

## KENT DIŞI YERLEŞİM NOKTALARINDA KARGO DAĞITIMI İÇİN GEZGİN SATICI PROBLEMİ ÇÖZÜMÜ<sup>1</sup>

### SOLVING THE TRAVELING SALESMAN PROBLEM FOR CARGO DISTRIBUTION IN RURAL AREAS

Kadir Kaan GÖNCÜ\*, Onur ÇETİN\*\*

Geliş Tarihi: 30.12.2022  
(Received)

Kabul Tarihi: 04.07.2023  
(Accepted)

**ÖZ:** Son yıllarda ticaret ve e-ticaretteki artış ile birlikte kargo taşımacılığı ile ilgili de talep artışı gözlemlenmiştir. Kargo dağıtımında depodan çıkan araç önceden belirlenmiş talep noktalarına teslimat yaparak tekrar depoya dönmektedir. Bu dağıtım süreci klasik bir gezgin satıcı problemidir (GSP). Kargo taşımacılığı problemi GSP olarak modellenenabilir ve GSP ile ilgili geniş bir literatür bulunmaktadır. Bununla birlikte kırsal kargo dağıtımı ile ilgili çalışma sayısı sınırlıdır. Bu çalışmada bir kargo firmasının kırsal alandaki kargo dağıtımını incelenmiştir. Kırsal alandaki kargo dağıtımını GSP olarak modellenmiştir. Problem farklı sezgisel yöntemler ile çözülmüştür. Bunun yanında kırsal alanda kargo dağıtımını için alternatif yöntemler tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kargo dağıtımı, Gezgin Satıcı Problemi, Lojistik, Kent dışı yerleşim.

**ABSTRACT:** The importance of urban cargo transportation has been increasing in recent years due to the rise in e-trade. In cargo delivery, a vehicle departs from a depot and delivers the cargos to the predetermined demand points and turns back to the depot. This distribution process is a classical travelling salesman problem (TSP) and there is an enormous literature regarding TSP. However, the research regarding rural cargo distribution is limited. In this research rural cargo distribution of a company is analysed. Rural cargo distribution process is modelled as a TSP. The solution of the problem is analysed by different heuristic methods. Alternative distribution approaches is discussed for rural distribution.

**Key Words:** Cargo distribution, Travelling Salesman Problem, Logistics, Rural areas.

#### EXTENDED ABSTRACT

Because of the growth in trade and e-commerce, an increase in demand for cargo transportation has also been observed. Cargo transportation should not always be considered as urban cargo transportation. Remote area delivery is one of the important issues in cargo

<sup>1</sup>Bu çalışma Trakya Üniversitesi tarafından 3-4-5 Kasım 2022 tarihlerinde Uzunköprü/Edirne’de düzenlenen “Uzunköprü Sempozyumu-Her Yönüyle Uzunköprü” isimli ve temalı ulusal sempozyumda sözlü olarak sunulan bildirinin gözden geçirilmiş ve geliştirilmiş halidir.

\* Lecturer Dr., Trakya University, Edirne Vocational School of Social Sciences, kkaangoncu@trakya.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4810-6336.

\*\* Assistant Professor Dr., Trakya University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, onurcetin@trakya.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1835-3333.



OPEN ACCESS

© Copyright 2023 Göncü & Çetin

transportation. Optimization of specified route in cargo transportation can be solved by the Traveling Salesman Problem (TSP). The number of publications in the literature on delivery to non-urban points in cargo transportation is limited. The aim of this study is to model non-urban cargo distribution operations with TSP and to solve with heuristic methods available for TSP.

Traveling Salesman Problem (TSP) is the problem of establishing the shortest route. In the problem, there are a salesman and the customers or cities that the seller needs to go. Distances between customers or cities are known. In the problem, the seller is required to visit all customers only once, departing from the center, and then return to the starting point, the center. Then, it is aimed to find the shortest route among the many that occur.

To apply this problem, it is necessary to know the distances from each point to all other points. Here,  $n$  represents the number of cities to be visited and the number of feasible tours for the problem is equal to  $(n - 1)!$ . As the number of cities to visit increases, the number of feasible tours, that is, the solution space, increases as factorial.

As can be calculated, it is possible to reach the exact solution in cases where the number of points is low. The number of alternative solutions for the problem increases rapidly as the number of points increases, thus it takes a lot of time to find the optimum solution. Therefore, optimum or near-optimal satisfactory results can be obtained in a short time by using heuristics and meta-heuristics methods (Çolak,2010).

In this study, operations of a cargo distribution company operating in Edirne are discussed. After the cargoes coming to the company for distribution are entered into the system, they are separated according to the regions. Distributors determine the route they will follow based on their previous experience, and deliveries are executed during the day. The aim of this study is to examine the distribution operations of the company to the settlements located outside the city and with a low number of cargo to be distributed, to determine the current situation, and to make suggestions to increase the effectiveness and efficiency of the operation.

Competition in cargo services directly affects many other service areas. For example, businesses operating in the field of e-commerce are dependent on cargo businesses, and if the competition among cargo businesses is not sufficient, if businesses do not work effectively, in other words, if they cannot keep up with the speed and understanding of e-commerce, the development and the growth of e-commerce businesses may be interrupted (Kapkıran, Öztürk, & Akkan, 2021).

