

# Sipariş toplama ve dağıtım sistemleri için düşük maliyetli yeni bir sistem tasarımı ve uygulaması

## A new low-cost system design and implementation for order collecting and distribution systems

Sulaiman SİDDİQİ<sup>1\*</sup>, Ihsan PEHLİVAN<sup>1</sup>, Onur KALAYCI<sup>2</sup>, Tefrik BAHADIR<sup>3</sup>, Süleyman UZUN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, Teknoloji Fakültesi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sakarya, Türkiye.  
y205004003@subu.edu.tr, ipehlivan@sakarya.edu.tr

<sup>2</sup>Mekatronik Mühendisliği, Teknoloji Fakültesi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Sakarya, Türkiye.  
okalayci67@gmail.com

<sup>3</sup>Maden Mühendisliği Bölümü, Maden Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.  
bahadir.tk@yahoo.com

<sup>4</sup>Bilgisayar Mühendisliği, Teknoloji Fakültesi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Sakarya, Türkiye.  
suleymanuzun@subu.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 17.08.2022  
Kabul Tarihi/Accepted: 01.04.2023

Düzeltilme Tarihi/Revision: 08.02.2023

doi: 10.5505/pajes.2023.92635  
Araştırma Makalesi/Research Article

### Öz

*Covid-19 pandemisi insanların alışveriş alışkanlıklarını değiştirerek, özellikle internet üzerinden online alışveriş sitelerine yönelmelerine yol açmıştır. Artan sipariş oranları karşısında üretici ve tedarikçi firmalar için ise, siparişleri toplama ve zamanında ulaştırma noktasında yenilikçi çözümler üretmek kaçınılmaz olmuştur. Pandemi nedeniyle de kısıtlı sayıda insan gücü kullanmak zorunda kalan firmalar/tedarikçiler bu sorunu makine kullanımı ile çözümlene yoluna gitmişlerdir. Bu çalışmada tedarik zincirinde siparişlerin toplanma ve dağıtılma aşamaları için geliştirilen düşük maliyetli yeni bir Sipariş Toplama ve Dağıtım Sistemi uygulaması anlatılmaktadır. Tedarik zincirinin bu aşaması en sorunlu, zaman alıcı ve fazla maliyet kapsamaktadır. Genel olarak önerilen çözümlerde de daha fazla insan kaynağı kullanılmaktadır. Bu uygulama ile zaman, insan gücü, depo alanı ve maliyet noktalarında daha verimli bir sistem oluşturmak amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda prototip bir Sipariş Toplama ve Dağıtım Sistemi uygulaması tasarımı yapıp imalatı gerçekleştirilmiş ve gerçek zamanlı uygulaması yapılmıştır.*

**Anahtar kelimeler:** Sipariş toplama ve dağıtım, Tedarik zinciri, PLC, Python.

### Abstract

*The Covid-19 pandemic has changed people's shopping habits, causing them to turn to online shopping sites, especially on the internet. In the face of increasing order rates, it has become inevitable for manufacturers and suppliers to produce innovative solutions for collecting orders and delivering them on time. Companies/suppliers who had to use a limited number of manpower due to the pandemic have tried to solve this problem with the use of machinery. In this study, a new low-cost Order Picking and Distribution System application developed for the stages of order picking and distribution in the supply chain is described. This stage of the supply chain is the most problematic, time-consuming and costly. In general, more human resources are used in the proposed solutions. With this application, it is aimed to create a more efficient system in terms of time, manpower, warehouse space and cost. For this purpose, a prototype Order Picking and Distribution System application was designed, manufactured and implemented in real time.*

**Keywords:** Order picking and distribution, Supply chain, PLC, Python.

## 1 Giriş

Tedarik zinciri ifadesi, kaynak, depolama, müşteri ilişkileri, nakliyat, sipariş gibi birçok girdiye sahip olan bir sistemler bütünüdür [1]. Diğer bir ifadeyle ise malzemenin ilk halinden son kullanıcıya kadar olan farklı faaliyetlerin tamamıdır [2]. Tedarik zincirini oluşturan süreçler ve etkinlikler ise kısaca şunlardır; sipariş alma ve sipariş girişi, sipariş işleme, envanter yönetimi, Üretim, siparişi karşılama, siparişin nakliyesi, değer dağıtım opsiyonlarını değerlendirme, müşteri hizmetleri yönetimi. Tedarik zincirinin aşamalarından birisi olan sipariş karşılama basamağı üretim ile iş birliği, sipariş toplama ve paketleme etkinliklerinden oluşmaktadır [3],[4].

Tedarik zincirindeki yeni pazar gelişmeleri, e-ticaret ve artan müşteri beklentileri, depolar ve üretim tesisleri için daha fazla sipariş işleme konusunda rekabeti artırmıştır [5],[6]. Bunun yanı sıra artan piyasa oynaklığı, bilgi ve iletişim teknolojilerinin

gelişimi ve çevrimiçi perakendeciler arasında artan rekabet gibi çeşitli faktörler modern tedarik zincirlerinde depo ve dağıtım merkezlerinin de değişime ayak uydurmasına yol açmıştır [7].

Günümüzde müşteriler, kısa teslimat süreleri, yüksek derecede ürün özelleştirmesi ve istedikleri zaman sipariş verme, değiştirme ve iptal etme olanağı beklemektedir [8]. Firmalar bu durum karşısında sipariş toplama performansını iyileştirme potansiyeline sahip yeni otomatik teknolojilere giderek daha fazla odaklanmaktadır [9],[10]. Bu alanda otomasyon sistemlerini kullanan firmalar, sipariş toplamada doğru ürün, hızlı teslimat süresi, düşük maliyet ve daha az alan kullanımı noktalarında ön plana çıkmışlardır [6],[9]. Örneğin akıllı bir depoya sahip firmalar, gelişmiş siber-fiziksel sistemler ve gerçek zamanlı bilgi paylaşımı gibi Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanarak siparişlerin ilerlemesinin ve konumunun herhangi bir zamanda izlenmesine olanak tanıyıp son müşteri talebini diğerlerine göre daha verimli yönetebilmektedirler [11].

