



## Journal of Turkish Operations Management

### Dengeli iş yükü ataması için şoför çizelgeleme problemi: Bir lojistik firmasında uygulama

Ömer Şeker<sup>1</sup>, Hacı Mehmet Alakaş<sup>2\*</sup>, Ahmet Cürebal<sup>3</sup>, Tamer Eren<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Lojistik Programı, Mucur Meslek Yüksek Okulu, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir  
e-mail: omerseker@ahievran.edu.tr, ORCID No: <http://orcid.org/0000-0002-5475-3636>

<sup>2</sup>Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale  
e-mail: hmalakas@kku.edu.tr, ORCID No: <http://orcid.org/0000-0002-9874-7588>

<sup>3</sup>Institute of Information Systems, University of Hamburg, Von-Melle-Park 5, 20146 Hamburg, Germany  
e-mail: ahmet.curebal@uni-hamburg.de, ORCID No: <http://orcid.org/0000-0002-1031-659X>

<sup>4</sup>Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale  
e-mail: teren@kku.edu.tr, ORCID No: <http://orcid.org/0000-0001-5282-3138>

\*Sorumlu Yazar

#### Makale Bilgisi

##### Makale Geçmişi:

Geliş: 08.04.2021  
Revize: 09.05.2021  
Kabul: 24.05.2021

##### Anahtar Kelimeler:

Şoför Çizelgeleme,  
Matematiksel Programlama,  
Lojistik,  
Karayolu Taşımacılığı

#### Özet

Türkiye’de son yıllarda e-ticaret, yeni ürünlere olan ilginin artması gibi nedenlerden dolayı lojistik sektöründe de iş yükü artmıştır. Ürünlerin üretim noktasından tüketim noktasına kadar ki sürecinde depolama, taşıma, stok yönetimi temel faaliyetleri yürütülmektedir. Taşımacılığın hem pandemi öncesinde hem de yaşamakta olduğumuz pandemi döneminde üretimin devam etmesi ve ihtiyaçların karşılanması için önemli bir faaliyet olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, taşımacılıkta sürekliliğin sağlanmasında önemli bir rolü olan şoförlerin çizelgenmesi problemi ele alınmıştır. Ele alınan problemde, İstanbul merkezli çıkış noktasından 31 farklı varış noktasına haftanın altı günü sefer düzenleyen bir lojistik firması için şoför çizelgesi yapılmıştır. Şoförlerinin izin hakları, yasal sınırlar ve dengeli çalışma prensipleri göz önünde bulundurularak matematiksel programlama modeli kurulmuştur ve 150 şoför için aylık çalışma çizelgesi oluşturulmuştur.

### Driver scheduling problem for balanced workload assignment: Application in a logistics firm

#### Article Info

##### Article History:

Received: 08.04.2021  
Revised: 09.05.2021  
Accepted: 24.05.2021

##### Keywords:

Driver Scheduling,  
Mathematical Programming,  
Logistics,  
Road Transportation

#### Abstract

In recent years, the logistics sector's workload has also increased due to reasons such as e-commerce and the increased interest in new products in Türkiye. Main activities of storage, transportation, and stock management are carried out in the production process from production to the end of consumption. It is seen that transportation is an important activity for continuing production and meeting the needs both before the pandemic and during the pandemic period we are living in. In this study, the problem of scheduling drivers, which has an important role in ensuring continuity in transportation, has been addressed. In this problem, a driver scheduling was made for a logistics company that operates from Istanbul-main departure to 31 different destinations six days a week. A mathematical programming model was established considering the drivers' permission rights, legal limits, and balanced working principles, and a monthly-work schedule was created for 150 drivers.

## 1. Giriş

Lojistik fonksiyonları tedarik zincirinin en temel unsurlarındandır. Taşıma, depolama ve stok yönetimi başta olmak üzere birçok faaliyeti bünyesinde barındırır. Bu faaliyetler içerisinde taşıma faaliyeti en yüksek maliyete sahip olan faaliyettir (Tokay, Deran ve Arslan, 2011). Ülkemizde yurtiçi taşımacılık kapsamında makro taşımalar kamyon ve tır gibi araçlarla yapılırken, mikro taşımalar genelde kamyonet, panelvan ve minibüs gibi daha küçük vasıtalarla yapılmaktadır. Taşımacılık faaliyeti kesintisiz devam etmesi gereken bir faaliyet olduğundan dolayı, bu faaliyetin içinde bulunan her unsur ayrı bir öneme sahiptir. Şoförler, araçlar, araç yükleme-boşaltma ekipmanları, yükleme-boşaltma personeli bu unsurlardandır. Çalışma düzeninin planlanması ve taşımacılık faaliyetinin devamı için mevcut personelin çizelgenmesi dikkat edilmesi gereken bir durumdur.

Karayolları Trafik Yönetmeliği, bu hizmet faaliyetinin yerine getirilmesinde önemli bir rol üstlenen kamyon şoförleri için, araç kullanma ve dinlenme sürelerine ilişkin esasları belirlemiştir. Şoför atama ve çizelgeleme problemi, çalışma düzeninin planlanması için yapılan diğer personel çizelgeleme uygulamalarıyla benzerlik gösterir. İller arası yapılan taşımacılık faaliyetinde kısa, orta ve uzun rotalar boyunca çalışacak şoförlerin çalışma saatleri, izin süreleri gibi durumları dengeleyecek şekilde adaletli bir çalışma planının yapılması son derece önemlidir. Bu problemleri çözerken adil paylaşım temel ilke olarak kabul edilmektedir (Eren, Özder ve Varlı, 2017). Çalışma şartları zor kabul edilebilecek seviyede olan şoförlerin memnuniyetinin sağlanarak çalışma veriminin artırılması, üzerinde durulması gereken önemli bir durumdur.

Bu çalışmada, yurtiçi taşımacılık faaliyeti yürüten bir lojistik firmasında çalışan şoförler için atama ve çizelgeleme planı sunulmuştur. İstanbul merkezli sevk noktasından farklı illerdeki 31 aktarma merkezine pazar günleri hariç sefer yapan bu firmada, 60 km/s ortalama hız varsayımı ve yasal sürüş sınırları çerçevesinde rotaların gidiş-dönüş zamanları tayin edilmiştir. Rota uzunluğuna göre tek veya çift şoför çalıştırılması planlanarak, 2021 yılı ocak ayı sefer verileri bazında şoförlerin sürüş sürelerinin dengelenmesi hedefine yönelik olarak 1 aylık şoför çizelgeleme takvimi oluşturulmuştur.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde şoför çizelgelemeyle alakalı literatürde yapılan çalışmalara değinilmiştir. Üçüncü bölümde, şoför çizelgeleme problemi anlatılmıştır. Dördüncü bölümde bir lojistik firmasında yapılan uygulama ele alınmıştır ve son bölümde sonuçlar ve önerilerden bahsedilmiştir.

## 2. Literatür araştırması

Şoför çizelgelemenin literatürde, otobüs, toplu taşıma aracı, kamyon, tren, servis sürücüsü gibi alanlarda yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmaların sadece çizelgelemeyi ele alanları olduğu gibi, rotalama ve çizelgelemeyi birlikte ele alanları da mevcuttur. Çalışmada, literatürü kamyon şoförü çizelgeleme olarak sınırlandırdık. “Kamyon şoförü çizelgeleme” adı ile yapılan aramadan sonuç çıkmamıştır. “Truck driver scheduling” adıyla yapılan arama sonuçları ise Tablo 1’de gösterilmiştir. Bu makaleler incelenip, yinelenen makaleler çıkarıldıktan sonra kamyon şoförü çizelgeleme kapsamında 34 makale incelenmiştir. İncelenen makalelerde kullanılan yöntemlerin özet tablosu Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Veritabanları bazında arama sonuçları

Arama Adı	Aranılan Veritabanı					
	<i>Scholar</i>	<i>ScienceDirect</i>	<i>Web of Sciences</i>	<i>IEEE Xplore</i>	<i>PubMed</i>	<i>Scopus</i>
Truck driver scheduling	260	55	21	21	155	26

Erera, Karacık ve Savelsbergh (2008) çalışmalarında parsiyel nakliye sektörü için dinamik sürücü planlamasını ele almışlardır. En iyi yük dağıtım sürelerini ve bazı sabit süreli planlama dönemleri için sürücü belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaca ulaşmak için ağgözlü aramaya dayalı bir teknik önermişlerdir. Önerilen tekniğin güvenilirliği farklı testlerle onaylanmıştır. Goel (2009a) Avrupa karayolu taşımacılığında ekip sürücüleri için zamanlama sorunlarını incelemiş ve kamyon şoförü çizelgeleme problemini ele almıştır. Sorunun çözümünde derin öncelikli arama yöntemini kullanmış ve hesaplama deneyleri, önerilen algoritmanın çok kısa sürede uygun programları bulabileceğini göstermiştir. Goel (2009b) çalışmasında ABD Hizmet Saatleri Yönetmeliği kapsamında kamyon şoförü çizelgeleme problemini ele almıştır. Çözüm için seyahat hesaplama yöntemi ile

