P_2 & P_3 & \dots & P_n \\ S_1 & FD_{11} & FD_{12} & FD_{13} & \dots & FD_n \\ S_2 & FD_{21} & FD_{22} & FD_{23} & \dots & \dots \\ S_3 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_n & FD_n & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} FD_{11}/FD_{max} & FD_{12}/FD_{max} & \dots & FD_n \\ FD_{21}/FD_{max} & \dots & \dots & \dots \\ FD_{31}/FD_{max} & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix}$$

Şekil 1: "S" Tedarikçisinin "P" Üreticisine Olan Mesafe Matrisi

Zincirin değerinin hesaplamasında ikinci adım üreticinin talep bölgesine olan mesafesinin belirlenmesidir. Bu mesafe ise "SD" olarak isimlendirilmiş olup matris Şekil 5’de gösterilmiştir.

$$\begin{matrix} \text{Mesafe (P-D) =SD} & \text{P-D Arası Mesafenin Normalize Hali} \end{matrix}$$

$$\begin{pmatrix} \cdot & D_1 & D_2 & D_3 & \dots & D_n \\ P_1 & SD_{11} & SD_{12} & SD_{13} & \dots & SD_n \\ P_2 & SD_{21} & SD_{22} & SD_{23} & \dots & \dots \\ P_3 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_n & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} SD_{11}/SD_{max} & SD_{12}/SD_{max} & \dots & SD_n \\ SD_{21}/SD_{max} & \dots & \dots & \dots \\ SD_{31}/SD_{max} & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix}$$

Şekil 5: "P" Üreticisinin "D" Talep Bölgesine Olan Mesafe Matrisi

Son olarak yukarıda hesaplanan mesafelerin normalize edilmiş halleri çarpılarak toplam mesafe hesabı yapılacaktır. Bu kapsamda toplam mesafe değeri "TMD" olarak gösterilmiştir (Şekil 6).

$$\begin{pmatrix} FD_{11} \cdot SD_{11} & FD_{12} \cdot SD_{12} & \dots & TMD_n \\ FD_{21} \cdot SD_{21} & \dots & \dots & \dots \\ FD_{31} \cdot SD_{31} & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix}$$

Şekil 2: Toplam Mesafe Matrisi (TMD)

Örnek olarak 3 talep bölgemiz, 3 tedarikçi ve 3 üreticimiz bulunması durumunda 27 adet zincir oluşmaktadır. Zincirleri değerlendirmede yakınlık olumlu bir faktör olduğu için toplam mesafe değeri "1" değerinden çıkarılarak kullanılacaktır. Her bir zincirin değerini hesaplamak için ise tedarikçi, üretici ve lojistik işletmenin AHS puanlarının çarpımının 0,50’si ve "1" eksi toplam mesafe değerinin 0.50’si alınarak toplanmaktadır (Şekil 7). Bu durumda AHS puanı ve TMD’e eşit ağırlıklar verilmiş olmaktadır. Ancak gerekirse bu ağırlıklar değiştirilebilir.

$$\begin{pmatrix} Z_{111} \\ Z_{112} \\ Z_{113} \\ Z_{211} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ Z_{nmn} \\ \dots \\ \dots \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{AHS PUANI} \\ W_{111} \\ W_{112} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \end{matrix} \begin{matrix} \text{TOPLAM MESAFE} \\ TMD_{111} \\ TMD_{112} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \end{matrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \text{ZİNCİR PUANI} \\ 0,5 \cdot W_{111} + 0,5(1 - TMD_{111}) \\ 0,5 \cdot W_{112} + 0,5(1 - TMD_{112}) \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \end{pmatrix}$$

Şekil 7: Toplam Kazanılan Puanı Hesaplama Matrisi

3. Doğrusal Programlama Modeli Uygulaması

Yukarıda oluşturulan LP modeli üç tedarikçi, üç üretici ve üç talep bölgesi için oluşturulmuştur. CPFR yönteminin ilk iki adımı için belirlenecek olan her bir zincir değerinin hesaplanması kapsamında öncelikle tedarikçilerin üreticilere olan mesafeleri Tablo 1'deki gibi varsayılmıştır. Tablo 2'de ise en uzun mesafe değeri diğer mesafelere bölünerek normalize edilmiştir.