\*Yazışılan yazar/Corresponding author

Literatürde siparişleri sıralama ve toplama açısından ele alan çok az çalışma vardır [12],[8],[13]. Araştırma konusuna yakın olarak ifade edilebilecek, literatürdeki örnek çalışmalar aşağıdaki gibidir:

Atmaca ve Öztürk (2013) çalışmalarında sipariş toplama politikaları ile otomatik depolama ve boşaltma sistemlerine dair bir literatür araştırması gerçekleştirmişlerdir [14].

Karaoğlu (2019)'nun e-ticaret sektöründe yaşanan lojistik kaynaklı sorunlara çözüm getirme amacıyla yaptığı çalışmada yeni bir dağıtım modeli sunmuştur. Bu tasarımı, matematiksel bir modelleme kullanarak çözüm yolları üretmek esasına dayanmaktadır [15].

Yavuz (2019) çalışmada depolama sistemlerinde yürütülen iki farklı depolama stratejisi üzerinde iki farklı karşılaştırma yaparak daha iyi performansla sahip yöntemin saptanmasını sağlamıştır [16].

Görener (2012) doktora çalışmada sipariş toplama işlemlerinde, sipariş toplayıcı seyahat mesafesinin azaltılması problemine çözüm teknikleri geliştirmiştir [17].

Tunç, Kutlu, Zincidi ve Atmaca (2008)'nin depo sistemlerinde sipariş toplama süreçlerinin iyileştirilmesi hedefiyle gerçekleştirdikleri çalışmalarında depo raf sisteminden sipariş çekme politikalarının optimizasyonu üzerinde durulmaktadır [18].

Küçükataç, Köse ve Yıldız (2021) konveyör tasarımı konusuna odaklanarak PLC kontrollü konveyör tasarımı konusunda alana katkı sağlamışlardır [19].

Yurdakul, Türkbaş, Dombaycı ve İç (2010) fabrika ortamlarında yük taşıma sürecinde, kullanıcının en etkin olarak faydalanabileceği taşıyıcı seçebilmesi konusunda iki aşamalı bir uzman sistem tasarımı gerçekleştirmişlerdir [20].

Bunların dışında Türkçe literatürün yanında incelenen uluslararası literatürde de konuya ilişkin farklı noktaları hedefleyen çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin;

Li Zhou, Junhui Zhao ve diğ. (2022) kılçık yerleşimli depolarda sınıf tabanlı yönlendirme stratejilerine dair geliştirdikleri modelleri sundukları çalışmaları depo alanlarının sevk ve idaresi, sipariş toplamada yürüme mesafesinin azaltılmasının önemi ve sipariş toplamada verimliliğin artırılması üzerinde odaklanmaktadır. Yapılan çalışma dahilinde geliştirilen model spesifik bir tasarıma sahip depolar üzerinde kullanılabilir şekilde düşünülmüştür. Yapılan çalışma model tasarımı olup, herhangi bir uygulama aşamasına sahip değildir[21].

Lorenc ve Lerher (2020) çalışmalarında sipariş toplama süreçlerinde maliyeti azaltmak için ürün yerleşim planlaması konusunda prototip bir simülasyon tasarlamıştır. Bu prototipin operasyonel kararlarda etkinliği arttıracığı ve karar mekanizmalarından kaynaklı riskleri azaltacağı düşüncesinden hareketle geliştirilmiştir. Modelin özellikle yeni açılacak depolarda çalışma başlangıcında kullanılmasının etkili olacağı ifade edilmiştir. Bu araştırma bir simülasyon tasarımının sunulmasından ibaret olup, fonksiyon değerlendirilmesi açısından veri sağlayabilecek bir uygulama aşaması içermemektedir[22].

Mevcut durum içinde e-ticaretin büyüme hızı ve müşterilerin hızlı sonuca ulaşma istekleri, pandemi kaynaklı kısıtlamalar ve sınırlı operatör kullanımı sipariş toplama ve dağıtım sistemlerinin iyileştirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Literatürde bu alanda benzer çalışmalara az rastlanmaktadır. Yapılan çalışmaların çoğunluğu, makinelerin daha az kullanımı

ve bilgisayar yazılımı ve insan gücünün daha fazla kullanımına yönelik çalışmalardır.

Örneğin Aksoy (2017)'un sipariş toplama ve dağıtım aşamasının iyileştirilmesi konusunda, çalışan bazlı çözüme odaklandığı araştırması ile bu araştırma arasında depo alanı veriminin artırılması konusunda paralellikler bulunsa da bu çalışmanın insan gücünün azaltılarak mekanik sistemi öncelmesi konusunda Aksoy'un çalışmasından farklılaşmaktadır [23]. Bir diğer ilişkili olan çalışma ise Kızılaslan (2014)'ın doktora çalışmasıdır. Araştırmacı sipariş toplama ve dağıtım aşamasına dair bütünlük bir sistem geliştirdiği çalışmada optimum sipariş dalga boyutu hesaplayarak depo operasyonlarında sıkışıklığa neden olan faktörlerin azaltılması amacını gütmektedir. Buna göre araştırma, bir model önerisi olarak, çalışmamızla sipariş dağıtım ve toplama sistemlerinin iyileştirilmesi üzerinden depo alanının etkili kullanımı ve depo alanına dair sorunların en aza indirgenmesi noktasında paralellikler barındırmaktadır. Ancak mekanik ve yazılım sistemlerinin işe dahil edilmesi noktasında çalışmamız Kızılaslan'ın çalışmasından ayrılmaktadır [24]. Yine aynı şekilde Can (2014)'ın çalışmasında da mekanik ve yazılımsal sistemlerin işe koşulması konusunda çalışmamız farklılaşmaktadır. Görüldüğü üzere sipariş toplama ve dağıtım sistemlerinin sorunları ve bu sorunların çözümüne dair literatürde birçok çalışmaya rastlansa da çalışmamızın güçlü yönlerinden biri olan mekanik ve yazılımsal uygulamalara dayalı bir tasarıma literatürde rastlanmamıştır [25].