derin öncelikli arama algoritması önermiştir. Goel ve Kok (2009) çalışmalarında ABD Hizmet Saatleri Yönetmeliği'ni dikkate alarak kamyon şoförü programlama sorunlarını incelemişlerdir. Varsa, O ( $\lambda^2$ ) zamanında uygun bir program bulan, geniş öncelikli arama ve derin öncelikli arama algoritması sunmuşlardır. Kısıtlayıcı olmayan zaman pencereleri durumunda, derin öncelikli aramanın doğrusal zamanda sona ereceğinin belirtmişlerdir. Oughalime, İsmail, Liang ve Ayob (2009) Kebangsaan Malezya Ulaşım Departmanı'ndaki toplam vardiya sayısını ve toplam vardiya maliyetlerini en aza indirmeyi amaçlayan araç ve sürücü çizelgeleme sorununu ele almışlardır. Problem çözümünü tamsayı programlama ve hedef programlama modellerinin sırasıyla araç çizelgeleme problemi ve sürücü çizelgeleme problemi için sunulduğu sıralı yaklaşım kullanarak yapmışlardır. Archetti ve Savelsbergh (2009) çalışmalarında karayolu taşımacılığı sektöründe sürücü çizelgeleme problemini ele almışlardır. Haftalık dinlenme sürelerinin dikkate alınması gerekmiyorsa ve ziyaret edilecek her konum tek bir zaman penceresine sahipse, ABD Hizmet Saatleri Yönetmeliği'ne uygun programların polinom zamanında belirlenebileceğini göstermişlerdir. Goel (2010a) çalışmasında AB Hizmet Saatleri Yönetmeliği'ne göre kamyon sürücülerinin sürüş ve çalışma saatlerinin programlanması için geniş öncelikli arama algoritması ile çeşitli varyasyonlar sunmuştur. Bu yaklaşımın, belirtilen zaman aralıkları içinde ziyaret edilecek bir dizi yer olduğunda, eğer böyle bir program varsa yönetmeliğe uygun bir program bulmasını garanti edeceğini göstermiştir. Goel (2010b) çalışmasında Avustralya Ağır Araç Sürücüsü Yorgunluk Yasasını incelemekte ve Avustralya kamyon sürücüsü çizelgeleme problemini formüle etmektedir. Her müşterinin belirli bir zaman aralığında ziyaret edilmesi gerektiği bir durum için, Avustralya düzenlemelerine uygun bir programın olup olmadığını belirlemek üzere ilk sezgisel yaklaşımı sunmuştur. Knust ve Schumacher (2011) çalışmalarında bir petrol şirketinde tank kamyon sürücülerini planlamasını ele almışlardır. Yasal kısıtlamalar, toplam çalışma süresi aralıkları, istenen sürücüler gibi kısıtları karşılayıp her pozisyona bir sürücü atama amacına yönelik olarak, karma tamsayılı doğrusal programlama modeli önerdiler. Sonuçlar algoritmanın kısa sürede uygulanabilir programlar oluşturabildiğini göstermiştir. Wen, Krapper, Larsen ve Stidsen (2011) çalışmalarında Danimarka'da bir süpermarkete taze gıda ulaştırma problemi için bir haftalık planlama ufku dahilinde araç rotalama ve şoför çizelgeleme problemini ele almışlardır. Çözüm için değişken komşu arama meta sezgisel yöntemini kullanmışlardır. Elde edilen sonuçların benzer yönlendirme problemlerini çözmek için uygulanabileceğini göstermişlerdir.

Goel (2012a) çalışmasında nakliye şirketlerindeki kamyon sürücüsü programlarının süresini, Avustralya Ağır Araç Sürücüsü Yorgunluk Yasası'na uygun olarak nasıl en aza indirebileceğini ele almıştır. Karma bir tamsayılı programlama formülasyonu sunulmuştur. Önerilen bu model program sürelerini önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Goel (2012b) Kanada Ticari Araç Sürücülerini Hizmet Saatleri Yönetmeliği'ne uygun olarak kamyon sürücüsü programlarının süresini en aza indirmek için karma bir tamsayılı programlama ve yinelemeli bir dinamik programlama yaklaşımı sunmuştur. Hesaplamaların, programların süresinin yalnızca uygulanabilir programlar aranırken elde edilen programların süresine kıyasla önemli ölçüde azaltılabileceğini göstermiştir. Goel (2012c) kamyon şoförlerinin yalnızca müşteri lokasyonlarında ve uygun dinlenme alanlarında dinlenebileceği kamyon şoförü çizelgeleme problemini karma tamsayılı programlama ile formülize etmiştir. Sunulan modelin çok esnek olduğunu ve farklı kurallar dizisi için yapılandırılabilmesini belirtmiştir. Dinamik bir programlama yaklaşımı ile ABD ve AB çalışma saati düzenlemeleri için etkinliğini göstermiştir. Goel ve Kok (2012a) Avrupa karayolu yük taşımacılığında takım sürücülerinin çizelgeleme problemini ele almışlardır. AB Hizmet Saatleri Yönetmeliği'ne uygun program oluşturma amacıyla derin öncelikli geniş ikincilikli arama sezgisel yöntemini kullanmışlardır. Goel ve Kok (2012b) belirli zaman aralıkları içinde ziyaret edilmesi gereken bir dizi konumun olduğu ABD kamyon şoförü çizelgeleme problemini incelemişlerdir. Tek zaman pencereleri durumunda problemi O ( $\lambda^2$ ) zamanında çözen bir programlama yöntemi sunmuşlardır. Goel, Archetti ve Savelsbergh (2012) Avustralya Ağır Araç Sürücüsü Yorgunluk Yasası'na uygun olarak kamyon sürücüsü takvimi oluşturmayı amaçlamışlardır. Dört sezgisel yöntem önerilmiş ve yapılan hesaplamalar sezgisel yöntemlerin etkinliğini gösterirken, en etkili sezgisel yöntemin, hemen hemen tüm örnekler için uygun bir çizelge bulabileceğini göstermişlerdir. Yalnızca nadir durumlarda, uygulanabilir bir programın kesin algoritma ile bulunabileceğini belirtmişlerdir. Sezgisel yöntemlerin gerektirdiği hesaplama çabasının, kesin algoritmanın gerektirdiği hesaplama çabasına göre çok daha az olduğunu göstermişlerdir. Goel ve Rousseau (2012) Kanada kamyon sürücüsü çizelgeleme problemini ele alarak, önemli ölçüde daha az hesaplama süresi gerektiren iki sezgisel yaklaşımla kesin bir algoritmanın performansını değerlendirmişlerdir. Sonuçlar sezgisel yaklaşımların etkinliğini göstermiştir. Ayrıca çalışma saatlerine ilişkin Kanada düzenlemelerinin ABD düzenlemelerinden önemli seviyede daha izin verici olduğunu belirtmişlerdir. Rancourt, Cordeau ve Laporte (2013) ABD'de uzun mesafeli yolculuklar sırasında kamyon sürücüsünün güvenliğine ilişkin kuralları ele almışlardır. İncelenen sorunu, her araç tarafından ziyaret edilen müşterilerin sırasını belirleyen bir yönlendirme bileşeni ve her müşterinin dinlenme sürelerini ve hizmet süresini planlamayı içeren bir programlama bileşeni olmak üzere iki

baskın bileşen üzerinden değerlendirmişlerdir. Bir tabu arama sezgisel yöntemi içine yerleştirilmiş farklı zamanlama algoritmaları geliştirmişlerdir. Sonuçlar, uzun mesafeli taşımayı planlarken gelişmiş bir planlama prosedürü kullanmanın faydalarını doğrular nitelikte olmuştur. Drexl, Rieck, Sigl ve Press (2013) Avrupa'da uzun mesafeli karayolu taşımacılığında ortaya çıkan eşzamanlı araç ve mürettebat rota belirleme ve planlama problemini ele almışlardır. Bir sürücünün bir kamyonu sabit bir şekilde atanmasına ilişkin araç rotalama literatüründeki olağan varsayımı terk etmişlerdir. Bunun yerine, coğrafi olarak dağınık aktarma istasyonlarında kamyon/sürücü değişikliklerine izin veren durumu dikkate almışlardır. Çözüm için bir büyük komşuluk arama meta sezgisel yöntemi önermişler ve sonuçlar yaklaşımın geçerliliğini göstermiştir.

