



**T.C.  
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ROTA TERCİHLERİ VE ERGONOMİK FAKTÖRLERİ  
DİKKATE ALAN ŞOFÖR ÇİZELGELEME PROBLEMİ İÇİN  
MODEL ÖNERİLERİ**

**ÖMER ŞEKER  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN  
Doç. Dr. Hacı Mehmet ALAKAŞ**

**KIRIKKALE-2023**

Ömer ŞEKER tarafından hazırlanan “ROTA TERCİHLERİ VE ERGONOMİK FAKTÖRLERİ DİKKATE ALAN ŞOFÖR ÇİZELGELEME PROBLEMİ İÇİN MODEL ÖNERİLERİ” adlı tez çalışması, aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir

Danışman: Doç. Dr. Hacı Mehmet ALAKAŞ

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kırıkkale Üniversitesi İmza.....

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Prof. Dr. Tamer EREN

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kırıkkale Üniversitesi İmza.....

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Emir Hüseyin ÖZDER

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara Bilim Üniversitesi İmza.....

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 10/02/2023

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Recep ÇALIN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Aileme,



## ETİK BEYANI

Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ömer ŞEKER

10.02.2023

## ÖZET

### ROTA TERCİHLERİ VE ERGONOMİK FAKTÖRLERİ DİKKATE ALAN ŞOFÖR ÇİZELGELEME PROBLEMİ İÇİN MODEL ÖNERİLERİ

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Hacı Mehmet ALAKAŞ

Şubat 2023, 71 sayfa

Zamanında teslimat uygulamalarıyla birleşen e-ticaret faaliyetlerinin büyümesi lojistik sektörünün hem iş hacmini arttırmış hem de teslimat sürelerinde rekabetçi olmaya itmiştir. Gelen siparişlerin stoklardan temin edilmesi ve kargo veya lojistik firmalarına teslimi bile bazı ürün gruplarında birkaç günü bulabilmektedir. Bu sebeple sevkiyata hazırlanmış bir ürünün kaybedecek vakti kalmamıştır. Lojistik süreçlerin en maliyetli kalemi taşıma fonksiyonudur ve bu işlemin yerine getirilmesi için en temelde bir taşıma aracına ve sürücüye ihtiyaç vardır. Otonom sürüş teknolojisinin gelişmekte olduğu bir dönemin yaşanmasının yanında dünya çapında bir şoför krizi de söz konusudur. Özellikle uluslararası taşımacılık kapsamında gümrüklerde oluşan kilometrelerce araç kuyrukları ve çalışma saatlerinin zorluğu şoförler için meslekten kaçışa sebebiyet vermektedir. Türkiye’de 2023 yılında sürücü pozisyonlarının %18’inin boş kalacağı beklenmektedir.

Bu tezde, durmaksızın devam etmesi gereken taşımacılık faaliyetinin önemli unsurlarından biri olan kamyon şoförlerinin çizelgelenmesi incelenmiştir. Uluslararası taşımacılık da yapan bir lojistik firmasının yurt içi karayolu yük taşımacılığı kapsamındaki sevkiyat operasyonlarında çalışan 141 kamyon şoförünün bir aylık planlama ufku için çizelgeleme probleme ele alınmıştır. Çıkış noktası İstanbul olan ve haftada altı gün 31 farklı rotaya sevkiyat gerçekleştirebilen firmada dengeli iş yükü dağılımının sağlanması amacıyla temel şoför çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Matematiksel programlamayla kurulan modele şoför tercihleri hedef olarak eklenmiş ve ilk amaca ek olarak bu tercihlerinde dikkate alındığı ikinci problem için yine bir aylık çalışma çizelgesi oluşturulmuştur. Üçüncü problemde ise, tüm rotaların trafik yoğunluğu, termal konfor, aydınlatma ve monotonluk ergonomik faktörlerine göre değerleri hesaplanmış ve ikinci problem modeline hedef olarak eklenmiştir. Problem çözümleri hedef programlama ile yapılmış ve dengeli iş yükleri ergonomik koşullar da dikkate alınarak elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kamyon şoförü çizelgeleme, Hedef programlama, Lojistik, Karayolu taşımacılığı, Ergonomi

## ABSTRACT

### MODEL SUGGESTIONS FOR DRIVER SCHEDULING PROBLEM CONSIDERING ROUTE PREFERENCES AND ERGONOMIC FACTORS

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering, Master Science Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hacı Mehmet ALAKAŞ

February 2023, 71 pages

The growth of e-commerce activities combined with on-time delivery practices has increased the business volume of the logistics industry and pushed it to be competitive in delivery times. For some product categories, obtaining incoming orders from inventories and delivering them to shipping or logistics providers may take a few days. A product ready for shipment cannot afford to waste time in this regard. The transport procedure is the most expensive part of logistics operations, and a transport vehicle and driver are required to complete this operation. There is a global driver issue occurring at the same time as autonomous driving technology is growing. Especially within the scope of international transportation, kilometers of vehicle queues at customs and the difficulty of working hours cause drivers to escape from their profession. In Turkey, 18% of driving posts are anticipated to remain vacant in 2023.

This thesis examines truck drivers, one of the critical elements of transportation activity, which must continue without interruption. The scheduling problem for 141 truck drivers engaged in shipping operations within the domestic road freight transportation of a logistics organization that also handles international transportation is dealt with over a one-month planning horizon. First, the basic driver scheduling problem is discussed to ensure a balanced workload distribution in the company, whose starting point is Istanbul. It can ship to 31 different routes six days a week. Then, the model developed through mathematical programming was expanded to include driver preferences. In addition to the first goal, a monthly work plan was created for the second problem, which was considered in these preferences. In the third problem, the values of all routes were determined based on the environmental variables of traffic density, thermal comfort, illumination, and monotony and added to the second problem model as a goal. Finally, goal programming was used to solve problems, and the outcomes were satisfying.

**Keywords:** Truck driver scheduling, Goal programming, Logistics, Road transportation, Ergonomics

## TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması sürecinde her türlü desteği veren, yardım ve yönlendirmeyi yapan, değerli danışman hocam Doç. Dr. Hacı Mehmet ALAKAŞ ve kıymetli hocam Prof. Dr. Tamer EREN'e; bu yorucu süreçte beni sürekli motive eden değerli hocalarım Doç. Dr. Evrencan ÖZCAN ve Dr. Öğr. Üyesi Mehmet PINARBAŞI'ya ve yardımlarından dolayı sevgili arkadaşım Ahmet CÜREBAL'a gönülden teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemde büyük fedakarlıkları bulunan annem Fatma ŞEKER ve babam Temel Tevfik ŞEKER'e, yüksek lisansın tüm aşamalarında bana sabırla katlanan sevgili eşim Zeynep ŞEKER ve baldan tatlı oğlum Hamza ŞEKER'e çok teşekkür ederim.



# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

|                                                                                               |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>ÖZET.....</b>                                                                              | <b>iv</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                                         | <b>v</b>   |
| <b>TEŞEKKÜR .....</b>                                                                         | <b>vi</b>  |
| <b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ .....</b>                                                               | <b>vii</b> |
| <b>ÇİZELGELER DİZİNİ .....</b>                                                                | <b>ix</b>  |
| <b>ŞEKİLLER DİZİNİ .....</b>                                                                  | <b>x</b>   |
| <b>KISALTMALAR DİZİNİ .....</b>                                                               | <b>xi</b>  |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>                                                                          | <b>1</b>   |
| <b>2. ŞOFÖR ÇİZELGELEME.....</b>                                                              | <b>3</b>   |
| <b>3. HEDEF PROGRAMLAMA .....</b>                                                             | <b>6</b>   |
| 3.1. Hedef Programlama Modelinin Yapısı .....                                                 | 7          |
| 3.2. Hedef Programlamanın Matematiksel Yapısı .....                                           | 7          |
| 3.3. Hedef Programlama Çözüm Yaklaşımları .....                                               | 8          |
| 3.3.1 Önceliklendirme Yöntemi .....                                                           | 8          |
| 3.3.2 Ağırlıklandırma Yöntemi .....                                                           | 9          |
| <b>4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI .....</b>                                                         | <b>10</b>  |
| <b>5. BİR LOJİSTİK FİRMASINDA ŞOFÖR ÇİZELGELEME.....</b>                                      | <b>21</b>  |
| 5.1. Temel Şoför Çizelgeleme Problemi .....                                                   | 22         |
| 5.1.1 Problem Tanımı.....                                                                     | 22         |
| 5.1.2 Problem Verileri.....                                                                   | 24         |
| 5.1.3 Problem Varsayımları .....                                                              | 26         |
| 5.1.4 Temel Şoför Çizelgeleme Modelinin Kurulması .....                                       | 28         |
| 5.1.5 Temel Şoför Çizelgeleme Modelinin Sonuçları.....                                        | 30         |
| 5.2. Şoför Tercihlerinin Dikkate Alındığı Çizelgeleme Problemi .....                          | 32         |
| 5.2.1 Problem Tanımı ve Verileri .....                                                        | 32         |
| 5.2.2 Şoför Tercihlerinin Dikkate Alındığı Çizelgeleme Modelinin Kurulması .....              | 33         |
| 5.2.3 Şoför Tercihlerinin Dikkate Alındığı Çizelgeleme Modelinin Sonuçları .....              | 33         |
| 5.3. Ergonomik Faktörlerin ve Şoför Tercihlerinin Dikkate Alındığı Çizelgeleme Problemi ..... | 36         |