İncelenen tüm çalışmaların ışığında, sipariş toplama ve dağıtım sistemlerinin gereklilikleri düşünüldüğünde; siparişin hangi aşamada olduğunun kontrolünün operatörün elinde olması, doğru ürünün doğru şekilde toplanması, merkezi bir sistemin hayata geçirilmesi, depo alanlarının etkin kullanılması, az operatör ile çok fazla işin yapılabilmesi, operatörlerin performansının ölçülebilir olması vs. gibi noktaların iyileştirilmesi ve geliştirilmesi tedarik zincirinin daha az hata barındırır bir yapıya kavuşmasını sağlayacaktır. Bu nedenle makine ve otomasyonun birlikte kullanımı, araştırmanın amacı doğrultusunda insan gücü, depo alanı, zaman ve maliyetin düşürülmesi konusunda kritik öneme sahiptir.

Genel olarak literatürde bulunan çalışmalar incelendiğinde;

- Depo alanlarının etkin kullanımına yönelik çalışmaların fazlaca olduğu söylenebilir. Çalışmaların çoğunluğunu depo alanlarının etkin kullanımı, depo alanlarının bünyesinde bulunan sorunlar ve çözüm önerileri üzerine gerçekleştirilen çalışmalardır,
- Sipariş toplama ve dağıtım sürecine dair çalışmalar dikkate değerdir. Bu tür çalışmalar genel olarak sipariş toplama ve dağıtım sürecinin hızlandırılması, hatalardan arındırılmasına yönelik çalışmalardır,
- Göze çarpan bir diğer yoğun konu ise konveyör ve konveyörlerin kullanımına yönelik çalışmalardır.

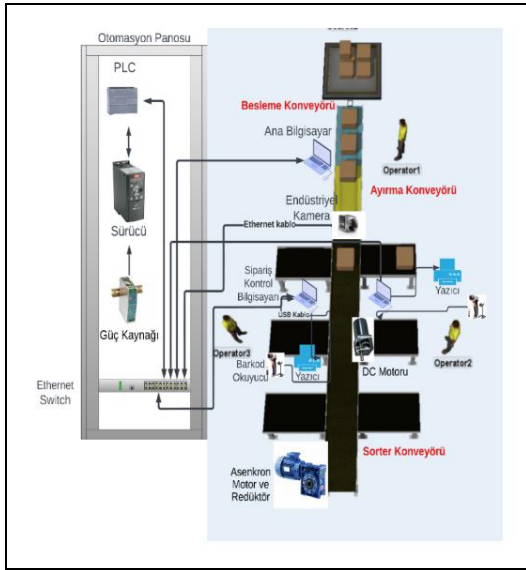
Gerçekleştirilen literatür taraması sürecinde sipariş toplama ve dağıtım sistemleri, konveyörler ve depo alanlarının etkin kullanımına dair otomasyon ve makine temelli birçok araştırmaya rastlansa da sipariş toplama ve dağıtım işlemlerinde mekanik, otomasyon ve bilgisayar yazılımının birlikte kullanıldığı çalışmalar konusunda boşluk olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmaların çoğunluğu rotalama sistemini kullanmaktadır. Rotalama sistemi, siparişlerin gelişini karşılamak veya beklenmeyen gecikmesini engellemek için toplama dalgası başladıktan sonra partilerin ve rotaların

değiştirilmesine izin veren bir sistemdir [12],[8],[7]. Bu sistem zaman, depo alanının verimli kullanımı ve sipariş aşamasında yeterli hızın gerçekleştirilmesi konusunda fazla maliyete sebep olmaktadır [26]. Aynı zamanda bu sistemlerde daha fazla insan gücüne ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu makalede tedarik zincirinin en hassas tarafı olan siparişin doğru toplanıp dağıtılma aşaması için verimi arttırabilecek, uygun maliyetli yeni bir çözüm önerisi sunmak amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda siparişlerin toplanması ve dağıtılması aşaması üzerine yeni bir prototip STDS tasarlanarak imalatı gerçekleştirilmiştir.

Prototip Sipariş Toplama ve Dağıtım Sistemi (STDS) uygulamasının genel şeması Şekil 1'deki gibidir.



Şekil 1. STDS'nin prototip uygulamasının genel şeması.

Figure 1. General diagram of the prototype implementation of STDS.

Bu çalışmada, amacı doğrultusunda, sonuç bölümüyle birlikte dört bölüme ayrılmıştır.

Birinci bölüm olan Giriş bölümünde araştırmanın amacı, ilgili literatürün anlatımı açıklanmıştır.

İkinci bölüm "Materyal ve Yöntem" kısmında ise STDS'nin donanımsal ve yazılımsal kurulumunda yer alan bileşenler açıklanmıştır.

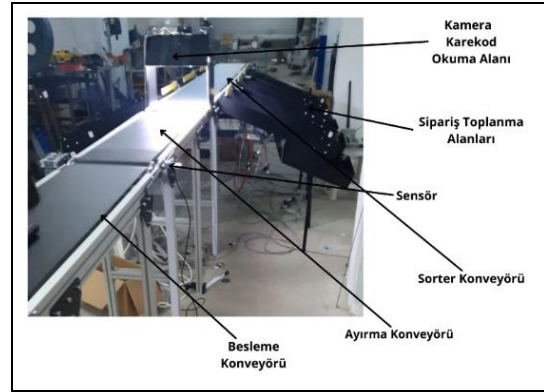
Üçüncü bölüm olan "STDS'nin Tasarımı" bölümünde çalışmanın temel konusu olan mekanik ve yazılımsal sistemin içeriği, çalışma prensibi ve bu sisteme ait parçalar açıklanmıştır.

Son bölüm olan "Sonuç" bölümünde ise araştırma neticesinde elde edilen anlamlı sonuçlara, bu sonuçların literatürdeki diğer çalışmalarla benzer ve farklı yönlerine dair bilgiler verilmiştir.