Goel (2014) çalışmasında ABD'de ki yeni hizmet saatleri düzenlemelerini incelemiştir. Yeni düzenlemenin ayrıntılı bir modelini oluşturmuş ve kural değişikliğinin operasyonel maliyetler ve yol güvenliği üzerindeki etkisini değerlendirmek için yeni bir simülasyon tabanlı yöntem sunmuştur. Önceki metodolojilerin aksine, önerilen metodoloji, rotaları ve programları optimize ederek taşıyıcıların daha katı düzenlemelerin ekonomik etkisini en aza indirebileceğini dikkate almıştır. Simülasyon sonuçları, günlük sürüş süresi sınırlarını düşürmenin paraya çevrilen güvenlik yararının, operasyonel maliyetlerdeki artışla aynı büyüklükte olduğunu göstermiştir. Goel ve Vidal (2014) araç rotalama ve kamyon şoförü çizelgeleme problemini ele almışlardır. Çalışma saati düzenlemelerini dikkate alarak nakliye maliyetlerini en aza indirmeyi ve önerilen hibrit bir genetik algoritma ile sorunu çözerek farklı ülkelerdeki kurulların maliyet ve kaza riskleri üzerindeki etkiyi değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Sonuçlar, AB kurullarının Kanada, Avustralya ve ABD kurullarına kıyasla daha fazla güvenlik sağladığını göstermiştir. Rancourt ve Paquette (2014) ABD'deki çalışma ve dinlenme saatlerine ilişkin yasal gereklilikler kapsamında çok amaçlı bir araç rotalama ve kamyon sürücüsü çizelgeleme problemini ele almışlardır. Problemin çözümünde bir tabu arama algoritması sunmuşlardır. İşletim maliyetleri ile sürücü memnuniyeti arasındaki ve kullanılan araç sayısı ile işletme maliyetleri arasındaki ödünleşmeleri değerlendirmişlerdir. Koubâa, Dhoub, Dhoub ve El Mhamedi (2016) 2000 yılından bu yana kamyon şoförü çizelgeleme problemini ele alan çalışmaları dört kritere göre sınıflandırarak literatür çalışması sunmuşlardır. Koç, Bektaş, Jabali ve Laporte (2016) çalışmalarında ABD Hizmet Saatleri kapsamında sürüş, yakıt ve rölanti maliyetini hesaba katan kapsamlı bir hedef doğrultusunda uzun mesafeli kamyon sürücüsü çizelgeleme sorununun bir uzantısı olan Rölanti Seçenekleriyle Kamyon Sürücüsü Planlama Problemini (TDSP-IO) incelemişlerdir. Üç rölanti çalışma seçeneği altında problemin çözümü için karma tamsayılı doğrusal programlama modeli oluşturularak, gerçek örnekler üzerinden kapsamlı hesaplama deneyleri yapmışlardır. CO2 emisyonlarının maliyeti, rölanti seçenekleri, EPS ve APU ekipmanlarının maliyeti, yakıt ve elektrik fiyatları gibi farklı sorunlu bileşenler arasındaki değiş tokuşlara ışık tutmak için kapsamlı analizler gerçekleştirmişlerdir. Sonuçların birçoğunun parametrik varyasyonlara göre oldukça sağlam olduğunu göstermişlerdir. Goel ve Irnich (2017) çalışma saati kısıtlamalarını dikkate alarak araç rotalama problemini zaman pencereleriyle genelleştiren kombine araç rotalama ve kamyon sürücüsü çizelgeleme problemini ele almışlardır. ABD ve AB yönetmeliklerine uygun rotaların oluşturulması adına dinamik programlama tabanlı etiketleme algoritması kullanan bir dal-fiyat algoritması önermişlerdir. Bu algoritma, optimalliği kanıtlamak için Araç Rotalama ve Kamyon Şoförü Çizelgeleme'yi çözen ilk algoritmadır. Koç, Jabali ve Laporte (2017) rölanti seçenekleri ile araç rotalama ve kamyon sürücüsü çizelgeleme problemini ele almışlardır. Uyarlanabilir geniş komşu araması ile karma tamsayılı doğrusal programlamayı birleştiren çok başlangıçlı bir matematiksel algoritma geliştirmişlerdir. Solomon test yatağından türetilen örneklerle ilgili kapsamlı hesaplama sonuçları sunmuşlardır. Bernhardt, Melo, Bousonville ve Kopfer (2017) çalışmalarında sürücülerin dinlenme süreleri, molaları ve yakıt ikmali için ortak bir değerlendirmenin neden önemli olduğunu ve zaman aralığı seçiminin, sürücü faaliyetlerinin planlanmasının ve yakıt ikmal duraklarının ve miktarlarının buna göre nasıl belirlenebileceğini ele almışlardır. Müşterilere hizmet vermek üzere seçilen rota boyunca farklı yakıt fiyatlarına sahip belirli bir müşteri konumları ve benzin istasyonları dizisi için, karma bir tamsayılı doğrusal programlama modeli önermişlerdir. Ayrıca, rota boyunca dikkate alınacak benzin istasyonlarının sayısını ve dolayısıyla çözüm alanını ve hesaplama çabasını azaltan bir ön işleme sezgisel yöntemi açıklamışlardır. Gerçek verilerden türetilen örnekler için sayısal deneyler yapmışlardır.

Bowden ve Ragsdale (2018) kabul edilebilir bir uyanıklık seviyesini korurken, zaman aralıklarına ve hizmet saatleri düzenlemelerine uygun olarak Kamyon Sürücüsü Çizelgeleme Problemi için yorgunluğa duyarlı bir model sunmuşlardır. Ticari kamyon sürücülerini için daha güvenli sürüş programları, seyahat eden halk için daha güvenli ve daha uygun maliyetli yollar geliştirmek için bir başlangıç noktası görevi göreceğini belirtmişlerdir. Vital ve Loannou (2019) uzun yolculuklarda rota boyunca dinlenme alanlarının park edilebilirliğini ve ABD Hizmet Saatleri kısıtlamalarını dikkate alan kamyon sürücüsü planlama probleminin bir türü için karma bir tamsayılı programlama modeli sunmuşlardır. Her dinlenme alanının park edilebilirliği, yalnızca sürücünün o

konumda durması gerektiğinde uygulanan bir dizi zaman aralığı olarak modellemişlerdir. Bu kısıtlamaların etkisini test etmek için CPLEX'te deneyler yapmışlardır. Sonuçlar, sürücü/şirket maliyetini arttırmadan sürücülerini yoğun dinlenme alanlarına göndermeyecek daha gerçekçi programlar oluşturulabileceğini göstermiştir. Benkebir, Le Pouliquen, Trévien, Bounceur, Euler, Pardiac ve Sevaux (2019) AB kamyon sürücüsü problemini ele alarak toplam nakliye maliyetini en aza indirmeyi amaçlamışlardır. Çözüm için genetik algoritma ve yerel bir komşu arama algoritması geliştirmişlerdir. Literatürdeki ve gerçek hayattaki örnekler üzerinden deneyler yapmışlardır. Goel'in çalışmalarındaki örneklerinde yapılan testlerin büyük bir bölümünde toplam araç sayısı üzerinde önemli iyileştirmeler sağladığını göstermişlerdir. Tilk ve Goal (2020) servis saatleri düzenlemelerine uygun olarak araç rotalama ve kamyon sürücüsü çizelgeleme problemi için geriye dönük bir etiketleme yöntemi ve geriye doğru yöntemle oluşturulan etiketlerin bir ileri etiketleme yöntemiyle oluşturulan etiketlerle nasıl birleştirilebileceğini gösteren bir çalışma sunmuşlardır. Bu çift yönlü etiketlemeyi dal-fiyat-kesme algoritmasına dahil ederek ABD ve AB için değerlendirmişlerdir. Çift yönlü dal ve fiyat ve kesme yaklaşımının tek yönlü muadillerinden ve önceki yaklaşımlardan önemli ölçüde daha hızlı olduğunu göstermişlerdir. Mayerle, Chirolı, Figueiredo ve Rodrigues (2020) çalışmalarında yakıt ikmali için ara duraklı, uzun mesafeli, tam yüklü yolculuklarda ağır araç güzergahı ve sürücü programlaması için farklı politikaların ekonomik etkisini ve düzenlemeye dayalı yemek ve dinlenme dönemlerini belirlemek için bir metodoloji sunmuşlardır. Matematiksel bir model ve bir durum-uzay grafik arama yaklaşımı önererek araç rotasının bir varyantı için algoritmik bir çözüm geliştirmişlerdir. Minimum maliyetle maksimum sürüş ve minimum dinlenme süresi gereksinimlerini dikkate alarak Brezilya'daki kamyon sürücüsü örneğini incelemişlerdir. Goel, Vidal ve Kok (2020) çalışmalarında kamyon şirketlerinin karlılıklarını en üst düzeye çıkarmak için hangi koşullar altında tek veya takım sürüşü kullanmaları gerektiğini ele almışlardır. Rotaları ve mürettebat kararlarını eşzamanlı olarak optimize etmek için yeni bir optimizasyon yaklaşımı sunmuşlardır. Çeşitli maliyet faktörleri için, ekip ve tek sürücülerden oluşan bir filonun işletilmesi, sektördeki tipik kar marjlarına kıyasla operasyonel maliyetleri önemli ölçüde azaltılabileceğini belirtmişlerdir. Sartori, Smet ve Berghe (2021) çalışmalarında yeni bir problem türü olan birbirine bağlı güzergahlara sahip kamyon sürücüsü çizelgeleme problemini bir matematiksel model ve bir etiket yayma algoritmasını ile incelemişlerdir. Deneylerin, algoritmanın çok sayıda birbirine bağlı rotayı hızlı bir şekilde planlayabildiğini ve matematiksel programlama yaklaşımından daha iyi performans gösterdiğini belirtmişlerdir.

