T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TERSİNE SİPARİŞ TOPLAMA SİSTEMİ İÇİN ÜRÜN BİRLİKTELİĞİNİ DİKKATE ALAN YENİ BİR SEZGİSEL YAKLAŞIM

Hazırlayan
Ali BABAYİĞİT

Danışman
Doç. Dr. Ercan ŞENYİĞİT

Yüksek Lisans Tezi

Temmuz 2021
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TERSİNE SİPARİŞ TOPLAMA SİSTEMİ İÇİN ÜRÜN BİRLİKTELİĞİNİ DİKKATE ALAN YENİ BİR SEZGİSEL YAKLAŞIM

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Ali BABAYİĞİT

Danışman
Doç. Dr. Ercan ŞENYİĞİT

Temmuz 2021
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Ali Babayiğit

“Tersine Sipariş Toplama Sistemi İçin Ürün Birlikteliğini Dikkate Alan Yeni Bir Sezgisel Yaklaşım” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi ’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan	**Danışman**
Ali BABAYİĞİT	Doç. Dr.Ercan ŞENYİĞİT

Endüstri Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Lale ÖZBAKIR

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca bana destek veren, yardımlarını esirgemeyen, çalışma sürecim boyunca beni cesaretlendiren değerli hocam Doç. Dr. Ercan ŞENYİĞİT ‘e, destekleriyle her zaman yanımda olan, maddi manevi destekleriyle beni yücelten, her kararımda yanımda olan değerli, saygıdeğer annem ve kardeşlerime teşekkürü bir borç bilirim.

Ali BABAYİĞİT

Temmuz 2021, KAYSERİ

TERSİNE SİPARİŞ TOPLAMA SİSTEMİ İÇİN ÜRÜN BİRLİKTELİĞİNİ DİKKATE ALAN YENİ BİR SEZGİSEL YAKLAŞIM

Ali BABAYİĞİT

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2021
Danışman: Doç. Dr. Ercan ŞENYİĞİT

ÖZET

Lojistik faaliyetler içerisindeki depolama fonksiyonu, tedarik zincirinin sürekliliğini sağlayabilmek için en önemli unsurlardan biridir. Ayrıca üretim faaliyetlerinin düzenli bir şekilde devam ettirilmesi isteği ve müşterilerin hızlı yanıt beklentileri depolamanın lojistik faaliyetlerdeki rolünü artırmaktadır. Çeşitlilik gösteren depo stratejileri farklı sipariş toplama sistemlerini ortaya çıkarmıştır. Klasik sipariş toplama sistemlerinden uzaklaşılmıştır. Bu sistemlerden biri olan ters sipariş toplama sistemi, depolama alanı içindeki rafların tamamını dolaşıp sipariş edilen ürünleri bulmaya yönelik olan geleneksel sipariş toplama sistemini tersine çevirmektedir. Birtakım otomatik toplama sistemleri ile toplayıcıların ürünlere değil ürünlerin toplayıcıya gitmesini sağlayan bir sistemdir.

Bu çalışmada tersine sipariş toplama sistemi ele alınmıştır. Çalışmanın performans kriteri, alınan siparişlerin tamamını toplamak için yapılan tur sayısını en aza indirmektir ve bu da toplama performansını olumlu olarak etkiler. Çalışmada ilki rassal ikincisi sezgisel olmak üzere 2 ayrı yöntem kullanılmıştır. Kullanılan bu yöntemler nasıl uygulandığı örneklerle açıklanmıştır. C# programlama dilini kullanarak rassal ve sezgisel yöntemin çözümü için bir uygulama geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulamada excele sipariş verileri girilmektedir. Uygulama çalıştırılarak sipariş bazlı tur sayısı elde edilmektedir. Buna göre geliştirilen 2. Sezgisel Yöntem ilk rassal yönteme göre toplam tur sayısında %18 oranında bir iyileşme sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Tersine sipariş, Sezgisel yöntem, Toplama yöntemi, Tur sayısı

A NEW HEURISTIC APPROACH TO THE INVERSE ORDER PICKING SYSTEM THAT TAKES INTO CONSIDERATION OF MUTUAL PRODUCT

Ali BABAYİĞİT

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master Thesis, July 2021
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ercan ŞENYİĞİT

ABSTRACT

The storage function in logistics activities is one of the most important elements to guarantee the continuity of the supply chain. In addition, the desire to continue production activities on a regular basis and the customers' expectations of rapid response increase the role of storage in logistics activities. Diverse warehouse strategies have created different order picking systems. Classic order picking systems have been abandoned. One of these systems, the reverse order picking system, reverses the traditional order picking system for navigating all the shelves in the storage area to find ordered products. It is a system that allows the collectors to go to the collector, not the products, with some automatic collection systems.

In this study, reverse order picking system is discussed. The performance criterion of the study is to minimize the number of rounds to collect all orders received, which positively affects the picking performance. In this study, we were used wo different methods that first being random and the second being heuristic. How these methods are used are explained with examples. An application has been developed for the solution of the random and heuristic method using the C# programming language. In the developed application, order data are entered into excel. The number of order-based tours is obtained by running the application. Accordingly, the 2nd heuristic method developed, compared to the first random method, provided an improvement of 18% in the total number of turns.

Keywords: Reverse order, Heuristic method, Collection method, Number of rounds

İÇİNDEKİLER

TERSİNE SİPARİŞ TOPLAMA SİSTEMİ İÇİN ÜRÜN BİRLİKTELİĞİNİ DİKKKATE ALAN YENİ BİR SEZGİSEL YAKLAŞIM

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK iii
KABUL VE ONAY iv
TEŞEKKÜR v
ÖZET vi
ABSTRACT vii
İÇİNDEKİLER viii
KISALTMALAR x
TABLOLAR LİSTESİ xi
ŞEKİLLER LİSTESİ xii
GİRİŞ 1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Depo Yönetimi 3
1.1.1. Depo Tanımı 3
1.1.2. Depolama Süreçleri 3
1.1.3. Depo Çeşitleri 5
1.2. Sipariş Toplama Sistemleri 5
1.2.1. Toplayıcıdan Ürünlere (Picker-to-Parts) Sipariş Toplama Sistemi 8
1.2.2. Kutuya Toplama (Pick-to-box) Sipariş Toplama Sistemi 8
1.2.3. Topla ve Ayrıştır (Pick-and-sort) Sipariş Toplama Sistemi 8
1.2.4. Üründen Toplayıcıya (Parts-to-Picker) Sipariş Toplama Sistemi 8
1.2.5. Tamamen Otomasyona Dayalı Sipariş Toplama Sistemi 9
1.2.6. Tersine Sipariş Toplama Sistemi 9

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Materyal-Metot 12
2.2. Varsayımlar 14
2.3. Uygulama 15
2.3.1. Tersine Sipariş Toplama için Kullanılan 1. Rassal Yöntem 15
2.3.2. Tersine Sipariş Toplama için Kullanılan 2. Yeni Sezgisel Yöntem 29

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Tersine Sipariş Toplama için Kullanılan 1. Rassal Yöntemin Sonuçları..... 42
3.2. Tersine Sipariş Toplama için Kullanılan 2. Yeni Sezgisel Yöntemin Sonuçları..... 44

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER..... 50
KAYNAKLAR 53
EKLER..... 56
ÖZGEÇMİŞ..... 67

KISALTMALAR

OPS: Order Picking System

AS/RS: Automated Storage and Retrieval System

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. n=12 sipariş paketinin ilk 10 adet siparişi 17
Tablo 2.2. n=12 sipariş paketinin ikinci 10 adet siparişi 18
Tablo 2.3. n=10 sipariş paketinin ilk 10 adet siparişi 18
Tablo 2.4. n=10 sipariş paketinin ikinci 10 adet siparişi 19
Tablo 2.5. n=8 sipariş paketinin ilk 10 adet siparişi 19
Tablo 2.6. n=8 sipariş paketinin ikinci 10 adet siparişi 19
Tablo 2.7. n=12 için sipariş-ürün matrisi 31
Tablo 2.8. O_1 siparişi ile diğer siparişler arasındaki öğe index değerleri 32
Tablo 3.1. n=12 sipariş paketinin 1.Rassal Yöntem ile çözülmesinin sonuçları 44
Tablo 3.2. n=10 sipariş paketinin 1.Rassal Yöntem ile çözülmesinin sonuçları 45
Tablo 3.3. n=8 sipariş paketinin 1.Rassal Yöntem ile çözülmesinin sonuçları 46
Tablo 3.4. n=12 sipariş paketinin 2.Sezgisel Yöntem ile çözülmesinin sonuçları..... 47
Tablo 3.5. n=10 sipariş paketinin 2.Sezgisel Yöntem ile çözülmesinin sonuçları..... 48
Tablo 3.6. n=8 sipariş paketinin 2.Sezgisel Yöntem ile çözülmesinin sonuçları..... 49
Tablo 3.7. n=12 sipariş paketinin iyileşme yüzdeleri 50
Tablo 3.8. n=10 sipariş paketinin iyileşme yüzdeleri 51
Tablo 3.9. n=8 sipariş paketinin iyileşme yüzdeleri 52

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Depolama süreçleri 5
Şekil 1.2. Depolama maliyetlerinin sınıflandırılması 6
Şekil 1.3. Sipariş toplama sistemlerinin sınıflandırılması 7
Şekil 1.4. Tersine sipariş toplama sisteminin şematik yerleşimi 11
Şekil 2.1. Veri girişi 13
Şekil 2.2. Rassal yöntemin çözüm ekranı 14
Şekil 2.3. Sezgisel yöntemin çözüm ekranı 15
Şekil 2.4. Sipariş toplama istasyonları ve X ürününün toplanması (1.tur) 20
Şekil 2.5. İlk turda X ürününün toplanmasıyla istasyonda kalan siparişler 21
Şekil 2.6. Sipariş toplama istasyonları ve Y ürününün toplanması (2.tur) 21
Şekil 2.7. Y ürününün toplanması sonucunda istasyonların durumu 21
Şekil 2.8. 4 numaralı siparişin atanmasıyla istasyonların durumu 22
Şekil 2.9. Sipariş toplama istasyonları ve Z ürününün toplanması (3.tur) 22
Şekil 2.10. Sipariş toplama istasyonları ve T ürününün toplanması (4.tur) 23
Şekil 2.11. T ürününün toplanması sonucunda istasyonların durumu 23
Şekil 2.12. {Y,T} siparişinin atanması ve X ürününün toplanması (5.tur) 24
Şekil 2.13. {Z,T} siparişinin atanması ve Y ürününün toplanması (6.tur) 24
Şekil 2.14. Z ürününün toplanması (7.tur) 25
Şekil 2.15. {X,Y,Z} siparişinin atanması ve T ürününün toplanması (8.tur) 25
Şekil 2.16. İki siparişin atanması ve X ürününün toplanması (9.tur) 26
Şekil 2.17. Y ürününün toplanması (10.tur) 26
Şekil 2.18. Z ürününün toplanması (11.tur) 27
Şekil 2.19. {X,Z,T} siparişinin atanması ve T ürününün toplanması (12.tur) 27
Şekil 2.20. X ürününün toplanması (13.tur) 28
Şekil 2.21. T ürününün toplanması (14.tur) 28
Şekil 2.22. Z ürününün toplanması (15.tur) 29
Şekil 2.23. T ürününün toplanması (16.tur) 29
Şekil 2.24. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (1.tur) 33
Şekil 2.25. 1. Turda toplanan T ürünü sonrası istasyonların durumu 33
Şekil 2.26. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (2.tur) 35

Şekil 2.27. 2. Turda Toplanan X ürünü sonrası istasyonların durumu 35
Şekil 2.28. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (3.tur).....36
Şekil 2.29. 3. Turda Toplanan Y ürünü sonrası istasyonların durumu 37
Şekil 2.30. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (4.tur).....38
Şekil 2.31. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (5.tur).....39
Şekil 2.32. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (6.tur).....40
Şekil 2.33. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (7.tur).....40
Şekil 2.34. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (8.tur).....41
Şekil 2.35. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (9,10,11 ve 12. turlar).....42

GİRİŞ

Sipariş toplama, çok sayıda müşterinin siparişini karşılamak için depo içerisindeki ürünlerden seçim yapmak ve ilgili siparişleri sevkiyata hazır hale getirmektir. Sipariş toplama işlemi tedarik zinciri sürecinin en önemli adımlarından biridir. Sipariş toplama depolama faaliyetleri arasında maliyet ve işgücü bakımından en yüksek orana sahip işlemlerden bir tanesidir. Sipariş toplama, toplam depolama maliyetlerinin %37 ile %55'i arasında bir orana sahiptir (Lorenc,2016).

Sipariş toplamanın bu denli önemli olması üretim sektöründe birden fazla sipariş toplama faaliyetinin oluşmasına sebep olmuştur. Bu faaliyetlerin oluşturduğu sisteme sipariş toplama sistemi adı verilmiştir. Sipariş toplama sistemlerinin gerekliliği günümüzde daha da fazla anlaşılmıştır. Depolar kendilerine uygun sipariş toplama sistemi belirleyip, bu doğrultuda sipariş toplama ve sevkiyat yapması bir sisteme sahip olmayan depolara nazaran siparişlere hızlı yanıt konusunda daha etkili olacaktır.

Daha çok e-ticaret alanında müşterilerin beklentileri daha kısa teslimat süreleri olmaktadır bu da lojistik ve özellikle sipariş toplama için büyük zorluklarla sonuçlanmaktadır (Stockinger vd.,2020). Son zamanlarda, otomasyon teknolojileri ve ileri bilgi teknolojileri lojistik endüstrilerine de uygulanmaktadır. Sipariş toplama sistemlerinde de bu teknolojiler kullanılmaktadır. Uygulanan çeşitli teknolojiler ile bu oluşan zorluklara bir çözüm getirilmiştir. Getirilen çözümler ile hem depolarda katma değer yaratmayan süreler azaltılmış hem de maliyet oluşturan birçok unsur artık maliyet oluşturmaktan çıkmıştır.

E-ticaret sektörü için kullanılabilecek tersine sipariş toplama sistemi hammadde alım-satımı yapan firmaların deposu içinde uygun bir çözümdür. Tersine sipariş toplama ile hammaddeler ilgili raflardan daha kolay bulunup, toplam tur sayısı azaltılmış olup daha hızlı sevkiyat sağlanabilir.

Tersine sipariş toplama sistemi de depolama süreçlerinde kullanılan gerekliliklerden biri olmuştur. Bu sipariş toplama sisteminde temel sipariş toplama sisteminde olan

görevlilerin ürünlere gitme faaliyeti tam tersine çevrilmiştir. Görevlilerin sabit kaldığı, depo içerisinde ürünlerin hareketli olduğu bu sistemde ürün arama gibi emek yoğun bir faaliyete de son verilmiş olur.

Çalışmanın 1. bölümünde depo, depo tanımı, depolama süreçleri, depo çeşitleri gibi kavramlara detaylı olarak yer verilmiştir. Ayrıca literatürde bulunan sipariş toplama sistemleri anlatılmıştır. Tersine sipariş toplama sistemine ayrıca yer verilmiş, detaylı bir şekilde anlatımı yapılmıştır.

Bölüm 2'de çalışmada kullanılan metot; ilki rassal ikincisi sezgisel olarak adlandırılan iki yöntem ile açıklanmıştır. Bu yöntemlerin adımları, varsayımları, nasıl uygulanması gerektiği bir uygulama yapılarak anlatılmıştır. Yapılan uygulamanın çözümüne ayrıntılı olarak yer verilmiştir. C# programlama dilini kullanarak rassal ve sezgisel yöntemin çözümü için bir uygulama geliştirilmiştir. Bu uygulamanın ara yüzü, nasıl kullanılması gerektiği, verileri nasıl okuduğu, çözüme nasıl ulaşıldığı yine bu bölümde anlatılmıştır.

Bölüm 3'te iki yöntemden de elde edilen çözümün sonuçları verilmiştir. 4. Bölümde ise elde edilen sonuçlar yorumlanarak ilerde yapılabilecek çalışmalara ilişkin öneriler ile sonlandırılmıştır.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Depo Yönetimi

1.1.1. Depo Tanımı

Depo, kullanılmadan veya sevkiyatı yapılmadan önce mal ve ürünlerin biriktirildiği yer olarak tanımlanır (Erkki,2008). Diğer bir tanımıyla depo, lojistik ağında ürün hareketinin birkaç aşamasını birleştiren taşıma sisteminin ana unsurudur. Yüklerin taşınması ve aktarılması ile ilgili birçok sürecin gerçekleştiği bir noktadır (Lorenc ve Lerher,2019).

Depolar, modern tedarik zincirlerinin önemli bir unsurudur ve günümüz işletmelerinin başarısında veya başarısızlığında hayati bir rol oynamaktadır (Frazelle, 2002). Depolar, geleneksel olarak sadece ürünlerin saklandığı yerler olarak algılanırken, günümüzün tedarik zinciri yönetimi anlayışında satışa destek yerler olarak görülmektedir. Tedarik zincirinde sürekliliğin sağlanması, müşteri taleplerine hızlı cevap verme gibi faktörler göz önüne alınarak değerlendirildiğinde lojistik süreçlerinin en önemli faktörleri arasında yer almaktadır.

1.1.2. Depolama Süreçleri

Depolama, müşteriler için zaman ve yer konusunda destek sağlayan ve tedarik sürecine katma değer kazandıran bir bileşendir. Depolama süreçleri genel manada 5 süreçte incelenmektedir. Bu aşamalar:

1. Mal kabul süreci
2. Malların depo içerisine yerleştirilme süreci
3. Sipariş toplama süreci
4. Paketleme süreci
5. Malların depodan sevkiyatı süreci olarak incelenmektedir.

Depo süreçlerine *Şekil 1.1*'de yer verilmiştir.

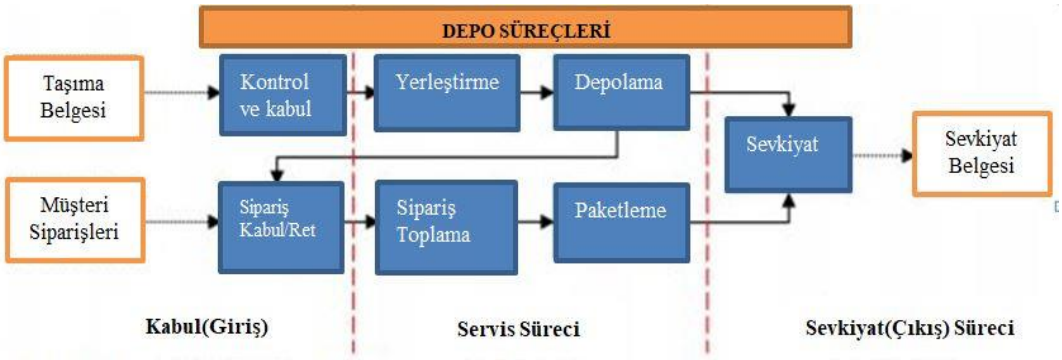
1. Mal Kabul: Depo süreçlerinde ilk sırada malların kabul edilmesi gelmektedir. Bu sürecin başlangıcı genelde bir taşıma belgesi ile olur. Yükün boşaltılmasıyla kabul alanına alınması, gelen mal ile taşıma belgesinin uyuşup uyuşmadığına bakılıp malın depoya alınması süreçlerini kapsar.