## 2 Materyaller ve yöntem

STDS'nin mekanik tasarımı Şekil 2'de görüldüğü gibi hazırlanmıştır. STDS üç konveyörden oluşmaktadır. Her konveyör (Besleme Konveyörü, ayırma konveyörü, sorter konveyörü) 30 cm genişliği sahip olan PCV banttandır. STDS'nin beslenmesi ve ürünler arasındaki mesafeyi sabit ayarlamak için besleme ve ayırma konveyörleri kullanılmaktadır. Sorter konveyörü ise ürünleri doğru kaplarına sort (ayırıştırma) etme görevini yapmaktadır. Her konveyörün çalışması için asenkron motor ve redüktör

kullanılmaktadır. Sorter konveyöründe ek olarak ürünleri ayırıştırılması için DC motorlar ve sipariş toplama alanının ikiye ayrılması için pnömatik piston kullanılmaktadır.



Şekil 2. STDS'nin mekaniksel ana bileşenleri.

Figure 2. Mechanical Major Components of STDS.

STDS'nin makine kontrolü için Siemens marka S7-1200 PLC (Şekil 3), konveyörlerin kontrolü için Danfoss marka FC-51 model Asenkron motor sürücüsü (Şekil 4), otomasyon sisteminin beslemesi için Weidmuller marka EDR-120-24 model 24vdc güç kaynağı (Şekil 5), PLC ile bilgisayar arasındaki haberleşme için Korenix marka 3806G model Ethernet Switch (Şekil 6), konveyör bant üzerindeki ürünlerin karekodlarını okumak için Basler marka acA1920-40um model endüstriyel kamera (Şekil 7), sipariş kontrolü ve sipariş çıktılarının alınması için Zebra marka DS228 model (Şekil 8) barkod okuyucu TSC marka TTP-244CE model (Şekil 9) yazıcı, STDS'nin yazılımı ve operatörler tarafından kontrolü için iki adet bilgisayar kullanılmaktadır.



Şekil 3. S7-1200 PLC.

Figure 3. S7-1200 PLC.



Şekil 4. FC-51 sürücü.

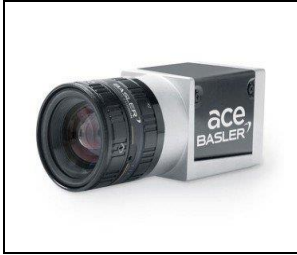
Figure 4. FC-51 driver.



Şekil 5. WM EDR-120-24 güç kaynağı.  
Figure 5. WM EDR-120-24 power supply.



Şekil 6. Korenix 3806G ethernet switch.  
Figure 6. Korenix 3806G ethernet switch.



Şekil 7. Basler aceA1920-40um endüstriyel kamera.  
Figure 7. Basler aceA1920-40um industrial camera.

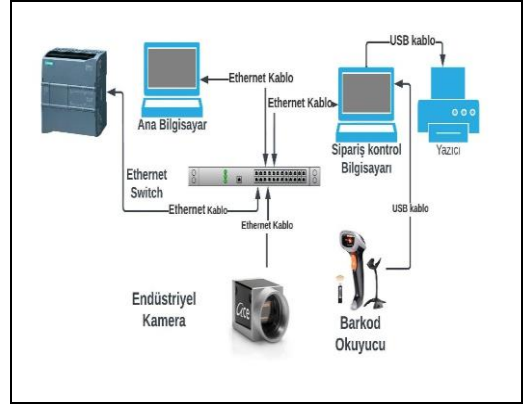


Şekil 8. Zebra DS228 barkod okuyucu.  
Figure 8. Zebra DS228 barcode reader.



Şekil 9. TSC marka TTP-244CE yazıcı.  
Figure 9. TSC marka TTP-244CE printer.

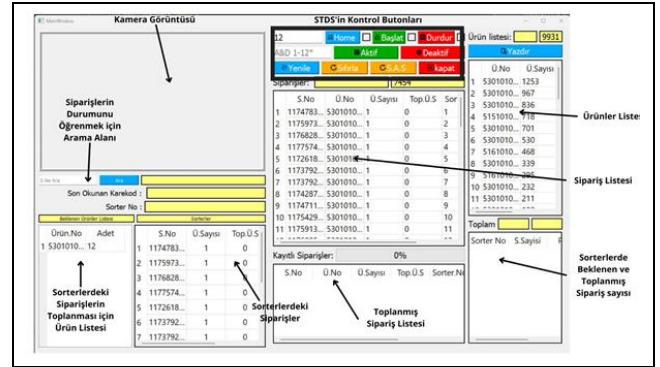
STDS yazılımının kurulu olduğu bilgisayar ve PLC arasında haberleşme snap7 protokolü ile sağlanmıştır. STDS'nde kullanılan bilgisayar, PLC ve endüstriyel kamera yerel IP üzerinden ortak bir Ethernet Switch üzerinden haberleşmektedir. Yazıcı ve barkod okuyucu ise USB port üzerinden bilgisayara bağlanmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. STDS'nin haberleşme ağı.

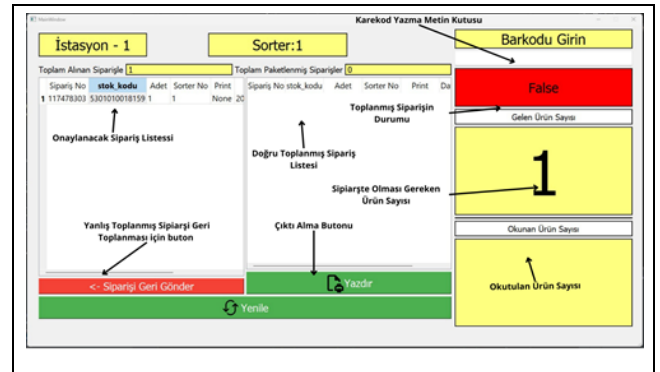
Figure 10. Communication network of STDS.