Personel çizelgeleme ile ilgili farklı sektörlerde yapılan çalışmalardan birkaç örnek de aşağıda verilmiştir:

Bedir, Eren ve Dizdar (2017) çalışmalarında vardiya problemini ergonomik koşulları dikkate alarak incelemişlerdir. Uygulama, çalışma saatlerinin ve ergonomik risk faktörlerinin değerlendirilmesi amacıyla yönelik olarak tekstil sektörüne ait bir mağazada yapılmıştır. 39 personelin aylık çizelgeleme planı için AHP ve hedef programlama yöntemlerini kullanmışlardır. Varlı ve Eren (2017) bir hastanede çalışan hemşirelerin çizelgenmesi problemini ele almışlardır. Vardiyalı çalışan bu personellerin atandıkları vardiya sayılarını eşitleme ve vardiyaların peş peşe olması hedefleri için hedef programlama modeli önermişlerdir. Varlı, Alağaç, Eren ve Özder (2017) çalışmalarında Kırıkkale Üniversitesi mühendislik fakültesinde çalışan araştırma görevlilerinin sınav gözetmenlikleri için çizelgenmesi problemini ele almışlardır. 9 günlük sınav programında, 36 tane araştırma görevlisinin adaletli bir şekilde çizelgenmesi için hedef programlama yardımıyla atamaları yapılmıştır. Demirel, Yelek, Alağaç ve Eren (2018) bir metro hattında çalışan güvenlik personelinin çizelgenmesi problemini ele almışlardır. Dört istasyonda toplam 43 personel için, atandıkları vardiya sayılarını eşitleme hedefi doğrultusunda hedef programlama yöntemi ile bir aylık atama ve çizelgeleri yapılmıştır. Eren, Özder, Alakaş ve Özcan (2019) çalışmalarında bir üniversite kampüsünde çalışan güvenlik personelinin belirli noktalara atanması problemini ele almışlardır. 75 güvenlik personelinin bir aylık zaman ufku için çizelgesi elde edilmiştir. Problemin çözümünde kısıt programlama modeli kurulmuştur. Sonuçların mevcut programdan daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Cürebal, Koçtepe ve Eren (2020) tanıtım ve organizasyon sektöründe görevli personellerin çizelgenmesi problemini ele almışlardır. 84 personelin 15 günlük bir zaman periyodu için, personel yetkinlikleri ve görevlerin önem derecelerini dikkate alarak atama ve çizelgeleri yapılmıştır. Görev önem dereceleri AHP ile belirlenirken problemin çözümü hedef programlama yöntemiyle yapılmıştır.

Problem ele alınırken literatürden farklı olarak, şoförler sefer süresi boyunca sürüş yapmasalar dahi çalışıyor kabul edilerek iş yükü atamaları dengelenmeye çalışılmıştır. Ayrıca yasal sınırlar dahilinde, şoförlerin günlük alabilecekleri mesafeler dikkate alınarak kısa ve uzun rotalar oluşturulmuş ve bu rotalara farklı sayıda şoför tahsis edilerek seferlerin zamanında tamamlanması amaçlanmıştır. Çalışmamız, kamyon şoförü çizelgeleme konusunda Türkiye'de yapılan ilk çalışmadır.

Tablo 2. Literatürde kullanılan yöntemler

Yazar adı	Yıl	Çalışmanın yapıldığı yer	Yöntem																					
			Hedef programlama	Dinamik programlama	Tamsayı programlama	Karma tamsayı programlama	Karma tamsayı doğrusal programlama	Genetik algoritma	Tabu arama	Ağzülü arama	Derin öncelikli arama	Geniş öncelikli arama	Değişken komsu arama	Büyük komsuluk arama	Yerel komsu arama	Dal-fiyat algoritması	Dal-fiyat-kesme algoritması	Durum-uzay grafik arama	Etiket yayma algoritması	Simülasyon	Diğer sezgiseller			
Erera ve diğ.	2008	ABD												X										
Goel	2009a	AB												X										
Goel	2009b	ABD												X										
Goel ve Kok	2009	ABD												X	X									
Oughalime ve diğ.	2009	Malezya	X		X																			
Archetti ve Savelsbergh	2009	-		X																				
Goel	2010a	AB													X									
Goel	2010b	Avustralya												X										
Knust ve Schumacher	2011	-					X																	
Wen ve diğ.	2011	Danimarka														X								
Goel	2012a	Avustralya				X																		
Goel	2012b	Kanada	X		X																			
Goel	2012c	ABD ve AB			X																			
Goel ve Kok	2012a	AB												X	X									
Goel ve Kok	2012b	ABD																						X
Goel ve diğ.	2012	Avustralya																						X
Goel ve Rousseau	2012	Kanada																						X
Rancourt ve diğ.	2013	ABD							X															
Drexl ve diğ.	2013	AB													X									
Goel	2014	ABD																					X	
Goel ve Vidal	2014	ABD, Kanada, AB ve Avustralya					X																	
Rancourt ve Paquette	2014	ABD						X																
Koç ve diğ.	2016	ABD				X																		
Goel ve Irmich	2017	ABD ve AB															X							
Koç ve diğ.	2017	-														X								
Bernhardt ve diğ.	2017	AB				X																		
Bowden ve Ragsdale	2018	ABD																						X
Vital ve Loannou	2019	ABD				X																		
Benkebir ve diğ.	2019	AB						X							X									
Tilk ve Goal	2020	ABD ve AB															X							
Mayerle ve diğ.	2020	Brezilya			X														X					
Goel ve diğ.	2020	AB																						X
Sartori ve diğ.	2021	-				X														X				

### 3. Şoför çizelgeleme

Şoför çizelgeleme, belirli rotalar boyunca uğraması gereken noktalara uğrama esasına dayanır. Bu rota ve noktalar sefer süresinin oluşmasını sağlar. Tarifeli seferlerin yoğun olduğu durumlarda, hangi şoförün, hangi gün, hangi araç ile hangi rotaya atanacağı ve bu atamanın sürdürülebilir bir plana dahil edilmesi önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna ek olarak İnsan kaynağını çizelgeleme, iş gereksinimlerini ve çalışanların tercihlerini, düzenlemelere ve sözleşmelere tam bir uyumla karşılayabilecek bir takvimin oluşturulmasını ifade eder (Ernst, Jiang, Krishnamoorthy ve Sier, 2004).

Kamyon şoförü çizelgeleme probleminde o ülkeye ait olan hizmet saati düzenlemeleri en belirleyici etken olarak görülmektedir. Çünkü bu düzenlemelerin gerektirdiği dinlenme ve sürüş süreleri seyahat ve varış süreleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ve dikkate alınmadığı takdirde oluşturulan rotaların ve çizelgelerin

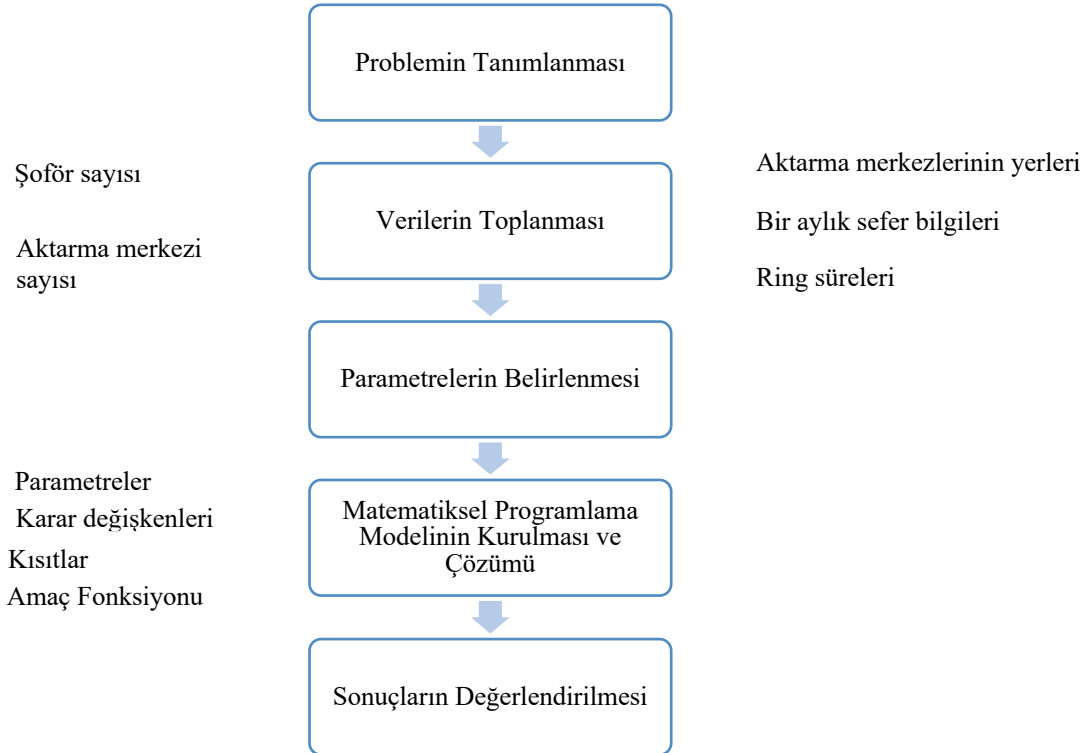
pratikte karşılığı yoktur (Goel, 2012c). Türkiye’de bu düzenlemeler AB Servis Saati Düzenlemeleri’yle aynıdır. Bu düzenlemelere göre aşağıdaki kurallara uyulma yükümlülüğü vardır:

- Günlük sürüş süresi en fazla 9 saattir ve bu durum haftada 2 defayı aşmamak kaydıyla 10 saate çıkartılabilir.
- Haftalık toplam sürüş süresi 56 saati, iki haftalık toplam sürüş süresi 90 saati geçemez.
- Sürekli araç kullanma süresi 4,5 saati geçemez.
- Şoförler 4,5 saat sürekli araç kullandıktan sonra istirahat yapmaz ise, en az 45 dakika mola vermek zorundadır. Bu molalar 4,5 saatlik kesintisiz araç sürüş süreleri içerisinde 15 dakikadan az olmayan molalar halinde de olabilir.
- Şoförler bir gün içerisinde kesintisiz olarak 11 saat dinlenmek zorundadır. Bu dinlenme süresi, iki veya üç farklı zamanda kullanılabilir ve birinin kesintisiz 8 saatten az olmaması gerekir. Bu durumda dinlenme 1 saat artırılarak günlük 12 saat yapılır.
- Günlük 11 saatlik kesintisiz dinlenme süresi aynı hafta içinde 3 defayı geçmemek şartıyla en az 9 saate indirilebilir.
- Araç iki veya daha fazla şoförle kullanılıyor ise, her şoförün 30 saatlik süre içinde kesintisiz olarak 8 saat dinlenmesi gerekmektedir.
- Şoförlerin haftalık çalışma süresi 6 gündür. Haftada en az 1 gün (24 saat) izin kullanmak zorundadırlar.