2. Yerleştirme: Malın kabul edilmesiyle ikinci aşama olan malın depolama alanına konumlandırılması işlemi başlamaktadır. Bu yerleştirme sürecinde dikkat edilmesi gereken birtakım parametreler bulunmaktadır. Bunlar; ürünün niteliği, gelen ürünün miktar ve hacmi, ısıya karşı duyarlılığı gibi özelliklerdir. Ürünler depoda uzun bir süre depolanacak ise üstteki raflara, depo içinde hızlı döngüsü olan ürünler ise alt raflara konulmalıdır.

3. Sipariş Toplama: İhtiyaç duyulan, siparişi olan ürünlerin, depolama alanından manuel veya otomatik olarak toplanması sürecine verilen addır. Sipariş toplama sürecinde, siparişler genellikle birkaç toplayıcıya atanır. Bununla birlikte, kontrol edilebilmesi için, toplam depolama alanı genellikle belirli depolama alanlarına bölünmüştür (Habazin vd.,2016).

4. Paketleme: Sipariş toplama sürecinin ardından depolama alanındaki ürünler için bir sipariş geldiyse bu ürünlerin belli koruyucu malzemeler ile kaplanmaları veya kaplara yerleştirilmesi işlemidir. Bu işlem yapılırken ürünlerin fiziki özellikleri göz önüne alınmalıdır.

5. Sevkiyat: Sipariş toplama ve eğer varsa paketleme işleminin tamamlanmasıyla ilgili siparişlerin doğrulanıp, araçlara yüklenmesi sürecidir. Burada önemli olan doğru siparişlerin doğru sevkiyat aracına yüklenmesi ve sevkiyat sürecinde ürünlerin herhangi bir hasar almamasıdır.



Şekil 1.1. Depolama süreçleri (Kłodawski vd.,2017)

1.1.3. Depo Çeşitleri

Kullanılan deponun çeşidinin ne olacağı sorusu firmalar için stratejik düzeyde bir karardır. Bu seçim yapılırken depolanacak ürünlerin iyi tanınması önemli bir faktördür.

Stratejik düzeyde depo tasarımına karar süreci temel olarak teknik ve ekonomik olarak depoların performanslarına odaklanmaktadır (Rouwenhorst ve diğ., 2000).

Tanyaş ve Baskak depoları işletme fonksiyonuna göre, ürünün türüne ve özelliklerine göre, üretim sürecine göre, mülkiyet şekline göre, dış cephe tipine göre, saklama birimine göre, coğrafî konuma göre, otomasyon düzeyine göre ve antrepolar olarak sınıflandırmıştır (2012).

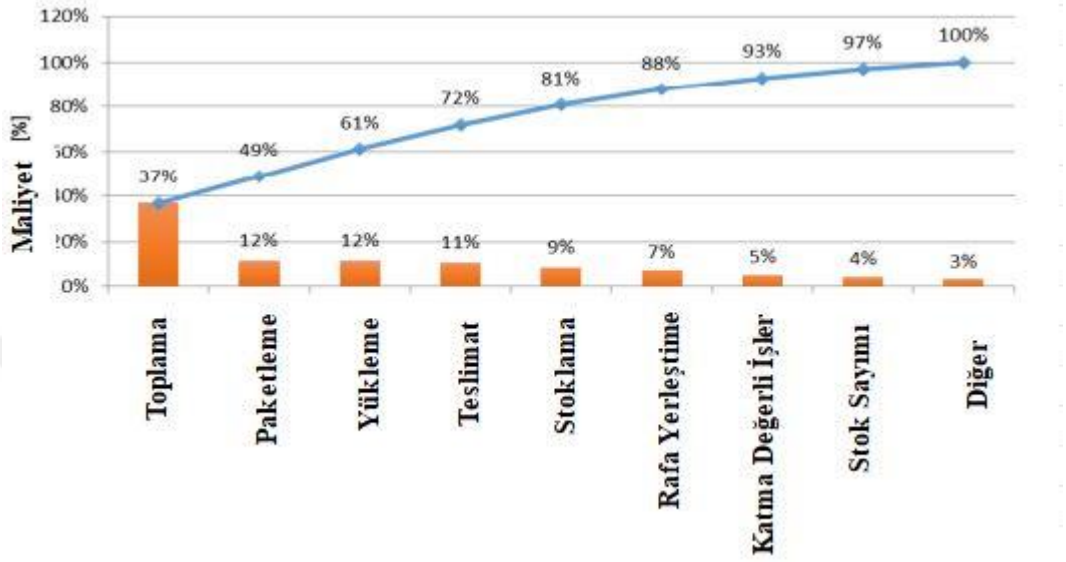
Berg ve Zijm yaptıkları çalışmalarında depoları temel olarak dağıtım depoları, üretim depoları ve bağlantı depoları olarak üçe ayırmışlardır (1999).

Lojistik faaliyetler içerisindeki depolama fonksiyonu, tedarik zincirinin sürekliliğini sağlayabilmek için en önemli unsurlardan biridir. Ayrıca üretim faaliyetlerinin düzenli bir şekilde devam ettirilmesi isteği ve müşterilerin hızlı yanıt beklentileri depolamanın lojistik faaliyetlerdeki rolünü artırmaktadır. Herhangi bir ürüne ait tedarik zincirinin, farklı aşamalarında basit veya kapsamlı olabilecek birçok depolama faaliyeti ile karşılaşmak mümkündür (Görener ve Özçakar,2012).

1.2. Sipariş Toplama Sistemleri

Sipariş toplama, depolaması gerçekleştirilen ürün ve hizmetlerin müşterinin istediği miktar ve zamana göre, bulunduğu depolama birimlerinden alınıp sevkiyata hazır hale getirilmesidir. Sipariş toplamanın verimliliği, depolama rafları, depo düzeni ve kontrol mekanizmaları gibi faktörlere bağlıdır (Hsu vd.,2005).

Sipariş toplama süreci, toplam depolama maliyetlerinin %37 ile %55'i arasında olabilen kaynak ihtiyaçları ve maliyetleri nedeniyle ciddi bir önem arz etmektedir (Lorenc,2016).



Şekil 1.2. Depolama maliyetlerinin sınıflandırılması (Lorenc,2016)

Çeşitli depolama sistemlerinin ortaya çıkması birden fazla sipariş toplama sisteminin (Order Picking System) oluşmasına sebep olmuştur. Sipariş toplama, birbirinden bağımsız müşteri siparişini karşılamak için az sayıda malın bir depolama sisteminden alınmasını sağlayan faaliyettir. Doğru bir sipariş toplama sisteminin (OPS) seçimi hem genel lojistik maliyetleri hem de müşteriye sağlanan hizmet seviyesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğundan, bir şirket için önemli kararlardan biridir (Marchet vd.,2014).

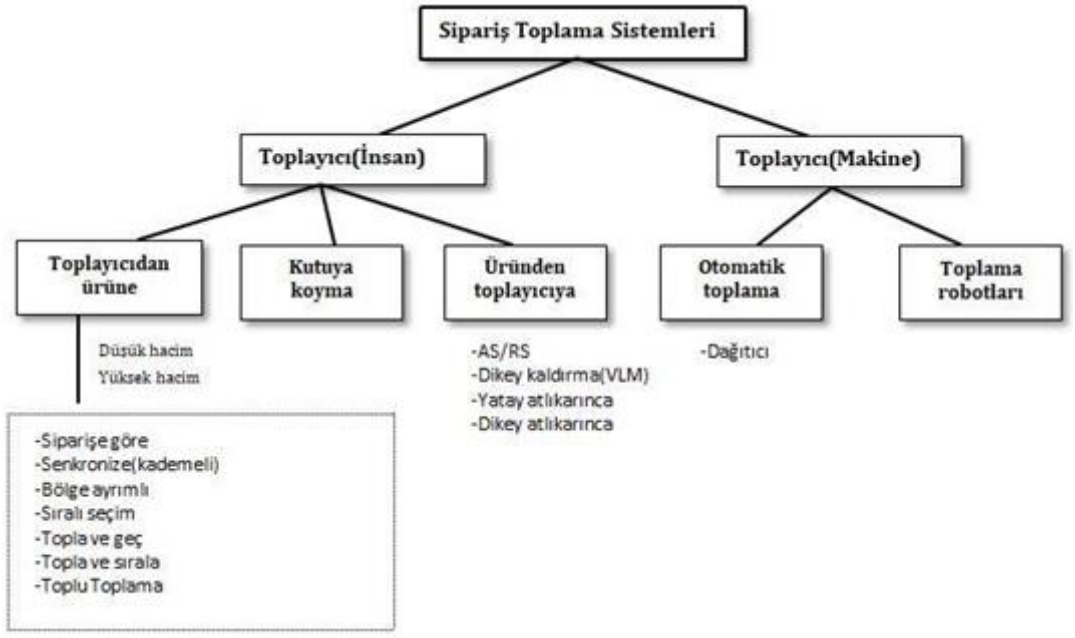
De Koster, Le-Duc, ve Roodbergen 'in yaptıkları çalışma toplama faaliyeti, toplam depolama maliyetinin yarısından fazlasını oluşturduğunu ortaya koymaktadır (2007).

Gün geçtikçe sipariş toplama sistemlerinin otomatikleşmeye doğru ilerlediği gözlemlenmiştir. Bunun sebebini Hou, Wu, and Wu toplama sürelerini, maliyetlerini ve hataları olabildiğince azaltmak olduğunu açıklamışlardır (2009).

Depolarda çeşitli sipariş toplama sistemleri bulunabilir. Bu çeşitlilik firmaların göz önüne aldığı stratejik kararlara bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Sipariş Toplama Sistemlerinin sınıflandırılması *Şekil 1.3*'de gösterilmiştir. De Koster'a göre sipariş toplama sistemleri toplayıcının ne olduğu bilgisine göre ikiye ayrılmıştır. Bu iki

ayrımdan sonra toplayıcının insan olduğu sistemlerde toplama sistemleri; Toplayıcıdan ürüne, kutuya koyma, üründen toplayıcıya şeklinde üçe ayrılmıştır. Toplayıcının makine olması durumunda ürünlerin otomatik toplanması ve tamamen otomasyona dayalı olan taşıma robotlarının toplaması olarak ikiye ayrılmıştır (2007).

Manuel sistemde toplayıcı, müşteri siparişini oluşturmak için ürünleri depolama koridorları boyunca dizilen depolama raflarından alır. Parçadan toplayıcıya sistemi (Parts-to-picker), bir veya daha fazla ürünü taşıyabilen ve bunları bir toplama istasyonuna getiren otomatik depolama sistemlerinden (AS/RS) oluşmaktadır. Bu toplama istasyonunda bir sipariş toplayıcı, siparişteki ürünleri alır ve kalan ürünler tekrar depoya aktarılır (Lee vd., 2015).



Şekil 1.3. Sipariş toplama sistemlerinin sınıflandırılması (De Koster, 2007)

Dallari'ye göre ise sipariş toplama sistemlerinin ayrımı şu dört kritere göre verilmektedir (2009);

-ürünleri toplayan mekanizma (insan/makine)

-depolama alanındaki hareket eden öge (taşıyıcı/ürün)

-sipariş toplama alanlarında kullanılan taşıma sistemi

-sipariş toplama politikası (siparişe veya ürüne göre)

Sipariş toplamada kullanılan otomasyon taşıyıcının ürüne gittiği (pickers-to-part) sistemden tamamen otomatik toplamaya (completely automated picking) artar. Bu dört soruya göre sipariş toplama sistemlerini 5 gruba ayırmak mümkündür (Tuna ve Tunçel,2012). Bunlar;

1.2.1. Toplayıcıdan Ürünlere (Picker-to-Parts) Sipariş Toplama Sistemi

Toplama faaliyetleri arasında en bilinen sipariş toplama sistemidir. Temel sistem olarakta adlandırılır. Bu tür bir sistemde, toplayıcılar, tek bir siparişi veya birden fazla siparişten oluşan bir sipariş grubunu oluşturmak için depolama alanı içindeki raflardan sipariş ürünlerini toplarlar. Toplayıcıdan ürünlere olarak bilinen bu sistem iki kategoriye ayırt edilebilir: düşük ve yüksek hacimli sipariş toplama (Caron, Marchet ve Perego,2000).

Düşük hacimli sipariş toplama sistemlerinde, ürünler depo koridorları boyunca ilerlerken toplama yerlerinden (örneğin raflar) toplanır. Toplama alanı genellikle depolama alanından ayrıdır.

1.2.2. Kutuya Toplama (Pick-to-box) Sipariş Toplama Sistemi

Bu sistemde sipariş toplama alanları bölgelere ayrılmıştır ve her bölgeye bir veya daha fazla sipariş toplayıcı atanır. Bütün sipariş toplama bölgeleri bir konveyör ile birbirine bağlanır ve ilgili müşteri siparişi için toplanan ürünleri içeren kutular konveyörler üzerinde hareket eder.

1.2.3. Topla ve Ayrıştır (Pick-and-sort) Sipariş Toplama Sistemi

Bu tür sistemlerde sipariş toplama alanındaki operatörler, birden fazla siparişin birleştirilmesiyle oluşturulan sipariş setlerinde siparişlerde yer alan her bir ürünün miktarını toplamakta ve konveyörler vasıtasıyla sipariş tasnif alanına göndermektedir. Ürünler sipariş bazında kapalı döngü konveyörde ayrıştırılarak müşteriye ulaşmaya hazır hale getirilir.

1.2.4. Üründen Toplayıcıya (Parts-to-Picker) Sipariş Toplama Sistemi

Parçadan toplayıcıya sistemlerde, otomatik makineler, ürünleri depolama alanından toplama istasyonlarına (toplama bölmeleri) getirir, burada toplayıcılar her bir ürün için gerekli miktarları seçer. Daha sonra makinelerde hala ürün var ise depo alanına geri taşınır (Marchet vd,2014).

Toplayıcıdan parçaya sistemler ile parçadan toplayıcı sistemler arasındaki en büyük fark, toplayıcının toplama alanına gitmesinin gerekip gerekmediğidir.

1.2.5. Tamamen Otomasyona Dayalı Sipariş Toplama Sistemi

Böyle bir sipariş toplama sisteminde sipariş toplayıcı olarak operatörler yerine bilgisayar kontrollü tam otomatik makineler ve robotlar kullanılmaktadır. Bu sistemler robotik ile bütünleşmiş tam otomatik makinelerle sipariş toplama için kullanılır ve ağırlıklı olarak değerli, küçük ve hassas ürünlerin toplanması gibi özel durumlarda kullanılır. Tam otomatik sipariş toplama sistemlerinin düşük ürün hasar oranı, hızlı toplama hızı ve diğer işlevlerle kolay entegrasyon gibi avantajlarına rağmen, yine de üst düzey teknoloji, yönetim becerileri ve yatırım maliyetleri gerektirirler (Chang vd, 2007).

Bu 5 gruba ayrılan sipariş toplama sistemleri üzerinden parçadan toplayıcıya sistemi üzerinde durulacaktır.

1.2.6. Tersine Sipariş Toplama Sistemi

Parçadan toplayıcıya sistemi tersine sipariş toplama sistemi olarak adlandırmışlardır (Fußler ve Boysen,2017). Bu sistemin en yaygın mantık olan toplayıcıdan parçaya sistemini ters çevirdiğini ifade etmişlerdir. Klasik bir sistemde, ürünler sabit depolama konumlarında, raflarda saklanır ve toplayıcılar bir sipariş listesinde tanımlanan ürünleri toplarken sırayla bu depolama alanlarına giderler. Ters sipariş toplama sisteminde, müşteri siparişlerinin toplandığı kutular sabit kalırken ürünler hareketlidir.

Ürünler, bazı otomatik depolama ve geri alma sistemlerini (AS/RS) birbirine bağlayan bir konveyör sistemi aracılığıyla art arda iletilirler. AS/RS' ler için çok sayıda sistem seçeneği mevcuttur. Bir AS/RS' nin temelinde, her koridorda, bir seferde yalnızca bir birim yük taşıyabilen bir vinç bulunur. Bu durumda ürün elleçleme, yalnızca birim yük (örneğin, tam palet miktarları) ile yapılır; dolayısıyla ürünlerin konveyör hattına getirilmesinde insan faktörü göz ardı edilmiş olur.

Bu tip sipariş toplama sisteminin avantajı, toplayıcıdan parçaya sistemlere göre toplama maliyetinin (işçilik ve depolama alanı maliyeti açısından) düşürülmesidir. Bu sistem, küçük hacimli toplamalar ve çok sayıda ürünü olan depolarda tercih edilebilir (Dallari, Marchet ve Melacini,2009). Tersine sipariş toplama sistemlerinde önceden yapılan çalışmalara bakıldığında Füßler ve Boysen'in ters sipariş toplama sistemine öncülük

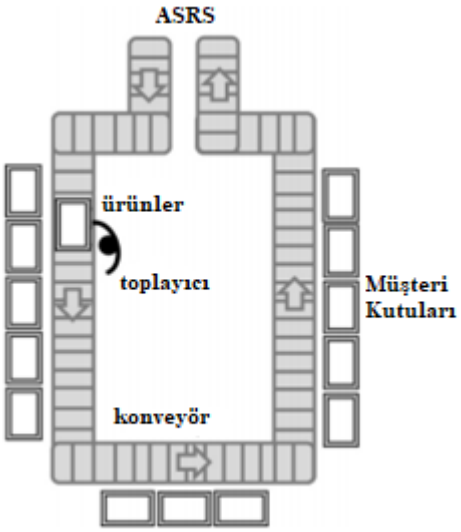
etmektedir. Çalışmalarında müşteri siparişi kutularının kısıtlı bir konveyör bandında ilerlemesini ve bu ilerleme sırasında ürünlerin hangi sırada toplanması gerektiğini araştırmışlardır. Karmaşık tam sayılı model ve iki aşamalı sezgisel yöntemi karşılaştırarak tur sayılarını azaltmayı amaçlamışlardır (2017).

Boysen ve Schwerdfeger çalışmalarında ters sipariş toplama sistemini ele almıştır. Çalışmada toplama seviyelerinin aşağı ve yukarı olarak tanımlanan hücrelere ayrılmış yüksek bölmeli bir raf sisteminde çalışılmıştır. Bu raf sisteminin altında bir konveyör bandı ve bir görevli bulunmaktadır. Bu sistemde bir vinç bulunmakta ve bu vinç raflardan ilgili ürünü görevliye teslim etmek üzere konveyör banda koymaktadır. Bu çalışmadaki problem vincin toplama yüzeyindeki ürünlerin siparişte bulunan ürünler ile aynı olmaması durumunda vincin bu iki ürünü yer değiştirmesi problemidir. Amaç vincin siparişteki ürünleri görevliye zamanında sağlaması ve görevlinin boşta kalma süresini en aza indirmektir (2017).