STDS'nin bilgisayar yazılımı Python 3.7.4 32-bit versiyon ile Pycharm ortamında yazılmıştır. Bilgisayar programların ekran tasarımları Şekil 11 ve Şekil 12'de görüldüğü gibi QT Designer ortamında tasarlanmıştır. Şekil 11'de ana program arayüzü görülmektedir. Ana program arayüzünde sistem kontrolü için butonlar ve sistemi durumunu anlamak için raporlar yer almaktadır. Şekil 12'de ise Sipariş Kontrol Arayüzü görülmektedir.



Şekil 11. Ana program arayüzü.

Figure 11. Main program interface.



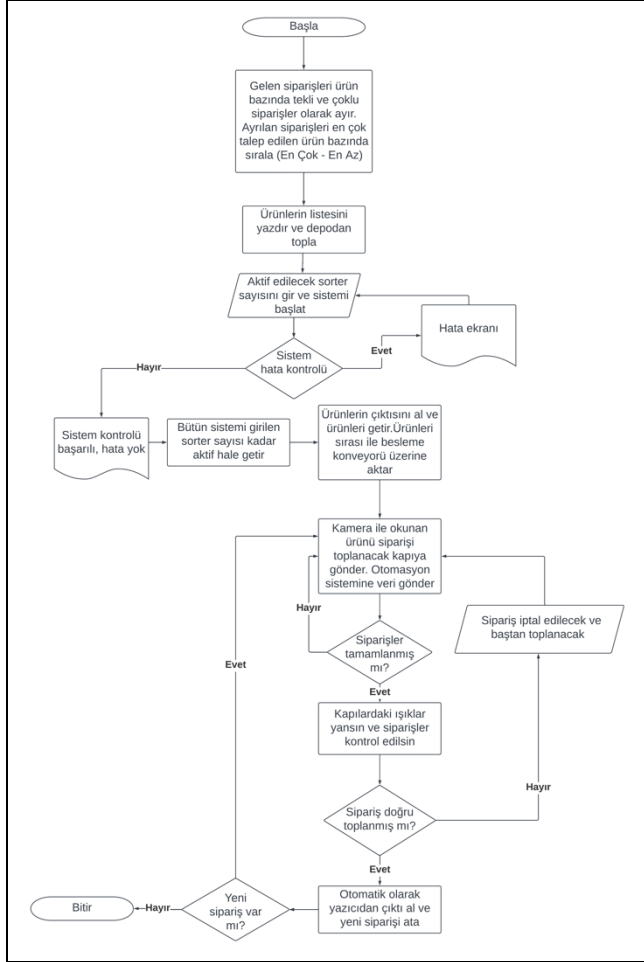
Şekil 12. Sipariş kontrol arayüzü.

Figure 12. Order control interface.

Ürünlerin toplama işlemi tamamlandığında sorter kapılarındaki ürünler, sipariş bazında bu arayüz ile kontrol edilmektedir. Sipariş doğru toplanmış ise siparişin çıktısı yazdırılır, sipariş doğru toplanmamış ise sipariş baştan toplamaya gönderilir. Siparişlerin verilerini incelemek ve düzenlemek için My Sql sorguları yazılmıştır. PLC yazılım ise TIA Portal v15 programı ile yazılmıştır.

### 3 STDS'nin çalışma aşamaları

STDS'nin çalışma akış diyagramı Şekil 13'teki gibidir. Akış diyagramında STDS'nin başlangıç ve bitişine kadar yapılan bütün adımlar yer almaktadır.



Şekil 13. STDS'nin akış diyagramı.

Figure 13. Flow chart of STDS.

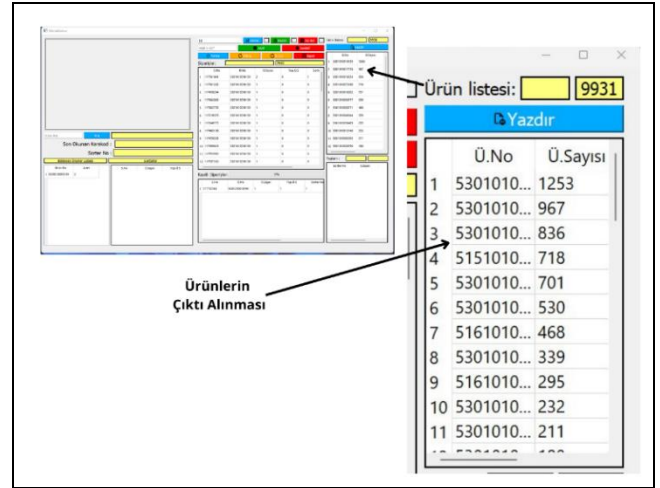
STDS'nin çalıştırıldığında ilk olarak tüm siparişler veri deposuna (MySQL veri tabanı) eklenmektedir. Siparişlerin hangi ürünleri kapsadığı, toplam ürün adedi ve toplam sipariş sayısı öğrenmek için MySQL sorgularından görülmektedir. Ayrıca bu sorgu ekranından siparişler Şekil 14'te görüldüğü gibi düzenli hale getirilmektedir. Tüm siparişler, ürün bazında ikiye ayrılır (tekli ve çoklu sipariş). Sipariş içinde tek bir ürün varsa tekli sipariş olarak adlandırılır ve hazırlanacak sipariş listesinin ilk sırasında yer almaktadır. Sipariş içinde birden fazla ürün çeşidi varsa çoklu sipariş olarak adlandırılır ve tekli siparişlerden sonra hazırlanmak üzere sipariş listesine eklenir. Siparişlerin toplanması için gereken ürünlerin listesi hazırlandıktan sonra hem uygulama ekranından hem de operatör yazıcısından Şekil 15 ve 16'te görüldüğü gibi çıktılar

alınabilmektedir. Toplam ürünlerin listesi yazıcıdan alındıktan sonra, bütün ürünler ürün deposunda toplanarak STDS'nin kurulduğu yere aktarılmaktadır.