Tablo 1. Zincirdeki Tarafların Birbirine Olan Mesafesi (km)

	Üretici- 1	Üretici- 2	Üretici- 3
Tedarikçi- 1	200	500	400
Tedarikçi- 2	300	100	300
Tedarikçi- 3	250	400	50
	Talep Bölgesi- 1	Talep Bölgesi- 2	Talep Bölgesi- 3
Üretici- 1	250	600	400
Üretici- 2	500	300	350
Üretici- 3	700	100	500

Tablo 2. Tedarikçinin Üreticilere Olan Mesafelerinin Normalize Hali

	Üretici- 1	Üretici- 2	Üretici- 3
Tedarikçi- 1	0,40	1,00	0,80
Tedarikçi- 2	0,60	0,20	0,60
Tedarikçi- 3	0,50	0,80	0,10
	Talep Bölgesi- 1	Talep Bölgesi- 2	Talep Bölgesi- 3
Üretici- 1	0,36	0,86	0,57
Üretici- 2	0,71	0,43	0,50
Üretici- 3	1,00	0,14	0,71

Tedarikçi, üretici ve lojistik işletmelerin hesaplanmış AHS puanları Tablo 3'de görülmektedir.

Tablo 3. Tedarikçi, Üretici ve Lojistik İşletmelerin AHS Puanları

İşletmeler	AHS Puanları
Tedarikçi- A	0,6775
Tedarikçi- B	0,2051
Tedarikçi- C	0,1177
Üretici –A	0,5364
Üretici –B	0,2821
Üretici –C	0,1857
Lojistik İşletme – 1	0,2621
Lojistik İşletme – 2	0,3633
Lojistik İşletme – 3	0,3749

Oluşan 27 adet tedarik zincirinin toplam AHS puanı, söz konusu zincirdeki her bir paydaşın yukarıda verilen AHS puanlarının birbirleri ile çarpımı sonucu elde edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Tedarik Zincirlerinin AHS Puanları

Z ₁₁₁	0,0953	Z ₁₂₁	0,0501	Z ₁₃₁	0,0330
Z ₁₁₂	0,1320	Z ₁₂₂	0,0694	Z ₁₃₂	0,0457
Z ₁₁₃	0,1362	Z ₁₂₃	0,0717	Z ₁₃₃	0,0472
Z ₂₁₁	0,0288	Z ₂₂₁	0,0152	Z ₂₃₁	0,0100
Z ₂₁₂	0,0400	Z ₂₂₂	0,0210	Z ₂₃₂	0,0138
Z ₂₁₃	0,0412	Z ₂₂₃	0,0217	Z ₂₃₃	0,0143
Z ₃₁₁	0,0165	Z ₃₂₁	0,0087	Z ₃₃₁	0,0057
Z ₃₁₂	0,0229	Z ₃₂₂	0,0121	Z ₃₃₂	0,0079
Z ₃₁₃	0,0237	Z ₃₂₃	0,0124	Z ₃₃₃	0,0082

Bu aşamada tedarik zincirlerinin AHS ve yakınlığa (mesafe) dayalı toplam puan değerleri, üç talep bölgesi için ayrı ayrı hesaplanmıştır. (Tablo 5).