|           |                                                                                                     |           |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.3.1     | Problem Tanımı ve Verileri .....                                                                    | 36        |
| 5.3.2     | Termal Konfor.....                                                                                  | 37        |
| 5.3.3     | Aydınlatma.....                                                                                     | 37        |
| 5.3.4     | Monotonluk.....                                                                                     | 38        |
| 5.3.5     | Trafik Yoğunluğu.....                                                                               | 39        |
| 5.3.6     | Ergonomik Faktörlerin ve Şoför Tercihlerinin Dikkate Alındığı Çizelgeleme Modelinin Kurulması.....  | 42        |
| 5.3.7     | Ergonomik Faktörlerin ve Şoför Tercihlerinin Dikkate Alındığı Çizelgeleme Modelinin Sonuçları ..... | 45        |
| 5.4.      | Yöneticilere Öneriler.....                                                                          | 48        |
| <b>6.</b> | <b>SONUÇ .....</b>                                                                                  | <b>49</b> |
|           | <b>KAYNAKLAR .....</b>                                                                              | <b>52</b> |
|           | <b>EKLER.....</b>                                                                                   | <b>59</b> |
|           | <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>                                                                                | <b>71</b> |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 4.1. Veritabanları bazında arama sonuçları.....                         | 10 |
| Çizelge 4.2. Literatürde ele alınan problemler .....                            | 17 |
| Çizelge 4.3. Literatürde kullanılan yöntemler.....                              | 19 |
| Çizelge 5.1. Rota uzunlukları ve ring süreleri.....                             | 25 |
| Çizelge 5.2. 2021 yılı ocak ayı İstanbul çıkışlı günlük sevkiyat sayıları ..... | 25 |
| Çizelge 5.3. Kısa ve uzun rotalar .....                                         | 28 |
| Çizelge 5.4. Ring sınıflandırması.....                                          | 28 |
| Çizelge 5.5. Toplam sürüş sürelerinin şoför sayısı bazında dağılımı .....       | 31 |
| Çizelge 5.6. Sevkiyat sayılarının şoför sayısı bazında dağılımı.....            | 31 |
| Çizelge 5.7. Toplam sürüş sürelerinin şoför sayısı bazında dağılımı .....       | 34 |
| Çizelge 5.8. Sevkiyat sayılarının şoför sayısı bazında dağılımı.....            | 35 |
| Çizelge 5.9. 56 numaralı şoförün atama sonuçları .....                          | 35 |
| Çizelge 5.10. Çevresel ergonomik faktörlerin rota bazında değerleri .....       | 40 |
| Çizelge 5.11. Ergonomik faktör sapmalarının minimizasyon sonuçları .....        | 45 |
| Çizelge 5.12. Sevkiyat sayılarının şoför sayısı bazında dağılımı.....           | 46 |
| Çizelge 5.13. Şoför tercihlerinin sapma verileri .....                          | 47 |
| Çizelge 5.14. 1 ve 141 numaralı şoförlerin tercih/atanma ilişkisi.....          | 47 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### ŞEKİL

### Sayfa

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 5.1. Uygulama akış şeması .....                                        | 22 |
| Şekil 5.2. Sevk ve teslimat noktaları haritası .....                         | 23 |
| Şekil 5.3. Birinci ve ikinci problemin iş yükü dağılımı karşılaştırması..... | 34 |
| Şekil 5.4. Çanakkale rotasının zaman pencereli yapısı.....                   | 38 |
| Şekil 5.5. 2021 yılı devlet yolları hacim haritası .....                     | 40 |
| Şekil 5.6. Antalya rotasının zaman pencereli yapısı .....                    | 41 |
| Şekil 5.7. Tekirdağ rotasının zaman pencereli yapısı .....                   | 42 |
| Şekil 5.8. Trabzon rotasının zaman pencereli yapısı.....                     | 42 |

## KISALTMALAR DİZİNİ

|      |                                    |
|------|------------------------------------|
| AB   | Avrupa Birliği                     |
| ABD  | Amerika Birleşik Devletleri        |
| EEG  | Elektroensefalografi               |
| EKG  | Elektrokardiyografi                |
| HP   | Hedef Programlama                  |
| MPEG | The Moving Picture Experts Group   |
| TDSP | Kamyon Şoförü Çizelgeleme Problemi |

# 1. GİRİŞ

Lojistik fonksiyonlar, tedarik zincirinin en temel unsurlarından biridir. Taşıma, depolama ve stok yönetimi gibi birçok faaliyeti içerir. Bu faaliyetler arasında taşıma en maliyetli faaliyettir (Tokay, Deran ve Arslan, 2011). Tedarik zincirindeki aktörler arasındaki mal hareketi genelde lojistik hizmet sağlayıcılar olarak ifade edilen işletmeler tarafından sağlanır.

Türkiye'nin yurt içi taşımacılığında şehirler arası taşımalar genellikle tır, kamyon gibi araçlarla yapılırken, şehir içi taşımalar daha küçük araçlarla yapılmaktadır. Kamyon, ağırlığı 3,5 tonun üzerinde olan ve yük taşımacılığında kullanılan motorlu aracı ifade etmektedir. Karayolu yük taşımacılığı Türkiye ekonomisi için hayati derecede önemlidir ve yükleri müşteriden müşteriye veya müşteriden tüketiciye taşıyarak temel bir hizmet sağlar. Taşımacılık durmaksızın devam etmesi gereken bir faaliyet olduğu için bu faaliyette her unsurun ayrı bir önemi vardır. Bu unsurlar; sürücüler, araçlar, araç yükleme ve boşaltma ekipmanları ve yükleme ve boşaltma personeli gibi planlanması gereken etkenlerden oluşur. Taşımacılık faaliyetinin devamı için iş emirleri doğrultusunda mevcut personelin planlanması önemli bir durumdur.

Karayolları Trafik Yönetmeliği'nin (2018), yük taşımacılığı yapan kamyon şoförleri ve yolcu taşımacılığı yapan kapasitesi dokuz kişiyi aşan araç şoförleri için, 6. kısım 3. bölümünde “Araç Kullanma Sürelerine Uyuma Mecburiyeti ve Denetleme Esasları” belirlenmiştir. Karayolu yük taşımacılığında şoför çizelgeleme, havayolu mürettebatının, demiryolu taşımacılığındaki sürücünün veya toplu taşıma sürücülerinin çizelgelemesinden farklıdır çünkü genellikle mola ve dinlenme süreleri için ulaşım hizmetlerini kesintiye uğratmak mümkündür. Ayrıca, karayolu yük taşımacılığındaki zaman kısıtlamaları genellikle katı değildir ve kalkış ve varış saatleri bir dereceye kadar serbest bir şekilde programlanabilir (Goel, 2009a). Şehirler arası yapılan taşıma faaliyetinde görevlendirilecek şoförlerin aylık sürüş sürelerinin dengelenmesi, yönetmelikte belirtilen dinlenme sürelerine ek olarak rota uzunluklarına göre adil bir dağılım yapılması, hatta şoför tercihlerinin dikkate alınması önemlidir.

Bu problemleri çözerken adil paylaşım temel ilke olarak kabul edilmektedir (Eren, Özder ve Varlı, 2017).

Bu tezde, şehirler arası taşımacılık hizmeti yürüten bir lojistik firmasında çalışan kamyon şoförleri için atama ve çizelgeleme planı sunulmuştur. İstanbul ana sevkiyat noktasından 31 farklı noktada bulunan aktarma merkezlerine pazar günleri hariç haftanın 6 günü sevkiyat yapan bu firmada, 60 km/s ortalama hız kabulü ve yönetmeliğin öngördüğü sürüş ve dinlenme kısıtları dikkate alınarak rotaların gidiş-dönüş (ring) süreleri hesaplanmıştır. Araçların çıkış noktasına varıncaya kadarki operasyon tamamlanma zamanına göre günlük, kısa, orta ve uzun ring sınıflandırması yapılmıştır ve bu sınıflandırma çalışma düzeni açısından son derece önemlidir. Rota uzunluğuna göre tek veya çift şoför çalıştırılması planlanmıştır. Çift şoför, tek bir şoföre göre dinlenme süresine ihtiyaç duymadan önemli ölçüde daha uzun süre araç kullanabilir. Bu nedenle ekip sürüşü özellikle acil yükler için veya hırsızlığı önlemek amacıyla değeri yüksek yük için güvenlik nedenleriyle tercih edilmektedir. 2021 yılı ocak ayı gerçek sevkiyat verileri kullanılarak; dengeli iş yükü atanması, şoför rota tercihlerine dikkat edilmesi ve çevresel ergonomik faktörlere maruziyetin dengelenmesi hedefleri doğrultusunda birer aylık üç farklı şoför çizelgeleme takvimi oluşturulmuştur.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde şoför çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Üçüncü bölümde, hedef programlama yöntemi anlatılmıştır. Dördüncü bölümde kamyon şoförü çizelgelemeyle alakalı literatürde yapılan çalışmalara değinilmiştir. Beşinci bölümde bir lojistik firmasında yapılan uygulama ele alınmıştır ve son bölümde sonuçlar ve gelecek çalışmalara dair önerilerden bahsedilmiştir.