As a result of the in-depth literature review, many studies about the solution of the Traveling Salesman Problem have been reached. Even though applications for distribution to cargo branches are frequently used within the frameworks of these studies, no studies on non-urban points with a population density below a certain rate have been found. This situation constituted the main motivation element of the study.

The application is related to the distribution of cargo to the villages in Edirne province. Firstly, daily routes were obtained for two days. Daily routes were endeavored to be improved with three different methods. There are 38 villages and hamlets connected to Edirne Provincial Center. For providing services to these points, the PTT Provincial Directorate makes a distribution plan regarding the assigned days of the week. The daily assignments of the villages to be visited and the order of visits during this process, which consists of cargo

distribution and collection works, are defined with reference to past experiences. The number of points to be visited on Mondays was determined as eight villages, and the number of villages to be visited on Tuesdays was determined as six. The algorithms determined during the application were firstly used for the first day and then for the second day. Heuristic algorithms are algorithms that give an approximate solution in a reasonable time. There are many different algorithms for each problem type. In this study, two algorithms from the WINQSB package program, which are the Nearest Neighborhood Algorithm and the Cheapest Addition Algorithm, were used. The reason for choosing these two algorithms in the package program is that they can be used easily by applicators in practical life. In addition to these two algorithms, an evolutionary algorithm was also created in the Excel package program.

According to the obtained results, Cheapest insertion heuristics and the evolutionary algorithm gave the best results on the first day. On the second day, all three algorithms gave the same result. Then, by combining the two days, a problem consisting of 15 nodes was obtained. This scenario actually does not exist in the current implementation. It was created to answer the question of what kind of route would be formed if the two days were combined. In this case, the best result was obtained with the evolutionary algorithm.

Visit planning, which is handled with the Traveling Salesman Problem, can also be easily applied for other cargo distributions. Since the problem size may change in different applications, the optimal solution search parameters may vary. In future studies, testing the solution algorithm of a more complex problem by combining the loads and visit sequences of different service providers will eliminate the limitation caused by the low number of visiting points.

## 1. GİRİŞ

Ticaret ve e-ticaretteki artış ile birlikte kargo taşımacılığı ile ilgili de talep artışı gözlemlenmiştir. Kargo taşımacılığı her zaman şehir içi kargo taşımacılığı olarak düşünülmemelidir. Kargo taşımacılığında uzak nokta teslimatı önemli konulardan birisidir. Kargo taşımacılığında belirlenen rotanın optimizasyonu Gezgin Satıcı Problemi (GSP) ile çözülebilmektedir. Dolayısı ile kargo taşımacılığında gezgin satıcı problemi uygulaması ile ilgili literatürde pek çok çalışma bulunmaktadır (Dündar & Öztürk, 2020).

Bununla birlikte kent dışı noktalara teslimat ile ilgili literatürdeki yayın sayısı sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı kent dışı kargo dağıtım operasyonlarını GSP ile modelleyip GSP için var olan sezgisel yöntemler ile çözmektir.

GSP için kullanılan çözüm yöntemleri literatürde ayrıntılı olarak incelenmiştir (Çetin, 2013). Bu yöntemlerden bazıları; tasarruf algoritması, minimum kapsayan ağaç algoritması, en yakın komşuluk algoritması, en ucuz ekleme algoritması, dal sınır algoritması olarak sıralanabilir.

GSP, reel yaşamda araç rotalaması ve dağıtım problemi (Laporte, Gendreau, Potvin, & Semet, 2000) depolardan siparişlerin toplanması problemi (Ratliff & Rosenthal, 1983) benzeri çok sayıda lojistik problemi çözmek için kullanılmaktadır.

Araştırmada gerçekleştirilecek çözüm yöntemi ile kent dışı kargo teslimatları için uygulanabilir ve makul sonuçlar veren bir yöntem öne sürülecektir.

GSP, en kısa yolu bulabilme problemidir. Problem bir satıcının gitmesi gerekli müşteriler veya şehirleri içermekte, müşteriler veya ziyaret noktaları arasındaki mesafeler bilinmektedir. Satıcının merkezden hareketi ve tüm müşterileri sadece bir defa ziyaret etmesiyle kurulan problemde başlangıç noktasına geri dönmenin sağlanacağı en kısa rotayı bulmak amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada, Edirne’de faaliyet gösteren bir kargo dağıtım firmasının operasyonları ele alınmıştır. Firmaya dağıtım maksadıyla gelen kargolar sisteme girilmeleri sonrasında, bölgeler bazında ayırtırmaya tabii tutulmaktadır. Dağıtıcılar takip edecekleri rotayı önceki tecrübelerine dayanarak kendileri belirlemekte ve gün içerisinde teslimat işlemleri gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada amaç, dağıtım firmasının kent dışı noktalarda yeralan ve dağıtılacak kargo sayısı düşük olan yerleşim yerlerine yapılan dağıtım operasyonlarının incelenerek durumun belirlenmesi ve operasyona ilişkin etkinlik ve verimliliği artırılmasına dair önerilerde bulunmaktır.

## 2. KARGO DAĞITIMI

Kargo taşımacılığı, yükün bir yerden başka bir yere taşınması anlamına gelir. Kargo taşınması hizmetinde "kargo" olarak ifade edilen bu yük, belirli bir konteyner içerisinde paketlenen ve toplam ağırlığı 100 kg'ı geçmeyen eşya olarak tanımlanır (Songur, 2016).