id	barkod	kargo	id	barkod	kargo_kodu
124552	5301010018234	7330954	2	5301010018159	7250965164191
124553	5301010056717	7	3	5301010018159	7250965165464
124554	5301010017176	7	4	5301010018159	7250960815531
124555	5161010058711	7	5	5301010018159	7250963593917
124556	5301010097178	7	6	5301010018159	7250963612540
124557	5151010073180	7	7	5301010018159	7330956794719
124558	5301010012140	7	8	5301010018159	7330957201117
124559	5301010040150	7	9	5301010018159	7250960612055
			10	5301010018159	7330960809713
			11	5301010018159	7250961141226
			12	5301010018159	7250961958183

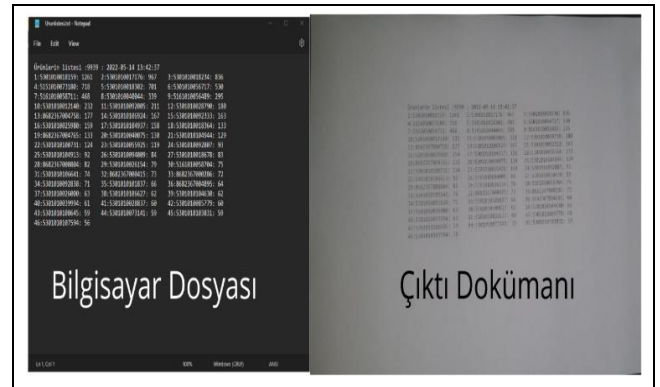
Şekil 14. Düzensiz ve düzenli siparişlerin listesi.

Figure 14. List of irregular and regular orders.



Şekil 15. Ürünlerin listesi.

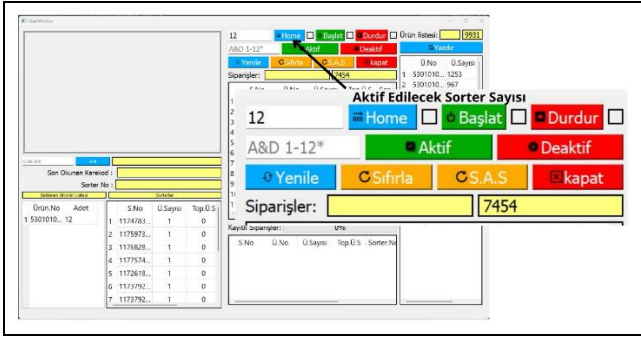
Figure 15. List of products.



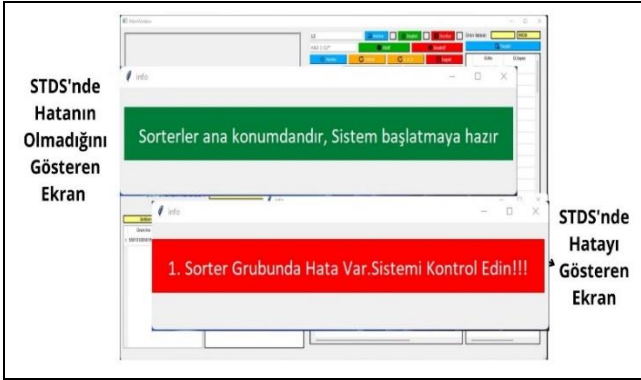
Şekil 16. Ürünlerin bilgisayar dosyası ve çıktı dokümanı.

Figure 16. Computer file and output document of the products.

STDS'nin başlanması için aktif edilecek sorter sayı tek zorunlu parametre olarak Şekil 17'deki gibi arayüzde yer almaktadır. 1-12 arası bir sayı girilebilir. Girilen sayı kadar sorter aktif edildikten sonra Home butonuna basılarak hata kontrolü yapılır. STDS'nin hazır olup olmadığı veya arıza durumu, Şekil 18'deki ekran üzerinden izlenebilmektedir.

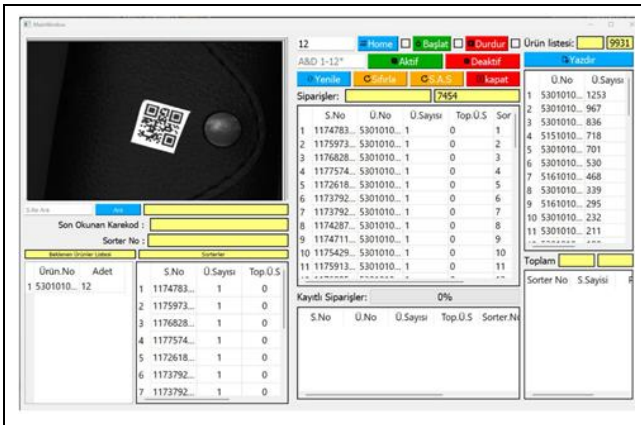


Şekil 17. Parametre giriş alanı.  
Figure 17. Parameter input field.



Şekil 18. STDS'nin hata kontrolü.  
Figure 18. Error check of STDS.

STDS'nde herhangi bir hata yoksa başlat butonuna basılarak sistem çalıştırılır. STSD çalışmaya başladıktan sonra, ilk olarak ürünler operatörler tarafından besleme konveyörü üzerine koyulur. Ürünler besleme ve ayırma konveyörden sonra sorter konveyöre geçer. Sorter konveyörün girişinde bulunan endüstriyel kamera her geçen ürünün üstündeki kare kodunu okuyarak ana programa aktarır. Ana program hangi ürünün hangi siparişe ait olduğunu karar vererek, belirtilen sipariş hangi kapıda ise sorter kapı numarasını PLC'ye aktarır. Her sort edilen ürünün bilgisi anlık olarak Şekil 19'te görüldüğü gibi ekranda yer alan raporlarda güncellenir. Bu işlem kamera altında geçen her ürün için geçerlidir.