Claeys ve arkadaşları çalışmalarında tersine sipariş toplama istasyonlarına sahip depolarda sipariş akış sürelerini incelemişlerdir. Sipariş akış süreleri için sınırlar belirlemiş, sipariş toplama istasyonlarının K adet kuyrukları döngüsel olarak dolaşan tek sunuculu bir kuyruk sistemi olarak modellemişlerdir (2016).

Bu çalışma, ters sipariş toplama sisteminde sipariş işlemeyi ele almaktadır. Spesifik olarak, sipariş toplama gruplarının, toplayıcı tarafından işlenen ürün kutuları dizisi ile senkronizasyonu hedeflenmektedir. Bu çalışmanın amacı geleneksel sistem ile toplanan siparişlerin sistem iyileştirmeleri ile daha hızlı, verimli toplanmasını sağlamaktır. Tersine sipariş toplama sisteminin seçilmesinin ana sebeplerinden bazıları bu sistemin literatürde az çalışılmış olması, tersine siparişin benimsenmesiyle firmaların işgücünün farklı alanlara yöneltilmesinin sağlanması, işgücü maliyetlerinin ve depoda ürünlerin toplanması için geçen sürenin en aza indirilmesinin sağlanmasıdır. Bu sebeplerin sonucunda depolama ve sipariş toplama gibi depolama süreçlerinde en çok payı olan iki sürecin maliyetlerinin azaltılmasını amaçlanmaktadır. Literatürde terine sipariş toplama sisteminin e-ticaret depolarında kullanılabileceği belirtilmiştir. Bu depoların yanı sıra üretimin az olduğu, hammadde satışını yapan malzemeci olarak tanımlanabilecek firmalar içinde bu sistem önerilmektedir. Sistematik bir depo tasarımı ve tersine siparişin uygulanmasıyla ürünlerin depoda bulunamaması, görevli personelin ürün arama süresinin uzaması, teslimatın gecikmesi gibi sorunların en aza indirilmesi

amaçlanmaktadır. Ters sipariş toplama sisteminde, müşteri siparişlerinin toplandığı kutular sabit kalırken ürünler hareketlidir. Bir sipariş toplama sisteminin temel yapısı *Şekil 1.4*'de gösterilmektedir. Ürünler bir AS/RS sistemi ile konveyör bandına iletilmektedir. Konveyör bandın ortasında depodan gelen ürünleri karşılayan görevliler bulunmaktadır. Görevlilerin önüne müşteri sipariş kutuları koyulmuştur. Konveyör banttan gelen ürünleri istasyonda bulunan toplayıcılar sipariş içeriklerine göre önlerinde bulunan sipariş kutularına koymaktadırlar.



Şekil 1.4. Tersine sipariş toplama sisteminin şematik yerleşimi (Boysen,2017)

Çalışmanın performans kriteri, alınan siparişlerin tamamını toplamak için yapılan tur sayısını en aza indirmektir ve bu da toplama performansını olumlu olarak etkiler.

2.BÖLÜM

YÖNTEM

2.1. Materyal- Metot

Sipariş toplama işlemi bütün bir lojistik faaliyet içerinde en büyük maliyetlerin sebebi olan bir faaliyettir. De Koster, Le-Duc ve Roodbergen ‘in yaptıkları çalışma toplama faaliyeti, toplam depolama maliyetinin yarısından fazlasını oluşturduğunu ortaya koymaktadır (2007). Gün geçtikçe sipariş toplama sistemlerinin otomatikleşmeye doğru ilerlediği gözlemlenmiştir. Bunun sebebini Hou, Wu, and Wu toplama sürelerini, maliyetlerini ve hataları olabildiğince azaltmak olduğunu açıklamışlardır (2009).

Literatürde tersine sipariş toplama problemi çözümü için değişik yöntemler incelenmiştir. İnceleme sonucunda sipariş toplama sistemlerinin belirlenmesinin bütün lojistik faaliyeti içinde maliyet ve süre bakımından ciddi bir öneme sahip olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle bu çalışmada tersine sipariş toplama sistemine yeni bir alternatif sunulmuştur.

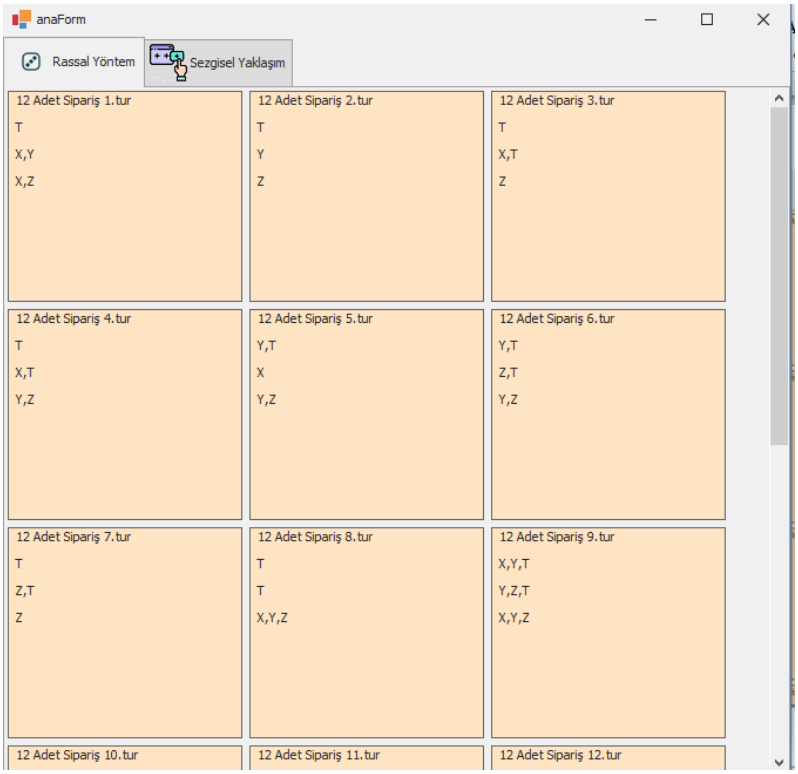
Bu çalışmada siparişler arası bir benzerlik katsayısı bulunması için araştırılan denklemler arasında Dice (1945)’ın doğada iki farklı türün birbirleriyle ne derece ilişkili olduğunu ortaya koyduğu bir denklem kullanılmıştır. Bu daha sonra Dice ölçeği ismini almıştır. Bu denklem Tersine Sipariş Toplama için Kullanılan 2. Sezgisel Yöntem başlığı altında açıklanacaktır.

Ortaya konan Tersine Sipariş Toplama için Kullanılan 1. Rassal Yöntem ve Tersine Sipariş Toplama için Kullanılan 2. Yeni Sezgisel Yöntem C# programlama dili kullanarak uygulama geliştirilmiştir. Bu uygulama excele girilen bir veri girişi ile yapılmaktadır. İlk sütuna sipariş adedi girilmektedir. Girilen sipariş numarasının altına her satıra bir sipariş gelecek şekilde siparişler girişi yapılmaktadır. *Şekil 2.1*’de excele girişi yapılan sipariş görülmektedir.

	A	B
1	12	
2	T	
3	X,Y	
4	X,Z	
5	X,T	
6	Y,Z	
7	Y,T	
8	Z,T	
9	X,Y,Z	
10	X,Y,T	
11	Y,Z,T	
12	X,Z,T	
13	X,Y,Z,T	
14		

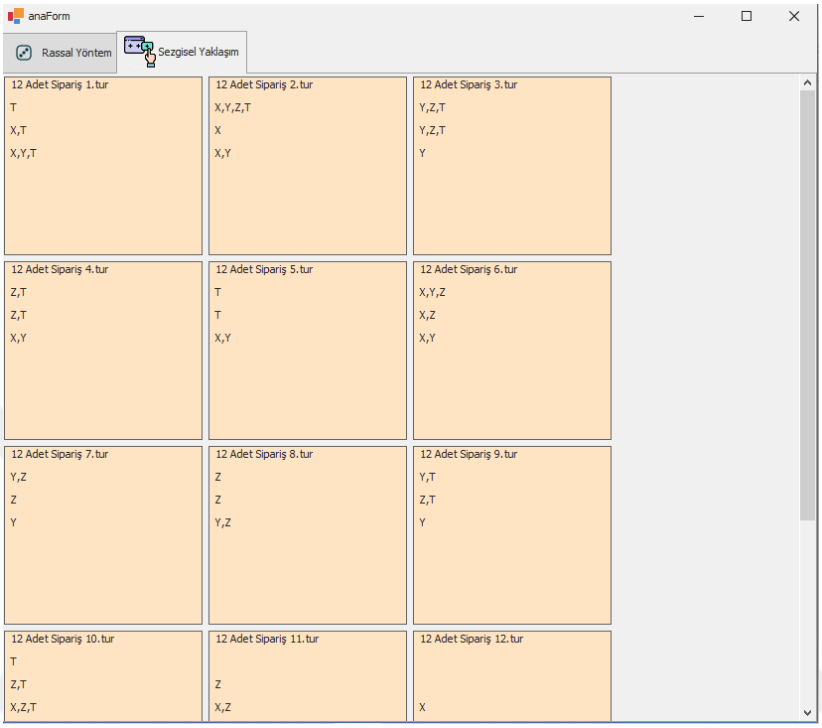
Şekil 2.1. Veri girişi

Yapılan veri girişinin ardından uygulama çift tıklayarak çalışmaktadır. Çalıştırılmasının ardından ilk ekran rassal yöntemin çözümünü vermektedir. Rassal yöntemin çözüm ekranı *Şekil 2.2*'de verilmiştir.



Şekil 2.2. Rassal yöntemin çözüm ekranı

Çalıştırılmasının ardından ikinci ekran yeni sezgisel yöntemin çözümünü vermektedir. Sezgisel yöntemin çözüm ekranı *Şekil 2.3*'te verilmiştir.



Şekil 2.3. Sezgisel yöntemin çözüm ekranı

Çözülen bu iki yöntemin çözüm aşamaları Bölüm 2.3'te detaylı olarak anlatılmıştır.

2.2. Varsayımlar

Bu çalışmada sipariş toplama sisteminin uygulanması için istasyon sayıları, ürünlerin özelliği gibi birkaç konuda varsayımlar belirlenmiştir. Çalışma bu varsayımları temel alarak oluşturulmuştur. Problemin anlaşılabilmesi ve karşılaştırmanın sadeliği için çalışmada tek örnek dikkate alınmıştır.

Çalışmada ilk olarak;

- 4 adet ürün (X, Y, Z, T) tanımlanmış ve bu ürünlerden oluşan farklı sipariş grupları oluşturulmuştur
- Oluşturulan siparişler ve istasyonlara dağıtımı rassal olarak yapılmıştır.

- Siparişlerin gruplanması ilk olarak sipariş sırası dikkate alınarak yapılmıştır. Bu kısım 1. Yöntem olarak tanımlanmıştır.
- İkinci gruplama da ise içlerindeki ürün benzerliklerine göre bir gruplama yapılmıştır. Bu kısım 2. yöntem olarak tanımlanmıştır.
- Siparişlerin toplanma sırası yine rassal olarak belirlenmiş, 2.yöntemde her siparişte olan ürüne öncelik verilerek toplama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Çalışma bazı kabulleri temel alarak oluşturulmuştur. Bunlar;

- Bir turda yalnızca bir ürün toplanabilmektedir.
- Her toplayıcı üç istasyona da uğrayıp bir turu tamamlamalıdır.
- Toplanan ürünlerin boyutlarının ihmal edildiği varsayılmıştır.
- İstasyonlardaki depo birimleri özdeştir.
- Her istasyonun yalnızca 1 ürün boyutunda olduğu varsayılmıştır.
- Alınan siparişlerin belirlenen 4 ürün dışında olmadığı varsayılmıştır.

2.3. Uygulama

2.3.1. Tersine Sipariş Toplama için Kullanılan 1. Rassal Yöntem

Bu yöntemde ilk olarak 4 üründen oluşan sipariş sayıları n=8,10,12 olmak üzere her bir sipariş paketinden 20 tane olmak üzere toplam 60 sipariş adediyle çalışılmıştır. Oluşturulan siparişler sırasıyla tablolarda verilmiştir. 1. Yöntem rassal olarak isimlendirilmiştir. Bu yöntemin çözüme ulaşması için bazı adımların takip edilmesi gerekmektedir. Bu adımlar şu şekilde sıralanabilir:

1.Siparişlerin istasyonlara atanması için siparişlerin sipariş numarasına göre sıralanması.

2. Sıralanan siparişlerin istasyonlara atanması için sipariş seçiminde sipariş numarasına göre bir seçim yapılması.

3. Atanması gereken üç istasyon olması dolayısıyla ilk 3 siparişin istasyonlara atanması için seçilmesi.

4. İstasyonlara atanan siparişlerdeki ürünlerin toplanmaya başlaması için ürün seçiminde X, Y, Z, T sırasının dikkate alınması.

5.Atanan siparişlerde X ürünün olması halinde ilk olarak X ürünün toplanması.

6. Siparişlerde X ürünün toplanmasıyla istasyonların boş olup olmadığının kontrol edilmesi. Eğer boş ise bir sonraki en küçük sipariş numaralı siparişin boş olan istasyona atanması. Eğer boş istasyon yok ise sıradaki ürün olan Y ürünün toplanmasına geçilmesi.

7. Siparişlerde Y ürünün toplanmasıyla istasyonların boş olup olmadığının kontrol edilmesi. Eğer boş ise bir sonraki en küçük sipariş numaralı siparişin boş olan istasyona atanması. Eğer boş istasyon yok ise sıradaki ürün olan Z ürünün toplanmasına geçilmesi.

8. Siparişlerde Z ürünün toplanmasıyla istasyonların boş olup olmadığının kontrol edilmesi. Eğer boş ise bir sonraki en küçük sipariş numaralı siparişin boş olan istasyona atanması. Eğer boş istasyon yok ise sıradaki ürün olan T ürünün toplanmasına geçilmesi.

9. İstasyona atanacak herhangi bir sipariş kalmadığında toplama işleminin sonuna gelinerek, toplam tur sayısının (T) elde edilmesi.

Tablo 2.1 ve Tablo 2.2 ‘de n=12 sipariş paketinin siparişleri verilmiştir.

Tablo 2.1. n=12 sipariş paketinin ilk 10 adet siparişi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	T	X	X	X	X,Y,Z,T	Y, Z, T	X,Y, Z	X	X, Y	Y, T
2	X, Y	Y	Y	Y	X, Y, Z	X, Z, T	X,Y, T	Y	X, Z	Z, T
3	X, Z	Z	Z	Z	X, Y, T	X,Y,Z,T	Y,Z, T	Z	X, T	X,Y, Z
4	X, T	T	T	T	X, Z, T	X, T	X,Z, T	X	Y, Z	X, Y, T
5	Y, Z	X, Y	X, Y	X,Y	Z, T	Y, Z	X	Y	Y, T	Y,Z, T
6	Y, T	X, Z	X, Z	X,Z	Y, T	Y, T	Z	Z	Z, T	X, Z, T
7	Z, T	X, T	X, T	X,T	X, T	Y, Z	T	T	X, Y	Y, T
8	X, Y, Z	Y, Z	Y, Z	X,T	Y, Z	Y, T	X, Z	X, Y	X, Z	Z, T
9	X, Y, T	Y, T	Y, T	Y,T	X, Y	Z, T	X, Z	X, Z	X, T	X,Y, Z
10	Y, Z, T	Z, T	Z, T	Z,T	X, Z	X, Y, Z	X, Y	X, T	X	X
11	X, Z, T	X,Y,Z	X,Y,Z	X,Y,Z	Y	X	X, Y	X, Z, T	Y	Y
12	X,Y,Z,T	X,Y,T	X,Z,T	X,Y,Z,T	Z	Y	Y	X,Y,Z,T	Z	T

Tablo 2.2. n=12 sipariş paketinin ikinci 10 adet siparişi

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	X, Y, Z	X, Y	X, Y, Z	X,Y,Z,T	X	X, Y, T	X,Y,Z,T	Y	Z	Y, T
2	X, Y, Z	X, Y	X, Y, T	X,Y	Z	X, Y, T	X, Y	T	T	Z, T
3	X	X, Z	Y, Z, T	X,Z	X, Y	X, Y, T	X, Z	X, Z	Z	T
4	Y	X, Y	X, Z, T	Y	X, T	X, Y, T	X	Y, Z	X, T	T
5	Z	X, Y	X, Y, Z	X	Y, T	X, Y, T	Y	Z, T	X, T	X, Y, Z
6	Z	X, Z	X, Y, T	X	X, Y, Z	X, Y, T	Z	X,Y, T	Y, Z	X, Y, T
7	Z	X, Y	Y, Z, T	X, Y	Y, Z, T	X, Y, T	X, Y	X,Z, T	T	Y, Z, T
8	Z	X, Z	X, Z, T	X, Z	X,Y,Z,T	X, Y, T	X, Z	X,Y, Z	Y, Z	X, Z, T
9	Y, Z, T	X, Y	X, Y, T	X, T	X, Y, Z	X, Y, T	X, T	X,Y, T	T	X,Y,Z,T
10	X, Z, T	X, Z	Y, Z, T	Y, Z	Y, Z, T	X, Y, T	X, Y	Y,Z, T	X, Y	X, Y
11	X, Y,Z,T	X, Y	X, Y, T	Y, T	X,Y,Z,T	X, Y, T	X, Z	X, Z,T	X, Z	X, Z
12	X,Y,Z,T	X, Z	Y, Z, T	Z, T	X	X, Y, T	X, T	Y	X, T	X, T

Tablo 2.3. ve Tablo 2.4 ‘te n=10 sipariş paketinin siparişleri verilmiştir.

Tablo 2.3. n=10 sipariş paketinin ilk 10 adet siparişi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Z, T	X	X, Y, T	X,Y,Z	Y, T	X, Y, Z	X, Y, Z	X, T	X	X
2	X, Y	X	Y, Z, T	Z	Z, T	X	X, Y, T	X, Y	Z	Z
3	X, Z	Y	X, Z, T	X	X, Y, Z	X, Y	X,Y	X,Y,T	X, Y	Z
4	X, T	X, Y,T	X, Y, Z	T	X, Y, T	Y, T	X, Z	X,Z,T	X, T	X, T
5	X, Y, T	X, Y,T	Y	Y, T	Y, Z, T	Y, T	X	X, Y	Z	Y, T
6	Y, Z, T	X, Y,T	Z	X, T	T	Y	Z	X, T	T	X,Z, T
7	X, Z, T	Y, Z	X	Y, Z	X, Y	Z	Y, Z, T	Y, T	Z	Y, Z,T
8	X	Y, T	Y	X, Y	X, Z	Y, T	X,Y, Z, T	X,Y,Z	Z	X,Z, T
9	Y	X,Y,Z	Z	X, Z	X, T	Z, T	X, Y, Z	Y,Z, T	T	X,Y, T
10	Z, T	X,Y,Z	T	Z, T	X, Z	X, Y, Z	X, Y	X, T	X, Z	X

Tablo 2.4. n=10 sipariş paketinin ikinci 10 adet siparişi

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Y, T	X, Y	X,Y,Z	X,Y,Z,T	X, Y	X,Y,Z,T	X,Y,Z,T	Y	X,Y	X,Y,Z,T
2	X, Y, Z	X, Y	X,Y,T	X,Y,Z,T	X,Y,Z,T	X,Y,Z,T	X, Y	T	X,Y	X, Y, Z
3	Y, Z, T	X, Z	Y,Z,T	Y, Z, T	Y	X,Y,Z,T	X, Z	T	X,Z	X, Y, T
4	X,Y,Z,T	Y, T	X,Z,T	X, Z, T	Y	Y	X, Y	X,Y,T	X,Y	X, Z, T
5	T	X, Y, Z	X,Y,Z	X, Y, Z	Y, T	X	X, Z	X,Z,T	X,Y	Z, T
6	T	Y, Z, T	X,Y,T	T	X, Y, Z	X, Y	Y, T	X,Y,T	Y,Z	Y, T
7	Y, T	X, Y, Z	X,Z,T	T	Y, Z, T	X, Z	X,Y, Z	X,Z,T	T	X, T
8	X, Y, Z	Y, Z, T	X,Y,Z	T	X,Y,Z,T	X, Y	Y, Z, T	X,Y,Z	Y,Z	X
9	Y, Z, T	X,Y,Z,T	X,Y,T	X, T	X, Y, Z	X, Z	X, T	X,Y,T	T	X
10	X, Z, T	X	Y,Z,T	Y, Z	Y, Z, T	X, Y	X, Y	Y,Z,T	X,Y	X, Z

Tablo 2.5 ve Tablo 2.6'da n=8 sipariş paketinin siparişleri verilmiştir.