Tablo 5. Tedarik Zincirlerinin Toplam Puanları

TEDARİK ZİNCİRİ	TALEP BÖLGESİ- 1	TALEP BÖLGESİ- 2	TALEP BÖLGESİ- 3
Z ₁₁₁	0,4762	0,1191	0,3191
Z ₁₁₂	0,3517	0,5232	0,4160
Z ₁₁₃	0,3181	0,5110	0,5324
Z ₂₁₁	0,4430	0,0858	0,2858
Z ₂₁₂	0,3057	0,4771	0,3700
Z ₂₁₃	0,2706	0,4635	0,4849
Z ₃₁₁	0,4368	0,0797	0,2797
Z ₃₁₂	0,2972	0,4686	0,3615
Z ₃₁₃	0,2618	0,4547	0,4761
Z ₁₂₁	0,4536	0,0965	0,2965
Z ₁₂₂	0,3204	0,4919	0,3847
Z ₁₂₃	0,2858	0,4787	0,5001
Z ₂₂₁	0,4362	0,0790	0,2790
Z ₂₂₂	0,2962	0,4677	0,3605
Z ₂₂₃	0,2608	0,4537	0,4751
Z ₃₂₁	0,4329	0,0758	0,2758
Z ₃₂₂	0,2917	0,4632	0,3560
Z ₃₂₃	0,2562	0,4491	0,4705

TEDARİK ZİNCİRİ	TALEP BÖLGESİ- 1	TALEP BÖLGESİ- 2	TALEP BÖLGESİ- 3
Z ₁₃₁	0,4451	0,0879	0,2879
Z ₁₃₂	0,3086	0,4800	0,3729
Z ₁₃₃	0,2736	0,4664	0,4879
Z ₂₃₁	0,4336	0,0764	0,2764
Z ₂₃₂	0,2926	0,4641	0,3569
Z ₂₃₃	0,2571	0,4500	0,4714
Z ₃₃₁	0,4314	0,0743	0,2743
Z ₃₃₂	0,2897	0,4611	0,3540
Z ₃₃₃	0,2541	0,4470	0,4684

Tablo 5’de görüldüğü gibi 1. Dönem için Z111, 2. Dönem için Z112, 3. Dönem için Z113 zincirlerinin puanı en yüksektir. İlk aşamada oluşturulan doğrusal programlama modeli AIMMS programı ile çözülmüştür.

Her bir bölge için en yüksek puanlı zincir belirledikten sonra uygulama aşamasında dört ayrı dönem için üç farklı bölgenin talepleri ile zinciri oluşturan tedarikçi, üretici ve lojistik işletmelerin kapasiteleri için modelde kullanılan veriler Tablo 6’ da görülmektedir. Burada dönemler üçer aylık periyot olarak değerlendirilmiş olup şu şekildedir:

- 1.Dönem: Haziran – Temmuz – Ağustos
- 2.Dönem: Eylül – Ekim – Kasım
- 3.Dönem: Aralık – Ocak – Şubat
- 4.Dönem: Mart – Nisan – Mayıs

Tablo 6. Doğrusal Programlama Model Verileri

	1.Dönem	2.Dönem	3.Dönem	4.Dönem
Talep Bölgesi-1	1.084	1.070	708	779
Talep Bölgesi-2	845	804	999	833
Talep Bölgesi-3	841	790	952	616
	2.770	2.664	2.659	2.228
	1.Dönem	2.Dönem	3.Dönem	4.Dönem
Üretici- 1	1.213	1.047	1.253	1.455
Üretici- 2	1.368	863	846	1.336
Üretici- 3	899	1.099	1.004	1.493
	3.480	3.009	3.103	4.284
	1.Dönem	2.Dönem	3.Dönem	4.Dönem
Lojistikçi-1	1.054	844	984	1.232
Lojistikçi-2	1.056	1.031	889	1.018
Lojistikçi-3	832	1.045	847	1.319
	2.942	2.920	2.720	3.569
	1.Dönem	2.Dönem	3.Dönem	4.Dönem
Tedarikçi-1	956	914	900	1.032
Tedarikçi-2	1.371	1.244	1.088	1.181
Tedarikçi-3	1.264	1.325	1.281	941
	3.591	3.483	3.269	3.154

Bu aşamada tarım-gıda tedarik zinciri için oluşturduğumuz matematiksel modelde Tablo 6’daki veriler AIMS programına aktarılarak bulunan en uygun çözüm Tablo 7’ de verilmiştir. Tabloda her bir dönem için üç ayrı bölgenin taleplerinin en uygun zincirlere atandığını görmekteyiz.