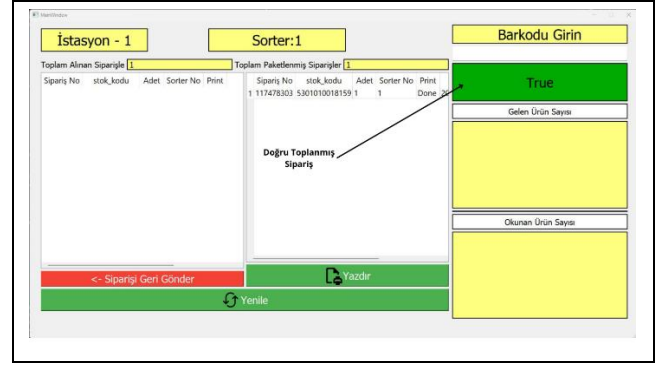


Şekil 19. Ana programın çalışma süreci.

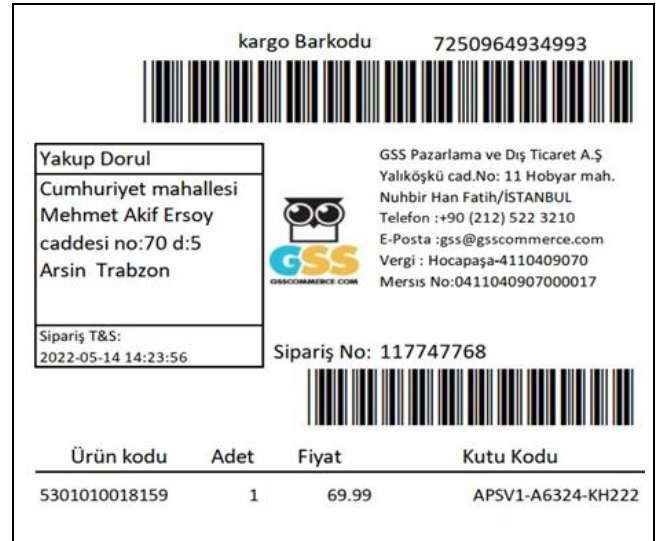
Figure 19. Working process of the main program.

Sort edilen her ürün bir sorter kapısında toplanır. Sipariş tamamlandığında sorter kapılarında mevcut olan sinyal

lambası yanar ve operatör ilk sorter kapısında mevcut olan kapı numarasını ve ürünleri wifi barkod okuyucu ile okutur. Sipariş Şekil 20'te görüldüğü gibi doğru toplanmış ise yazıcıdan Şekil 21'de ki gibi otomatik olarak çıktı alınır ve paketlenerek kargo firmalarında gönderilir. Sipariş yanlış toplanır ise sistem çıktı vermez ve siparişin geri toplanması için Şekil 22'deki ekranda mevcut olan "Siparişi Geri Gönder" butonuna basılır. STDS'nde her işlemten sonra otomatik olarak, işlem yapılan kapılara yeni sipariş atanmaktadır.

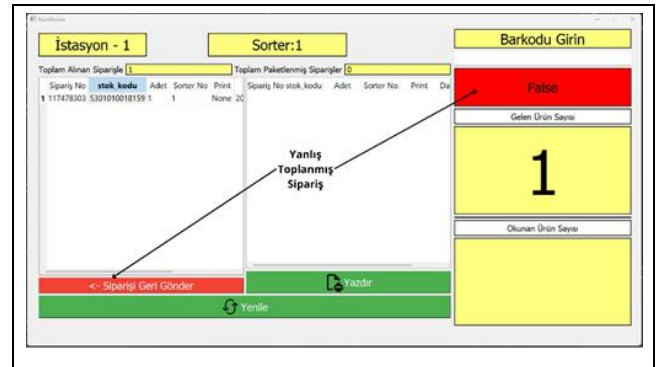


Şekil 20. Doğru toplanmış sipariş.  
Figure 20. Correctly collected order.



Şekil 21. Doğru toplanmış sipariş çıktı örneği.

Figure 21. Example of correct picked order output.



Şekil 22. Yanlış toplanmış sipariş.

Figure 22. Wrong picked order.

## 4 Sonuçlar

Bu çalışmada tedarik zincirinin siparişlerin toplanma ve dağıtılma aşamalarında kullanılmak üzere, maliyet, zaman, insan gücü ve kullanım alanı gibi kriterler açısından verimli bir STDS tasarlanmış ve uygulaması yapılmıştır. Benzer çalışmalarda rotalama sistemi kullanılarak daha fazla operatör deponun tamamını kullanırken, STDS'nin tüm işlemleri  $6 \times 3 \text{ m}^2$  alan içinde sadece üç operatör ile gerçekleştirilmektedir. STDS'de aynı anda 12 sipariş toplanmakta ve dağıtılmaktadır. Tekli siparişlerden saatte 1500 adet, çoklu siparişlerden ise 1000 adet siparişin depodan çıkışı gerçekleştirilmektedir.

STDS, literatürde bulunan diğer çözüm yöntemlerine göre daha az insan gücü, daha az alan, daha az zaman ve daha az maliyet kullanması açısından daha verimli çalışmaktadır.

STDS geliştirilmeye açık olduğu için gelecekte etiketleme ve paketleme makineleri kullanılarak daha az operatör ile de sistemin çalışması sağlanabilir. Ayrıca bu çalışma bu alandaki diğer çalışmalara da ışık tutacaktır.

## 5 Conclusions

In this study, an efficient STDS has been designed and implemented in terms of criteria such as cost, time, manpower and usage area to be used in the collection and distribution stages of the supply chain. In similar studies, while more operators use the entire warehouse by using the routing system, all operations of STDS are carried out with only three operators in a  $6 \times 3 \text{ m}^2$  area. In STDS, 12 orders are collected and distributed at the same time. 1500 pieces of single orders and 1000 orders from multiple orders are exited from the warehouse per hour.

STDS works more efficiently in terms of using less manpower, less space, less time and less cost compared to other solution methods found in the literature.

Since STDS is open to development, the system can be operated with less operators by using labeling and packaging machines in the future. In addition, this study will shed light on other studies in this field.