## 2. ŞOFÖR ÇİZELGELEME

Şoför çizelgeleme, belirli güzergahlar boyunca uğraması gereken noktalara uğrama esasına dayanan araç rotalamanın bir alt problemidir. Bu güzergâh ve noktalar sevkiyat süresinin oluşmasını sağlar. Sevkiyatların yoğun olduğu zamanlarda, hangi şoförün, hangi gün, hangi araç ile hangi rotaya atanacağını planını yapmak ve sürdürülebilir bir programa dahil etmek son derece önemlidir. Buna ek olarak personel çizelgeleme, iş gereksinimlerini ve çalışanların tercihlerini, düzenlemelere ve sözleşmelere tam bir uyumla karşılayabilecek bir takvimin oluşturulmasını ifade eder (Ernst, Jiang, Krishnamoorthy ve Sier, 2004).

Uzun yol şoförleri için araç yükleme ve boşaltma faaliyetleri çalışma sürelerinden sayılır ve günlük sürüş ve çalışma süresi toplamı 13 saati geçemez. Ele aldığımız örnekte şoförler sadece kamyonu sürmek üzere vazifelidir. Şoförlerin sürüş sürelerini kesintiye uğratan, yemek ve ihtiyaç molası, yakıt molası gibi durumlar yasal dinlenme zamanlarıyla birleştirilebilmektedir.

Sürücülerin sürüş ve çalışma saatlerinin programlanmasında düzenleyici kısıtlamaların ihmal edilmesi, programlanmamış gerekli mola ve dinlenme süreleri nedeniyle ihlallere ve/veya varış sürelerinin gecikmesine neden olabilmektedir. Sürücülerin yaptığı ihmallerden ilgili işletmeler de sorumlu tutulabilmektedir (Goel, 2009a). Avrupa Karayolu Güvenliği Gözlemevi'nin (2018) bir raporuna göre, tüm karayolu kazalarının %10 ile %20'sinin nedeni öncelikle sürücü yorgunluğudur.

Şoförleri etkileyen bir diğer hususta strestir. İş stresi, hem fizyolojik (Steptoe ve Kivimäki, 2012) hem de ruh sağlığı (Aronsson vd., 2017; Harvey vd., 2017) üzerindeki olumsuz etkilerle ilişkilidir. Profesyonel sürücülükte iş stresinin yaygın olduğu bildirilmiştir (Carrère vd., 1991; Orris vd., 1997; De Croon vd., 2004; Tse vd., 2006).

Profesyonel sürücüler arasında bildirilen iş stresleri arasında zaman baskısı, olumsuz sürüş koşulları ve trafik yer alır (Tse vd., 2006; Shattell vd., 2010; Crizzle vd., 2017; Filtress vd., 2019; Hege vd., 2019). Toplu taşımaya özgü, aynı rotayı tekrar tekrar

kullanmak zorunda kalmanın ve yolcularla yaşanan zorlukların strese neden olduğu bildirilmiştir (Tse vd., 2006; Chen ve Cunradi, 2008; Crizzle vd., 2017; Filtness vd., 2019). Uzun mesafeli kamyon sürücüleri arasında sosyal izolasyon yaygın olarak bildirilen bir stres kaynağıdır (Crizzle vd., 2017). Uzun mesafeli kamyon sürücüleri arasında stresle ilişkili diğer faktörler arasında çok uzun sürüş nöbetleri ve düzensiz çalışma saatleri yer alır (Hege vd., 2019). Bu durumların haricinde olumsuz hava koşulları, kötü yol durumu veya titreşim faktörü, gündüz-gece sürüş farkı, uzun düzlüklerde sürüş, termal konfor gibi çevresel ergonomik faktörler de stres ve yorgunluğu artırıcı etkiye sahiptir.

Kamyon şoförü çizelgeleme probleminde, çalışmanın yapıldığı ülkeye ait servis saati düzenlemeleri en belirleyici faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü bu düzenlemelerin getirdiği sürüş ve dinlenme süreleri sevkiyatın bitiş zamanı ve ana sevk merkezine varış zamanı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ve dikkate alınmadığı takdirde oluşturulan rota planlarının ve sürücü çizelgelerinin gerçekte karşılığı yoktur (Goel, 2012c). Bu düzenlemeler yol ve sürüş güvenliğinin sağlanması için de son derece önemlidir. Türkiye’de bu düzenlemeler AB Servis Saati Düzenlemeleri ile 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 kullanma süresi sonunda, istirahate çekilmiyor 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.



### 3. HEDEF PROGRAMLAMA

Hedef programlama (HP), çok kriterli karar analizinin bir dalı olan çok amaçlı optimizasyonun bir alt dalıdır. Birden çok ve genellikle birbiriyle çelişen nesnel ölçütleri işleyebilen doğrusal programlamanın bir uzantısı olarak düşünülebilir. Bu ölçütlerin her birine, karşılanması gereken bir amaç veya hedef değer atanır. Bu hedef değerleri kümesinden istenmeyen sapmalar daha sonra bir amaç fonksiyonu kullanılarak azaltılır. Kullanılan HP varyantına bağlı olarak, öncelikli veya ağırlıklı bir toplam olabilir (Ignizio, 1985). HP temelde şu üç tür analizi gerçekleştirmek için kullanılır:

- 1) İstenen bir dizi hedefe ulaşmak için gerekli kaynakları belirlemek
- 2) Mevcut kaynaklarla hedeflere ulaşma derecesini belirlemek
- 3) Farklı miktarda kaynak ve hedeflerin öncelikleri altında en tatmin edici çözümü sağlamak

Hedef programlama Charnes, Cooper ve Ferguson (1955) tarafından ortaya atılmıştır ve HP, karar vericinin hedef seviyeleri ve öncelikler aracılığıyla çevresel, organizasyonel ve yönetsel hususları modele dahil etmesine izin verir. Sapmaların minimize edilmesi tüm hedefler için amaçlanmaktadır (Tamiz ve Jones, 1997). HP de, doğrusal programlamada olduğu gibi doğrudan amaç kriterini en üst düzeye çıkarmaya veya en aza indirmeye çalışmak yerine, hedefler arasındaki sapmalar ve verilen kısıtlamalar kümesi içinde elde edilebilecekler en aza indirilir. Doğrusal programlamanın simpleks algoritmasında bu tür sapmalara gevşek değişkenler denir. Bu değişkenler, HP de yeni bir önem kazanır. Sapma değişkeni, her bir alt amaç veya hedeften hem olumlu hem de olumsuz sapmalar olmak üzere iki boyutta temsil edilir. Hedef programlamanın amacı, tüm kısıtları sağlayan ve mümkün olduğu kadar tüm hedeflere ulaşan bir çözüm bulmaktır.

HP modelleri, çeşitli sorunları çözmek için yöneticilere yardımcı olur. Farklı uygulama alanlarından kaynaklanan pek çok olası kriter vardır. En yaygın olarak

ortaya çıkanlardan bazıları, kâr, maliyet, mesafe, zaman, sistem performansı, kuruluş stratejisi, kişisel tercihler, güvenlik hususlarıdır.

### 3.1. Hedef Programlama Modelinin Yapısı

Hedef programlama üç temel faktörden oluşur. Bu faktörler aşağıda ifade edilmiştir:

- Amaç fonksiyonu,
- Kısıt fonksiyonları,
- Negatif olmama koşulu.

Hedef programlama modelinin genel yapısı aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Girginer ve Kaygısız, 2009; Tütek vd., 2016; Öztürk, 2021):

1. Amaçlar, karar vericinin mevcut problemin çözümüne yönelik olarak arzu ettikleri sonuçlar olarak tanımlanabilir.
2. Hedefler, amaçların sayısal olarak belirli bir değer aldığı bir model olarak ifade edilebilir.
3. Karar değişkenleri, karar vericinin probleme dahil ettiği ve belirlemeye çalıştığı bilinmeyenler şeklinde tarif edilebilir.
4. Sapma değişkenleri, konulan hedeflerin miktar olarak üstünde veya altında olması durumunu ifade eden değişkenlerdir. Negatif ve pozitif olmak üzere iki sapma değişkeni vardır.
5. Sistem kısıtları, sert kısıtlar olarak ifade edilen ve sapmaya müsaade etmeyen kısıtlardır.
6. Hedef Kısıtları, sistem kısıtlarına göre esnek olan ve karar vericilerin problemi çözmek için gerekli olduğunu düşündükleri kısıtlar olarak ifade edilebilir.
7. Amaç fonksiyonu, kısıtların hedeflerden sapma miktarlarını minimize etmeye çalışan tüm kısıtlar kümesinin çözüm alanını ifade eder.