Kargo firması yükün teslim alınması ve teslimi için; yükleme, boşaltma, depolama, istifleme, aktarma ve alıcıya teslim gibi hizmetleri kendi denetim ve gözetimi altında yerine getiren, bağımsız işyeri kullanma hakkına sahip olan kişi olarak tanımlanmaktadır (4925 Sayılı Kanun, 2003).

Toplumsal alanda bireysel ve sosyal ihtiyaçlarının çeşitliliği, iletişim ve satın alma biçimlerindeki değişimler, kargo taşımacılık hizmetlerine yeni bir boyut kazandırmış ve toplum nezdindeki önemini her geçen gün artırmıştır (Karagöz, Mutlu, Sağır, & Celil, 2019).

Teknoloji ve bilgi birikimini birleştiren kargo taşımacılığı firmaları küresel dünya ekonomisinin hizmetine girmiş ve komisyoncuları stoksuz çalışmaya zorlayan hızlı ve kaliteli nakliye ihtiyacı sektöre olan talebi artırmıştır (Deniz & Gödekmerdan, 2011).

Kargo taşımacılığı hizmetleri alanındaki rekabet, diğer birçok hizmet alanına da doğrudan etkide bulunmaktadır. Örnek olarak e-ticaret mecrasında faaliyette bulunan işletmeler kargo taşımacılık firmalarına bağımlıdır. Bu firmaları arasındaki rekabet yeterli olmaz ve firmalar verimli çalışmaz ise bir başka deyişle hız ve uyumlu çalışamazlarsa yola sağlıklı olarak devam edilemez (Kapkıran, Öztürk, & Akkan, 2021).

Kargo taşımacılığı konusunda gönderilen eşyanın teslimi çok yönüyle önemli olduğu için kargo firmalarının sunduğu hizmet kalitesi müşterilerin istediği en önemli kriterlerden biridir. Aynı nakliye firmasının değişik il, ilçe ve şubelerdeki hizmetlerinin bir standardı olmayıp hizmet kalitesi değişkenlik gösterebilmektedir (Kapkıran, Öztürk, & Akkan, 2021).

Müşteri tatmini için önemli olan hizmet kalite seviyesinin belirlenimi, geliştirilmesi ve uygulama aşamaları tüm kargo firmaları için önemlidir. Rekabetin yoğun olarak hissedildiği bu sektörde şirketlerin geleceği, müşteri memnuniyetinin sağlanmasına bağlıdır (Topçuoğlu & Genç, 2021).

Kargo şirketlerinin hizmet kalite seviyelerini geliştirmek, müşteri memnuniyetinin sağlanması için bir gerekliliktir. Bu son derece rekabetçi bu sektörde müşteri tatminini sağlamak, işletmelerin geleceğini belirleyecektir. Bir şirketin paydaşlarının değerlendirmelerine de yansıyan itibarı, kıyasıya rekabetin yaşandığı kargo taşımacılığı sektöründe üzerinde çalışılması gereken önemli kavramlardan biridir (Alp, Köleoğlu, & Çınar, 2019).

Kargo, Kurye ve Lojistik İşletmecileri Derneği'ne (KARİD) Türkiye'den katılmış 27 firma bulunmaktadır. KARİD'e üye olan bu 27 firmaya bakıldığında çoğunun 1990 yılından sonra faaliyetlerine başladığı görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında, bu sektörün Türkiye'de henüz yeni olduğu söylenebilir (Ahmet & Yücel, 2014).

Gençler teknolojiyi yetişkinlerden çok daha fazla kullanmaktadır. Genç yoğunluğunun yüksek olduğu ülkemizde kargo sektörünün araştırılması bu nedenle önemlidir (Alp, Köleoğlu, & Çınar, 2019).

### 3. GEZGİN SATICI PROBLEMİ

Gezgin Satıcı Problemi (GSP), aralarında doğrudan yolları barındıran birden fazla düğümde (şehirde), bir ilk düğümle başlayarak ve başlangıç düğümüne dönerken aynı düğümden tekrar geçmeyerek ve bütün düğümlere uğrama koşuluyla en kısa yolun ve güzergahın hesaplandığı önemli bir optimizasyon problemidir. Problemin başlangıcı 1800'lü yıllarda matematikçi W. R. Hamilton ve Thomas Kirkman tarafından tanımlanan çalışmalara dayanmaktadır (Saiyed, 2012).

Tanımlaması kolay olan fakat çözümü NP-Zor bir eniyileme olarak tanımlanacak bu probleme ait çözüm bir Hamilton Döngüsü olarak da tanımlanabilir (Potvin, 1996).

Rotalama problemlerinin temelini GSP oluşturmaktadır. GSP'nde ele alınan temel konu, firma maliyeti ya da gezginlerin kat edeceği toplam mesafenin (zamanı) enküçüklenmesidir (Uzun, 2021).

Aslında satıcı yolculuk sırasında ziyaret edebileceği şehirleri belirlemek suretiyle zamanı ve maliyeti en aza indirmeye çalışır. Optimal veya optimale yakın GSP sonuçları elde etmek için birçok farklı yöntem mevcuttur (Carter & Ragsdale, 2006).

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ve küreselleşmenin neden olduğu rekabetçi pazar, şirketleri faaliyetlerini sürdürmek için deneyim yerine bilimsel yöntemleri kullanmaya zorlamaktadır. Bilimsel yaklaşımlar sonucu elde edilen daha verimli yöntemlerle, şirketler maliyet tasarrufuna ve rekabet avantajına ulaşabilirler.