Örneğin; birinci dönem için birinci bölgenin talebi 1.084 birim olup bu talep Z311, Z221 ve Z133 zincirlerinden karşılanmıştır. Aynı şekilde dördüncü dönemde ikinci bölgenin talebinin 833 birim olduğu Z231 zincirinin tek başına talebi karşıladığı görülmektedir. Bu şekilde kapasite kısıtlarını da dikkate alarak tüm taleplerin karşılandığını söyleyebiliriz.

Tablo 7. Doğrusal Programlama Model Verileri

Tedarik Zinciri	Talep Bölgesi -1				Talep Bölgesi -2				Talep Bölgesi -3			
	Dönemler				Dönemler				Dönemler			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Z ₁₁₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	232	0	0
Z ₁₁₂	0	490	0	0	0	0	659	0	527,5	0	0	0
Z ₁₁₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	616
Z ₂₁₃	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z ₃₁₁	129,5	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
Z ₃₁₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	446	0
Z ₁₂₃	0	0	0	0	0	192	0	0	0	0	0	0
Z ₂₂₁	526	0	0	348	0	106	0	0	0	0	506	0
Z ₂₂₂	0	0	0	0	528,5	0	0	0	0	0	0	0
Z ₃₂₁	0	0	0	0	0	506	0	0	0	0	0	0
Z ₃₂₃	0	0	0	0	0	0	340	0	313,5	0	0	0
Z ₁₃₂	0	0	0	416	0	0	0	0	0	0	0	0
Z ₁₃₃	428,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z ₂₃₁	0	0	0	0	226,5	0	0	833	0	0	0	0
Z ₂₃₂	0	541	230	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z ₂₃₃	0	0	0	0	90	0	0	0	0	558	0	0
Z ₃₃₁	0	0	478	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	1.084	1.070	708	779	845	804	999	833	841	790	952	616

4. Domates Ürünü Uygulaması

Domates tedarik zinciri uygulaması için ABC şirketi verileri kullanılmıştır. ABC Şirketi Türkiye'nin 5 farklı bölgesinde 13.500 dekar alana sahip kendisine ait tarım çiftliklerinde 35 çeşit meyve ve 12 çeşit sebze üretimi yapmaktadır. Bunun yanı sıra sözleşmeli çiftçiler ile de üretim yaptırmaktadır. Tarım çiftliklerinde yetiştirilen ürünler 5 farklı bölgede kurulmuş olan 110.000 m2 kapalı alana sahip fabrikalarında, ileri teknoloji makine parkuru ile soğuk zincir ve ilk giren ilk çıkar kuralına göre paketlenmektedir. ERP yazılımı kullanan şirket ülkenin farklı noktalarında birbirinin alternatifi olacak müşterilere yakın 5 fabrika kurarak olumsuz koşullardan dolayı doğabilecek riskleri en küçüklemekte, üretilen meyve ve sebzelerin, her zaman taze ve en kısa sürede sofralara ulaşmasını sağlamaktadır. Global GAP, İyi Tarım Uygulamaları, ISO 22000, ISO 9001 sertifikalarına sahiptir.

Şirket 180 TIR'dan oluşan frigorifik araç filosu ile, üretilen meyve ve sebzelerin, kısa sürede sofralara ulaşmasını sağlamaktadır. Ayrıca dış piyasa taşıyıcılarından da yararlanmaktadır. Üretilen ürünler büyük zincir marketlere gönderilmekte olup bunun yanı sıra Ankara, İstanbul, İzmir, Bursa, Erzurum, Sakarya, Samsun, Trabzon, Konya ve Karabük illerindeki toptancı hallerinde satış noktaları bulunmaktadır.