#### 4. Bir lojistik firmasında şoför çizelgeleme

Bu çalışmada, lojistik sektöründe faaliyet gösteren köklü bir firmada, aktarmalar arası çalışan şoförlerinin 2021 yılı ocak ayı çalışma çizelgesi oluşturulmuştur. 150 şoförün, günlük değişen sefer miktarlarına göre 31 rotaya dengeli bir şekilde atama ve çizelgeleme çalışması matematiksel programlama yardımıyla çözülmüştür.

Uygulama adımlarını gösteren akış şeması Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Uygulama akış şeması

#### 4.1 Problemin tanımı

Müşterilerinin çoğunluğu İstanbul'da bulunan bir lojistik firması, bu müşterilerden aldığı ürünleri Türkiye genelinde sahip olduğu 31 aktarma merkezine kamyonlarla sevk etmektedir. Çıkışlar Anadolu yakasındaki lojistik merkezinden yükün durumuna göre direkt veya birden fazla aktarma merkezine uğramalı olarak yapılmaktadır. Şoförler görevlendirildikleri aktarmalara ulaşıp yükü boşalttıktan sonra, yasal sürüş ve dinlenme sürelerine uygun olarak çıkış noktasına geri dönmektedirler. Aktarma merkezlerine ulaşan kargolar, o aktarmanın sorumlu olduğu dağıtım alanına kendi araçları ve şoförleriyle yapılmaktadır. Dolayısıyla aktarma merkezi-nihai tüketici arasında yapılan taşımacılık faaliyetinde çalışan şoförler kapsam dışında tutulmuştur.

Aktarma merkezleri arasında Kocaeli, Bursa gibi kısa hat taşınması olanların yanında, Diyarbakır, Erzurum gibi uzun hat taşınmasına konu olan rotalar da mevcuttur. Bu farklı rotaların varlığı, bazı şoförlerin daha fazla çalışmasına ve birkaç gün evine uğrayamamasına sebebiyet verirken, bazı şoförlerin ise daha rahat bir çalışma düzeninde devam etmesine olanak tanımaktadır. Her ne kadar bu dengenin sağlanması için çalışma planları hazırlansa da optimum çözüm sağlanması çok mümkün görünmemektedir.

Seferler haftanın 6 günü yapılmakta ve pazar günleri sefer yapılmamaktadır. Araçların yüklenmesi ilgili günün gece yarısı saat 24:00 ile 05:00 arasında tamamlanmakta ve ortalama olarak saat 04:00 civarı araçlar harekete geçmektedir. Bu durumda cumartesi günü seferi için görevlendirilen bir şoförün pazar günü çalışmaya başladığını söyleyebiliriz.

Tüm bu durumlar göz önüne alındığında, sefer için gerekli belgelerin takibi ve araç sürme haricinde başka bir işle ilgilenmeyen şoförlerin (araç yükleme ve boşaltma yapmıyorlar), ocak ayı boyunca toplamda 26 günlük ve günlük olarak değişebilen sefer sayılarına göre, çalışma sürelerini dengeleyen aylık çalışma çizelgesi yapılması amaçlanmaktadır.

Problem yapısı değerlendirildiğinde seferler birer görev ve seferleri yerine getiren şoförler özdeş makineler olarak düşünüldüğünde problem, paralel makine çizelgeleme problemine benzemektedir. Paralel makine çizelgeleme probleminde toplam tamamlanma zamanının minimizasyonun amacıyla olduğu gibi, seferler de şoförlere atanarak en yüksek sürüş süresinin minimizasyonu amaçlanmıştır.

#### 4.2 Verilerin toplanması

Probleme ilgili veriler lojistik firmasından ve yapılan araştırmalardan elde edilmiştir. İlk olarak firmadan sevk noktası ile seferlerin yapıldığı aktarma merkezlerinin isim, adet ve adres bilgileri alınmıştır. Güzergâh bilgileriyle bu rotaların uzunlukları Google Maps yardımıyla elde edilmiştir. Gidiş dönüş süreleri, mesafelerin ortalama hıza bölünmesiyle elde edilmiş ve Tablo 3'te gösterilmiştir.

Çalışma için 2021 yılı ocak ayı örnek alınmıştır. İstanbul çıkış noktasından 31 farklı noktaya gerçekleştirilen tüm sefer bilgileri yine firmadan alınarak, uğramalı seferler (Örnek: İstanbul-Eskişehir-Afyon-Antalya) için nihai noktalar seferin yapıldığı yer olarak düzenlenmiş ve Tablo 4'te gösterilmiştir. Varsayımlar başlığı altında anlatacağımız rotanın kısa-uzun olması durumuna göre şoför sayısı değişeceği için, kısa rotalarda çizelgelenecek şoför sayısı sefer sayısına eşit iken, uzun rotalarda şoför sayısı sefer sayısının 2 katı olacaktır. Toplam da 689 sefer için 1029 şoför ataması yapılmıştır.

#### 4.3 Varsayımların belirlenmesi

Kamyon çizelgeleme problemiyle alakalı birçok şey stabil değildir ve veri olarak bunlara ihtiyaç vardır. Bu yüzden problemin çözümü bazı varsayımlar üzerinden yapılmıştır. Bu varsayımlar şunlardır:

- Kamyonların sefer süreleri boyunca ortalama hızı 60 km/s olarak kabul edilmiştir.
- Araç yükleme ve boşaltma işlemlerinin şoförlerin dinlenme saatinde yapıldığı varsayılmıştır. Dolayısıyla 9 saatlik günlük sürüş süresine etkisi olmadığı söylenebilir.
- Şoförlerin günlük ve haftalık yasal sürüş ve dinlenme süreleri dikkate alınan tasarım hesaplamalarında aşılamaz. Dolayısıyla bunlarla ilgili bir kısıt yazmaya gerek kalmamıştır.
- Şoförlerin yasal dinlenme sürelerini uygun dinlenme yerlerinde geçirdikleri kabul edilmiştir.



- Şoförlerin sefer esnasında iken sürüş yapmadıkları süreler de çalışılan süre olarak kabul edilmiştir.
- Tek şoförün bir günlük sürüş ile alabileceği mesafe 550 km olarak kabul edilmiştir. Bu mesafeye kadar olan rotalar kısa, bu mesafeden uzun olan rotalar uzun rota olarak adlandırılmıştır. Kısa rotalarda 1 şoför çalışırken uzun rotalarda iki şoför çalıştığı varsayılmıştır. Kısa ve uzun rotalar Tablo 5'te gösterilmiştir.
- Şoförlerin, sürüş, dinlenme, yemek molası, araç yükleme boşaltma gibi durumlar bazında tüm rotaların gidiş-dönüş süreleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalara göre aynı gün içerisinde gidip gelenler kısa, 2 güne kadar sürenler orta ve iki günden fazla zaman alanlar uzun ring olarak isimlendirilmiş ve modelde orta ring için iki, uzun ring için üç gün atanmama kısıtı eklenmiştir. Bu sınıflandırma Tablo 6'da gösterilmiştir.

**Tablo 3.** Rota uzunlukları ve süreleri tablosu

<i>Çıkış</i>	<i>Variş</i>	<i>Km</i>	<i>Ring sürüş süresi (saat)</i>	<i>Variş</i>	<i>Km</i>	<i>Ring sürüş süresi (saat)</i>
İstanbul	Adana	870	29	Gaziantep	1080	36
	Afyon	400	13	Hatay	1050	35
	Aksaray	620	21	İzmir	480	16
	Ankara	375	12	Kayseri	710	24
	Antalya	660	22	Kocaeli	70	3
	Aydın	530	18	Konya	610	20
	Balıkesir	310	10	Malatya	1070	36
	Bodrum	740	25	Manisa	460	15
	Bursa	190	6	Mersin	930	31
	Çanakkale	430	15	Merzifon	585	20
	Denizli	550	18	Muğla	650	22
	Diyarbakır	1300	44	Samsun	680	23
	Düzce	165	6	Şanlıurfa	1200	40
	Elâzığ	1180	40	Tekirdağ	180	6
	Erzurum	1280	43	Trabzon	1030	34
	Eskişehir	280	9			

**Tablo 4.** 2021 yılı ocak ayı İstanbul çıkışlı günlük sefer sayıları

Rota no	Rota adı	Gün																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	Adana	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0		
2	Afyon	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0		
3	Aksaray	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	Ankara	2	2	3	2	3	2	2	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	
5	Antalya	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
6	Aydın	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0			
7	Balıkesir	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
8	Bodrum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
9	Bursa	2	1	2	2	3	2	2	1	2	2	2	3	2	1	2	2	3	2	4	1	3	2	2	2	3	2	3	2			
10	Çanakkale	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1			
11	Denizli	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0			
12	Diyarbakır	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	1	1	1		
13	Düzce	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
14	Elâzığ	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1		
15	Erzurum	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1		
16	Eskişehir	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
17	Gaziantep	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	
18	Hatay	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1		
19	İzmir	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	1	3	2	3	2	2	2	2	2	2		
20	Kayseri	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0		
21	Kocaeli	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1		
22	Konya	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
23	Malatya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
24	Manisa	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
25	Mersin	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	
26	Merzifon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
27	Muğla	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	0	1	1	1	1	1	1	1	1		
28	Samsun	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
29	Şanlıurfa	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	
30	Trabzon	0	0	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	
31	Tekirdağ	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	

\* 3., 10., 17., 24. ve 31. günler pazar gününe denk geldiği için o günler sefer yoktur.