Tablo 2.5. n=8 sipariş paketinin ilk 10 adet siparişi

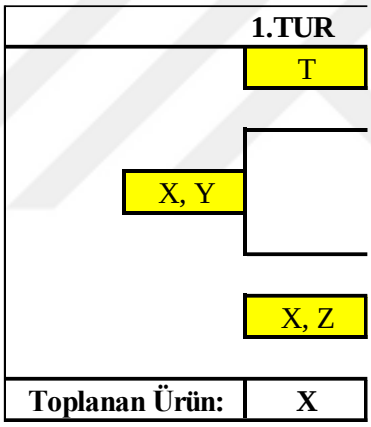
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	T	X	X	X	X,Y,Z,T	Y,Z,T	X,Y,Z	X,Y,T	X, Y	X,Y,T
2	X, Y	Y	Y	Z	X, Y, Z	Y,Z,T	X,Y,T	Y,Z,T	X, Y	X,Y,T
3	X, Z	Z	Z	T	X, T	X,Z,T	Y,Z,T	X,Z,T	X, Y	X,Y,T
4	X, T	T	X, T	X, Z	Y, Z	X, T	X,Z,T	Y,Z,T	Y, Z	X,Y,T
5	Y, Z	X, Z	Y, T	X, Y	X	Y, T	X	X,Z,T	Y, T	Y,Z,T
6	Y, T	X, Y	Y, T	X, Z	Y	Z, T	Z	Y,T	Z, T	X,Z,T
7	X, T	X, Y	Y,Z,T	X, T	Z	X, Y	T	Z, T	X, Y	X, Y
8	Y, Z	X, Z	X,Y,Z,T	Y, Z	Z	X, Z	X,Z	X	X, Z	X, Z

Tablo 2.6. n=8 sipariş paketinin ikinci 10 adet siparişi

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	X,Y,Z	X, Y	X,Y,Z	X,Y,Z,T	X	X,Y, T	X,Y,Z,T	Y	Z	Y, T
2	X,Y,Z	X, Y	X,Y,T	X,Y,Z,T	Z	X,Y, T	X, Y	T	T	Z, T
3	X	X, Z	Y,Z,T	X,Y,Z,T	X, Y	X,Y, T	X, Z	X, Z	Z	T
4	Y	X, Y	X,Z,T	Y	X, T	X,Y,Z,T	X	Y, Z	X,T	T
5	Y	X, T	X,Y,Z	X	Y, T	X, Y	Y	X,Y,Z	X,T	X,Y,Z
6	X	Y, T	X,Y,T	X	X,Y, Z	X, Z	Z	X,Y,T	Y,Z	X,Y,T
7	X	X,Y,Z	Y,Z,T	X, Y	Y,Z,T	X	X, Y	Y,Z,T	T	Y,Z,T
8	X, Y	Y,Z,T	X,Z,T	X, Z	X,Y,Z,T	Y	X, Z	X,Z,T	Y,Z	X,Z,T

Tersine sipariş toplama sistemi için kullanılan 1. Rassal yöntemde ilk adım oluşturulan siparişlerin istasyonlara dağıtımını sağlamaktır. İlk olarak sipariş sayısı 12 olan 1 numaralı sipariş ile başlanmıştır. Bu aşamada siparişler istasyonlara sipariş sıra numarası dikkate alınarak atanmıştır. İlk yöntem kullanılarak oluşturulan bütün siparişler için sıralama sipariş numarasıdır.

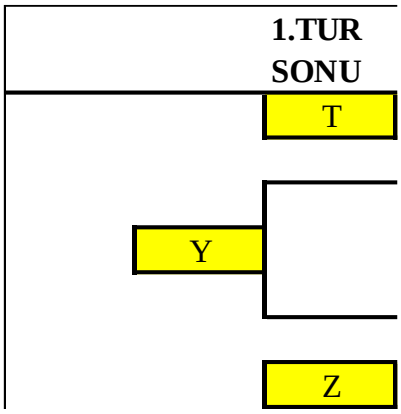
Öncelikle ilk 3 sipariş istasyonlara atanmıştır. Turların gösterildiği şekillerdeki sarı renk istasyona atanan ve içindeki ürünlerin toplanmaya devam edilen siparişi, mavi renk ise istasyona yeni atanan sipariş göstermektedir. O_1={T), O_2= {X, Y}, O_3= {X, Z} Atanan siparişlerden toplanacak ürün yine rassal şekilde X olarak belirlenmiştir. Sipariş toplama yönteminin ilk turunu oluşturan istasyonlar ve sipariş atamaları *Şekil 2.4*'de gösterilmiştir.



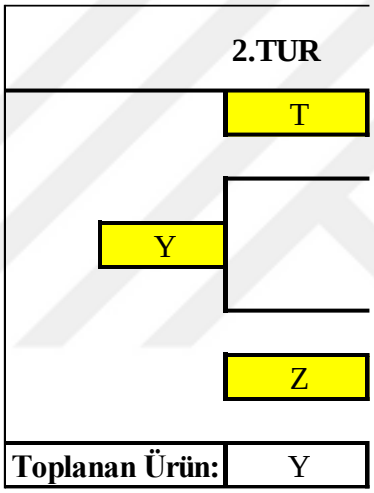
Şekil 2.4. Sipariş toplama istasyonları ve X ürününün toplanması (1.tur)

Toplanan X ürününden sonra istasyonlardaki yeni siparişler O_1'={T), O_2'={Y}, O_3'={Z} şeklinde olmaktadır. Bu sonucun görseli *Şekil 2.5*'te gösterilmektedir.

X ürünü toplandıktan sonra ikinci adımda bu sipariş toplama sistemi yönteminin adımlarından biri olan ürünlerin toplama sırasının X,Y,Z,T olarak belirlenmesinden dolayı geriye kalan mamullerden Y ürünü seçilmiştir. Bu sonucun görseli *Şekil 2.6'da* gösterilmektedir.



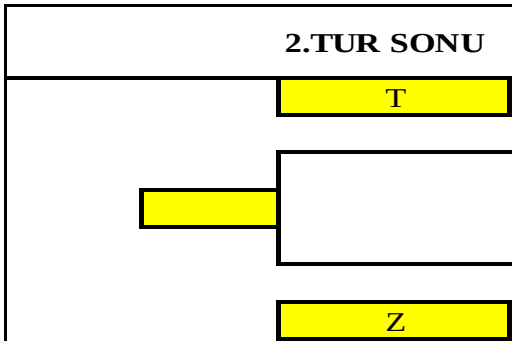
Şekil 2.5. İlk turda X ürününün toplanmasıyla istasyonda kalan siparişler



Şekil 2.6. Sipariş toplama istasyonları ve Y ürününün toplanması (2.tur)

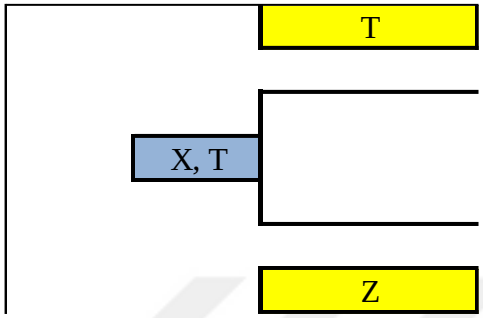
Y ürünü seçildikten sonra istasyonda T ve Z ürünleri kalmıştır. 1 istasyon boş kalmıştır.

Y ürününün toplanmasıyla istasyonların durumu *Şekil 2.7*'de gösterilmiştir.



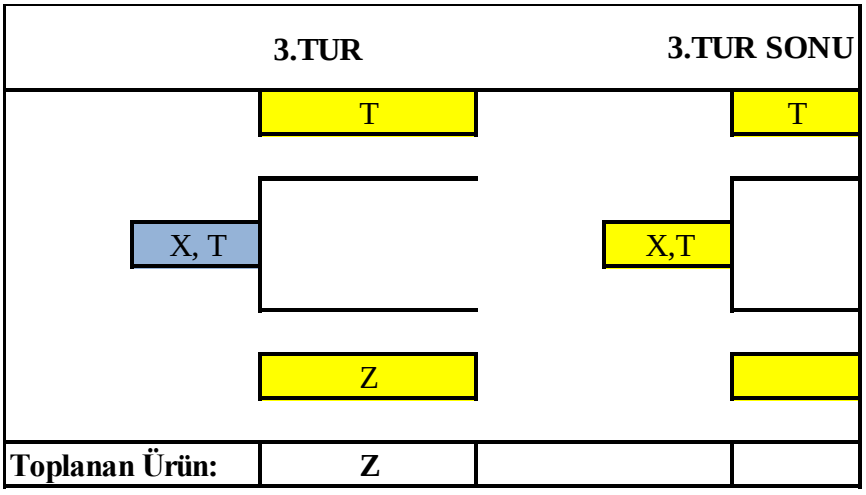
Şekil 2.7. Y ürününün toplanması sonucunda istasyonların durumu

Y ürünün toplanması sonucunda bir istasyon boş kalmıştır ve boş olan istasyona yeni bir sipariş atanmalıdır. Bu yöntemde siparişler istasyonlara sipariş numarasına göre atandığı için O_4= {X, T} siparişi boş olan istasyona atanmıştır.



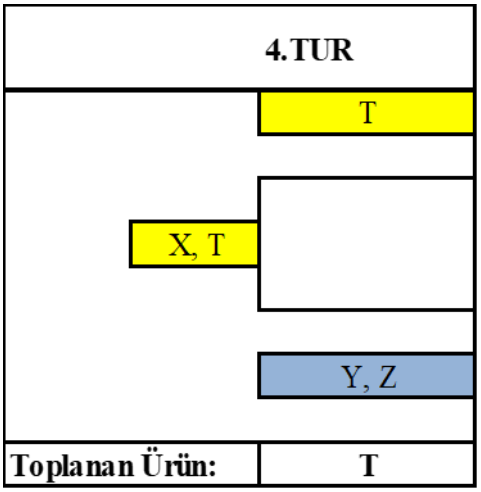
Şekil 2.8. 4 numaralı siparişin atanmasıyla istasyonların durumu

4 numaralı siparişin atanmasıyla tamamlanan istasyondan toplanmak üzere Z ürünü seçilmiştir. Sipariş toplama sisteminin 3. Turu ve 3.Tur sonu *Şekil 2.9*'da gösterilmektedir.



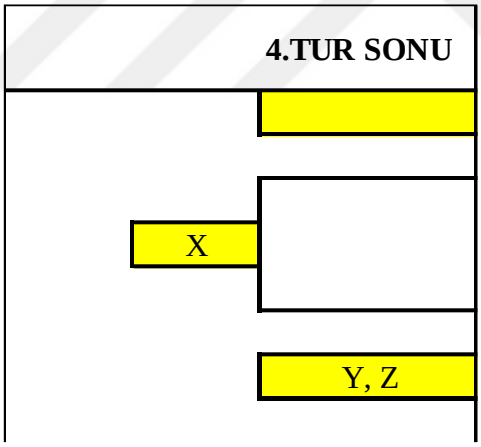
Şekil 2.9. Sipariş toplama istasyonları ve Z ürününün toplanması (3.tur)

Z ürünü toplandıktan sonra boş kalan istasyona sıradaki sipariş olan O_5= {Y, Z} atanmıştır. Atanan sipariş ile istasyonlar tamamlandıktan sonra T ürünü toplanmak üzere seçilmiştir. Bu sonucun görseli *Şekil 2.10*'da gösterilmektedir.



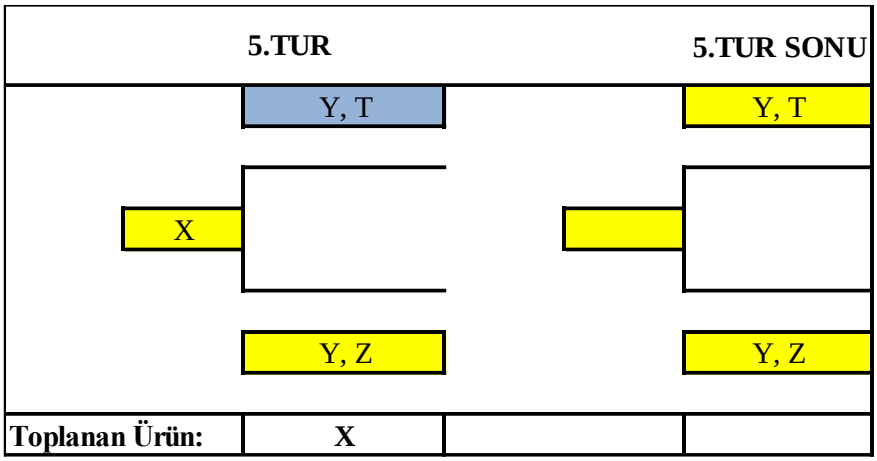
Şekil 2.10. Sipariş toplama istasyonları ve T ürününün toplanması (4.tur)

T ürününün toplanmasıyla bir istasyon boş kalmıştır. Kalan istasyonlarda {X, Y} ve {Y, Z} siparişleri kalmıştır.



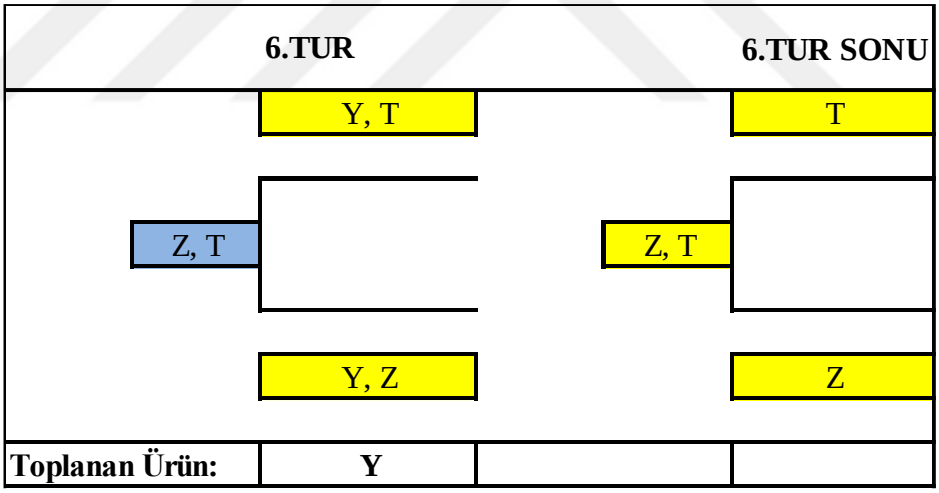
Şekil 2.11. T ürününün toplanması sonucunda istasyonların durumu

T ürünü toplandıktan sonra bir istasyon daha boşalmıştır. Bu istasyona sıradaki sipariş olan O_6= {Y, T} siparişi atanmıştır. T ürününün toplanmasıyla ürün toplama sırası tekrar X'e geçmiştir. Dolayısıyla istasyonlardaki siparişlerde varsa X ürünü toplanacaktır. {Y, T} siparişinin atanması ve X ürününün toplanmasının görseli *Şekil 2.12*'de gösterilmiştir.



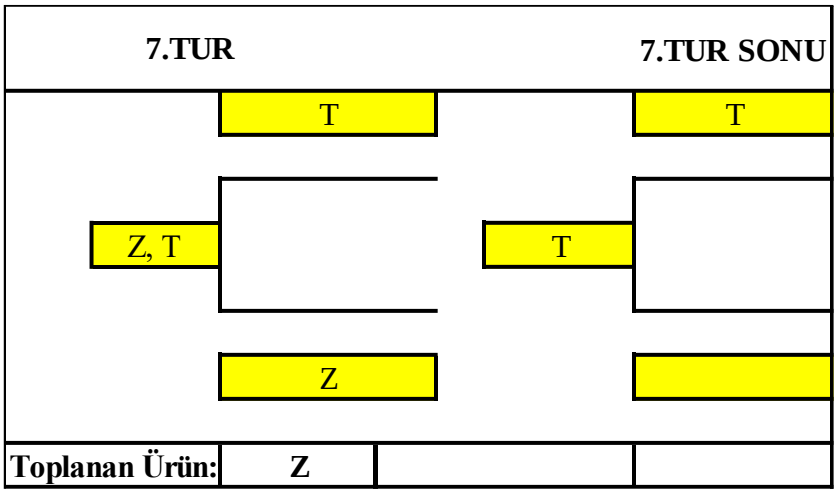
Şekil 2.12. {Y, T} siparişinin atanması ve X ürününün toplanması (5.tur)

5. turda X ürünün olduğu belirlenmiş ve X ürünü toplanmıştır. 5. Turun sonlanmasıyla istasyonlardaki siparişler, Y ürünün toplanması ve 6. Turun oluşması *Şekil 2.13*'te gösterilmiştir.



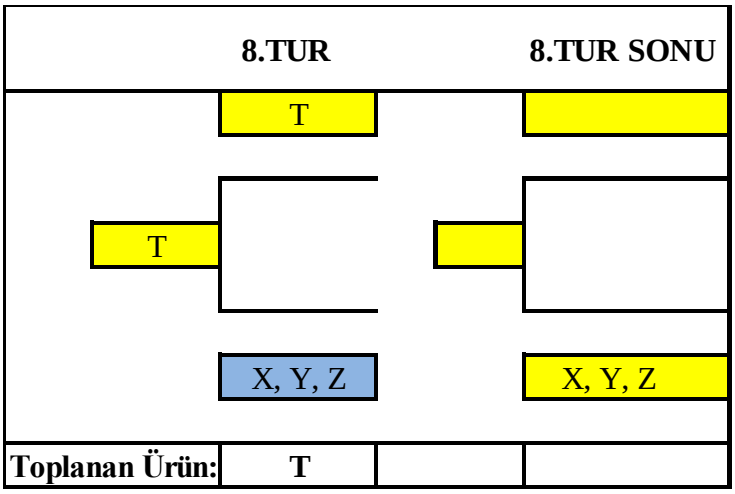
Şekil 2.13. {Z, T} siparişinin atanması ve Y ürününün toplanması (6.tur)

Y ürününün toplanmasıyla sıradaki ürün olan Z ürünün toplanmasına geçilmiştir. Bu turda Z ürünü toplanmıştır. 6. Turun sonu ve 7. Tur *Şekil 2.14*'de gösterilmiştir.