Az sayıda GSP noktası olduğunda kesin bir çözüme ulaşılabilsede, nokta sayısı arttıkça probleme ait alternatif çözüm sayısı da hızla artmakta ve optimal olanı bulmak çok zaman almaktadır. Bu sebepten dolayı, sezgisel ve metasezgisel yöntemler tercih edilerek kısa sürede optimal veya tatmin edici sonuçlar elde edilebilecek yöntemler kullanılmaktadır (Çolak, 2010).

GSP, mühendislik ve istatistik başta olmak üzere birçok alandaki sorunlara uyum sağlayan bir çözümdür. GSP için geçmişten günümüze birçok çözüm yöntemi geliştirilmiştir. (Al-Badri & Aydoğan, 2017).

Son yıllarda sürekli artan rekabetle birlikte müşteri memnuniyeti de firmaların maliyetler kadar dikkate alması gereken bir faktör haline geldi. Lojistik özelinde ise her bir müşteri için hizmetin talep edilmesinden yerine getirilmesine kadar geçen zaman, diğer bir deyişle, hizmet süreci ve süresi ön plana çıkmaktadır (Uzun, 2021).

GSP, tanımı açısından anlaşılır ve basit görünse de çözüm yönüyle problemdeki düğüm sayısının çoğalmasıyla birlikte klasik matematik yöntemlerinin etkinliği azalmakta ve bu sebeple GSP çözümü için sık olarak sezgisel algoritmalar kullanılmaktadır (Karagül, 2019).

Problemin çözümü kesin çözüm yöntemleri ile matematiksel modeller kullanılarak yapılabildiği gibi, GSP'nin çözümü için sezgisel algoritmalar da ortaya konmuştur. Sezgisel algoritmalar, makul sürede yaklaşık çözüm veren algoritmalarlardır. Her problem türü için pek çok farklı algoritma bulunmaktadır. Bu çalışmada WINQSB paket programında yer alan iki algoritma kullanılmıştır. Bunlar En Yakın Komşuluk Algoritması ve En Ucuz Ekleme Algoritmasıdır. Paket programda yer alan iki algoritmanın kullanım sebebi pratik hayatta uygulayıcılar tarafından kolayca kullanılabilir olmasıdır. Bu iki algoritmanın yanında bir evrimsel algoritma da Excel paket programında oluşturulmuştur.

En Yakın Komşuluk Algoritması; GSP için En Yakın Komşuluk Algoritması (EYKA) çok kullanılan ve temel bir yöntemdir. Yöntemde rotanın ucundaki düğüme, rotaya atanmamış düğümler arasında en yakın olan düğüm atanır (Sahalot & Shrimali, 2014).

En Ucuz Ekleme Algoritması; Bu algoritmada tüm düğümlerin bir alt kümesini oluşturan bir alt tur ile başlangıç sağlanır ve her aşama içinde tura eklemeler gerçekleştirilir. Başlangıç turuna eklenmemiş düğümler eklenerek gezgin satıcı turu oluşturulur. En yakın komşuluk algoritması ile temel farkı; eklenecek düğümün, turdaki uç noktalara değil iç kısımlara da eklenebilmesidir. Sonuç olarak daha fazla alternatif incelenmiş olur (Matai, Singh, & Mittal, 2010).

Evrimsel Hesaplama; Sezgisel yaklaşımların yanında çeşitli metasezgisel algoritmalar da GSP çözümünde kullanılmaktadır. Evrimsel hesaplama yöntemlerinin temel aldığı nokta doğal seleksiyon teorisidir. Evrimsel algoritmaların temelinde her iterasyonda daha güçlü olan çözüm alternatiflerinin oluşturulması yatmaktadır. Genetik Algoritmalar evrimsel algoritmalar arasında yer almaktadır.

Evrimsel algoritmalar bilgisayar temelli problem çözmede kullanılmaktadır. Evrimsel bir algortmada öncelikle bir başlangıç popülasyonu oluşturulmaktadır. Popülasyondaki her bireyin uyumu bir uyum fonksiyonu ile ölçülmektedir. Uyum fonksiyonu çok karmaşık bir fonksiyon olabileceği gibi çok basit bir fonksiyon da olabilir. Popülasyon içindeki bireyler üreme ile her iterasyonda yeni yavrular meydana getirmektedir. Hangi bireylerin yavrular meydana getireceği bir seçimdir. Yavrular üreme ile meydana gelir. Üreme ya da çoğalma operasyonu ebeveynler arasındaki çapraz bilgi ya da gen değişimi ile olmaktadır. Ayrıca tüm popülasyon da mutasyona uğrar. Ebeveynlerden oluşan yavrularla birlikte popülasyondaki birey sayısı artmıştır. Hangi bireylerin popülasyonda kalacağı hangi bireylerin eleneceğinin belirlenmesi yani yer değiştirme yapılmalıdır. Sonraki aşamada ise hangi bireylerin popülasyonda kalacağı hangi bireylerin ise eleneceği belirlenir (Spears, Jong, Bäck, Fogel, & Garis, 1993).

Genetik Algoritmalar (GA) metasezgisel algoritmalar arasında sayılabilir. Optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılan metasezgisel algoritmalar kesin çözüm yöntemlerinin makul olmayan sürelerde çözüm verdiği durumlarda kullanılır. GA, evrimsel algoritma yöntemlerinden birisidir.