### 3.2. Hedef Programlamanın Matematiksel Yapısı

Hedef programlama Charnes ve Cooper (1977) tarafından matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir:

$$\text{Min}Z = \sum_{i=1}^m (d_i^+ + d_i^-) \quad i = 1, \dots, m \quad (3.1)$$

$$\sum_{j=1}^n k_{ij}x_j - d_i^+ + d_i^- = l_i \quad i = 1, \dots, m \quad (3.2)$$

$$d_i^+ * d_i^- = 0 \quad i = 1, \dots, m \quad (3.3)$$

$$x_j, d_i^+, d_i^- \geq 0 \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (3.4)$$

### Değişkenler

$x_j$ :  $j$ . karar değişkeni

$k_{ij}$ :  $i$ . hedefin  $j$ . karar değişkeni katsayısı

$l_i$ :  $i$ . hedef için ulaşılmak istenen değer

$d_i^+$ :  $i$ . hedefin pozitif sapma değişkeni

$d_i^-$ :  $i$ . hedefin negatif sapma değişkeni

### 3.3. Hedef Programlama Çözüm Yaklaşımları

HP temelde iki farklı çözüm yaklaşımına göre çalışır. Bu yaklaşımlar hedeflerin önceliklendirilmesi veya ağırlıklandırılması olarak tanımlanır.

#### 3.3.1 Önceliklendirme Yöntemi

Karar verici problemi ele alırken belirlemiş olduğu hedefler arasında bir önem sırası oluşturabilir. Bu önem sırası amaç fonksiyonunda hedefin gerçekleşme sırasıdır. En öncelikli hedef sağlandıktan sonra fonksiyon sıradaki hedefler için çalışmaya devam eder.

Önceliklendirme yöntemi için amaç fonksiyonu aşağıdaki şekilde gösterilir:

$$\text{Min}Z = P_1(d_1^-) + P_2(d_2^+) + P_3(d_3^+) + \dots + P_n(d_n^+) \quad (3.5)$$

Yukarıda amaç fonksiyonu olarak ifade edilen denklemde  $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$  önem derecelerini gösterir (Taha, 2007).  $P_1$  çarpımlı hedef en öncelikli amaçlanan hedefi,  $P_2$  çarpımlı hedef birinci hedeften sonra sağlanma önceliği olan hedefi ifade eder ve  $P_n$  'e kadar önem sırası bu şekilde devam eder (Tütek vd., 2016).

### 3.3.2 Ağırlıklandırma Yöntemi

Problemin genel yapısına bağlı olarak, bir hedef diğerlerinden çok fazla önemli olabilir. Bu yapıdaki problemlerde, hedeflerin öncelik sıralaması olmayacak, benzer önceliğe sahiptirler fakat ağırlıkları farklı olacaktır. Bu yöntemde öncelikleri ve ağırlıkları beraber kapsayan katsayılar amaç fonksiyonunda yer alır (Tütek vd., 2016).

Ağırlıklandırma Yöntemi için amaç fonksiyonu aşağıdaki şekilde gösterilir:

$$MinZ = w_1G_1 + w_2G_2 + w_3G_3 + \dots + w_nG_n \quad (3.6)$$

$w_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$  karar verici tarafından öznel olarak belirlenip ortaya çıkan, öncelik değerlerini temsil eden pozitif ağırlıklardır (Taha, 2007).

## 4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde otobüs, toplu taşıma araçları, kamyon, tren ve servis şoförleri gibi alanlarda şoför çizelgelemesine rastlanmaktadır. Sadece çizelgelemeyle ilgili olan çalışmalar var olmakla birlikte hem rotalama hem de çizelgelemeyle birlikte ilgilenen çalışmalar da mevcuttur. Bu tezde literatür taraması, kamyon şoförü çizelgeleme olarak sınırlandırılmıştır. “Truck driver scheduling” adıyla yapılan arama sonuçları Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. İlgili veri tabanlarındaki makalelerden mükerrer olan, sadece rotalama problemini ele alan ve kamyon şoförü sürüş kurallarına uymayan sürücü çizelgeleme makaleleri çıkarıldıktan sonra kamyon şoförü çizelgeleme kapsamında 46 makale incelenmiştir.

Çizelge 4.1. Veritabanları bazında arama sonuçları

| Aranılan Veritabanı     |         |               |                 |             |        |        |
|-------------------------|---------|---------------|-----------------|-------------|--------|--------|
| Arama Adı               | Scholar | ScienceDirect | Web of Sciences | IEEE Xplore | PubMed | Scopus |
| Truck driver scheduling | 362     | 69            | 30              | 29          | 167    | 33     |

Erera, Karacık ve Savelsbergh (2008) parsiyel taşımacılık alanında dinamik şoför çizelgeleme problemini incelemişlerdir. Bazı sabit çizelgeleme dönemleri için optimum yük dağıtım sürelerini ve şoförleri atamayı amaçlamışlardır. Problemin çözümünde aç gözlü arama algoritmasını kullanmışlardır. Goel (2009a) ekip şoförlerinin planlama sorunlarını incelemiş ve Avrupa Birliği (AB) Servis Saatleri Yönetmeliği hükümlerince kamyon şoförü çizelgeleme problemini (TDSP) irdelemiştir. Derin öncelikli arama algoritmasını problemin çözümünde kullanmıştır. Bulduğu algoritmanın hızlı bir şekilde uygun şoför çizelgeleri oluşturacağını göstermiştir. Goel (2009b) Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Servis Saatleri Yönetmeliği hükümlerine uygun olarak TDSP’yi ele almıştır. Derin öncelikli arama yöntemini kullanmıştır. Goel ve Kok (2009) öncelikli arama algoritmalarıyla ABD Servis Saatleri Yönetmeliği’ne uyumlu olarak TDSP için uygun planlar bulan yeni bir algoritma geliştirmişlerdir. Oughalime, İsmail, Liong ve Ayob (2009) çalışmalarında araç ve şoför çizelgeleme problemini vardiya sayısı ve maliyetlerini minimize etmek

için incelemişlerdir. Araç çizelgeleme için tamsayı programlama, şoför çizelgeleme için ise hedef programlama yöntemlerini kullanarak oluşturdukları modellerle sıralı yaklaşım sunmuşlardır. Archetti ve Savelsbergh (2009) ABD Servis Saatleri Yönetmeliği hükümlerine uygun olarak TDSP'yi ele almışlardır. Tam kamyon yükü nakliye talebinin polinom zamanında tamamlanıp tamamlanamayacağını belirlemek için bir algoritma sunmuşlardır.

Goel (2010a) AB Servis Saatleri Yönetmeliği'ne uyumlu olarak geniş öncelikli arama algoritması ile TDSP'yi incelemiştir. Belirli zaman dilimlerinde uğranılacak lokasyon bilgileri verildiğinde, algoritmanın yönetmelik şartlarını sağlayan bir program varsa bu programı kesin olarak bulacağını ifade etmiştir. Goel (2010b) Avustralya Ağır Vasıta Sürücüsü Yorgunluk Yasası'na uygun olarak TDSP'yi ele almıştır. Belirli zaman dilimlerinde uğranılacak noktalar kümesi için Avustralya yasalarına uyumlu bir planın varlığını tespit etmek için ilk sezgisel yaklaşımı sunmuştur. Knust ve Schumacher (2011) yaptıkları çalışmalarında, akaryakıt sektöründe TDSP'yi incelemişlerdir. Karma tamsayılı doğrusal programlama ile yasal kısıtları sağlayan ve talepleri karşılayan bir model önermişlerdir. Modelin hızlı planlar oluşturduğunu belirtmişlerdir. Wen, Krapper, Larsen ve Stidsen (2011) bozulabilir gıda sektörü için Danimarka'da araç rotalama ve TDSP'yi bir haftalık plan dahilinde incelemişlerdir. Çözüm için değişken komşu arama meta sezgisel yöntemini kullanmışlardır. Sonuçlar bu algoritmanın benzer problemlerin çözümüne uyarlanabileceğini göstermiştir.