Şekil 2.14. Z ürününün toplanması (7.tur)

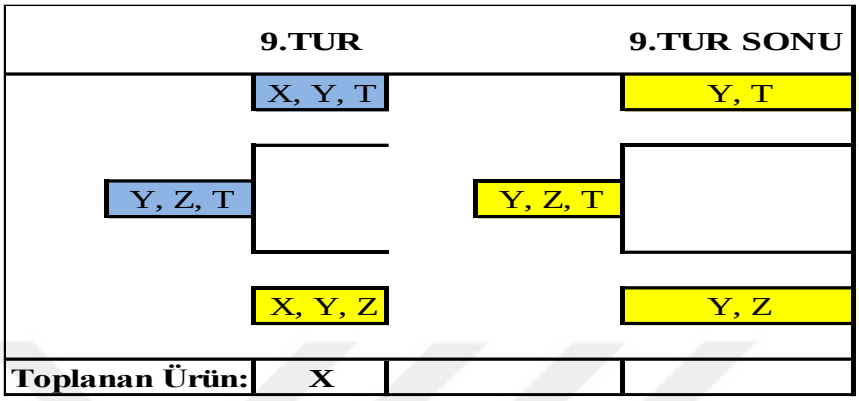
Z ürünü toplandıktan sonra bir istasyon daha boşalmıştır. Bu istasyona sıradaki sipariş olan O_8= {X, Y, Z} siparişi atanmıştır. Z ürününün toplanmasıyla sıradaki ürün olan T ürünün toplanmasına geçilmiştir. Bu turda T ürünü toplanmıştır. 8. Tur ve 9. Turun sonu *Şekil 2.15*'te gösterilmiştir.



Şekil 2.15. {X, Y, Z} siparişinin atanması ve T ürününün toplanması (8.tur)

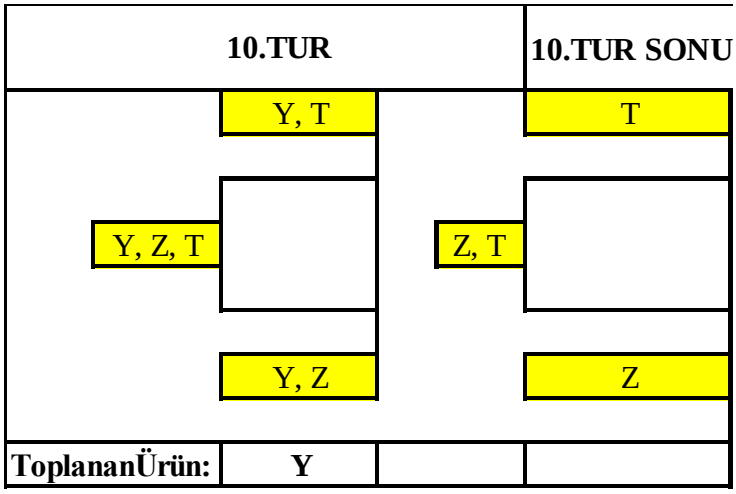
8. turun sonunda T ürününün toplanmasıyla iki istasyon boşalmıştır. Son istasyonda {X, Y, Z} siparişi kalmıştır. Bu durumda boş kalan iki istasyona O_9= {X, Y, T} ve O_{10}= {Y, Z, T} siparişleri atanmıştır. İki siparişin atanmasıyla istasyonlarda X ürününün

varlığının kontrolü yapılmıştır. Daha sonra X ürünü toplanarak 9. tur tamamlanmıştır ve *Şekil 2.16*'da gösterilmiştir.



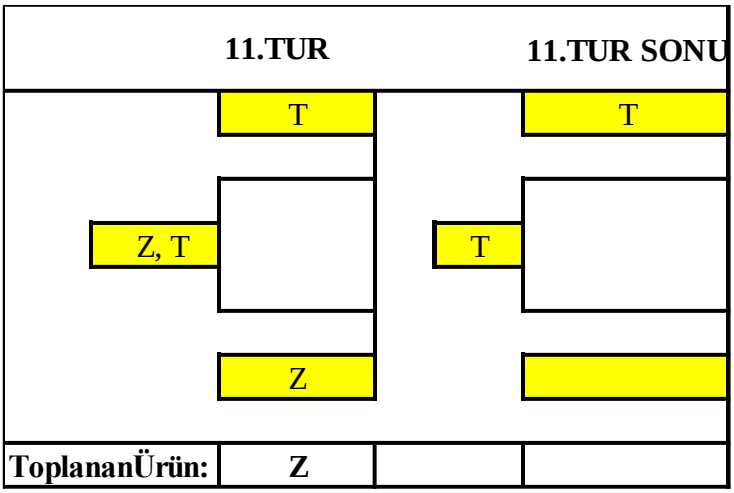
Şekil 2.16. İki siparişin atanması ve X ürününün toplanması (9.tur)

X ürününün toplanmasıyla 9. tur tamamlanmış olmaktadır. Bir sonraki tur için Y ürünü toplanmış ve 10.tur tamamlanmıştır. Bu turda da herhangi bir istasyon boşalmadığı için yeni bir sipariş ataması yapılmamıştır.10. tur *Şekil 2.17*'de gösterilmiştir.



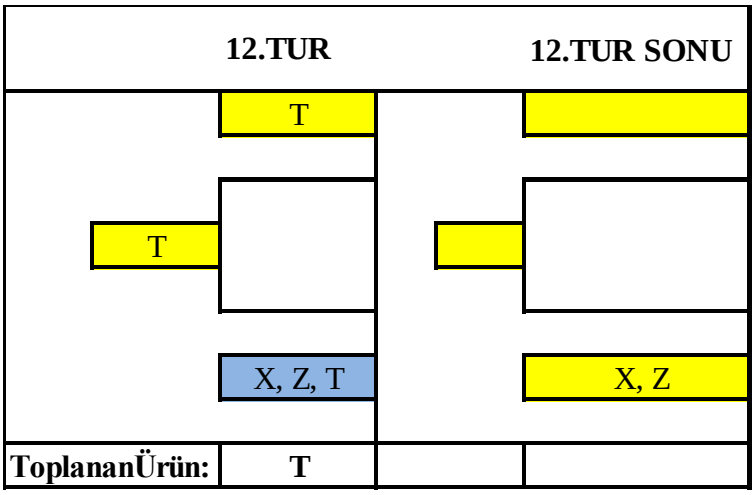
Şekil 2.17. Y ürününün toplanması (10.tur)

10. turun tamamlanmasıyla birlikte yine boş olan herhangi bir istasyon olmadığı için bir sonraki ürün olan Z ürününün toplanmasına geçilmiştir. Bu 11. turu oluşturmaktadır. Bu turun görseli *Şekil 2.18*'de gösterilmiştir.



Şekil 2.18. Z ürününün toplanması (11.tur)

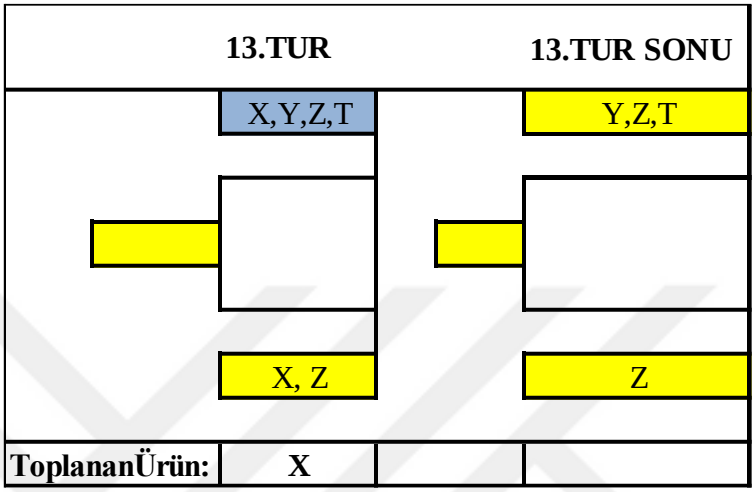
11. turun sonunda Z ürününün toplanmasıyla bir istasyon boşalmıştır. Diğer istasyonlarda {T} siparişleri kalmıştır. Bu durumda boş kalan istasyona O_{11}= {X, Z, T} siparişi atanmıştır. Siparişin atanmasıyla istasyonlarda T ürününün varlığının kontrolü yapılmıştır. Daha sonra T ürünü toplanarak 12. tur tamamlanmıştır ve *Şekil 2.19*'da gösterilmiştir.



Şekil 2.19. {X, Z, T} siparişinin atanması ve T ürününün toplanması (12.tur)

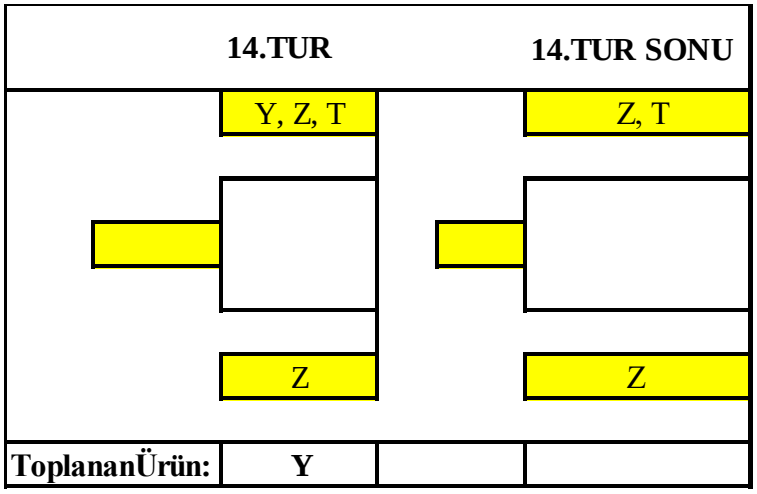
12.turun tamamlanıp T ürününün toplanmasıyla iki adet istasyon boş kalmıştır. İstasyona atanmayı bekleyen siparişlerin varlığı kontrol edilmiştir. Geriye atanmayı

bekleyen bir sipariş olduğu tespit edilmiştir. Son sipariş olan O_{12}= {X, Y, Z, T} numaralı sipariş istasyona atanmıştır. İstasyonlarda X ürününün olup olmadığının kontrolü sonrası X ürününün toplanmasına geçilmiştir. Bu ise 13. turu oluşturmaktadır.



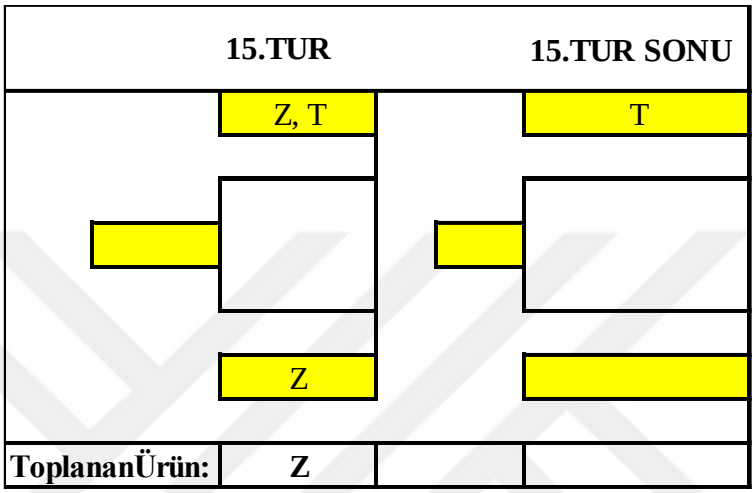
Şekil 2.20. X ürününün toplanması (13.tur)

13. turda X ürününün toplanmasıyla bir istasyon boş kalmış, 2 istasyonda da {Y, Z, T} ve {Z} sipariş kalmıştır. Dolayısıyla 14.tur Y ürününün toplanmasıyla devam edecektir.



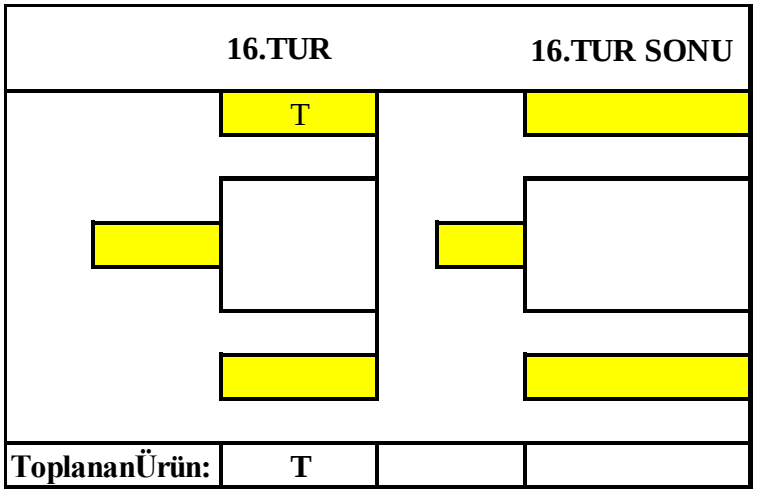
Şekil 2.21. T ürününün toplanması (14.tur)

14. tur tamamlandığında istasyonların ikisi dolu birisi boş kalmıştır. Atanmayan herhangi bir sipariş kalmadığı için sıradaki ürün olan Z ürünün toplanmasına geçilmiştir. Z ürününün toplanması ve istasyonların tur sonrası durumları *Şekil 2.22*'de gösterilmiştir.



Şekil 2.22. Z ürününün toplanması (15.tur)

Z ürünün toplanması ve atanacak herhangi bir siparişin kalmaması sonucu sıradaki ve son ürün olan T ürünün toplanmasına geçilmiştir. T ürünün toplanması ve istasyonların durumu *Şekil 2.23*'de gösterilmiştir.



Şekil 2.23. T ürününün toplanması (16.tur)

Herhangi bir istasyonda toplanacak ürün kalmadığı zaman sıradaki sipariş ilgili boş olan istasyona atanır. İstasyonda bulunan son siparişlerde toplandığı zaman siparişlerdeki istenen tüm ürünler toplanmış olur. Dolayısıyla tur sayısı da tamamlanmış olmaktadır. Bu yöntemde 12 adet sipariş toplanana kadar gerçekleşen tur sayısı 16 olmaktadır.

Bu yöntem sırasıyla n=12, n=10, n=8 sipariş gruplarının her bir grupta 20 adet olmak üzere toplam 60 siparişe uygulanmıştır.

2.3.2.Tersine Sipariş Toplama için Kullanılan 2. Yeni Sezgisel Yöntem

Tersine Sipariş için kullanılan yöntem yeni bir sezgisel yaklaşımdır. Bu yaklaşımın adımları ve nasıl uygulandığı açıklanmıştır.

Geliştirilen bu yeni sezgisel yaklaşım 8 adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar aşağıda belirtilmiştir.

1.Adım: Siparişler arasındaki ilişki (öğe indeks değerleri) hesaplanır.

2.Adım: Siparişler arasındaki öğe indeks değerlerine göre ilk 3 istasyona atanacak grup belirlenir.

3.Adım: İlk istasyonun 3 depo birimine 3 sipariş atanır.

4.Adım: Siparişlerin içeriğine bakılarak 3 siparişte de ortak olan bir ürün seçilir.

5.Adım: Daha sonra kalan siparişlerden yine ortak olan bir mamul seçilir. Bir depo birimi boşalana kadar mamul toplama işlemine devam edilir.

6.Adım: Boş kalan depo birimlerine yeni sipariş(ler) atanması için depo biriminde kalan siparişlerden ilgili depo birimine atanacak aday siparişler arasında tekrar öğe indeks değerleri hesaplanır.

7.Adım: Öğe indeks değerlerine göre ilgili sipariş(ler) boş olan depo birimlerine atanır.

8.Adım: Atanacak siparişler bittiğinde toplam tur sayısına (T) ulaşılır.

Tablo 2.7’de 12 sipariş adedi olan 1 nolu sipariş için bir sipariş-ürün matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 2.7. n=12 için sipariş-ürün matrisi

	X	Y	Z	T
O1	**0**	**0**	**0**	**1**
O2	**1**	**1**	**0**	**0**
O3	**1**	**0**	**1**	**0**
O4	**1**	**0**	**0**	**1**
O5	**0**	**1**	**1**	**0**
O6	**0**	**1**	**0**	**1**
O7	**0**	**0**	**1**	**1**
O8	**1**	**1**	**1**	**0**
O9	**1**	**1**	**0**	**1**
O10	**0**	**1**	**1**	**1**
O11	**1**	**0**	**1**	**1**
O12	**1**	**1**	**1**	**1**

Yeni yaklaşımın ilk adımında denklem-1'de gösterilen denklem ile öğe indeks değeri hesaplanır. Hesaplanan katsayı, öğe indeks değeri olarak adlandırılır. Denklem-1'deki

O(i); i. siparişin eleman sayısı

O(j); j. siparişin eleman sayısı

O(i∩j); i ve j siparişindeki ortak ürün sayısı

S_{ij} ; Öğe index değerini ifade etmektedir.

$$S_{iJ} = \frac{O(i \cap j)}{(O_i + O_J - O(i \cap j))} \quad (1)$$

Denklem ile ilk olarak 1 numaralı siparişin diğer siparişler ile olan değerleri hesaplanır.

Tablo 2.8'de denklem-1 kullanılarak elde edilen öğe indeks değerleri gösterilmiştir. Öğe indeks değeri 0 ile 1 arasında değer almaktadır. İki öğe arasında 1 öğe indeks değeri varsa bu i ve j öğelerinin her zaman birlikte aynı istasyona atanması gerektiği anlamına gelmektedir. İlk sipariş ile kalan 11 sipariş için öğe index değeri hesaplanmıştır.