**Tablo 5.** Kısa ve uzun rotalar

Kısa rota (1 Şoför)	Afyon, Ankara, Aydın, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Denizli, Düzce, Eskişehir, İzmir, Kocaeli, Manisa, Tekirdağ
Uzun rota (2 Şoför)	Adana, Aksaray, Antalya, Bodrum, Diyarbakır, Elâzığ, Erzurum, Gaziantep, Hatay, Kayseri, Konya, Malatya, Mersin, Merzifon, Muğla, Samsun, Şanlıurfa, Trabzon

Tablo 6. Ring sınıflandırması

Kısa ring	Balıkesir, Bursa, Düzce, Eskişehir, Kocaeli, Tekirdağ
Orta ring	Adana, Afyon, Aksaray, Ankara, Antalya, Bodrum, Kayseri, Konya, Merzifon, Muğla, Samsun, Aydın, Çanakkale, Denizli, İzmir, Manisa
Uzun ring	Diyarbakır, Elâzığ, Erzurum, Gaziantep, Hatay, Malatya, Mersin, Şanlıurfa, Trabzon

#### 4.1. Problemin matematiksel programlama modeli

Bu bölümde 150 şoförün 31 farklı rotaya, değişen sefer sayıları bazında 31 günlük çizelgeleri yapılmıştır.

##### Parametreler ve karar değişkenleri

$n$	: Personel sayısı	$n = 150$
$m$	: Gün sayısı	$m = 31$
$t$	: Rota sayısı	$t = 31$
$i$	: Personel indeksi	$i = 1, \dots, n.$
$j$	: Gün indeksi	$j = 1, \dots, m.$
$k$	: Rota indeksi	$k = 1, \dots, t.$
$D_{jk}$	: j. gün k. rotada görev alacak personel sayısı	$j = 1, \dots, m \quad k = 1, \dots, t.$
$S_k$	: k. rotanın sürüş süresi	$k = 1, \dots, t.$
$O$	: Orta ring kümesi	
$U$	: Uzun ring kümesi	
$x_{ijk}$	$= \begin{cases} 1, & \text{i. personel j. gün k. rotaya atanırsa} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$	$i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, m \quad k = 1, \dots, t.$
$h_{ij}$	$= \begin{cases} 1, & \text{i. personel j. gün izinliyse} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$	$i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, m.$
$C$	: Herhangi bir şoföre atanan en yüksek sürüş süresi	

##### Matematiksel modelin amaç fonksiyonu ve kısıtları

$$\text{Min } C \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ijk} = D_{jk} \quad \forall j, k \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^t x_{ijk} \leq 1 \quad \forall i, j \quad (3)$$

$$h_{ij} + h_{ij+1} + h_{ij+2} + h_{ij+3} + h_{ij+4} + h_{ij+5} + h_{ij+6} \geq 1 \quad \forall i, j / 25,26,27,28,29,30 \quad (4)$$

$$x_{ijk} + x_{i(j+1)k} + x_{i(j+2)k} \leq 1 \quad \forall i, j / 30 \quad k \in O \quad (5)$$

$$x_{ijk} + x_{i(j+1)k} + x_{i(j+2)k} + x_{i(j+3)k} \leq 1 \quad \forall i, j / 29,30 \quad k \in U \quad (6)$$

$$\sum_{j=4}^{17} \sum_{k=1}^t x_{ijk} * S_k \leq 90 \quad \forall i \quad (7)$$

$$\sum_{j=18}^{31} \sum_{k=1}^t x_{ijk} * S_k \leq 90 \quad \forall i \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t x_{ijk} * S_k \leq C \quad (9)$$

$$x_{ijk} \in \{0,1\} \quad i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, m \quad k = 1, \dots, t.$$

$$h_{ij} \in \{0,1\} \quad i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, m.$$

$$C \geq 0$$

(1) numaralı denklem matematiksel modelde herhangi bir şoföre atanan en yüksek sürüş süresinin minimizasyonunu amaçlamaktadır. (2) numaralı denklem herhangi bir gündeki herhangi bir rotanın personel

ihtiyacını karşılayan talep kısıtını ifade etmektedir. (3) numaralı denklem herhangi bir personelin aynı gün en fazla bir rotaya atanabileceğini gösteren kısıttır. (4) numaralı denklem haftada bir gün izin yapılması gerektiğini ifade etmektedir. (5) numaralı denklem orta ringe atanan şoförlerin sonraki iki gün başka bir rotaya atanmamasını sağlamaktadır. (6) numaralı denklem uzun ringe atanan şoförlerin sonraki üç gün başka bir rotaya atanmamasını sağlamaktadır. (7) numaralı denklem ocak ayının ilk pazartesi gününden başlayarak, iki haftalık süre boyunca sürüş süresinin doksan saati aşamayacağını ifade etmektedir. (8) numaralı denklem ocak ayı içindeki üçüncü ve dördüncü haftalar boyunca sürüş süresinin doksan saati aşamayacağını ifade etmektedir. (9) numaralı denklem sürüş sürelerini dengeleyen kısıtı belirtmektedir.

#### 4.2. Matematiksel modelin sonuçları

Ele alınan problem personel ve rota sayısı itibarıyla büyük çaplı bir problemdir. 144151 adet karar değişkeninden ve 113461 sayıda kısıttan oluşan model IBM Ilog Cplex Optimization Studio programı ile çözülmüştür. Modelin çözümü, "Intel (R) Core (TM) i5-10300H CPU @ 2.50 GHz" işlemcili, 16 GB bellek ve Windows 10 işletim sistemine sahip bilgisayarda yapılmıştır. Problem 3600 s. zaman sınırı ile çalıştırılmış ve bu zaman sınırına göre elde edilen en iyi sonuçlar verilmiştir. Aylık sürüş sürelerini dengelemeyi amaçlayan çözümde, 126 şoförün 90-95 saat aralığında aylık sürüş yaptığı, kalan 24 şoförün 82,5-89,5 saatler arası toplam sürüş yaptığı Tablo 7'de görülmektedir. Bu seviyede büyük bir problemde oluşan bu farklar makul kabul edilebilir. Sürüş yapmasa dahi yolculuk boyunca araçta yaptığı istirahatler çalışma süresinden kabul edilmektedir. Bundan dolayı aylık sürüş sürelerine ana depoya dönüşüne kadar geçen yük indirme bindirme süreleri de eklendiğinde toplam çalışma süresi elde edilmektedir.

Şoförlerin atandıkları toplam seferlere bakıldığında; 86'sının 7 sefere, 38'inin 6 sefere ve 19'unun 8 sefere atandıkları, kalan 7 şoförün ise 5'er ve 9'ar adet sefer yaptığı Tablo 8'de görülmektedir. Atama tablosu incelendiğinde 5 sefer yapan şoförlerin ağırlıklı olarak uzun rotalara, 9 sefer yapan şoförlerin ise çoğunlukla kısa rotalara atandıkları görülmektedir. Modelin atama tablosu EK 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 7.** Toplam sürüş sürelerinin şoför sayısı bazında dağılımı

<i>Toplam sürüş süresi (saat)</i>	<i>Şoför sayısı</i>	<i>Toplam sürüş süresi (saat)</i>	<i>Şoför sayısı</i>
82,5	2	90	8
83,5	1	90,5	6
85	1	91	7
86	2	91,5	12
86,5	4	92	12
87	2	92,5	8
87,5	3	93	11
88	1	93,5	8
88,5	4	94	12
89	1	94,5	15
89,5	3	95	27

**Tablo 8.** Sefer sayılarının şoför sayısı bazında dağılımı

<i>Sefer sayısı</i>	<i>Şoför sayısı</i>
5	4
6	38
7	86
8	19
9	3

Sonuçlar değerlendirildiğinde şoförlerin sürüş sürelerinin genellikle 90 saat ve üzerinde olduğu görülmektedir. Sürüş sürelerinin 90-95 aralığında değiştiği ve dengeli bir atama yapıldığı görülmektedir. Ayrıca sefer sayıları açısından da 6,7 ve 8 sefere atanan şoför sayılarının yoğun olduğu görülmektedir. Orta ve kısa uzunluktaki rotalara sefer sayılarının fazla olması iş yükü ve sefer sayısının dengeli dağılımını sağladığı düşünülmektedir. Rotaların belirlenmesinde ve bu rotalarda görev alacak şoför sayısı belirlenirken sürüş süreleri dikkate alınmıştır. Yöneticiler tecrübelerine göre değişken sürüş sürelerini de dikkate alıp rota sınıflandırmasını daha ayrıntılı yapabilir ve sınıf sayısını artırabilirler.

İlgili firmada uygulanmakta olan her rota için tek şoför çalıştırılması durumu, şoförlerin yasal sınırların dışına çıkarak trafik cezası almalarına ve trafik güvenliğini tehlikeye sokmalarına sebep olmaktadır. Rotalara göre yapılan şoför düzenlemesi, araçların varış yerine zamanında varmasını sağlayarak teslimatların gecikmesinin de önüne geçmektedir. Mevcut çalışma planlarında göz ardı edilebilen dengeli iş yükü ataması sağlanmıştır.