Goel (2012a) Avustralya Ağır Vasıta Sürücüsü Yorgunluk Yasası'na uyumlu olarak TDSP'yi incelemiş ve şoför sürüş programlarının süresinin nasıl minimize edilebileceğini ele almıştır. Karma tamsayılı programlama yöntemiyle geliştirilen model sürüş planlarındaki sürenin önemli miktarda azaldığını göstermiştir. Goel (2012b) Kanada Servis Saatleri kurallarına uyan kamyon şoförü çalışma planlarının süresini minimize etmek için bir karma tamsayılı programlama formülasyonu ve tekrarlamalı bir dinamik programlama tekniği önermiştir. Goel (2012c) karma tamsayılı programlama kullanarak kamyon şoförlerinin yalnızca müşteri konumlarında veya uygun dinlenme yerlerinde durabildiği özel bir TDSP için bir çözüm modeli sunmuştur. Model, kısa sürede uygulanabilir bir kamyon şoförü zaman çizelgesi bulmayı amaçlamıştır. Hükümet mevzuatı ve iş sözleşmeleri tarafından istenen çeşitli kısıtlamaları hesaba katmak için özelleştirilebilir olduğu ve ABD ve AB

servis saatleri için kullanışlı olduğu vurgulanmıştır. Goel ve Kok (2012a) çalışmalarında, belirli zaman dilimlerinde uğranılacak lokasyonların varlığında, ekip şoförlerinin çizelgeleme problemini ele almışlardır. AB Servis Saatleri Yönetmeliği'ne uyumlu sürüş planları oluşturmak amacıyla derin öncelikli geniş ikincilikli sezgisel algoritma kullanmışlardır. Goel ve Kok (2012b) belirli zaman dilimlerinde uğranılması gereken lokasyonların varlığında ABD TDSP'yi incelemişlerdir. Tek zaman pencereleri durumunda polinom zamanında çözüm sunan bir algoritma önermişlerdir. Goel, Archetti ve Savelsbergh (2012) çalışmalarında Avustralya Ağır Vasıta Sürücüsü Yorgunluk Yasası'na uyum sağlayan kamyon şoförü çizelgesi oluşturmayı amaçlamışlardır. Problemi çözmek için kesin bir yöntem sunmuşlar ve hesaplama süresini büyük ölçüde azaltmaya yardımcı olan baskınlık kriterleri tanımlamışlardır. Kesin algoritmanın hesaplama açısından çabası yüksek adımlarının çoğunu aşamalı olarak ortadan kaldıran dört buluşsal yöntem önermişlerdir. Goel ve Rousseau (2012) Kanada TDSP'yi inceleyerek, problemi çözmek için iki buluşsal yöntem ve kesin bir yaklaşım sunmuşlardır. Sonuçlar Kanada sürüş kurallarının ABD Servis Saati düzenlemelerine göre önemli ölçüde daha izin verici olduğunu göstermiştir.

Rancourt, Cordeau ve Laporte (2013) ABD'de araç rotalama ve TDSP'yi ele almışlardır. Tabu arama buluşsal yöntemi ile entegre farklı çizelgeleme algoritmaları oluşturmuşlardır. Hesaplamalı deneylerin, geliştirdikleri yöntemin avantajlarını destekler nitelikte olduğunu belirtmişlerdir. Drexler, Rieck, Sigl ve Press (2013) Avrupa'da uzun yol kamyon şoförleri için araç rotalama ve TDSP'yi ele almışlardır. Araç rotalamada bir şoförün bir kamyonla bütünleşik hareket ettiği varsayımını terk ederek, aktarma noktalarında farklı kamyon/şoför eşleştirmelerine müsaade eden bir yapı kurmuşlardır. Bu durumun daha yüksek planlama esnekliği sunacağını ve kamyonların daha iyi kullanılacağını ifade etmişlerdir. Problemin çözümünde büyük komşuluk arama algoritması önermişler ve sonuçların etkin olduğunu göstermişlerdir.

Goel (2014) ABD'de servis saatlerinde yapılan değişiklikleri incelemiştir. Yeni yönetmeliğin modelini oluşturarak, değişikliklerin işletme maliyetlerine ve yol güvenliğine etkisini simülasyona dayalı yeni bir yöntemle değerlendirmiştir. Goel ve Vidal (2014) çalışmalarında araç rotalama ve TDSP'yi incelemişlerdir. Servis saatleri düzenlemelerini göz önünde bulundurarak taşıma maliyetlerini minimize etmeyi



amaçlamışlardır. Genetik algoritma kullanarak problemi çözmüşler ve AB servis saatlerinin ABD, Kanada ve Avustralya servis saatlerine göre daha güvenli sürüş sağladığını göstermişlerdir. Rancourt ve Paquette (2014) çalışmalarında çok amaçlı araç rotalama ve TDSP'yi ABD Servis Saatleri Düzenlemeleri kapsamında ele almışlardır. Maliyetleri minimize etmenin yanında, şoförlerin refahını da dikkate alan çizelgeler oluşturacak çok kriterli bir tabu arama algoritması sunmuşlardır.

Koubâa, Dhouib, Dhouib ve El Mhamedi (2016) 2000 yılından itibaren inceleyen çalışmaları dört kriter bazında sınıflandırarak detaylı bir literatür araştırması sunmuşlardır. Koç, Bektaş, Jabali ve Laporte (2016) ABD Servis Saatleri kapsamında rölanti seçenekleriyle TDSP'yi ele almışlardır. Motor, EPS ve APU rölanti çalışma alternatiflerinde sürüş, yakıt ve rölanti maliyetlerini dikkate alan karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirmişlerdir.

Goel ve Irnich (2017) ABD ve AB Servis Saatleri Yönetmelikleri'ne uyumlu araç rotalama ve TDSP'yi incelemişlerdir. Çalışma ve dinlenme saatlerine uyumlu rotaların planlanması için bir dal-fiyat algoritması önermişlerdir. Bu algoritmanın araç rotalama ve TDSP'yi çözen ilk optimal algoritma olduğunu belirtmişlerdir. Koç, Jabali ve Laporte (2017) çalışmalarında rölanti alternatifleriyle araç rotalama ve TDSP'yi incelemişlerdir. Komşu araması ile karma tamsayılı doğrusal programlamayı birleştiren yeni bir matematiksel algoritma geliştirmişlerdir. Bernhardt, Melo, Bousonville ve Kopfer (2017) AB Servis Saatleri Yönetmeliği kısıtlarına ek olarak yakıt ikmal noktalarını dikkate alan TDSP'yi incelemişlerdir. Rota boyunca farklı fiyat tarifelerini sunan yakıt istasyonları kapsamında karma bir tamsayılı programlama modeli sunmuşlardır. Hesaplama süresini azaltmak için sezgisel algoritma eklemişlerdir

Bowden ve Ragsdale (2018) Karolinska Uykululuk Ölçeği kullanarak TDSP için yorgunluğu dikkate alan bir model önermişlerdir. Yol ve sürüş güvenliği için daha uygun yol ve çalışma planları geliştirilebileceğini belirtmişlerdir. Vital ve Ioannou (2019) uzun yol kamyon şoförleri için rota boyunca uygun park yerlerinin varlığını dikkate alan ve ABD Servis Saatleri Yönetmeliği'ne uygun TDSP'yi ele almışlardır. Şoförleri yoğun olmayan dinlenme alanlarına yönlendirebilecek programlar sunan karma tamsayılı programlama modeli sunmuşlardır. Benkebir vd. (2019) taşıma maliyetlerini minimize etmeyi amaçlayan AB düzenlemelerinde TDSP'yi

incelemişlerdir. Problem çözümünde genetik ve komşu arama algoritmaları geliştirmişlerdir. Goel'in çalışmalarında ele aldığı taşıt miktarını iyileştiren sonuçlar almışlardır.

Tilk ve Goal (2020) çalışmalarında ABD ve AB Servis Saatleri Yönetmelikleri kısıtlarına uyumlu araç rotalama ve TDSP için çift yönlü etiket algoritması önermişlerdir. Bu çift yönlü etiketlemeyi dal-fiyat-kesme algoritmasına ilave ederek değerlendirmişlerdir ve muadillerinden önemli seviyede hızlı sonuç verdiğini ifade etmişlerdir. Mayerle, Chiroli, Figueiredo ve Rodrigues (2020) Brezilya'da tam kamyon yüklü uzun yol taşımaları için araç rotalama ve ara duraklı TDSP'yi ele almışlardır. Yakıt ikmali, yemek ve dinlenme periyotlarını belirlemek için matematiksel bir modele ek olarak durum-uzay grafik arama metodolojisi geliştirmişlerdir. Minimum maliyet ve dinlenme süresi ile maksimum sürüşe odaklanmışlardır.

Goel, Vidal ve Kok (2021) şirket maliyetlerini azaltmak için tek ve çift sürücü kullanımına yönelik durumu incelemişlerdir. Rotaları ve ekip çalışma kararlarını optimize eden yeni bir yaklaşım sunmuşlardır. Bu kararların maliyetleri ciddi seviyede azaltılabileceğini belirtmişlerdir. Sartori, Smet ve Berghe (2021) birbirine bağlı rotalarda TDSP'yi ele alan ilk çalışmayı sunmuşlardır. Bir matematiksel modele ve bir etiket yayma algoritması geliştirerek rotaları hızlı bir birbirine bağlayabilen deneyler yapmışlardır. Bourreau vd. (2021) rotanın verdiği ziyaret sırasına ve müşterilerin zaman penceresine bağlı kalarak sürüş sürelerini, çalışma sürelerini, molaları, bekleme sürelerini ve dinlenme sürelerini AB düzenlemelerine göre tanımlayan kısıt programlama formülasyonunu bir haftalık planlama ufku için çözmüşlerdir. Lacomme vd. (2021) TDSP için sürüş, servis, çalışma süresi ve mola süresi ile ilgili kuralları bir haftalık ufuk süresini dikkate alarak entegre eden kısıt programlama tabanlı yaklaşım sunmuşlardır. Peña-Arenas, Garaix, Lacomme ve Tchernev (2021) AB sürücü kuralları kapsamında kamyon şoförü çizelgeleme problemi için yeni bir karma tamsayılı doğrusal programlama modeli sunmuşlardır. Model, dinlenme, çalışma molaları ve gece çalışması gibi kuralları göz önünde bulundurarak önceki formülasyonları genişletmiştir. Vital ve Ioannou (2021) çalışmalarında servis saati düzenleme kısıtlamalarına ek olarak uzun mesafeli kamyon sevkiyatlarını planlarken park yeri kullanılabilirliğini dikkate alan bir model önermişlerdir. Önerilen yöntemin