Bir optimizasyon probleminde amaç bir fonksiyonun en iyilemesidir. Bu en iyileme için optimizasyon yöntemlerince çözüm uzayından çeşitli çözümler elde edilmektedir. Bir çözümün GA'daki karşılığı ise kromozomdur. Çözüm uzayının GA'daki karşılığı ise popülasyon olarak ele alınabilir. Popülasyonla alakalı iki önemli nokta mevcuttur. Bu noktalar; başlangıç popülasyonunun nasıl tespit edileceği ve popülasyona ait büyüklüğün ne olacağıdır. Başlangıçtaki popülasyon sezgisel yöntemlerle veya tesadüfi olarak bulunabilir. Popülasyon büyüklüğü ise problemin karmaşıklığına göre değişmektedir.

GA'da en önemli konulardan birisi de kodlamadır. GA'da farklı kodlama alternatifleri bulunmaktadır ve kodlama yapısı problemden probleme değişebilir. Örneğin bir gezgin satıcı probleminde satıcının depodan çıkıp dört noktaya talepleri teslim edip depoya geri döneceğini düşünelim. Bu durumda kromozom 1-2-3-4-5-6 şeklinde kodlanabilir. GA'da çoğalma, çaprazlama, mutasyon gibi operatörler yer almaktadır (Goldberg, 1989). Çaprazlama ve mutasyon çeşitliliğin artırılması ile ilgilidir. Çaprazlamada iki ebeveyn kromozomdan yavru kromozomlar oluşturulmakta yani yeni çözümler oluşturulmaktadır. Mutasyon ise bir kromozom ya da bir çözüm üzerinde ufak değişiklik yapılması olarak düşünülebilir. Yer değiştirmede ise ebeveynlerden oluşan yavrularla birlikte büyüyen popülasyondan

hangi bireylerin popülasyonda kalacağı ile ilgili bir değişimdir. Bir önceki iterasyondaki çözümler ile bir sonraki iterasyondaki çözümler farklı olacaktır ki daha iyi çözümlere gidilsin.

#### 4. LİTERATÜR

Kapsamlı bir literatür incelemesi yapabilmek amacıyla geniş ölçekli bir çalışma yürütülmüş ve: Scopus, Science Citation Index, ScienceDirect, Social Sciences Citation Index, IEEE Xplore Digital Library, Arts & Humanities Citation Index, British Library EThOS, Emerald Insight, Springer Nature eBooks veritabanları seçilerek 2000-2022 yılları arasında tam metnine erişilebilen hakemli akademik dergilerde Türkçe ve İngilizce dillerinde yayınlanmış yazınlara dair analiz yapılmıştır.

Geniş ölçekli ve tarafsız bir yazın seçimi yapabilmek amacıyla; "optimizasyon", "teslimat süresi", "optimization", "delivery time", "gezgin satıcı problemi", "gsp", "traveling salesman problem", "tsp", "kargo dağıtım", "kargo teslimat", "cargo delivery", "kargo", "posta", "cargo" ve "mail" anahtar kelimeleri kullanılmıştır. EBSCOhost sistem altyapısı kullanılarak belirlenen veritabanlarında ve belirlenen zaman aralıklarında anahtar kelimelerle belirlenmiş kısıtlara göre yapılan taramalar sonucu ortaya çıkan yazın sayıları aşağıdaki gibidir (Anahtar kelimeler yazınların "Title/Başlık", "Abstract/Özet" ve "Keywords/Anahtar Kelime" kısımlarında aranmıştır).

("optimizasyon" OR "teslimat süresi" OR "optimization" OR "delivery time") AND ("gezgin satıcı problemi" OR "gsp" OR "traveling salesman problem" OR "tsp") arama kısıtı belirlenerek tespit edilen yazın sayısı 1431 adettir.

("optimizasyon" OR "teslimat süresi" OR "optimization" OR "delivery time") AND ("kargo dağıtım" OR "kargo teslimat" OR "cargo delivery") arama kısıtı belirlenerek tespit edilen yazın sayısı 17 adettir. Literatür içinde çalışmayla direkt bağlantılı olarak kabul edilecek olan iki yazında;

(Mazaraki, Matsiuk, Ilchenko, Kavun-Moshkovska, & Grtgorenko, 2020) tarafından çok elemanlı bir tahıl tedarik zinciri simülasyonunun sonuçları gösterilmiş ve optimizasyon probleminin matematiksel olarak doğrulanması sunulmuştur. Demiryolu ve su multimodal güzergahı ile Ukrayna'dan Mısır'a gerçekleştirilen tahıl tedarik süreci örneğinin kullanıldığı çalışmada, tamsayı optimizasyon yöntemi uygulanarak tedarik zinciri simülasyonunun sonuçları gösterilmiş ve optimizasyon kriteri olarak minimum kargo teslim süresi seçilmiştir.

(Shang, Yang, Jia, Gao, & Ji, 2021) tarafından maliyet ve zaman boyutlarını birleştirerek kargo dağıtım sistemleri için; hiyerarşik ve çok modlu bir merkez konumu probleminin uygulandığı çalışmada iki amaçlı bir karma tamsayı doğrusal programlama önerisi sunularak geliştirilen sezgisel algoritmaların etkinliğini doğrulanmıştır.