Matematiksel programlama, belirlenen kısıtlar altında tutarlı bir şekilde en uygun çözümü üretmektedir. Şirketlerin iş hedeflerindeki en yüksek verimlilik düzeylerine ulaşmasına yardımcı olur. Uygulama da kabul edilen ring sınıflandırması ve kısa-uzun rota durumu problemi daha karmaşık bir hale getirmiş ve sonucun optimal olmasını etkilemiştir. Rota ayrımı, katedilen mesafeye şoför ve araç sayısında yaşanan değişimden dolayı bu faktörlerin maliyet parametreleri ilave edilerek de yapılabilir. Böylelikle şirketin seferlerde personel ihtiyacının karşılanmasında maliyet etmeni de dikkate alınmış olacaktır.

## 5. Sonuç

Taşımacılık sektörünün önemi küreselleşmenin etkisiyle daha da artmıştır. Son yıllarda, üreticiler maliyetlerden tasarruf etmek amacıyla üretim tesislerini iş gücünün ucuz olduğu bölgelere kurmaktadır. Ürünün, üretilen noktadan tüketilecek olan noktaya zamanında hareket ettirilmesi, taşıma faaliyeti içindeki tüm unsurların koordineli bir şekilde planlanmasıyla mümkündür. Araç ve şoför planlamaları bu unsurların başında gelir.

Bu çalışmada bir lojistik firmasının bir aylık seferleri için kamyon şoförü çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Ocak ayı verilerinin kullanıldığı çalışmada, 26 gün sefer yapıp beş gün pazar gününe denk geldiği için ilgili günlerde sefer yapılmamıştır. 31 farklı aktarma merkezine sürekli değişebilen günlük sefer adetleri bazında kısa rotalara bir, uzun rotalara iki şoför görevlendirilerek, mevcut 150 şoför toplamda 1029 kez bu rotalara atanmıştır. Aktarmaların farklı illerde olması dolayısıyla oluşan rota uzunluk farkları sürüş sürelerini de direkt etkilemiştir. Ele alınan problemde aylık sürüş süreleri matematiksel model ile dengelenmiştir. Şoförlerin sürüş sürelerinin dengelenmesi çalışan memnuniyetini artıracaktır.

Sonraki çalışmalar sürüş sürelerinin dengelenmesine ek olarak, sefer sayıları, kısa-uzun rotalara atanma sayıları gibi değişkenleri de dengeleyecek amaçlar da dikkate alınabilir. Ayrıca çıkış noktası birden fazla olan daha karmaşık problemler için de çalışmalar yapılabilir.

## Araştırmacıların Katkısı

Bu çalışmada Ömer Şeker, verilerin toplanması, hedef programlama modelinin kurulması, modelin çözümü için kodlama yaparak yöntemin uygulanması, sonuçların yorumlanması ve makalenin oluşturulması; Hacı Mehmet Alakaş, problemin tanımlanması, hedef programlama modelinin kurulması, modelin çözümü için kodlama yaparak yöntemin uygulanması, sonuçların yorumlanması ve makalenin oluşturulması; Ahmet Cürebal, konu ve literatür araştırmasının yapılması, hedef programlama modelinin kurulması, modelin çözümü için kodlama yaparak yöntemin uygulanması; Tamer Eren, bilimsel yayın araştırmasının yeterliliğinin incelenmesi, yöntem ve uygulamanın incelenmesi ve genel makale incelemesi konularında katkı sağlamışlardır.

## Çıkar Çatışması

Bu makalenin yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

## Kaynakça

- Archetti, C., & Savelsbergh, M. (2009). The trip scheduling problem. *Transportation Science*, 43(4), 417-431. doi: <https://doi.org/10.1287/trsc.1090.0278>
- Bedir, N., Eren, T., & Dizdar, E. N. (2017). Ergonomik personel çizelgeleme ve perakende sektöründe bir uygulama. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(3), 657-674. doi: <https://doi.org/10.21923/jesd.331259>
- Benkebir, N., Le Poulighen, M., Trévien, J. F., Bounceur, A., Euler, R., Pardiac, E., & Sevaux, M. (2019). On a multi-trip vehicle routing problem with time windows integrating European and French driver regulations. *Journal on Vehicle Routing Algorithms*, 2(1), 55-74. doi: <https://doi.org/10.1007/s41604-019-00016-3>
- Bernhardt, A., Melo, T., Bousonville, T., & Kopfer, H. (2017). Truck driver scheduling with combined planning of rest periods, breaks and vehicle refueling (No. 14). *Schriftenreihe Logistik der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften der htw saar*.
- Bowden, Z. E., & Ragsdale, C. T. (2018). The truck driver scheduling problem with fatigue monitoring. *Decision Support Systems*, 110, 20-31. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2018.03.002>
- Cürebal, A., Koçtepe, S., & Eren, T. (2020). Tanıtım Festivalinde Personel Çizelgeleme Problemi: Bir Uygulama. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*, 6(3), 217-229. doi: <https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2020.03.05>
- Demirel, B., Yelek, A., Alağaç, H. M., & Eren, T. (2018). Ankaray güvenlik personelinin vardiya çizelgeleme probleminin hedef programlama yöntemi ile çözümü. *Demiryolu Mühendisliği*, (8), 1-17.
- Drexler, M., Rieck, J., Sigl, T., & Press, B. (2013). Simultaneous vehicle and crew routing and scheduling for partial-and full-load long-distance road transport. *Business Research*, 6(2), 242-264.
- Eren, T., Özder, E. H., Alakaş, H. M., & Özcan, E. (2019). Kısıt Programlama Yaklaşımıyla Güvenlik Personeli Çizelgeleme Probleminin Çözümü. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 4(2), 16-25.
- Eren, T., Özder, E. H., & Varlı, E. (2017). Hedef Programlama Yaklaşımı ile Temizlik Personeli Çizelgeleme Problemi İçin Bir Model Önerisi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2), 114-127. doi: <https://doi.org/10.31466/kfbd.342344>
- Erera, A., Karacık, B., & Savelsbergh, M. (2008). A dynamic driver management scheme for less-than-truckload carriers. *Computers & operations research*, 35(11), 3397-3411. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2007.01.019>
- Ernst, A. T., Jiang, H., Krishnamoorthy, M., & Sier, D. (2004). Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models. *European journal of operational research*, 153(1), 3-27. doi: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00095-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00095-X)
- Goel, A. (2009a). Scheduling Working Hours of Team Drivers in European Road Transport. doi: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1532148>
- Goel, A. (2009b). Truck Driver Scheduling and U.S. Hours of Service Regulations. doi: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1370345>
- Goel, A. (2010a). Truck driver scheduling in the European Union. *Transportation Science*, 44(4), 429-441. doi: <https://doi.org/10.1287/trsc.1100.0330>
- Goel, A. (2010b). Truck Driver Scheduling and Australian Heavy Vehicle Driver Fatigue Law. In *Proceedings of the 8th International Conference on the Practice and Theory of Automated Timetabling (PATAT2010)*, 201-210.
- Goel, A. (2012a). A mixed integer programming formulation and effective cuts for minimising schedule durations of Australian truck drivers. *Journal of Scheduling*, 15(6), 733-741. doi: <https://doi.org/10.1007/s10951-012-0282-0>

- Goel, A. (2012b). The Canadian minimum duration truck driver scheduling problem. *Computers & Operations Research*, 39(10), 2359-2367. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2011.12.016>
- Goel, A. (2012c). The minimum duration truck driver scheduling problem. *EURO Journal on Transportation and Logistics*, 1(4), 285-306. doi: <https://doi.org/10.1007/s13676-012-0014-9>
- Goel, A. (2014). Hours of service regulations in the United States and the 2013 rule change. *Transport Policy*, 33, 48-55. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.02.005>
- Goel, A., Archetti, C., & Savelsbergh, M. (2012). Truck driver scheduling in Australia. *Computers & Operations Research*, 39(5), 1122-1132. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2011.05.021>
- Goel, A., & Irnich, S. (2017). An exact method for vehicle routing and truck driver scheduling problems. *Transportation Science*, 51(2), 737-754. doi: <https://doi.org/10.1287/trsc.2016.0678>
- Goel, A., & Kok, L. (2009). Efficient truck driver scheduling in the United States. Working paper, University of Twente.
- Goel, A., & Kok, L. (2012a). Efficient scheduling of team truck drivers in the European Union. *Flexible services and manufacturing journal*, 24(1), 81-96. doi: <https://doi.org/10.1007/s10696-011-9086-3>
- Goel, A., & Kok, L. (2012b). Truck driver scheduling in the United States. *Transportation science*, 46(3), 317-326. doi: <https://doi.org/10.1287/trsc.1110.0382>
- Goel, A., & Rousseau, L. M. (2012). Truck driver scheduling in Canada. *Journal of Scheduling*, 15(6), 783-799. doi: <https://doi.org/10.1007/s10951-011-0249-6>
- Goel, A., & Vidal, T. (2014). Hours of service regulations in road freight transport: An optimization-based international assessment. *Transportation science*, 48(3), 391-412. doi: <https://doi.org/10.1287/trsc.2013.0477>
- Goel, A., Vidal, T., & Kok, A. L. (2020). To team up or not: single versus team driving in European road freight transport. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 1-35. doi: <https://doi.org/10.1007/s10696-020-09398-0>
- Knust, S., & Schumacher, E. (2011). Shift scheduling for tank trucks. *Omega*, 39(5), 513-521. doi: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2010.10.009>
- Koç, Ç., Bektaş, T., Jabali, O., & Laporte, G. (2016). A comparison of three idling options in long-haul truck scheduling. *Transportation Research Part B: Methodological*, 93, 631-647. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trb.2016.08.006>
- Koç, Ç., Jabali, O., & Laporte, G. (2017). Long-haul vehicle routing and scheduling with idling options. *Journal of the operational research society*, 1-13. doi: <https://doi.org/10.1057/s41274-017-0202-y>
- Koubâa, M., Dhoub, S., Dhoub, D., & El Mhamedi, A. (2016). Truck driver scheduling problem: literature review. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 1950-1955. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.916>
- Mayerle, S. F., Chiroli, D. M. D. G., de Figueiredo, J. N., & Rodrigues, H. F. (2020). The long-haul full-load vehicle routing and truck driver scheduling problem with intermediate stops: An economic impact evaluation of Brazilian policy. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 140, 36-51. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.07.021>
- Oughalime, A., Ismail, W. R., Liong, C. Y., & Ayob, M. (2009). Vehicle and driver scheduling modelling: A case study in UKM. In *2009 2nd Conference on Data Mining and Optimization, IEEE*, 53-59. doi: <https://doi.org/10.1109/DMO.2009.5341911>
- Rancourt, M. E., Cordeau, J. F., & Laporte, G. (2013). Long-haul vehicle routing and scheduling with working hour rules. *Transportation Science*, 47(1), 81-107. doi: <https://doi.org/10.1287/trsc.1120.0417>
- Rancourt, M. E., & Paquette, J. (2014). Multicriteria Optimization of A Long-Haul Routing and Scheduling Problem. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 21(5-6), 239-255. doi: <https://doi.org/10.1002/mcda.1516>
- Sartori, C., Smet, P., & Vanden Berghe, G. (2021). Scheduling hours of service for truck drivers with interdependent routes. *Scheduling hours of service for truck drivers with interdependent routes*.