sıralı bir müşteri grubu için, yönetmelikle uyumlu ve sürücünün programlanmış tüm duraklarda park yeri bulmasını garanti eden minimum maliyetli bir rota ve program planladığını ifade etmişlerdir. Problem, kaynak kısıtlamalı bir en kısa yol problemi olarak modellenmiştir ve optimal çözümler üretmek için bir etiket düzeltme algoritması kullanılmıştır. Lucci, Severin ve Zabala (2021) mesafeye bağlı olarak şirket ve şirket dışı araçlarla seyahat maliyetini en aza indirmek için, uzun mesafeli teslim alma ve teslim etme taleplerini, çoklu zaman pencereleri, servis saati düzenlemesi gibi kısıtlamaları dikkate alan bir eşzamanlı araç rotalama ve ekip çizelgeleme problemi sunmuşlardır. Ekipler bir veya iki sürücüden oluşabilir ve talepleri geç ulaştırmanın cezası vardır. Problemin çözümünde metasezgisel tabanlı algoritmalar önermişlerdir.

Sartori vd. (2022) birbirine bağlı rotalarla kamyon sürücüsü çizelgeleme problemini (TDSP-IR) ele almışlardır. Her kamyon sürücüsünün yolculuğu tek bir günle sınırlıdır, yani yalnızca molalar planlanmıştır. En geç tamamlanma süresinin en küçüklenmesini amaç fonksiyonu olarak kabul etmişlerdir. Karma tamsayılı doğrusal programlama ve etiket yayma algoritması kullanarak hızlı çizelgeler oluşturan algoritmalar önermişlerdir. De Genaro Chiroli, Mayerle ve Figueiredo (2022) servis saati düzenleme ve yakıt ikmali ihtiyaç kısıtlamalarını dikkate araç rotalama ve sürücü çizelgeleme problemini ele almışlardır. Karma tamsayılı programlama ve durum-uzay grafik arama algoritmalarıyla en kısa yol ve çizelgeleme çözümünü sunmuşlardır. Garaix, Lacomme, Arenas ve Tchernev (2022) çalışmalarında, AB Servis Saatleri Yönetmeliği kısıtlarını içeren önceki etiket belirleme algoritmalarının aksine, sonuçların bir karma tamsayılı doğrusal programlama modeliyle karşılaştırarak, rekabetçi bir hesaplama süresinde tüm örnekler için en uygun duruma ulaşılan bir etiket belirleme algoritması ortaya koymuşlardır. Sartori vd. (2022) AB düzenlemeleri kapsamında birbirine bağlı rotalarla kamyon sürücüsü çizelgeleme problemini çözmek için bir matematiksel model ve bir etiket yayma algoritması önermişlerdir. Yaptıkları deneylerle algoritmanın çok sayıda birbirine bağlı rotayı hızlı bir şekilde programlayabildiğini ve matematiksel programlama yaklaşımından daha iyi performans verdiğini göstermişlerdir. Fu ve Ma (2022) servis saati düzenlemelerinin birkaç yorgunluk risk faktörünü gözden kaçırdığını belirterek, uzun mesafeli bir araç rotalama ve çizelgeleme problemi için biyomatematiksel modellerden türetilen bir dizi biyomatematiksel yorgunluk kısıtlamasını ele almışlardır. Kombine araç rotalama ve

izelgeleme problemini bu kısıtlar için geliştirdikleri algoritmaları tabu arama algoritması içine gomerek zmşlerdir. Cordieri, Fumero, Jabali ve Malucelli (2022) servis saatleri düzenlemeleri, zamana bağlı seyahat süreleri, zamana bağlı yakıt tüketimi ve yakıt ikmalı sapmalarını hesaba katarak minimum yakıt ikmalı maliyetli rotayı belirleyen bir karma tamsayılı doğrusal programlama modeli önermişlerdir. Problemi verimli bir şekilde ele almak için buluşsal bir algoritma önermişler ve modelin ve algoritmanın, rekabetçi çalışma sürelerinde yüksek kaliteli sonuçlar ürettiğini göstermişlerdir. şeker, Alakaş, Cürebal ve Eren (2022) bir aylık planlama ufku için 31 farklı rotaya sevkiyat düzenleyen bir işletmede çalışan 141 şoförün çizelgelenmesi ele almışlardır. Dengeli iş yükü atama prensibi ile servis saatlerini dikkate alarak optimale yakın sonuçlar veren matematiksel programlama yöntemi sunmuşlardır.

Bu tezde literatürden farklı olarak, şoför tercihlerini ve çevresel ergonomik faktörleri dikkate alan kamyon şoförü çizelgeleme problemi (TDSP–EF) ele alınmıştır. Yorgunluğu dikkate alan ilk alışma Karolinska Uykululuk lėėi’ni kullanarak uyanıklık seviyesine odaklanmıştı (Bowden ve Ragsdale, 2018). Stres ve yorgunluk kaynağı olarak ergonomik faktörlerin dikkate alınarak şoför çizelgeleme yapılan bilinen bir çalışma yoktur.

İncelenen makalelerde, çözüm aranan temel problemlere ait bilgiler izelge 4.2’de, kullanılan yöntemlere ve hangi ülkenin sürüş ve dinlenme süresi yönetmeliğine göre yapıldığına ait bilgiler izelge 4.3’te sunulmuştur.

Çizelge 4.2. Literatürde ele alınan problemler

[illegible]

Çizelge 4.2. Literatürde ele alınan problemler (devamı)

| Çalışma adı               | Ele alınan problem                              |                                                              |                                                                                  |                                                               |                                           |                                                                  |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            |                                              |                                                                |                                                                              |                                                                                                        |
|---------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | Sürücü Planlama ve Yük Dağıtım Problemi (DSLDP) | Minimum Durmalı Kamyon Şoförü Çizelgeleme Problemi (MD-TDSP) | Park Uygunluğu İle En Kısa Yol ve Kamyon Şoförü Çizelgeleme Problemi (SPTDSP-PA) | Eşzamanlı Araç Rotalama ve Ekip Çizelgeleme Problemi (SVRCSP) | Kamyon Şoförü Çizelgeleme Problemi (TDSP) | Yorgunluk İzleme İle Kamyon Şoförü Çizelgeleme Problemi (TDSPFM) | Rolanti Seçenekleriyle Kamyon Şoförü Çizelgeleme Problemi (TDSP-IO) | Bitirine Bağlı Rotalarla Kamyon Sürücüsü Çizelgeleme Problemi (TDSP-IR) | Park Uygunluğu İle Kamyon Şoförü Çizelgeleme Problemi (TDSP-PA) | Araç ve Sürücü Çizelgeleme Problemi (VDSP) | Araç Rotalama ve Çizelgeleme Problemi (VRSP) | Araç Rotalama ve Kamyon Sürücüsü Çizelgeleme Problemi (VRTDSP) | Araç Rotalama ve Araç Duraklı Kamyon Şoförü Çizelgeleme Problemi (VRTDSP-IS) | Yakıt İkmali Sapmalarını Dikkate Alan Araç Rotalama ve Kamyon Şoförü Çizelgeleme Problemi (VRTDSP -RD) |
| Bernhardt vd. (2018)      |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               | X                                         |                                                                  |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            |                                              |                                                                |                                                                              |                                                                                                        |
| Bowden ve Ragsdale (2019) |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               |                                           | X                                                                |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            |                                              |                                                                |                                                                              |                                                                                                        |
| Vital ve Ioannou (2019)   |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               |                                           |                                                                  |                                                                     |                                                                         | X                                                               |                                            |                                              |                                                                |                                                                              |                                                                                                        |
| Benkebir vd. (2020)       |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               |                                           |                                                                  |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            |                                              | X                                                              |                                                                              |                                                                                                        |
| Tilk ve Goal (2020)       |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               |                                           |                                                                  |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            |                                              | X                                                              |                                                                              |                                                                                                        |
| Mayerle vd. (2021)        |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               |                                           |                                                                  |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            |                                              |                                                                | X                                                                            |                                                                                                        |
| Goel vd. (2021)           |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               | X                                         |                                                                  |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            |                                              |                                                                |                                                                              |                                                                                                        |
| Sartori vd. (2021)        |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               |                                           |                                                                  |                                                                     | X                                                                       |                                                                 |                                            |                                              |                                                                |                                                                              |                                                                                                        |
| Bourreau vd. (2021)       |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               |                                           |                                                                  |                                                                     | X                                                                       |                                                                 |                                            |                                              |                                                                |                                                                              |                                                                                                        |
| Lacomme vd. (2021)        |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               |                                           |                                                                  |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            |                                              | X                                                              |                                                                              |                                                                                                        |
| Peña-Arenas vd. (2021)    |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               | X                                         |                                                                  |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            |                                              |                                                                |                                                                              |                                                                                                        |
| Vital ve Ioannou (2021)   |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               |                                           |                                                                  |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            |                                              | X                                                              |                                                                              |                                                                                                        |
| Lucci vd. (2022)          |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               | X                                         |                                                                  |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            |                                              |                                                                |                                                                              |                                                                                                        |
| Sartori vd. (2022)        |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               |                                           |                                                                  |                                                                     | X                                                                       |                                                                 |                                            |                                              |                                                                |                                                                              |                                                                                                        |
| Chiroli vd. (2022)        |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               | X                                         |                                                                  |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            |                                              |                                                                |                                                                              |                                                                                                        |
| Garaix vd. (2022)         |                                                 |                                                              | X                                                                                |                                                               |                                           |                                                                  |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            |                                              |                                                                |                                                                              |                                                                                                        |
| Sartori vd. (2022)        |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               |                                           |                                                                  |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            | X                                            |                                                                |                                                                              |                                                                                                        |
| Fu ve Ma (2022)           |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               |                                           |                                                                  |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            |                                              |                                                                | X                                                                            |                                                                                                        |
| Cordieri vd. (2022)       |                                                 |                                                              |                                                                                  | X                                                             |                                           |                                                                  |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            |                                              |                                                                |                                                                              |                                                                                                        |
| Şeker vd. (2022)          |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               | X                                         |                                                                  |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            |                                              |                                                                |                                                                              |                                                                                                        |
| Bu çalışma (2023)         |                                                 |                                                              |                                                                                  |                                                               |                                           |                                                                  |                                                                     |                                                                         |                                                                 |                                            |                                              |                                                                |                                                                              | X                                                                                                      |