("gezgin satıcı problemi" OR "gsp" OR "traveling salesman problem" OR "tsp") AND ("kargo" OR "posta" OR "cargo" OR "mail") arama kısıtı belirlenerek tespit edilen yazın sayısı 18 adettir. Literatür içinde çalışmayla direkt bağlantılı olarak kabul edilecek olan dört yazında;

(Irnich, 2008) tarafından Deutsche Post'a ait mevcut dağıtım ağlarının optimizasyonu ve posta teslimat planlanmasını geliştirmek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada gerçek dünya postacı problemleri için modelleme ve çözüm yöntemleri sunulmaktadır.

(Çolak & Güler, 2009) tarafından dağıtım rotalarının optimizasyon motivasyonu ile merkezi bir depoda bulunan araçların depodan ayrılıp belirli bir sayıda müşteriyi ziyaret ederek tekrar depoya dönmesi sırasında kat ettikleri toplam mesafenin minimum yapılmasının amaçlandığı çalışmada sezgisel yöntemler ve meta sezgisel bir yaklaşım olan yapay sinir ağları ile araç rotalama problemine çözüm aranmıştır.

(Malaguti, Martello, & Santini, 2018) tarafından deniz lojistiğindeki uygulamalardan kaynaklanan, alım ve teslimatla ilgili gezgin satıcı problemine ait genellemenin sunulduğu ve her müşterinin bir ağırlık ile karakterize edildiği çalışmada sezgisel prosedürler kullanılmıştır.

(Rahman, Tan, Liew, & Shahrudin, 2020) tarafından mevcut bir posta dağıtım ağında birden fazla araç ile bir posta teslim problemini çözerek optimize edilmiş teslimat rotasının orijinal rotayla karşılaştırıldığı bu çalışmada, personel yetersizliği ve araç arızası durumlarına hazırlanmak amacıyla rotaları optimize edebilmek için genetik algoritma kullanılmıştır.

Yapılan derinlemesine literatür incelemesi sonucunda gezgin satıcı problemi çözümüne dair birçok çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmalar içerisinde kargo şubelerine dağıtım konusunda uygulamaların sık kullanılıyor olmasına rağmen nüfus yoğunluğu belli bir oranın altında olan kent dışı noktalar üzerine yapılan herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Söz konusu bu durum çalışmanın ana motivasyon unsurunu oluşturmuştur.

## 5. UYGULAMA ve BULGULAR

Verilerin toplanması aşamasında Edirne PTT Başmüdürlüğü'ne ulaşılarak kent dışı nokta olarak adlandırdığımız merkeze bağlı köylere ait düğüm noktaları ve günlük olarak bu noktalara ulaşım için kullanılan rotalar talep edilmiştir.

Edirne İl Merkezi'ne bağlı 38 adet köy ve mezra bulunmaktadır. PTT İl Müdürlüğü bu noktalara hizmet götürürken haftanın belirlenmiş günleriyle alakalı olarak bir dağıtım planı yapmaktadır. Kargo dağıtım ve toplama işlerinde oluşan bu görev sürecinde ziyaret edilecek köylerin günlük dağılımları ve ziyaret sıraları geçmiş tecrübelerden faydalanılarak bir liste halinde tanımlanmıştır. Pazartesi günleri ziyaret edilecek nokta sayısı sekiz köy ve salı günleri ziyaret edilecek köy sayısı altı olarak belirlenmiştir. Uygulamamız esnasında belirlenen algoritmalar

kullanılarak ilgili günlerde uygulanması durumunda kazanılacak verimlilik ve yine bahsedilen iki günün birleştirilmesi sonucu daha karmaşık bir problemin çözümü sonucu kazanılacak verimlilik gösterilmeye çalışılmıştır.

En Yakın Komşuluk Algoritmasına ve En Ucuz Ekleme Algoritması ilişkin sonuçlar WINQSB programı ile elde edilmiştir. WINQSB programında Travelling Salesman Problem'e girilerek Nearest Neighbor Heuristics seçilmiştir. WINQSB programında Travelling Salesman Problem'e girilerek Cheapest Insertion Heuristics seçilmiştir.

GSP için Evrimsel Algoritma için ise GSP MS Excel programında Esen'in (Esen , 2008) belirttiği şekilde modellenmiştir. Çözüm için MS Excel programında Solver'da açılım seçilmiştir. Açılımın parametrelerinde yakınsama 0,0001, mutasyon oranı 0,075 popülasyon boyutu 100 rastgele kök 0 ve geliştirme olmadan zaman sınırı 30 olarak seçilmiştir.

Uygulamada bu algoritmaların seçilmiş olmasının sebebi, paket programlarda yer alan algoritmalar olmalarından dolayıdır. Böylelikle uygulayıcılar pratik olarak bu algoritmaları kullanabileceklerdir.