$S_{1,2} = \frac{0}{1+2-0} = 0$

$S_{1,3} = \frac{0}{1+2-0} = 0$

$S_{1,4} = \frac{1}{1+2-1} = 0,5$

$S_{1,8} = \frac{0}{1+3-0} = 0$

$S_{1,9} = \frac{1}{1+3-1} = 0,33$

$S_{1,10} = \frac{1}{1+3-1} = 0,3$

$S_{1,5} = \frac{0}{1+2-0} = 0$

$S_{1,6} = \frac{1}{1+2-1} = 0,5$

$S_{1,7} = \frac{1}{1+2-1} = 0,5$

$S_{1,11} = \frac{1}{1+3-1} = 0,33$

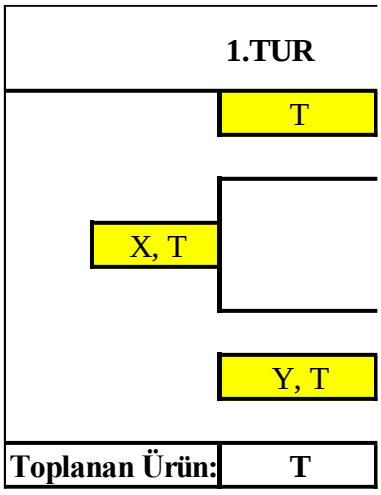
$S_{1,12} = \frac{1}{1+4-1} = 0,25$

Tablo 2.8. O_1 siparişi ile diğer siparişler arasındaki öğe index değerleri

	O_1
$S_{1,2}$	0
$S_{1,3}$	0
$S_{1,4}$	0,5
$S_{1,5}$	0
$S_{1,6}$	0,5
$S_{1,7}$	0,5
$S_{1,8}$	0
$S_{1,9}$	0,33
$S_{1,10}$	0,33
$S_{1,11}$	0,33
$S_{1,12}$	0,25

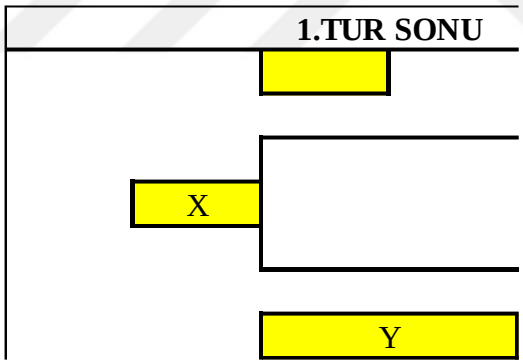
Hesaplanan öğe index değerlerine göre 1 numaralı sipariş ile en benzer siparişler 4,6,7 numaralı siparişler olmuştur. İstasyon sayısının 3 olması dolayısıyla 1 numaralı sipariş ile 2 adet sipariş atanabilmektedir. Burada da sipariş numarası dikkate alınarak bir atama gerçekleşecektir.

Sipariş numarası önce olan ilgili istasyona önce atanacaktır. Dolayısıyla 1 numaralı sipariş ile istasyona atanacak siparişler 4 ve 6 numaralı siparişler olacaktır. 2. Sezgisel yaklaşımdaki siparişlerin istasyona atanmış hali *Şekil 2.24*'de gösterilmiştir.



Şekil 2.24. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (1.tur)

Burada T ürünü istasyonlarda en fazla olduğu için ilk T ürünü toplanmaya başlanmıştır. T ürünün toplanmasının ardından istasyonların son durumu *Şekil 2.25*'de gösterilmiştir.



Şekil 2.25. 1. Turda Toplanan T ürünü sonrası istasyonların durumu

T ürünün toplanmasıyla 1. istasyonun boş kaldığı 2. istasyonda X, 3. İstasyonda ise Y ürününün kaldığı görülmektedir. Bu aşamadan sonra boş istasyona yeni bir siparişin atanması için istasyonda kalan siparişler ile henüz atanmamış siparişler arasında yeniden bir öğe index değeri hesaplanır. İki ayrı istasyonda olan ürünler için ayrı ayrı öğe index değeri hesaplanmaktadır. Çıkan değerler karşılaştırılıp istasyona atanacak sipariş belirlenecektir.

1.tur sonunda istasyonda kalan X ürünün atanmamış siparişler ile arasındaki öğe index değerleri;

$S_{X,2} = \frac{1}{1+2-1} = 0,5$

$S_{X,3} = \frac{1}{1+2-1} = 0,5$

$S_{X,5} = \frac{0}{1+2-0} = 0$

$S_{X,7} = \frac{0}{1+2-0} = 0$

$S_{X,8} = \frac{1}{1+3-1} = 0,33$

$S_{X,9} = \frac{1}{1+3-1} = 0,33$

$S_{X,10} = \frac{0}{1+3-0} = 0$

$S_{X,11} = \frac{1}{1+3-1} = 0,33$

$S_{X,12} = \frac{1}{1+4-1} = 0,25$

1.tur sonunda kalan Y ürünün atanmamış siparişler ile arasındaki öğe index değerleri;

$S_{Y,2} = \frac{1}{1+2-1} = 0,5$

$S_{Y,3} = \frac{0}{1+2-0} = 0$

$S_{Y,5} = \frac{1}{1+2-1} = 0,5$

$S_{Y,7} = \frac{0}{1+2-0} = 0$

$S_{Y,8} = \frac{1}{1+3-1} = 0,33$

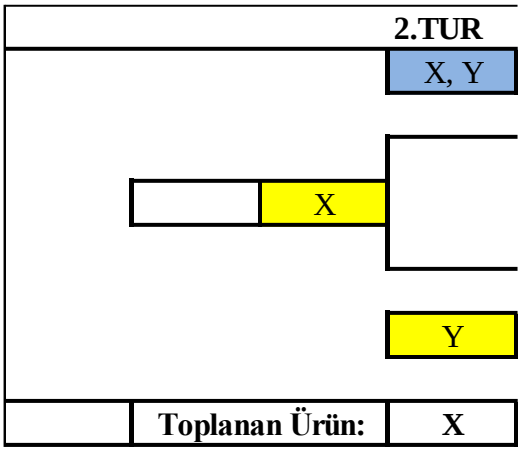
$S_{Y,9} = \frac{1}{1+3-1} = 0,33$

$S_{Y,10} = \frac{1}{1+3-1} = 0,33$

$S_{Y,11} = \frac{0}{1+3-0} = 0$

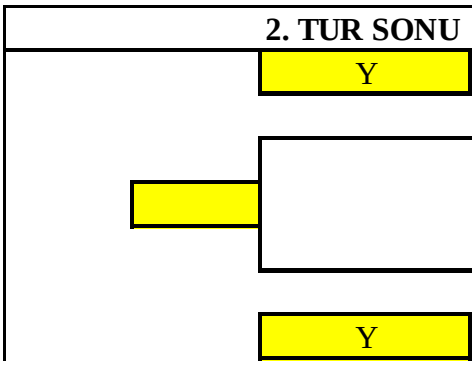
$S_{Y,12} = \frac{1}{1+4-1} = 0,25$

X ve Y ürünleri için hesaplanan öğe index değerlerine bakıldığında O_2= {X, Y} ve O_3= {X, Z} numaralı siparişin en yüksek öğe index değerine sahip olduğu bulunmuştur. İstasyona sipariş atanmasında çıkan değerden sonra bakılacak olan değer sipariş numarası olduğu için 2 numaralı sipariş boş olan istasyona atanacaktır. Atanan sipariş ile istasyonların son durumu ve toplanan ürün *Şekil 2.26*'da gösterilmiştir.



Şekil 2.26. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (2.tur)

2. turda öğe index değeri ve sipariş numarası dikkate alınarak yapılan istasyon atamasından sonra boş olan istasyona yerleşmeyi sağlayan ürün ile toplama işlemi devam edecektir. Burada X ve Y ürünü için bir öğe index değeri hesaplanmıştır. X ürününden hesaplanan öğe index değeri ve sipariş numarası ile bir atama gerçekleştiği için bu turda toplanacak olan ürün X olacaktır. X ürünün toplanmasıyla istasyonların son hali *Şekil 2.27*'de gösterilmiştir.



Şekil 2.27. 2. Turda Toplanan X ürünü sonrası istasyonların durumu

2. turda X ürünün toplanmasıyla bir istasyon boş kalmış, diğer 2 istasyonda ise Y ürünü kalmıştır. Bu adımda istasyonda kalan ürünler ile istasyona atanmayı bekleyen siparişler arasında yeniden bir öğe index değeri hesaplanacaktır. İki istasyonda da Y ürünü kaldığından dolayı Y ürünü ile kalan siparişler arasında öğe index değeri hesaplanmıştır.

2. tur sonunda kalan Y ürünün atanmamış siparişler ile arasındaki öğe index değerleri;

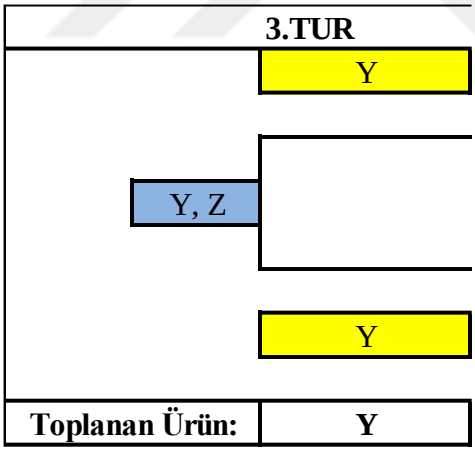
$$S_{Y,3} = \frac{0}{1+2-0} = 0 \qquad S_{Y,9} = \frac{1}{1+3-1} = 0{,}33$$

$$S_{Y,5} = \frac{1}{1+2-1} = 0{,}5 \qquad S_{Y,10} = \frac{1}{1+3-1} = 0{,}33$$

$$S_{Y,7} = \frac{0}{1+2-0} = 0 \qquad S_{Y,11} = \frac{0}{1+3-0} = 0$$

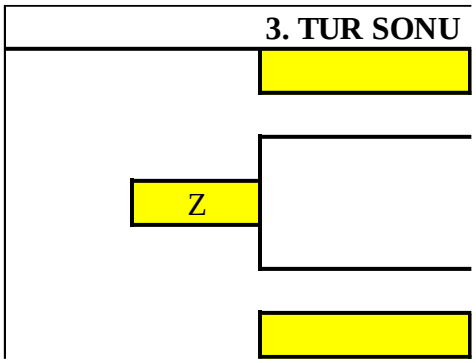
$$S_{Y,8} = \frac{1}{1+3-1} = 0{,}33 \qquad S_{Y,12} = \frac{1}{1+4-1} = 0{,}25$$

Hesaplanan öge index değerlerine göre istasyona atanacak sipariş 0,5 sonucuyla O_5= {Y, Z} siparişi olmaktadır. Bu siparişin istasyona atanmasıyla oluşan istasyonların son hali *Şekil 2.28*'de verilmiştir.



Şekil 2.28. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (3.tur)

Y ürünü ile öge index değeri hesaplandığı ve istasyonda en çok Y ürünü olduğu için bu turda Y ürünü toplanmıştır. Toplanan Y ürünü sonrası istasyonda Z ürünü kalmış, 2 istasyon boş kalmıştır.



Şekil 2.29. 3. Turda Toplanan Y ürünü sonrası istasyonların durumu

Kalan 2 istasyona Z ürünü ile aralarında öğe index değeri en fazla olan 2 sipariş atanacaktır.

3. tur sonunda kalan Z ürünün atanmamış siparişler ile arasındaki öğe index değerleri;

$$S_{Z,3} = \frac{1}{1+2-1} = 0{,}5 \qquad S_{Z,8} = \frac{1}{1+3-1} = 0{,}33$$

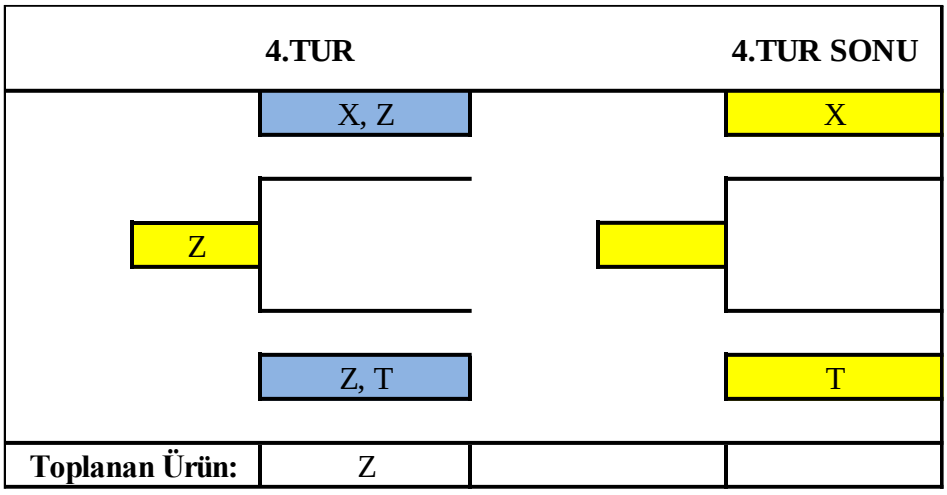
$$S_{Z,7} = \frac{1}{1+2-1} = 0{,}5 \qquad S_{Z,9} = \frac{0}{1+3-0} = 0$$

$$S_{Z,10} = \frac{1}{1+3-1} = 0{,}33 \qquad S_{Z,12} = \frac{1}{1+4-1} = 0{,}25$$

$$S_{Z,11} = \frac{1}{1+3-1} = 0{,}33$$

Hesaplanan öğe index değerlerine göre kalan 2 istasyona atanacak siparişler O_3= {X, Z} ve O_7= {Z, T} numaralı siparişlerdir. Siparişlerin atanmasında Z ürününü ile diğer siparişler arasındaki değere göre bir atama olduğu için bu turda Z ürünü toplanacaktır. Z ürünün toplanması ve tur sonrası istasyonların durumu *Şekil 2.30*'da gösterilmiştir.

4.tur sonunda bir istasyon boş kalmış kalan istasyonlarda ise {X} ve {T} ürünü kalmıştır. Boş kalan istasyona bir siparişin atanması gerekmektedir.



Şekil 2.30. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (4.tur)

Atanması gereken bu sipariş için istasyonda kalan {X} ve {T} ürünü için ayrı ayrı öğe index değeri hesaplanmalıdır.

4. tur sonunda kalan X ürünün atanmamış siparişler ile arasındaki öğe index değerleri;

$$S_{X,8} = \frac{1}{1+3-1} = 0{,}33 \qquad S_{X,11} = \frac{1}{1+3-1} = 0{,}33$$

$$S_{X,9} = \frac{1}{1+3-1} = 0{,}33 \qquad S_{X,12} = \frac{1}{1+4-1} = 0{,}25$$

$$S_{X,10} = \frac{0}{1+3-0} = 0$$

4. tur sonunda kalan T ürünün atanmamış siparişler ile arasındaki öğe index değerleri;

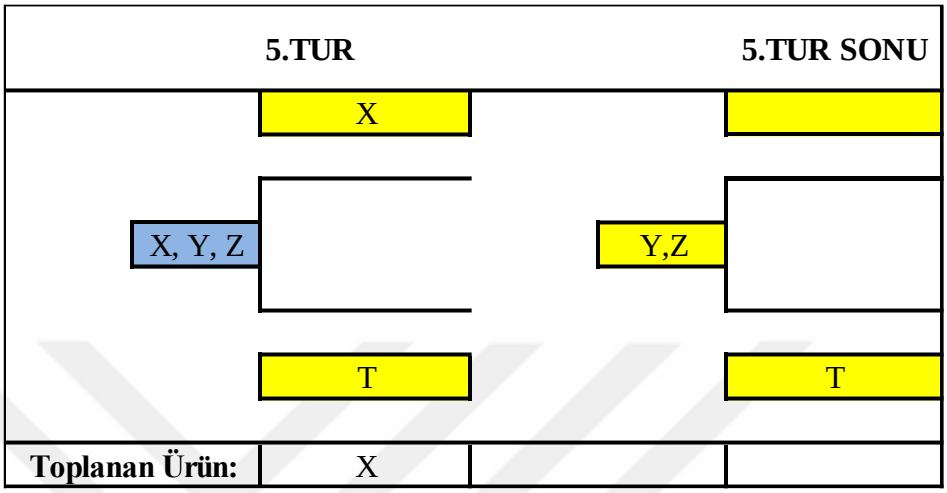
$$S_{T,8} = \frac{0}{1+2-0} = 0 \qquad S_{T,11} = \frac{1}{1+3-1} = 0{,}33$$

$$S_{T,9} = \frac{1}{1+3-1} = 0{,}33 \qquad S_{T,12} = \frac{1}{1+4-1} = 0{,}25$$

$$S_{T,10} = \frac{1}{1+3-1} = 0{,}33$$

X ve T ürünün kalan siparişler ile arasındaki hesaplanan değerler sonucunda çıkan en yüksek değer 0,33 olmuştur. Bu sonucun ait olduğu sipariş numaraları 8,9,10,11'dir. Dört sipariş numarasının değerlerinin aynı olması durumunda bakılan parametre sipariş numarası parametresidir. Dolayısıyla bu siparişler arasında 8 numaralı sipariş boş olan

istasyona atanarak ürün toplama işlemine devam edilmektedir. Sipariş ataması ve toplanan ürün *Şekil 2.31*'de gösterilmiştir.



Şekil 2.31. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (5.tur)

5.tur sonunda bir istasyon boş kalmış kalan istasyonlarda ise {Y, Z} ve {T} ürünü kalmıştır. Boş kalan istasyona bir siparişin atanması gerekmektedir. Atanması gereken bu sipariş için istasyonda kalan {Y, Z} ve {T} ürünü için ayrı ayrı öge index değeri hesaplanmalıdır.

5. tur sonunda kalan {Y, Z} siparişinin atanmamış siparişler ile arasındaki öğe index değerleri;

$$S_{YZ,9} = \frac{0}{3+2-2-0} = 0 \qquad S_{YZ,11} = \frac{0}{2+3-0} = 0$$

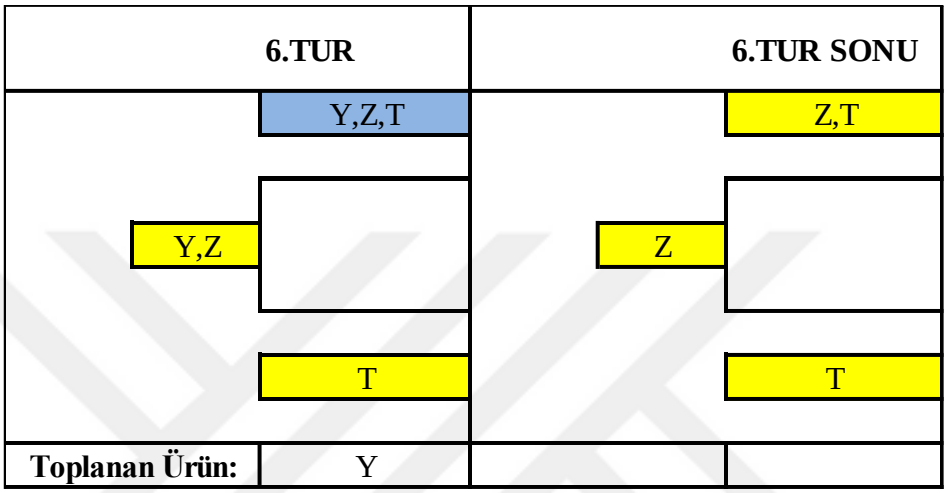
$$S_{YZ,10} = \frac{2}{2+3-2} = 0{,}66 \qquad S_{YZ,12} = \frac{2}{2+4-2} = 0{,}25$$

5. tur sonunda kalan {T} siparişinin atanmamış siparişler ile arasındaki öğe index değerleri;

$$S_{T,9} = \frac{1}{1+3-1} = 0{,}33 \qquad S_{T,11} = \frac{1}{1+3-1} = 0{,}33$$

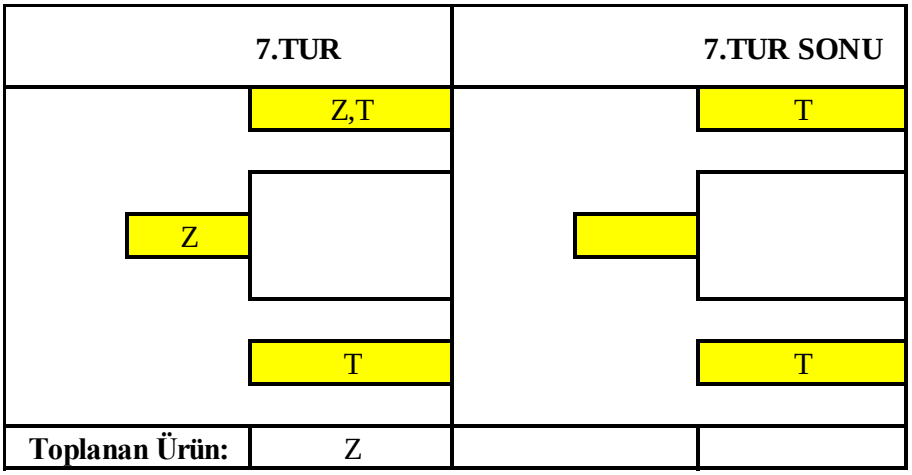
$$S_{T,10} = \frac{1}{1+3-1} = 0{,}33 \qquad S_{T,12} = \frac{1}{1+4-1} = 0{,}25$$

{Y, Z} ve {T} ürünün kalan siparişler ile arasındaki hesaplanan değerler sonucunda çıkan en yüksek değer 0,66 olmuştur. Bu sonucun ait olduğu sipariş numarası 10'dur. Dolayısıyla O_{10}= {Y, Z, T} siparişi boş olan istasyona atanarak ürün toplama işlemine devam edilmektedir. Sipariş ataması ve toplanan ürün *Şekil 2.32*'de gösterilmiştir.