Çizelge 4.3. Literatürde kullanılan yöntemler

| Yazar adı               | Yıl   | Çalışmanın yapıldığı yer      | Yöntem            |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
|-------------------------|-------|-------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|------------|---------------|-----------------|-------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|------------|-------------------|
|                         |       |                               | Hedef programlama | Dinamik programlama | Tamsayı programlama | Karma tamsayılı programlama | Karma tamsayılı doğrusal programlama | Kısıt Programlama | Genetik algoritma | Tabu arama | Açgözlü arama | Öncelikli arama | Komşu arama | Dal-fiyat algoritması | Durum-uzay grafik arama | Etiket yayma algoritması | Simülasyon | Diğer sezgiseller |
| Erera vd.               | 2008  | ABD                           |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            | X             |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Goel                    | 2009a | AB                            |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               | X               |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Goel                    | 2009b | ABD                           |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               | X               |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Goel ve Kok             | 2009  | ABD                           |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               | X               |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Oughalime vd.           | 2009  | Malezya                       | X                 |                     | X                   |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Archetti ve Savelsbergh | 2009  | -                             |                   | X                   |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Goel                    | 2010a | AB                            |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               | X               |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Goel                    | 2010b | Avustralya                    |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            | X             |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Knust ve Schumacher     | 2011  | -                             |                   |                     |                     |                             | X                                    |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Wen vd.                 | 2011  | Danimarka                     |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 | X           |                       |                         |                          |            |                   |
| Goel                    | 2012a | Avustralya                    |                   |                     |                     | X                           |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Goel                    | 2012b | Kanada                        |                   | X                   |                     | X                           |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Goel                    | 2012c | ABD ve AB                     |                   |                     |                     | X                           |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Goel ve Kok             | 2012a | AB                            |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               | X               |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Goel ve Kok             | 2012b | ABD                           |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            | X                 |
| Goel vd.                | 2012  | Avustralya                    |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            | X                 |
| Goel ve Rousseau        | 2012  | Kanada                        |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            | X                 |
| Rancourt vd.            | 2013  | ABD                           |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   | X          |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Drexl vd.               | 2013  | AB                            |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 | X           |                       |                         |                          |            |                   |
| Goel                    | 2014  | ABD                           |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          | X          |                   |
| Goel ve Vidal           | 2014  | ABD, Kanada, AB ve Avustralya |                   |                     |                     |                             |                                      |                   | X                 |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Rancourt ve Paquette    | 2014  | ABD                           |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   | X          |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Koç vd.                 | 2016  | ABD                           |                   |                     |                     |                             | X                                    |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Goel ve Irnich          | 2017  | ABD ve AB                     |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 |             | X                     |                         |                          |            |                   |
| Koç vd.                 | 2017  | -                             |                   |                     |                     |                             | X                                    |                   |                   |            |               |                 | X           |                       |                         |                          |            |                   |
| Bernhardt vd.           | 2017  | AB                            |                   |                     |                     |                             | X                                    |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Bowden ve Ragsdale      | 2018  | ABD                           |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            | X                 |
| Vital ve Loannou        | 2019  | ABD                           |                   |                     |                     | X                           |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Benkebir vd.            | 2019  | AB                            |                   |                     |                     |                             |                                      |                   | X                 |            |               |                 | X           |                       |                         |                          |            |                   |

Çizelge 4.3. Literatürde kullanılan yöntemler (devamı)

| Yazar adı        | Yıl  | Çalışmanın yapıldığı yer | Yöntem            |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
|------------------|------|--------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|------------|---------------|-----------------|-------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|------------|-------------------|
|                  |      |                          | Hedef programlama | Dinamik programlama | Tamsayı programlama | Karma tamsayılı programlama | Karma tamsayılı doğrusal programlama | Kısıt Programlama | Genetik algoritma | Tabu arama | Açgözlü arama | Öncelikli arama | Komşu arama | Dal-fiyat algoritması | Durum-uzay grafik arama | Etiket yayma algoritması | Simülasyon | Diğer sezgiseller |
| Tilk ve Goal     | 2020 | ABD ve AB                |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 | X           |                       |                         |                          |            |                   |
| Mayerle vd.      | 2020 | Brezilya                 |                   |                     |                     | X                           |                                      |                   |                   |            |               |                 |             | X                     |                         |                          |            |                   |
| Goel vd.         | 2021 | AB                       |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          | X          |                   |
| Sartori vd.      | 2021 | AB                       |                   |                     |                     |                             | X                                    |                   |                   |            |               |                 |             |                       | X                       |                          |            |                   |
| Bourreau vd.     | 2021 | AB                       |                   |                     |                     |                             |                                      | X                 |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Lacomme vd.      | 2021 | AB                       |                   |                     |                     |                             |                                      | X                 |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Peña-Arenas vd.  | 2021 | AB                       |                   |                     |                     | X                           |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Vital ve Loannou | 2021 | AB                       |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          | X          |                   |
| Lucci vd.        | 2021 | Arjantin                 |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          | X          |                   |
| Sartori vd.      | 2022 | AB                       |                   |                     |                     |                             | X                                    |                   |                   |            |               |                 |             |                       | X                       |                          |            |                   |
| Chiroli vd.      | 2022 | Brezilya                 |                   |                     |                     |                             | X                                    |                   |                   |            |               |                 |             | X                     |                         |                          |            |                   |
| Garaix vd.       | 2022 | AB                       |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          | X          |                   |
| Sartori vd.      | 2022 | AB                       |                   |                     |                     |                             | X                                    |                   |                   |            |               |                 |             | X                     |                         |                          |            |                   |
| Fu ve Ma         | 2022 | -                        |                   |                     |                     |                             |                                      |                   |                   | X          |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Cordieri vd.     | 2022 | İtalya                   |                   |                     |                     |                             | X                                    |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          | X          |                   |
| Şeker vd.        | 2022 | Türkiye                  | X                 |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |
| Bu çalışma       | 2023 | Türkiye                  | X                 |                     |                     |                             |                                      |                   |                   |            |               |                 |             |                       |                         |                          |            |                   |