**Tablo 1:** 1. günle ilgili bulgular

Pazartesi	Rota									Maliyet
Evrimsel Algoritma	5	6	9	2	8	3	1	4	7	50
En Yakın Komşuluk Algoritması	1	3	4	7	8	2	9	6	5	53,5
En Ucuz Ekleme Algoritması	1	3	8	2	9	6	5	7	4	50
Mevcut durum	1	4	3	8	7	5	6	9	2	52,7

**Tablo 2:** 2. günle ilgili bulgular

Salı	Rota							Maliyet
Evrimsel Algoritma	3	2	4	6	5	7	1	60,5
En Yakın Komşuluk Algoritması	6	1	3	2	4	7	5	60,5
En Ucuz Ekleme Algoritması	2	3	1	7	6	5	4	60,5
Mevcut durum	1	2	4	7	5	6	3	60,9

**Tablo 3:** 1. ve 2. Güne ait yüklerinin birleştirilmesi ile ilgili bulgular

Pazartesi + Salı	Rota												Maliyet			
Evrimsel Algoritma	10	9	11	8	6	1	3	2	5	15	7	14	13	4	12	86
En Yakın Komşuluk Algoritması	1	3	2	5	4	12	11	8	6	10	9	13	15	7	14	99,3
En Ucuz Ekleme Algoritması	8	6	12	4	5	2	3	1	15	14	7	13	10	9	11	90,7

## 6. SONUÇ

Bu çalışmada, Edirne İl Merkezi'ne bağlı 38 adet köy ve mezraya PTT İl Müdürlüğü'nün haftanın belirlenmiş günlerinde hizmet götürürken kullandığı dağıtım planının optimizasyonu konusu incelenmiştir. Pazartesi günleri ziyaret edilecek nokta sayısı sekiz köy ve salı günleri ziyaret edilecek köy sayısı altı olarak belirlenmiştir. Uygulamamız esnasında belirlenen algoritmalar kullanılarak ilgili günlerde uygulanması durumunda kazanılacak verimlilik ve yine bahsedilen iki günün birleştirilmesi sonucu daha karmaşık bir problemin çözümü sonucu kazanılacak verimlilik gösterilmeye çalışılmıştır.

En Yakın Komşuluk Algoritmasına ve En Ucuz Ekleme Algoritması ilişkin sonuçlar WINQSB programı ile elde edilmiştir. WINQSB programında Travelling Salesman Problem'e girilerek Nearest Neighbor Heuristics seçilmiştir. WINQSB programında Travelling Salesman Problem'e girilerek Cheapest Insertion Heuristics seçilmiştir. GSP için Evrimsel Algoritma için ise GSP MS Excel programında Esen'in (2008: 275-281) belirttiği şekilde modellenmiştir. Çözüm için MS Excel programında Solver'da açılım seçilmiştir. Açılımın parametrelerinde yakınsama 0,0001, mutasyon oranı 0,075 popülasyon boyutu 100 rastgele kök 0 ve geliştirme olmadan zaman sınırı 30 olarak seçilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre 1. Günde en ucuz ekleme algoritması (Cheapest insertion heuristics) ve evrimsel algoritma en iyi sonuçları vermiştir. İkinci günde ise üç algoritma da aynı sonucu vermiştir. Daha sonra iki günün birleştirilmesi ile 15 düğümden oluşan bir problem elde edilmiştir. Bu senaryo aslında mevcut uygulamada var olmayan bir senaryodur. Eğer iki gün birleştirilirse nasıl bir rota oluşur sorusunun cevabını vermek üzere oluşturulmuştur. Bu durumda en iyi sonuç evrimsel algoritma ile elde edilmiştir.

Gezgin satıcı problemi ile ele alınan ziyaret planlaması benzer şekilde diğer kargo dağıtım için de kolaylıkla uygulanabilecektir. Farklı uygulamalarda problem boyutu değişebileceğinden optimal çözüm araştırma parametreleri değişkenlik gösterebilecektir. İlerleyen çalışmalarda farklı hizmet sağlayıcılara ait yüklerin ve ziyaret sıralarının birleştirilerek daha karmaşık bir probleme ait çözüm algoritmasının test edilmesi düşük sayıda ziyaret noktasından kaynaklanan sınırlılığı ortadan kaldıracaktır.

**Etik Beyan**

Bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında belirtilen tüm kurallara uyulduğu beyan edilmiştir.

**Etik Kurul Onayı**

Araştırmanın etik kurul izni gerektirmeyen araştırmalardan olduğu beyan edilmiştir.

**Çıkar Çatışması ve Finansal Katkı Beyanı**

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması ve finansal katkı beyan edilmemiştir.

**Yazarlık Katkı Beyanı**

Çalışmanın tüm aşamaları yazarlar tarafından tasarlanmış ve hazırlanmıştır.

**KAYNAKÇA**

- 4925 Sayılı Kanun. (2003). Karayolları Taşıma Kanunu. T.C. Resmî Gazete.
- Ahmet, Ü., & Yücel, M. (2014). Kargo Hizmetlerinin Pazarlanmasında Tüketici Tercihlerini Etkileyen Faktörler: Malatya’da Bir Alan Çalışması. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (31.1), , 119-133.
- Al-Badri, R., & Aydoğan, T. (2017). Ga, As, Acs ve Mmas Algoritmaları Performanslarının Gezgin Satıcı Problemi Çözümü Üzerinde Değerlendirilmesi. Sdu International Journal Of Technological Science, 9(2), 50-60.
- Alp, M., Köleoğlu, N., & Çınar, B. (2019). Kargo Firmalarının İtibarının Müşteri Memnuniyetine Etkisi. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (60),, 1-14.
- Carter, A. E., & Ragsdale, C. T. (2006). A new approach to solving the multiple traveling salesperson problem using genetic algorithms. European journal of operational research, 175(1), , 246-257.
- Çetin, O. (2013). Akaryakıt Dağıtımında Araç Rotalama Problemi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi.
- Çolak, S. (2010). Genetik algoritmalar yardımı ile gezgin satıcı probleminin çözümü üzerine bir uygulama. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 19(3), , 423-438.
- Çolak, S., & Güler, H. (2009). Dağıtım rotaları optimizasyonu için meta sezgisel bir yaklaşım. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(2), 171-190.
- Dantzig, G., Fulkerson, R., & Jhonson, S. (1954). Solution of a large-scale traveling-salesman problem. Journal of the operations research society of America, 2(4), 393-410.
- Deniz, A., & Gödekmerdan, L. (2011). Müşterilerin Kargo Firmalarının Sunduğu Hizmetlere Yönelik Tutum ve Düşünceleri Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 15(2), 379-396.