Domates ürünü tedarik zinciri aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

- Domates üretim yapan çiftlik ve sözleşmeli çiftçiler
- Domates paketleme yapan fabrikalar
- Nakliye hizmeti yapan taşıyıcılar
- Zincir market ve toptancı hallerinden oluşan il bazındaki talep bölgeleri

Tablo 8. Şirketin Tedarik Zincirinin Hesaplanan AHS Puanları

Z ₁₁₁	0,0601	Z ₁₂₁	0,0915	Z ₁₃₁	0,1344
Z ₁₁₂	0,0213	Z ₁₂₂	0,0324	Z ₁₃₂	0,0476
Z ₁₁₃	0,0111	Z ₁₂₃	0,0169	Z ₁₃₃	0,0248
Z ₂₁₁	0,0328	Z ₂₂₁	0,0499	Z ₂₃₁	0,0733
Z ₂₁₂	0,0116	Z ₂₂₂	0,0177	Z ₂₃₂	0,0259
Z ₂₁₃	0,0060	Z ₂₂₃	0,0092	Z ₂₃₃	0,0135
Z ₃₁₁	0,0437	Z ₃₂₁	0,0666	Z ₃₃₁	0,0978
Z ₃₁₂	0,0155	Z ₃₂₂	0,0236	Z ₃₃₂	0,0346
Z ₃₁₃	0,0081	Z ₃₂₃	0,0123	Z ₃₃₃	0,0180

Domates tarım-gıda tedarik zinciri için oluşturulan doğrusal programlama modeli AIMS programı ile çözümlenerek bulunan en uygun çözüm Tablo 9’ da verilmiştir. Modelin amaç fonksiyonu AHS ve yakınlık kriterlerinden oluşan toplam puanın en büyüklenmesi olduğu için toplam puanı artırmak amacıyla talebin üzerinde bir kapasite kullanımı söz konusudur. Bu aşamada kullanılan doğrusal programlama modeli en uygun zincirlerin oluşturulmasına yöneliktir.

Tablo 9. Doğrusal Programlama Çözümü

Tedarik Zinciri	Talep Bölgesi -1				Talep Bölgesi -2				Talep Bölgesi -3			
	Dönemler				Dönemler				Dönemler			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Z ₁₁₂	0	0	0	0	20	50	0	20	230	150	170	200
Z ₁₃₁	500	560	540	500	0	40	60	0	0	0	0	0
Z ₁₃₂	0	0	0	0	150	50	50	150	0	0	0	0
Z ₂₂₃	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z ₃₁₂	0	0	0	0	50	100	130	80	0	0	0	0
Z ₃₂₂	0	0	0	0	50	0	0	50	0	100	50	0
Z ₃₂₃	50	0	0	140	0	0	0	0	200	250	300	160
Toplam	600	560	540	640	270	240	240	300	430	500	520	360

5. Sonuç

Gıda kaynağı olan tarım ürünlerinin üretimi ülke ekonomileri açısından istihdam oluşturmasının yanı sıra yurtdışından gelen tarım ve gıda ürünlerine bağımlılığı azaltarak gıda sistemlerinin esnekliğini artırmaktadır. Bununla birlikte yeryüzündeki doğal kaynakların aşırı kullanımı, beslenme alışkanlıklarında gelirle bağlantılı olarak ortaya çıkan yüksek orandaki gıda israfları ve gıda-tedarik zinciri boyunca kaynakların verimsiz kullanılması hem kentsel hem de kırsal alanlarda gıda güvencesinin sürdürülebilirliğine yönelik sorunlar oluşturmaktadır. Tarımsal ürün üreticileri, tarım-gıda tedarik zincirinin en önemli halkalarından birisidir. Üreticiler ise ürünlerini iki şekilde satabilmektedir. Ya ürünü hasat edip kendi imkânları ile toptancı hallerine götürüp orada komisyoncular aracılığı ile satmaktadır ya da doğrudan süpermarket gibi perakendecilerinin alıcılarına satış yapmaktadırlar. Bu sebeple tarım-gıda tedarik zinciri ülkemiz için gerek maliyet ve gerekse gıda güvenliği açısından önem arz eden bir tedarik zinciri olup zinciri oluşturan tedarikçi, üretici ve lojistik işletmelerin seçimi ile birbirleri arasındaki ilişkiler son derece önemlidir. Etkin ve verimli tedarik zincirlerinin oluşturulabilmesi için zinciri oluşturan şirketlerin kalitesinin yüksek olması gerekmektedir. Bu çerçevede her işletme AHS yöntemi ile değerlendirilmiş ve AHS puanları oluşturulmuştur. Böylece belirli standartların üzerinde olan şirketlerle tedarik zincirlerinin oluşturulması hedeflenmiştir.