Tilk, C., & Goel, A. (2020). Bidirectional labeling for solving vehicle routing and truck driver scheduling problems. *European Journal of Operational Research*, 283(1), 108-124. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.10.038>

Tokay, S. H., Deran, A., & Arslan, S. (2011). Lojistik maliyet yönetiminde izlenebilecek stratejiler ve muhasebe eğitiminden beklentiler. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 29, 225-244.

Varlı, E., Alağaç, H. M., Eren, T., & Özder, E. H. (2017). Goal Programming Solution of the Examiner Assignment Problem. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 1(2), 105-118.

Varlı, E., & Eren, T. (2017). Hemşire çizelgeleme problemi ve hastanede bir uygulama. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1), 34-40.

Vital, F., & Ioannou, P. (2019). Long-haul truck scheduling with driving hours and parking availability constraints. In *2019 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, IEEE, 620-625. doi: <https://doi.org/10.1109/IVS.2019.8814011>

Wen, M., Krapper, E., Larsen, J., & Stidsen, T. K. (2011). A multilevel variable neighborhood search heuristic for a practical vehicle routing and driver scheduling problem. *Networks*, 58(4), 311-322. doi: <https://doi.org/10.1002/net.20470>



## EK 1: Her bir şoföre ilgili günlerde atanan sefer numaraları

Şoför No	GÜN																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1		28			22			5				22							13			12				7			5		
2							12				8			12						22			21				7			5	
3		4				12						31									15				27			28			
4					17						31					8				5			22				15				
5				3			8					21			24			4			18				1			7			
6		19			31				5				28							15							6				
7					8			22			19			27						7			31				19				
8		18					22							20									29				19			20	
9		28			13			9					17						27			17					1			7	
10			27					1					31							4				18			27			27	
11		9			16			10						18						17				1				24			
12			17					13					19			19												13		10	
13				5					10			17						5				27				5			17		
14				14				9						22							15					27			24		
15						27			8			19				5						18				8			27		
16						14						10			30				29				4			30			5		
17		30	15			30							1						22			8				17					
18						13			28			18				14					22			14					30		
19				9			4				30			19				19			5					27			19		
20						5			15					17							13				12				8		
21					13				17				5			27					31					5			17		
22							28				17				13					22			9			19			14		
23					5			21					20			12					9			15			4			9	
24					12							1				24				27			5			4			21		
25		4				9						13				20				31				5			17			8	
26					4						29					28						5				17				29	
27			27			20							28						19			15				5			28		
28						29								24					31				8			15					
29			15			31					28			7					13			27				31					
30								1			12				8						22			26			14			30	
31			22			15						20								24			14				19				
32			5				1								15					19			19			21			5		
33			20			20								14							19			4			31			9	
34		12				7					4				21						9			31				15			
35			14			4						4								25				18			18				
36						24					31					30				8			9			12				19	
37				8			17					20									5			26				22		18	
38			28					15						10						4				3			28			2	
39					29				24				29									23				9			19		

GÜN																																	
Şoför No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
40					5					2			5				17				24			28			4						
41					19			14			19			5					4			21				1							
42		5			18				30					7					12				25							9			
43		17				25				17											29			31					30				
44				7			25					7			17						5			9				12					
45	20			8							13				29				5			22					15						
46					25							15								27			5			14				4			
47				15								5			18				30			5			9				31				
48				31					15				21						10			14					8			13			
49					31						5			15					5			2				17							
50				4			30					4							5			19			19				18				
51				28			31							25								29					30			12			
52		10			25							28									21			8		15				24			
53	5				27			20			8			8							28			28		21			22				
54	11											8								19			7		18				17				
55		9			9				28					12					9			25					4			19			
56					29					20					2				28			25							18				
57						19						15										22			10		18				5		
58					20			17								14								12				5			22		
59	8					14								9					31				11				17						
60		18			28							27			21					30			1			30			15				
61	18							28				2										18				12				5			
62	1				18							27			20								7			28			24				
63	8			22				4						20							28			4			8			8			
64				12								14				9					24			9			20			8			
65						1					21			8								8			14			14					
66		30			4			19						5						19			15						8				
67						8						7			28					4			27			8			12				
68	25				21			18				21									23			19					14				
69				31					12				4							7			5				4			5			
70	30			5			8						31								4			27		8			5				
71	17						14						9								22			11			5			28			
72					19			27				9			19							5			25				27				
73					30			17					5			17						25				4			13				
74	21	12				29							13			4						4			6								
75					31				22						22					8			27					28			17		
76					19							29								5			20			19			31				
77	29				21			9				22			9							18					1			6			
78		22				15									20						30			24			17				4		
79		20			20			6						30									31				11			27			
80					5					21				12								8					2				25		

GÜN

Şoför No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
81			14					22						5					29				1			10			21			
82	27		31					8						15						7						22			20			
83								13				9			22			18				27				29				15		
84		19		22				27						4				21			5					20			25			
85	6			22			5				4			17				8				30							9			
86		4				8						14				22				27				28					17			
87	27			28					18					30				24			4					12						
88				5				20					8			13				8				17			20			27		
89	13			3					6				12								25						5			28		
90			5				19						4			15						28					18					
91						22			5			8										12				31				29		
92			17						4			19			4						9				20				17			
93	9			21				18					5			15						14				1						
94				12							18												12			19			20			
95	20			9					8				15									5				20				17		
96			25					20				22						17				5			13			12				
97			24						13				29							5			21			24			31			
98			25					18					22			22							28			18				7		
99	29						30						28			9						14				5			18			
100						17					27			13				12					13				28			14		
101			30								5				11			28				13			18				12			
102	1			12											25					9			17			21			19			
103				8			5					24			9							23			30			12				
104	5		20				9				5			31				5				9					5			22		
105			9				28						20			18						12				24			30			
106		8				30					9			20				15					20		4			5				
107	24			11				20															22			25				4		
108	28		20				21							15												20			22			
109		6											30					18					4		12				5			
110		14				19								11								17				22			4			
111							11				19				12								20			22			5			
112		8					5					12										12			22				19			
113		13			4			2						9							28			12				12				
114		19		28				28			7			18							21			9			13			27		
115								15					1						20			29				20			20			
116	15						5				8			27									19			24				9		
117					5				19			15				12								21					17			
118							22				27				5				20				17			5			31			
119							5				18				4				12					15				30				
120	17					22			22			4									5								30			
121	25						7						31												5			17				
122			19					7				4			4														17			

GÜN

Şoför No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
123				19				29							5			9			19						21			15	
124		4			18											8			28			20					20			18	
125						28			9			31						29				6			9			22			
126				4				19							19			15				21			5			25			
127					24			8				18							31				8					14			
128	22			4			4					27			30					29						29				21	
129		5				14					24				19						8				28			9			
130							24				9			29					22			30					5			23	
131	12				9						28			22						29					9			18			
132					18						20				28			14				28					17				
133	19				17				14				9									3			8			4			
134							31					17				4			9			5			5			28			
135						12							30			27			25				13				22			14	
136	5								17										17				17				27			28	
137	15										12					19						31						31			
138	7	5			15							5			25							22						25			
139				5				30				12				10						19			25				13		
140					5									14							6			15				17			
141	5				11								17									9					19			23	
142		18				4					22			8				1			4					1					
143				21			12						24					14				22				22			4		
144		24							12					25							31				7			10			
145					28			29				27			28							28				4			31		
146		7			31							30			12						17				27			9			
147	2			17					5					5				16			10						9			5	
148		21			10			4				1						27			30			14				8			
149	22					5			5					4						19			9				9			12	
150		12				9							22					1				8			14				22		