Dündar , A. O., & Öztürk, R. (2020). Kargo dağıtım operasyonunun gezgin satıcı problemi ve çoklu gezgin satıcı problemi kullanılarak yeniden düzenlenmesi üzerine bir uygulama. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (49), 41-54.

Esen , H. Ö. (2008). *Yöneticiler için Bilgisayar Destekli Karar Modelleri*. İstanbul: Çağlayan Kitabevi.

Goldberg, D. E. (1989). *Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning*. ABD Boston: Addison wesley.

Irnich, S. (2008). Solution of real-world postman problems. *European journal of operational research*, 190(1), 52-67.

Johnson, D. S. (1985). Performance guarantees for heuristics. *The Traveling Salesman Problem: A. Guided Tour of Combinatorial Optimization*, 145-180.

Kapkıran, S., Öztürk, F., & Akkan, E. (2021). Kargo Hizmetlerine Yönelik Hizmet Hatası Seviyesi, Hizmet Telafisi ve Tatminin Müşteri Sadakati Üzerindeki Etkisi Belirlemeye Yönelik Pilot Bir Araştırma. *Cag University Journal Of Social Sciences*, 18(2), 88-101.

Karagöz, Y., Mutlu, H. T., Sağır, S., & Celil, M. (2019). Kargo Şirketi Seçimini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesine Yönelik Ölçek Geliştirilmesi: Sivas Örneği. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Derneği*, 235-247.

Karagül, K. (2019). Prüfer-Karagül Algoritması: Gezgin Satıcı Problemi İçin Yeni Bir Yaklaşım. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), , 452-470.

Laporte, G., Gendreau, M., Potvin, J. Y., & Semet, F. (2000). Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem. . *International transactions in operational research*, 7(4-5), 285-300.

Malaguti, E., Martello, S., & Santini, A. (2018). The traveling salesman problem with pickups, deliveries, and draft limits. *Omega*, 74, 50-58.

Matai, R., Singh, S. P., & Mittal, M. L. (2010). Traveling salesman problem: an overview of applications, formulations, and solution approaches. *Traveling salesman problem, theory and applications*, 14.

Mazaraki, A., Matsiuk, V., Ilchenko, N., Kavun-Moshkovska, O., & Grtgorenko, T. (2020). Development of a multimodal (railroad-water) chain of grain supply by the agent-based simulation method. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(3), 108.

Mitchell, M. (1998). *An introduction to genetic algorithms*. London England: MIT press.

Potvin, J. Y. (1996). *Genetic algorithms for the travelling salesman problem*. Baltzer Science Publishers, Baarn/Kluwer Academic Publishers, *Annals of Operations Research*, , 339-370 .

Rahman, A., Tan, G. I., Liew, W., & Shahrudin, N. S. (2020). Routing Mail Delivery from a Single Depot with Multiple Delivery Agents. *Malaysian Journal of Mathematical Sciences* 14, 15-29.

Ratliff, H. D., & Rosenthal, A. S. (1983). Order-picking in a rectangular warehouse: a solvable case of the traveling salesman problem. *Operations research*, 31(3), 507-521.

Reinelt, G. (1994). *The traveling salesman: Computational solutions for TSP applications*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Sahalot, A., & Shrimali, S. (2014). A comparative study of brute force method, nearest neighbour and greedy algorithms to solve the travelling salesman problem. *International Journal of Research in Engineering & Technology*, 2(6), 59-72.

Saiyed, A. R. (2012). *The traveling salesman problem*. Indiana State University, 2, 1-15.

Shang, X., Yang, K., Jia, B., Gao, Z., & Ji, H. (2021). Heuristic algorithms for the bi-objective hierarchical multimodal hub location problem in cargo delivery systems. *Applied Mathematical Modelling*, 91, 412-437.

Sivanandam, S. N., & Deepa, S. N. (2008). Genetic Algorithm Optimization Problems. S. N. Sivanandam, & S. N. Deepa içinde, *In Introduction To Genetic Algorithms* (s. 41). Berlin, Heidelberg: Springer.

Songur, G. (2016). Kargo taşımacılığında hizmet kalitesi ve kurumsal müşteri memnuniyetinin ölçülmesi: Konya İl'inde bir araştırma. *Yükseklisans Tezi, Niğde Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü*.

Spears, W. M., Jong, K. A., Bäck, T., Fogel, D. B., & Garis, H. D. (1993). An overview of evolutionary computation. . *In European conference on machine learning* (s. 442-459). Berlin, Heidelberg: Springer.

Topçuoğlu, D. D., & Genç, E. (2021). Covid-19 Pandemi Sürecinin Kargo Sektörü Çalışanlarının İşe Yönelik Tutumlarına Etkisi: Ptt Örneği. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 8(2), , 373-396.

Uzun, G. Ö. (2021). Zaman pencereli tamirci problemi ve uzantılarının yeni matematiksel modelleri. *Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, 1-5.