## 6 Yazar katkı beyanı

Yapılan bu çalışmada Tevfik BAHADIR fikrin oluşturulması, malzemelerin temin edilmesi, bulguların elde edilmesi, sonuçların incelenmesi; Sulaiman SİDDİQİ fikrin değerlendirilmesi, deneysel sistemin oluşturulması, sonuçların değerlendirilmesi, literatür taraması, makalenin yazılması; Onur KALAYCI, İhsan PEHLİVAN, Süleyman UZUN yazım ve eleştirel inceleme, içerik açısından makalenin kontrol edilmesi, makalenin genel kontrolü başlıklarında katkı sunmuşlardır.

## 7 Etik kurul onayı ve çıkar çatışması beyanı

"Hazırlanan makalede etik kurul izni alınmasına gerek yoktur". "Hazırlanan makalede herhangi bir kişi/kurum ile çıkar çatışması bulunmamaktadır".

## 8 Kaynaklar

[1] Lummus RR, Vokurka RJ. "Defining supply chain management: a historical perspective and practical guidelines". *Industrial Management & Data Systems*, 99 (1), 11-17, 1999.

- [2] Lummus RR., Krumwiede DW, Vokurka RJ. "The relationship of logistics to supply chain management: developing a common industry definition". *Industrial Management & Data Systems*, 101(8), 426-431, 2001.
- [3] Rainbird M. "Demand and supply chains: the value catalyst". *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(3-4), 230-250, 2004.
- [4] Rouwenhorst B, Reuter B, Stockrahm V, Van Houtum GJ, Mantel RJ, Zijm WH. "Warehouse design and control: framework and literature review." *European Journal of Operational Research*, 122(3), 515-533, 2000.
- [5] Andriansyah R, Etman LFP, Adan IJ, Rooda JE. "Design and analysis of an automated order picking workstation". *Journal of Simulation*, 8(2), 151-163, 2014.
- [6] Marchet G, Melacini M, Perotti S. "Investigating order picking system adoption: a case study-based approach." *International Journal of Logistics*, 18(1), 82-98, 2015.
- [7] Boysen N, De Koster R, Weidinger F. "Storage in the age of e-commerce: a survey." *European Operations Research Journal*, 277(2), 396-411, 2018.
- [8] Giannikas V, Lu W, Robertson B, McFarlane D. "An interventionist strategy for warehouse order picking: evidence from two case studies." *International Journal of Production Economics*, 189(1), 63-76, 2017.
- [9] Caputo AC, Pelagaggi PM. "Management criteria for automated order picking systems in high rotation high volume distribution centers". *Industrial Management and Data Systems*, 106(9), 1359-1383, 2006.
- [10] De Koster R, LAL Andrew, Roy D. "Warehouse design and management". *International Journal of Production Research*, 55(21), 6327-6330, 2017.
- [11] Reaidy PJ, Gunasekaran A, Spalanzani A. "Order fulfillment in a collaborative storage environment internet of things-based bottom-up approach". *International Journal of Production Economics*, 159(1), 29-40, 2015.
- [12] Lu W, McFarlane D, Giannikas V, Zhang Q. "An algorithm for dynamic orderpicking in warehouse operations". *European Journal of Operational Research*, 248(1), 107-122, 2016.
- [13] Gil-Borrás S, Pardo EG, Alonso-Ayuso A, Duarte A. "Basic VNS for a variant of the online order batching problem." *International Conference on Variable Neighborhood Search*, 25-28 April, 2019.
- [14] Atmaca E, Öztürk A. "Literatür araştırması: Sipariş toplama politikaları ve otomatik depolama ve boşaltma sistemleri (AS/RS)". *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2), 120-134, 2013.
- [15] Karaoğlu M. E-Ticaret Lojistiğinde Fiziksel Dağıtım Uygulamaları; Talep Üzerine Dağıtım Hizmetleri İçin Model Oluşturulması ve Bir Uygulama. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2019.
- [16] Yavuz İ. Depo Yönetimi İçin Parti ve Bölge Sipariş Toplama Stratejilerinin Optimizasyonu ve Uygulaması. Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye, 2019.
- [17] Görener A. Depolama Sistemlerinde Sipariş Toplama İşlemlerinin Optimizasyonu. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2012.
- [18] Tunç S, Kutlu B, Zincidi A, Atmaca E. "Depo sisteminde sipariş toplama sürecinin iyileştirilmesi". *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(2), 357-364, 2008.

- [19] Küçükatay O, Köse E, Yıldız Z. "PLC kontrollü kurutucu konveyör tasarımı". *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 36(1), 249-260, 2021.
- [20] Yurdakul M, Türkbaş S, Dombaycı K, İç YT. "Fabrika içi parça-yük taşıyan sürekli taşıyıcıların seçimine yönelik bir uzman sisteminin geliştirilmesi". *TMMOB Makina Mühendisleri Odası Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 21(4), 13-25, 2010.
- [21] Zhou L, Zhao J, Liu H, Wang F, Yang J, Wang S. "Stochastic models of routing strategies under the classbased storage policy in fishbone layout warehouses". *Scientific Reports*, 12(12876), 1-17, 2022.
- [22] Lorenc A, Lerher T. "PickupSimulo-Prototype of intelligent software to support warehouse managers decisions for product allocation problem". *Applied Sciences*, 10(23), 8683, 2020.
- [23] Aksoy H. E-Ticarette Süreç Yönetimi Uygulamasına Bir Örnek: Özel Bir Şirkette Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2017.
- [24] Kızılaslan R. Dağıtım Merkezlerinde Sipariş Toplama ve Ayırıştırma İşlemleri için Bütünleşik Bir Analitik Model Önerisi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.2014.
- [25] Can A. Bir Lojistik Firmasında Sipariş Toplama Stratejisi Seçim Problemi ve Çözümü. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2014.
- [26] Petersen CG. "The impact of routing and storage policies on warehouse". *International Journal of Operations and Production Management*, 19(10), 1053-1064, 1999.