Sistemin operasyon aşamasında üretici ve lojistik işletme arasındaki uyumun önemi dikkate alınarak üretici ve lojistik işletmenin ortaklaşa seçimine yönelik AHS modeli oluşturulmuştur. Böylece sisteme girecek olan üretici ve lojistik işletmelerin ortaklaşa belirlenmesine yönelik olarak AHS yönteminin uygulanabilirliği gösterilmiştir. Sisteme dahil olan lojistik işletmeler ve üreticiler, gelen bir talep doğrultusunda birlikte değerlendirilerek üreticinin ürünü hangi lojistik işletme ile sevkiyatının en iyi performansı göstereceği belirlenmiştir.

Tedarik zinciri oluşturulmasında talep ve kapasite dengesinin kurulması, tedarik zincirinin entegre bir şekilde planlanabilmesi için CPFR yaklaşımı uygulanmıştır. Bu çerçevede tedarik zincirinde arz-talep dengesinin kurulmasında doğrusal programlama modeli oluşturulmuş olup bu çalışma kapsamında tarım-gıda tedarik zinciri için yeni bir doğrusal programlama modeli önerilmiştir. Modelin amacı, talebi karşılayacak ve kapasite kısıtlarını aşmayacak şekilde toplam AHS puanı ile zincirdeki şirketlerin birbirlerine yakınlığından oluşan puanı en büyükleyen zincirleri belirlemektir. Bu şekilde taleplerin öncelikle AHS puanı yüksek ve birbirlerine daha yakın tedarik zincirlerinden karşılanması hedeflenmiştir.

Uygulama için domates ürünü seçilmiştir. Bunun nedeni domatesin, dünyada ve ülkemizde en çok üretilen, tüketilen ve ticarete konu olan tarım ürünlerinin başında gelmesi, insan beslenmesinde vazgeçilmez ürünlerden olması ve gıda sanayinde dondurulmuş, konserve, salça, ketçap, turşu gibi çok çeşitli kullanım alanlarına sahip olmasıdır. Domates tedarik zinciri uygulamasında sektörün yaş meyve ve sebze sektörü lideri olan ABC şirketinin birincil verileri kullanılmıştır. ABC şirketi, Türkiye'nin 5 farklı bölgesinde 13.500 dekar alana sahip kendisine ait tarım çiftliklerinde 35 çeşit meyve ve 12 çeşit sebze üretimi yapmaktadır. Bunun yanı sıra sözleşmeli çiftçiler ile de üretim yapmaktadır. Tarım çiftliklerinde yetiştirilen ürünler 5 farklı bölgede kurulmuş olan 110.000 m² kapalı alana sahip fabrikalarında paketlenmektedir. Bu şirketin domates üretimi yapan kendine ait bir adet çiftliği, iki farklı ildeki sözleşmeli çalıştığı çiftçileri ve üç paketleme fabrikası vardır. Talep bölgeleri olarak İstanbul, Ankara ve İzmir talep bölgesi verileri dikkate alınmıştır. Uygulama sonucunda çalışma kapsamında geliştirilen metodolojinin geçerliliği kanıtlanmıştır.