Şekil 2.32. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (6.tur)

6. tur sonunda herhangi bir istasyon boş kalmamıştır. Dolasıyla sipariş toplama işlemine yeni sipariş atanmadan devam edilecektir. Sıradaki turda bir sonraki ürün olan Z ürünü toplanacaktır ve bu 7.turu oluşturacaktır. Toplanan ürün *Şekil 2.33*'te gösterilmiştir.



Şekil 2.33. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (7.tur)

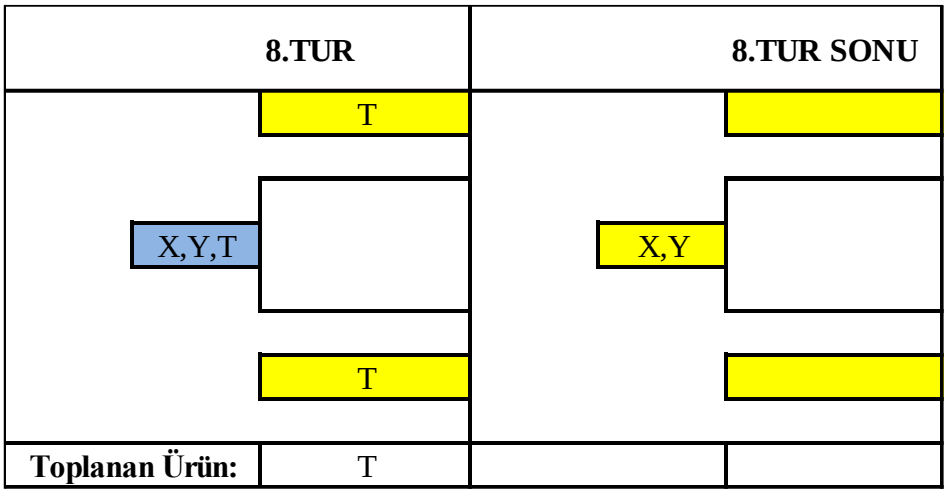
7.tur sonunda bir istasyon boş kalmış kalan istasyonlarda ise {T} ürünü kalmıştır. Boş kalan istasyona bir siparişin atanması gerekmektedir. Atanması gereken bu sipariş için istasyonda kalan {T} ürünü için öğe index değeri hesaplanmalıdır.

7. tur sonunda kalan {T} siparişinin atanmamış siparişler ile arasındaki öğe index değerleri;

$$S_{T,9} = \frac{1}{1+3-1} = 0{,}33 \qquad S_{T,12} = \frac{1}{1+4-1} = 0{,}25$$

$$S_{T,11} = \frac{1}{1+3-1} = 0{,}33$$

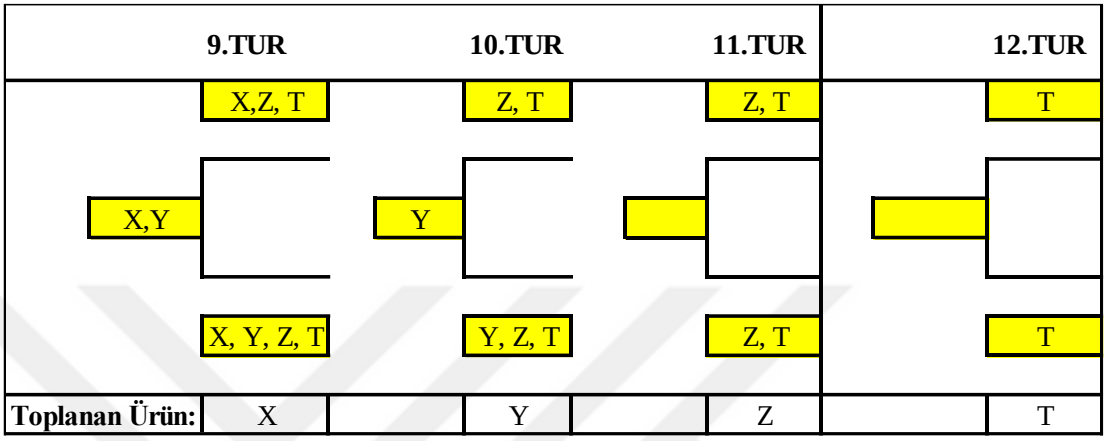
T ürünün kalan siparişler ile arasındaki hesaplanan değerler sonucunda çıkan en yüksek değer 0,33 olmuştur. Bu sonucun ait olduğu sipariş numaraları 9 ve 11'dir. İki sipariş numarasının değerlerinin aynı olması durumunda bakılan parametre sipariş numarası parametresidir. Dolayısıyla bu siparişler arasında 9 numaralı sipariş boş olan istasyona atanarak ürün toplama işlemine devam edilmektedir. Sipariş ataması ve toplanan ürün *Şekil 2.34*'de gösterilmiştir.



Şekil 2.34. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (8.tur)

8. turun sonunda iki istasyon boş kalmıştır. İki yeni sipariş atanmalıdır. Sipariş adedine bakıldığında sadece iki siparişin atanmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla istasyondaki ürünler ile kalan siparişler arasında herhangi bir ilişki değerinin hesaplanmasına gerek

yoktur. Boş olan iki istasyona O_{11}= {X, Z, T} ve O_{12}= {X, Y, Z, T} atanmıştır. Bu 2 siparişin atanmasıyla atanacak herhangi bir sipariş kalmamıştır. İstasyonlarda kalan siparişlerin toplanmasına geçilmiştir. 9,10,11 ve 12. turlar *Şekil 2.35*'te gösterilmiştir.



Şekil 2.35. 2.Yöntem ile sipariş toplama istasyonları ve toplanan siparişler (9,10,11 ve 12. turlar)

Bu şekilde devam edilerek boşalan istasyonlara atanmayan siparişler arasından öğe index değerlerine göre siparişler seçilip atanmıştır. İstasyona atanacak herhangi bir sipariş kalmayana dek bu döngü devam etmiştir. Adımları tamamlayıp depo birime koyacak sipariş kalmadıktan sonra sipariş toplama işlemi tamamlanmış olur ve toplam tur sayısına (T) ulaşılır.

3.BÖLÜM

BULGULAR

Bu bölümde ilk olarak n=8,10,12'lik sipariş paketleri tersine sipariş toplama için Kullanılan 1. Rassal Yöntem olarak adlandırılan yöntem ile çözülmüştür.2. bölümde bir örnek ile anlatımı yapılan ilk yöntem için bütün siparişlerin çözümü Tablo 3.1., Tablo 3.2. ve Tablo 3.3.'te verilmiştir. Bu yöntemde siparişler sipariş numarasına göre istasyonlara atanmış ve sipariş toplama yöntemi X, Y, Z, T olarak belirlenmiştir.

3.1. Tersine Sipariş Toplama için Kullanılan 1. Rassal Yöntemin Sonuçları

İkinci bölümde Tersine Sipariş Toplama için Kullanılan 1. Rassal Yöntemin adımları ve n=12 sipariş paketinin 1 numaralı siparişi için detaylı bir çözüm yapılmıştır. Bu yöntemde sipariş numaraları dikkate alınarak siparişlerin istasyonlara atanması sağlanmıştır. Kalan 19 sipariş için bu çözüm yapılmış ve bu yöntemden elde edilen sonuçlar bu bölümde paylaşılmıştır. İlk olarak n=12 sipariş paketinin 20 adet siparişinin çözüm tablosu Tablo 3.1. 'de verilmiştir.

Tablo 3.1. n=12 sipariş paketinin 1. Rassal Yöntem ile çözülmesinin sonuçları

Sipariş No	Toplam Tur Sayısı (T)
1	16
2	14
3	14
4	14
5	15
6	15
7	14
8	15
9	15
10	16
11	15
12	14

13	16
14	12
15	14
16	12
17	13
18	15
19	12
20	16

Tablo 3.2'de n=10 sipariş paketinin rassal yöntemin sonuçlarına göre sonuçları bulunmaktadır.

Tablo 3.2. n=10 sipariş paketinin 1. Rassal Yöntem ile çözülmesinin sonuçları

Sipariş No	**Toplam Tur Sayısı (T)**
1	12
2	11
3	12
4	11
5	13
6	11
7	11
8	12
9	11
10	10
11	13
12	13
13	15
14	12
15	14
16	13
17	14
18	12
19	10
20	13

Tablo 3.3'te ise n=8 sipariş paketinin rassal yöntemin sonuçlarına göre sonuçları bulunmaktadır.

Tablo 3.3. n=8 sipariş paketinin 1. Rassal Yöntem ile çözülmesinin sonuçları

Sipariş No	Toplam Tur Sayısı (T)
1	11
2	9
3	10
4	10
5	7
6	11
7	11
8	12
9	9
10	11
11	9
12	10
13	11
14	9
15	10
16	10
17	11
18	11
19	8
20	12

1. Yöntem ile çözülen sonuçlarından sonra 2.Sezgisel yöntemin sonuçlarına geçilmiştir.

3.2. Tersine Sipariş Toplama için Kullanılan 2. Yeni Sezgisel Yöntemin Sonuçları

İkinci bölümde Tersine Sipariş Toplama için Kullanılan 2.Sezgisel yöntemin adımları ve n=12 sipariş paketinin 1 numaralı siparişi için detaylı bir çözüm yapılmıştır. Bu yöntemde siparişler arasında belirlenen bir benzerlik katsayısı ile istasyonlara atamam yapılmıştır. Siparişler arasında elde edilen bu benzerliğin birbirine yakın olması o siparişlerin aynı tur için istasyonlara atanmasını sağlamıştır.

İlk olarak n=12 sipariş paketinin 20 adet siparişinin çözüm tablosu Tablo 3.4‘de verilmiştir.

Tablo 3.4. n=12 sipariş paketinin 2. Sezgisel Yöntem ile çözülmesinin sonuçları

Sipariş No	Toplam Tur Sayısı (T)
1	12
2	13
3	10
4	10
5	13
6	13
7	12
8	12
9	11
10	12
11	10
12	11
13	15
14	11
15	13
16	12
17	10
18	14
19	10
20	12

Tablo 3.5'te n=10 sipariş paketinin rassal yöntemin sonuçlarına göre sonuçları bulunmaktadır.

Tablo 3.5. n=10 sipariş paketinin 2. Sezgisel Yöntem ile çözülmesinin sonuçları

Sipariş No	Toplam Tur Sayısı (T)
1	10
2	10
3	9
4	10
5	10
6	10
7	10
8	10
9	9

10	9
11	11
12	12
13	13
14	11
15	13
16	9
17	11
18	10
19	9
20	11

Tablo 3.6'da n=8 sipariş paketinin rassal yöntemin sonuçlarına göre sonuçları bulunmaktadır.

Tablo 3.6. n=8 sipariş paketinin 2. Sezgisel Yöntem ile çözülmesinin sonuçları

Sipariş No	**Toplam Tur Sayısı (T)**
1	9
2	6
3	8
4	6
5	6
6	10
7	10
8	10
9	8
10	8
11	6
12	9
13	10
14	8
15	8
16	9
17	9
18	8
19	6
20	9

2 yöntemin çözümlerinin elde edilmesi ile bu yöntemlerin sipariş paketi bazında birbiri ile kıyaslanıp iyileşme yüzdeleri sipariş paket bazında Tablo 3.7., Tablo 3.8. ve Tablo 3.9.'da verilmiştir.

Tablo 3.7. n=12 sipariş paketinin iyileşme yüzdeleri

Sipariş No(n=12)	**Rassal Yöntem Toplam Tur Sayısı (T)**	**Sezgisel Yöntem Toplam Tur Sayısı (T)**	**İyileşme Yüzdesi**
1	16	12	0,25
2	14	13	0,07
3	14	10	0,29
4	14	10	0,29
5	15	13	0,13
6	15	13	0,13
7	14	12	0,14
8	15	12	0,20
9	15	11	0,27
10	16	12	0,25
11	15	10	0,33
12	14	11	0,21
13	16	15	0,06
14	12	11	0,09
15	14	13	0,08
16	12	12	0,07
17	13	10	0,23
18	15	14	0,07
19	12	10	0,17
20	16	12	0,25

Tablo 3.8. n=10 sipariş paketinin iyileşme yüzdeleri

Sipariş No(n=10)	**Rassal Yöntem Toplam Tur Sayısı (T)**	**Sezgisel Yöntem Toplam Tur Sayısı (T)**	**İyileşme Yüzdesi**
1	12	10	0,17
2	11	10	0,09
3	12	9	0,25
4	11	10	0,09
5	13	10	0,23
6	11	10	0,09
7	11	10	0,09
8	12	10	0,17
9	11	9	0,18
10	10	9	0,10
11	13	11	0,15
12	13	12	0,08
13	15	13	0,13
14	12	11	0,08
15	14	13	0,07
16	13	9	0,31
17	14	11	0,21
18	12	10	0,17
19	10	9	0,10
20	13	11	0,15

Tablo 3.9. n=8 sipariş paketinin iyileşme yüzdeleri

Sipariş No(n=8)	**Rassal Yöntem Toplam Tur Sayısı (T)**	**Sezgisel Yöntem Toplam Tur Sayısı (T)**	**İyileşme Yüzdesi**
1	11	9	0,18
2	9	6	0,33
3	10	8	0,20
4	10	6	0,40
5	7	6	0,14
6	11	10	0,09
7	11	10	0,09
8	12	10	0,17
9	9	8	0,11
10	11	8	0,27
11	9	6	0,33
12	10	9	0,10
13	11	10	0,09
14	9	8	0,11
15	10	8	0,20
16	10	9	0,10
17	11	9	0,18
18	11	8	0,27
19	8	6	0,25
20	12	9	0,25

4.BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ VE ÖNERİLER

Depolama faaliyetleri tedarik zincirinde en çok maliyete sahip bileşenlerden bir tanesidir. Bu depolama faaliyetleri içerisinde sipariş toplama en maliyetli ve en emek yoğun bileşendir. Dolayısıyla tedarik zincirinde sipariş toplama sistemlerinin iyileştirilmesi bütün bir zincirin iyileştirilmesi anlamına gelmektedir. Yapılan iyileştirmeler ile depolama maliyetleri, tedarik zinciri içerisindeki depolamaya harcanan süre azalacak, müşteriye hızlı cevap verme, aynı sürede daha fazla siparişin tamamlanması gibi faaliyetlerin hızı artacaktır.

Yapılan çalışmada depolarda yaygın olarak kullanılan görevlilerin ürünlere gidip müşteri siparişlerini tamamladığı klasik sipariş toplama sistemi yerine daha çok otomasyona dayalı olan, ürünlerin hareketli olup çalışanların sabit olduğu tersine sipariş toplama sistemi işlenmiştir. Bu sistem işlenirken ele alınan temel problem ürünlerin toplanması için gereken tur sayısıdır.

Çalışmanın amacı; tersine sipariş toplama sistemini uygulayan ya da uygulamak isteyen işletmeler için siparişlerin toplanması için gereken tur sayısının nasıl belirlenmesi gerektiği ve bir sezgisel yaklaşımla bu tur sayısının azaltılabildiğidir. Bu sipariş toplama sistemi ile depolama faaliyetlerinin daha verimli gerçekleşmesi ve müşteriye daha hızlı cevap verilerek bir rekabet avantajı elde edilmesi sağlanacaktır.

Çalışmada Dice (1945)'ın doğada iki farklı türün birbirleriyle ne derece ilişkili olduğunu ortaya koyduğu bir denklem kullanılmıştır.

Rastgele oluşturulan X, Y, Z, T ürünleri ve 12,10 ve 8 sipariş paketleri olmak üzere toplam 60 sipariş oluşturulmuştur. Bu siparişler Tersine Sipariş Toplama için Kullanılan 1. Rassal Yöntem başlığı altında verilmiştir.

Oluşturulan bu siparişler Tersine Sipariş Toplama için Kullanılan 1. Rassal Yöntem başlığı altında çözülmüştür. Bu çözümde belirlenen 3 istasyona siparişlerin atanması sipariş numarası dikkate alınarak yapılmıştır. İstasyondan ürün toplama ise X, Y, Z, T

sırası dikkate alınarak yapılmıştır. Bu şekilde oluşturulan siparişlerin tamamı çözülerek çözümler Tablo 3.1., 3.2. ve 3.3.'te verilmiştir.

Oluşturulan bu siparişler 1. Rassal Yöntem başlığı altında çözüldükten sonra 2.Rassal Yöntem ile çözülmüştür. Bu çözümde belirlenen 3 istasyona siparişlerin atanması sezgisel bir yaklaşıma dayanarak belirlenmiştir. Bu yaklaşımda istasyonlara atanan siparişler kendi aralarında bir öğe index değeri belirlenerek bulunmuştur. Bu değer hangi iki sipariş arasında fazla ise o siparişler istasyonlara birlikte atanmışlardır. Bütün siparişler tamamlanana kadar bu sezgisel yaklaşım devam ettirilmiştir. Bu şekilde oluşturulan siparişlerin tamamı çözülerek çözüm Tablo 3.4., 3.5. ve 3.6.'da verilmiştir. 2 ayrı yöntemden elde edilen çözümler ise Tablo 3.7., Tablo 3.8. ve Tablo 3.9.'da verilmiştir. 2 ayrı yöntemden elde edilen çözümler karşılaştırıldığında 2.yöntem olarak adlandırılan sezgisel yöntem 2 sipariş haricindeki bütün siparişlerde daha iyi bir sonuç vermiştir. Elde edilen çözümlere bakıldığında siparişteki ürün adedi ne kadar fazla olursa 1. Yöntem ile 2.yöntem arasındaki tur sayısı farkı artmaktadır. Dolayısıyla toplam ürün hacminin bir siparişte olması bu siparişin 2. Yöntem ile daha az tur sayısı ile toplandığını göstermektedir. Bu da toplam tur sayısını olumlu olarak etkilemektedir.