Bu çalışma ile literatürde ilk defa tarım-gıda sektörüne çözüm önerileri içeren bütünsel bir bakış açısı ortaya konulmuştur. Aynı zamanda tarım-gıda sektöründe yer alan paydaşların tekil olarak değerlendirilmesinin yanı sıra operasyon aşamasında büyük önem arz eden üretici-lojistik işletme ortak seçimine yönelik bir yöntem ilk defa kullanılmıştır. Tedarik zincirinde CPFR yaklaşımı ve doğrusal programlama Modelin uygulanabilirliği hem üretilen veriler hem de ülkemizdeki en büyük tarım-gıda şirketinin birincil verileri kullanılarak gösterilmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda Türkiye tarım ürünleri üretim ve çekim yerleri haritasının mevsimsel özellikler dikkate alınarak çıkarılması, önerilen modelin konsolidasyonu artıracak şekilde çok ürünlü olarak modellenmesi ve çözülmesi, ürün, ambalaj ve lojistik standartların oluşturulması, web sitesinin özelliklerinin belirlenmesi, aktarma merkezlerinin yer, büyüklük ve özelliklerinin belirlenmesi, ürün, mevsim ve ambalaj kriterlerine göre taşımacılık sisteminin belirlenmesi, üreticilerin tedarikçi seçimine yönelik modeller oluşturularak belli bir seviyeye sahip tedarikçilerin sisteme girişinin yapılması, üretici değerlendirmesinde ise sistemdeki tedarikçilerin kullanım oranının yeni bir kriter olarak dikkate alınması, sistemden işletmelerin çıkarılma yöntemlerinin belirlenmesi, tedarik zinciri kapsamının genişletilmesi ve tarımda dijitalleşme eylem planının (blok zincir, büyük veri, nesnelerin interneti vd.) oluşturulması önerilebilir.

Kaynakça

- Ahumada, O., & Villalobos, J. (2009). Application of Planning Models in the Agri-Food Supply Chain: A Review. *European Journal of Operatioanl Research*, 1-20.
- Ahumada, O., & Villalobos, J. (2011). Operaitonal Model for Planning the Harvest and Distribution of Perishable Agricultural Products. *International Journal of Production Economics*, 677-687.
- Behzadi, G., O'sullivan, M. J., Olsen, T. L., & Zhang, A. (2017). Agribusiness Supply Chain Risk Management: A Review of Quantitetive Decision Models. *Omega*, 1-22.
- Fang, D. X., & Leung, S. C. (2009). Procurement of Agricultural Products Using the CPFR Approach. *Supply Chain management: An International Journal*, 253-258.
- Ferreria, J., Batalha, M., & Domingos, J. (2016). Integrated Planning Model for Citrus Agribusiness System Dynamics. *Computers and Electronics in Agriculture*, 1-11.
- Chen, H., Hsueh, C., & Chang, M. (2009). Production Scheduling and Vehicle Routing with Time Windows for perishable Food Products. *Computers Operations Reserach*, 2311-2319.
- Chen, J., & Haihong, Y. (2013). Performance Simulation and Optimization of Agricultural Supply Chains. *International Conference on Information Science and Cloud Computing*, (s. 2311-2319).
- Folinas, D., Aidonis, D., Triantafillou, D., & Malindretos, G. (2013). Exploring the Greening of the Food Supply Chain Eith Lean Thinking Techniques. *6th International Conference Technologies in Agriculture*, 416-424.
- Gigler, J., Hendrix, E., Heesen, R., Hazelkamp, V., & Meerdink, G. (2002). On Optimisaition of Agri Chains by Dynamic Programming. *European Journal of Operational Research*, 613-625.
- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*.
- Sanjaya, S., & Perdana, T. (2015). Logistics System Model Development on Supply Chain management of Tomato Commodities for Structured Market. *Procedia Manufacturing*, 513-520.
- Tsolakis , K. N., Keramydas, A. C., Toka, K. A., Aidonis, A. D., & Iakovou, T. E. (2014). Agrifood Supply Chain Management: A Comphresive Hierarchical Decision Making Framework and Critical Taxonomy. *Biosystem Engineering*, 47-64.