İlave olarak tersine sipariş toplama sistemi için ilerde yapılacak bir çalışmada istasyon sayısı, belirlenen ürün çeşitliliği, tek seferde tek ürün toplama gibi ölçütlerde bir değişiklik yapılabilir. Ürün çeşitliliğinin ve istasyon sayısının artmasının tur sayısına etkisi araştırılabilir. Aynı anda birden fazla ürün toplanmasının ne gibi bir faydası olduğu araştırılabilir. Tersine sipariş toplama sistemi için geliştirilen sezgisel yöntem ürün çeşitliliği ve sipariş sayısı artırılarak çözümlenebilir. Bu çalışmada sonuç olarak çıkan maddelerden biri olan siparişteki ürün adedinin fazla olması sezgisel yöntemdeki tur sayılarını daha da azaltması ürün çeşitliliği ve sipariş sayısının artırılmasında da incelenebilir. Sezgisel yaklaşımda kullanılan bu kriterlerin farklılaştırılmasıyla elde edilen sonuçlara göre depolar yeniden tasarlanıp, uzun vadede bir çözüm elde edilmiş olur.

Geliştirilen uygulamaya yönelik ilerde yapılabilecek çalışmalarda ürün çeşitliliği ve istasyon sayısı artırılabilir. Böylece daha fazla hacimli çalışan firmalarda uygulamanın nasıl bir iyileştirme ortaya koyduğu belirlenebilir. Ürün çeşitliliğinin artmasıyla uygulamaya tanımlanan ürünler parametrik yapılarak farklı ürünlerde de bu

uygulamanın çalıştırılması sağlanabilir. Bu da uygulamadan daha hızlı sonuç alınmasını sağlar.

KAYNAKÇA

1. Berg, J.P., Zijm ve W.H.M., 1999. Models for warehouse management: classification and examples, **International Journal of Production Economics,59**:519-528.
2. Caron F., Marchet G., Perego A., 2000. Optimal layout in low-level picker-to-part systems. **International Journal of Production Research,38** (1):101-117
3. Choi, S., Cha, S., & Tappert, C., 2010.A survey of binary similarity and distance measures. **Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics 8**, 43-48.
4. Claeys, D., Adan, I., & Boxma, O., 2016. Stochastic bounds for order flow times in parts-to-picker warehouses with remotely located order-picking workstations. **European Journal of Operational Research, 254**(3), 895–906.
5. Dallari F., Marchet G., Melacini M., 2009. Design of order picking system. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 42**:1-12.
6. De Koster R., Le-Duc T., Roodbergen K. J., 2007. Design and control of warehouse order picking: a literature review. **European Journal of Operational Research,182**(2):481-501.
7. Dice, L.R., 1945. Measures of the amount of ecologic association between species. **Ecology ,26**, 297-302.
8. Frazelle, E.H. (2002). World-Class Warehousing and Material Handling, McGraw-Hill, New York, NY, 256 pp.
9. Füßler, Boysen, N.,2017. Efficient order processing in an inverse order picking system. **Computer & Operations Research**,**88**:150-160.
10. Füßler, D., Boysen, N., 2017. High-performance order processing in picking workstations. **EURO Journal on Transportation and Logistics.**
11. Gudehus, T., Kotzab, H., 2012. Comprehensive Logistics. Springer, Berlin,891
12. Gurari, E.M., Sudborough, I.H., 1984. Improved dynamic programming algorithms for bandwidth minimization and the mincut linear arrangement problem. **Journal of Algorithms, 5**(4): 531–546.
13. Habazin J., Glasnović A., Bajor I., 2017. Order picking process in warehouse: case study of dairy industry in croatia, **Promet – Traffic&Transportation, 29**(1):57-65.

14. Hompel, M. Ve Schmidt, T., 2007. Warehouse Management: Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems. Springer, Berlin, 356 pp.
15. Hsu, C.-M., Chen, K.-Y., Chen, M.-C., 2005. Batching orders in warehouses by minimizing travel distance with genetic algorithms. **Computers in Industry, 56**(2):169-178.
16. Kłodawski M., Lewczuk K., Jacyna-Gołda I., Żak J., 2017. Decision making strategies for warehouse operations, **Archıves Of Transport, 41**(1): 43-53.
17. Lee J.A., Chang Y.S., Shim H., Cho S., 2015. A study on the picking process time. **ScienceDirect, Procedia Manufacturing, 3**:731 – 738.
18. Loren A., Lerher T., 2019. Effectiveness of product storage policy according to classification criteria and warehouse size**, FME Transactions 47**(1):142-150.
19. Lorenc A., 2016. Method of effectiveness evaluation of products picking process for pick by order type in warehouse on basis of a picking list, **International Conference on Industrial Logistics (ICIL)**:156-167.
20. Marchet G., Melacini M., Perotti S., 2014. Investigating order picking system adoption: a case-study-based approach. **International Journal of Logistics Research and Applications: A Leading Journal of Supply Chain Management, 18**(1): 82-98.
21. Nikolas D., Erkki J., 2008. Dictionary of Aartitecture and Building Construction, **Elsevier**,410.
22. Roodbergen, K.J., Vis, I.F., 2009. A survey of literature on automated storage and retrieval systems. **European Journal of Operational Research 194**, 343–362.
23. Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., van Houtum, G. J., Mantel, R. J., Zijm, W. H. M., 2000. Warehouse design and control: Framework and literature review. **European Journal of Operational Research, 122**(3): 515–533.
24. Schwerdfeger, S., & Boysen, N., 2017. Order picking along a crane-supplied pick face: The SKU switching problem. **European Journal of Operational Research, 260**(2), 534–545.
25. Small Parts Order Picking: Design And Operation (https://www2.isye.gatech.edu/~mgoetsch/cali/Logistics%20Tutorial/order/article.htm,Erişim tarihi:20 Mayıs 2021).

26. Stockinger, C., Steinebach, T., Petrat, D., Bruns, R., ve Zöller, I., 2020. The Effect of Pick-by-Light-Systems on Situation Awareness in Order Picking Activities**. Procedia Manufacturing, 45**:96–101.

27. Tanyaş M., Baskak M., 2012. Farklı Açılardan Depoların Sınıflandırması, **Ulusal Lojistik Ve Tedarik Zinciri Kongresi.**

28. Tuna G., Tunçel G., 2012. Depo yönetiminde sipariş toplama sistemleri: bir literatür araştırması. **Deü Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14** (42):15-31.

EKLER

EK 1. Sipariş toplama yöntemleri için geliştirilren uygulamanın C# kodları

```
using DevExpress.XtraEditors;
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Data.OleDb;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Text.RegularExpressions;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;

namespace proje
{
   public partial class anaForm : DevExpress.XtraEditors.XtraForm
   {
      public anaForm()
      {
         InitializeComponent();
      }

      OleDbConnection baglanti = new
OleDbConnection(@"Provider=Microsoft.ACE.OLEDB.12.0;Data Source=db.xlsx;
Extended Properties='Excel 12.0 xml;HDR=YES;'");
      DataTable dt = new DataTable();
      List<Stack<string>> kuyruklar = new List<Stack<string>>();
      List<List<string>> listeler = new List<List<string>>();
```

```
        private void anaForm_Load(object sender, EventArgs e)
        {
            xtraTabControl.SelectedTabPage = xtraTabPageRassal;

        }
        private void baslat()
        {

            kuyruklar = new List<Stack<string>>();
            listeler = new List<List<string>>();
            lblDepo1_.Text = "";
            lblDepo2_.Text = "";
            lblDepo3_.Text = "";
            dt = new DataTable();
            baglanti.Open();
            OleDbDataAdapter da = new OleDbDataAdapter("SELECT * FROM
[Sayfa1$]", baglanti);
            da.Fill(dt);
            baglanti.Close();


            for (int i = 0; i < dt.Columns.Count; i++)
            {
                Stack<string> kuyruks = new Stack<string>();
                List<string> liste = new List<string>();
                for (int j = dt.Rows.Count - 1; j >= 0; j--)
                {
                    if (dt.Rows[j][i].ToString() != "")
                    {
                        kuyruks.Push(dt.Rows[j][i].ToString());
                    }
```

```
            }
            for (int j = 0; j < dt.Rows.Count; j++)
            {
                if (dt.Rows[j][i].ToString() != "")
                {
                    liste.Add(dt.Rows[j][i].ToString());
                }

            }
            listeler.Add(liste);
            kuyruklar.Add(kuyruks);
        }
    }



    private void rassalFonk()
    {
        FlowLayoutPanel flowLayoutPanel1 = new FlowLayoutPanel();
        xtraTabPageRassal.Controls.Add(flowLayoutPanel1);
        flowLayoutPanel1.Dock = DockStyle.Fill;
        flowLayoutPanel1.AutoScroll = true;
        baslat();
        for (int i = 0; i < kuyruklar.Count; i++)
        {
            int j = 0;
            string siparis = kuyruklar[i].Count.ToString() + " Adet Sipariş ";
            int tur = 0;
            while (kuyruklar[i].Count != 0 || !String.IsNullOrEmpty(lblDepo1_.Text) ||
!String.IsNullOrEmpty(lblDepo2_.Text) || !String.IsNullOrEmpty(lblDepo3_.Text))
            {

                string text = "";
```

```
FlowLayoutPanel panel1 = new FlowLayoutPanel();
panel1.BorderStyle = BorderStyle.FixedSingle;
panel1.BackColor = Color.Bisque;
panel1.Width = 200;
panel1.Height = 180;

Label lblDepo1 = new Label();
Label lblDepo2 = new Label();
Label lblDepo3 = new Label();
Label lblBilgi = new Label();
lblBilgi.Width = 200;
tur += 1;
text += siparis + tur.ToString() + ".tur";
lblBilgi.Text = text;
string degisecek = "";

if (j % 4 == 1)
   degisecek = "X";
if (j % 4 == 2)
   degisecek = "Y";
if (j % 4 == 3)
   degisecek = "Z";
if (j % 4 == 0)
   degisecek = "T";
if (lblDepo1_.Text != "")
{

   lblDepo1_.Text = lblDepo1_.Text.Replace(degisecek,
"").TrimStart(',').TrimEnd(',');
   lblDepo1.Text = lblDepo1_.Text;

}
if (lblDepo1_.Text == "" && kuyruklar[i].Count > 0)
```

```
                {
                    lblDepo1_.Text = kuyruklar[i].Pop();
                    lblDepo1.Text = lblDepo1_.Text;
                }

                if (lblDepo2_.Text != "")
                {
                    lblDepo2_.Text = lblDepo2_.Text.Replace(degisecek,
"").TrimStart(',').TrimEnd(',');
                    lblDepo2.Text = lblDepo2_.Text;
                }
                if (lblDepo2_.Text == "" && kuyruklar[i].Count > 0)
                {
                    lblDepo2_.Text = kuyruklar[i].Pop();
                    lblDepo2.Text = lblDepo2_.Text;
                }

                if (lblDepo3_.Text != "")
                {
                    lblDepo3_.Text = lblDepo3_.Text.Replace(degisecek,
"").TrimStart(',').TrimEnd(',');
                    lblDepo3.Text = lblDepo3_.Text;
                }
                if (lblDepo3_.Text == "" && kuyruklar[i].Count > 0)
                {
                    lblDepo3_.Text = kuyruklar[i].Pop();
                    lblDepo3.Text = lblDepo3_.Text;
                }

                panel1.Controls.Add(lblBilgi);
                panel1.Controls.Add(lblDepo1);
                panel1.Controls.Add(lblDepo2);
                panel1.Controls.Add(lblDepo3);
```

```
                flowLayoutPanel1.Controls.Add(panel1);
                j++;

            }

        }
    }
    private void sezgiselFonk()
    {
        FlowLayoutPanel flowLayoutPanel2 = new FlowLayoutPanel();
        xtraTabPageSezgisel.Controls.Add(flowLayoutPanel2);
        flowLayoutPanel2.Dock = DockStyle.Fill;
        flowLayoutPanel2.AutoScroll = true;
        baslat();
        for (int i = 0; i < kuyruklar.Count; i++)
        {
            string siparis = kuyruklar[i].Count.ToString() + " Adet Sipariş ";
            int tur = 0;
            while (kuyruklar[i].Count != 0 || !String.IsNullOrEmpty(lblDepo1_.Text) ||
!String.IsNullOrEmpty(lblDepo2_.Text) || !String.IsNullOrEmpty(lblDepo3_.Text))
            {
                string text = "";
                FlowLayoutPanel panel1 = new FlowLayoutPanel();
                panel1.BorderStyle = BorderStyle.FixedSingle;
                panel1.BackColor = Color.Bisque;
                panel1.Width = 200;
                panel1.Height = 180;

                Label lblDepo1 = new Label();
                Label lblDepo2 = new Label();
                Label lblDepo3 = new Label();
                Label lblBilgi = new Label();
                lblBilgi.Width = 200;
```

```
                tur += 1;
                text += siparis + tur.ToString() + ".tur";
                lblBilgi.Text = text;

                string degisecek = "";
                if (lblDepo1_.Text != "")
                {
                    degisecek = lblDepo1_.Text.Substring(0, 1);
                }
                else if (lblDepo2_.Text != "")
                {
                    degisecek = lblDepo2_.Text.Substring(0, 1);
                }
                else if (lblDepo3_.Text != "")
                {
                    degisecek = lblDepo3_.Text.Substring(0, 1);
                }


                if (lblDepo1_.Text != "")
                {

                    lblDepo1_.Text = lblDepo1_.Text.Replace(degisecek,
"").TrimStart(',').TrimEnd(',');
                    lblDepo1.Text = lblDepo1_.Text;

                }
                if (lblDepo1_.Text == "" && kuyruklar[i].Count > 0)
                {
                    lblDepo1_.Text = enBenzeriBul(kuyruklar[i], lblDepo2_.Text,
lblDepo3_.Text);
                    kuyruklar[i] = popGeleneKadar(kuyruklar[i], lblDepo1_.Text);
                    lblDepo1.Text = lblDepo1_.Text;
```

```
            }

            if (lblDepo2_.Text != "")
            {
                lblDepo2_.Text = lblDepo2_.Text.Replace(degisecek,
"").TrimStart(',').TrimEnd(',');
                lblDepo2.Text = lblDepo2_.Text;
            }
            if (lblDepo2_.Text == "" && kuyruklar[i].Count > 0)
            {
                lblDepo2_.Text = enBenzeriBul(kuyruklar[i], lblDepo1_.Text,
lblDepo3_.Text);
                kuyruklar[i] = popGeleneKadar(kuyruklar[i], lblDepo2_.Text);
                lblDepo2.Text = lblDepo2_.Text;
            }

            if (lblDepo3_.Text != "")
            {
                lblDepo3_.Text = lblDepo3_.Text.Replace(degisecek,
"").TrimStart(',').TrimEnd(',');
                lblDepo3.Text = lblDepo3_.Text;
            }
            if (lblDepo3_.Text == "" && kuyruklar[i].Count > 0)
            {
                lblDepo3_.Text = enBenzeriBul(kuyruklar[i], lblDepo1_.Text,
lblDepo2_.Text);
                kuyruklar[i] = popGeleneKadar(kuyruklar[i], lblDepo3_.Text);
                lblDepo3.Text = lblDepo3_.Text;
            }

            panel1.Controls.Add(lblBilgi);
            panel1.Controls.Add(lblDepo1);
            panel1.Controls.Add(lblDepo2);
```

```
            panel1.Controls.Add(lblDepo3);
            flowLayoutPanel2.Controls.Add(panel1);

        }

    }

}
private static bool lastIndexText(string aranan, string indexText)
{

    if (aranan == indexText)
    {
        return true;
    }
    else
    {
        return false;
    }
}

private string enBenzeriBul(Stack<string> liste, string text1, string text2)
{

    string benzer = "";
    int benzerlikKatsayisi = 0;
    for (int i = 0; i < liste.ToArray().Length; i++)
    {
        string[] deneme = liste.ToArray()[i].ToString().Split(',');
        int benzerlik1 = deneme.Intersect(text1.Split(',')).Count();
        int benzerlik2 = deneme.Intersect(text2.Split(',')).Count();
        if (benzerlik1 > benzerlikKatsayisi && benzerlik1 > benzerlik2)
        {
```

```
            benzerlikKatsayisi = benzerlik1;
            benzer = liste.ToArray()[i];
        }
        if (benzerlik2 > benzerlikKatsayisi && benzerlik2 > benzerlik1)
        {
            benzerlikKatsayisi = benzerlik2;
            benzer = liste.ToArray()[i];
        }
        if (benzer == "")
        {
            benzer = liste.ToArray()[0];
        }

    }
    return benzer;


}
private Stack<string> popGeleneKadar(Stack<string> kuyruk, string aranan)
{
    Stack<string> yeniKuyruk = new Stack<string>();
    Stack<string> sonucKuyruk = new Stack<string>();
    int kuyrukCount = kuyruk.Count;
    while (kuyruk.Count > 0)
    {
        string kuyrukElement = kuyruk.Pop();

        if (kuyrukElement == aranan)
        {
            aranan = "";
        }
        else
        {
```

```
                yeniKuyruk.Push(kuyrukElement);
            }


        }
        while (yeniKuyruk.Count > 0)
        {
            sonucKuyruk.Push(yeniKuyruk.Pop());


        }

        return sonucKuyruk;

    }

    private void xtraTabControl_SelectedPageChanged(object sender,
DevExpress.XtraTab.TabPageChangedEventArgs e)
    {
        if (xtraTabControl.SelectedTabPage == xtraTabPageRassal)
        {
            rassalFonk();
        }
        else
        {
            sezgiselFonk();
        }
    }
  }
}
```

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Ali BABAYİĞİT
Uyruğu: Türkiye (T.C)

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği	2021
Lisans	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği	2017
Lise	Ahmet Eren Anadolu Lisesi, Kayseri	2012

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2021-Halen	BTC Bilişim Hizmetleri A.Ş.	SAP Danışmanı
2019-2021	Önem Yazılım Danışmanlık Ltd. Şti.	ERP Danışmanı

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR

1. Şenyiğit E. ve Babayiğit A. "A New Heuristic Approach To The Inverse Order Picking System That Takes Into Consideration of Mutual Product" *11. Uluslararası Ejons Matematik-Mühendislik-Fen ve Sağlık Bilimleri Kongresi,* Al Karak, JORDAN, 2021, vol.1, no.1, pp.211-214.