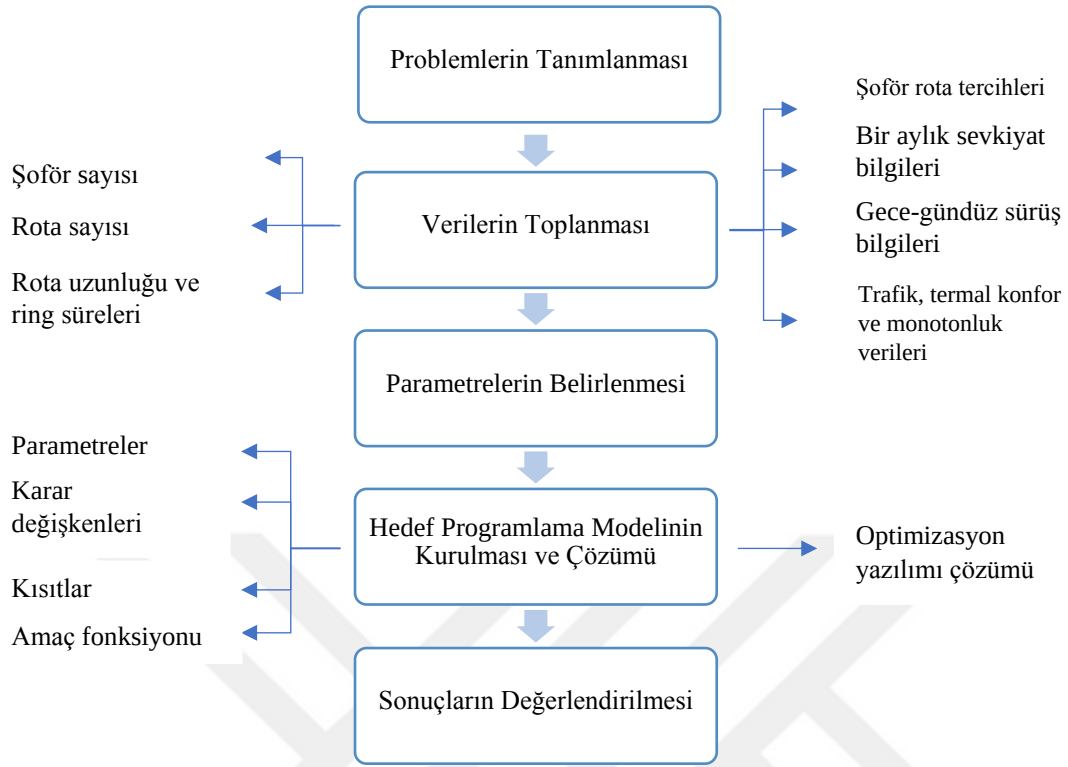


## 5. BİR LOJİSTİK FİRMASINDA ŞOFÖR ÇİZELGELEME

Bu tezde, lojistik sektöründe faaliyet gösteren köklü bir firmada kamyon şoförü çizelgeleme uygulaması yapılmıştır. İlgili firmada tam kamyon yükü sevkiyatları ve parsiyel yük sevkiyatları iki farklı birim tarafından koordine edilmektedir. Tam kamyon yükü, taşıma aracıyla tek müşteriye ait yükün taşınmasını ifade eder ve teslimat müşterinin belirttiği noktaya yapılır. Parsiyel yük ise birden fazla müşterinin parça parça yüklerini ifade eder. Ele alınan problemde parsiyel sevkiyatlar için aktarma merkezleri arası çalışan şoförlerin 2021 yılı ocak ayı çalışma çizelgesi oluşturulmuştur.

Çalışmada şoför çizelgelemesi üç ayrı problem olarak ele alınmıştır. Birinci problemde, Karayolu Trafik Yönetmeliği'ndeki sürüş ve dinlenme süreleri kısıtları ve atamaların dengeli yapılması amaç fonksiyonu doğrultusunda 141 şoförün, günlük değişen sevkiyat miktarlarına göre 31 rotaya atama ve çizelgeleme çalışması matematiksel programlama yardımıyla çözülmüştür. İkinci problemde, ilk problemdeki kısıtlara ek olarak şoförlerin gitmek istedikleri rota tercihleri de dikkate alınarak hedef programlama ile optimuma en yakın atamaları sağlanmıştır. Üçüncü problemde, ikinci problemdeki tüm kısıtlara ek olarak, çevresel ergonomik faktörlere maruz kalma miktarlarının da dengelenmesi hedeflenmiştir. Bu faktörler; gece-gündüz sürüş süresi (aydınlatma), termal konfor, trafik yoğunluğu (gürültü) ve monotonluk (tekrarlayan hareketler) olarak belirlenmiştir.

Uygulama adımlarını gösteren akış şeması Şekil 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Uygulama akış şeması

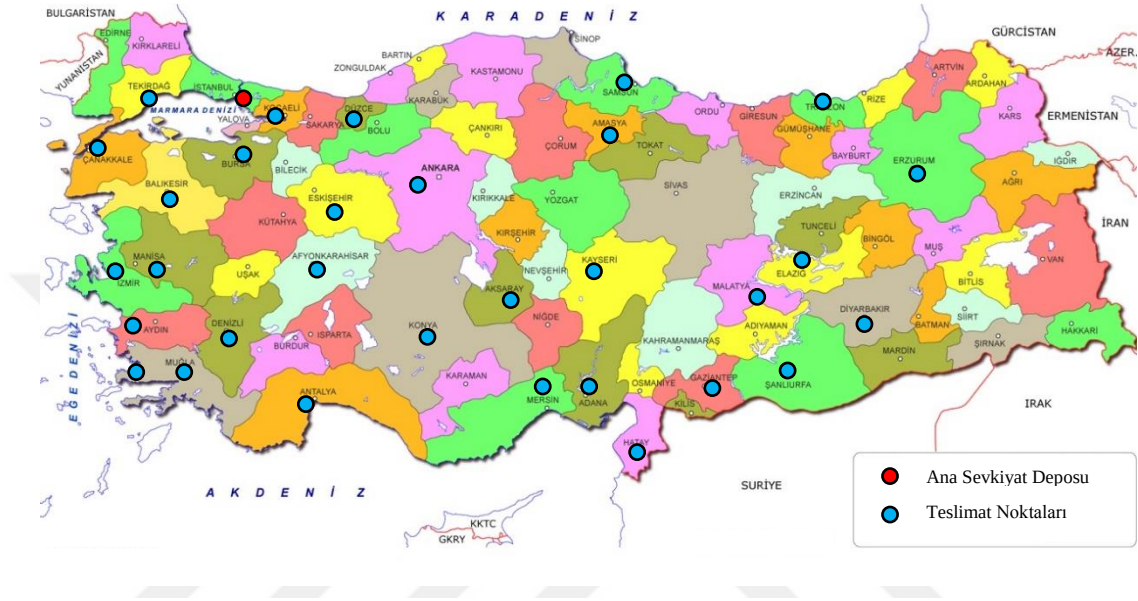
## 5.1. Temel Şoför Çizelgeleme Problemi

Temel model, yönetmelikteki sürüş ve dinlenme sürelerine göre düzenlenmiş 31 farklı rotaya 141 şoförün, değişen sevkiyat sayıları bazında bir aylık dengeli atanmalarına yöneliktir. Mevcut durumda, iş yüklerinin değişkenliği, teslimat zaman baskısı, rotaların tek şoförle tamamlanması gibi planlamalar şoförlerin yönetmelik kurallarını çiğnemelerine sebebiyet verebilmektedir.

### 5.1.1 Problem Tanımı

Müşterilerinin büyük bir bölümü İstanbul'da bulunan bir lojistik firması, bu müşterilerden teslim aldığı ürünleri ana sevkiyat merkezine (lojistik merkezi) toplayıp buradan Türkiye çapında 30 farklı şehir ve 31 noktadaki aktarma merkezlerine tır, kamyon, kamyon römork gibi araçlarla sevk etmektedir. Lojistik merkezi İstanbul Anadolu yakasında bulunmakta ve sevkiyatlar rota planları çerçevesinde genelde tek nokta teslimatı olarak yapılmakla birlikte, örneğin Afyon uğramalı Antalya şeklinde de yapılabilmektedir. Sevk noktası ve teslimat noktaları Şekil 5.2'de gösterilmiştir.

Taşınan yükler parsiyel yüktür ama ele alınan problem tam kamyon yükü olarak değerlendirilebilir. Şoförler yükleri teslim ettikten sonra, İstanbul lojistik merkezine geri dönmektedirler. Aktarma merkezlerine ulaşan yükler artık o aktarmanın sorumluluğundadır ve şehir içi teslimatlarını kendi ekipleriyle yapmaktadır. O sebepten bu ekipler kapsam dışındadır.



Şekil 5.2. Sevk ve teslimat noktaları haritası

Aktarma merkezleri arasında Kocaeli, Bursa gibi kısa hat taşımaları olanların yanında, Diyarbakır, Erzurum gibi uzun hat taşımalarına 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 sağlaması çok mümkün görünmemektedir.

Lojistik firmasının ana sevk merkezine saat 18:00'dan sonra müşteri yükleri gelmeye başlamaktadır. Müşterilerden gelen araçlar boşaltılırken sevkiyata gidecek kamyonlardan rampalara yanaşan var ise direkt aracın içine, aksi halde depoda ilgili rota için ayrılmış bölüme istiflenmektedir. Barkodu oluşturulmuş ve sevkiyata hazır olan tüm yükler şoför nezaretinde kamyonlara yüklendikten sonra kapaklar kapatılır ve mühürlenir. Mühür numarası toplu taşıma irsaliyene yazılır ve bu mühürle

kapatılmış aracın yükleri teslim edeceği aktarmaya kadar açılıp açılmadığı kontrol edilir.

Sevkiyatlar haftanın 6 günü yapılmakta ve pazar günleri sevkiyat 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 sevkiyatı için görevlendirilen bir şoförün pazar günü çalışmaya başladığını söyleyebiliriz.

Tüm bu durumlar göz önüne alındığında, sevkiyat 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 sevkiyat sayılarına göre, çalışma sürelerini dengeleyen aylık çalışma çizelgesi yapılması amaçlanmaktadır.

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

### **5.1.2 Problem Verileri**

Problemle ilgili veriler lojistik firmasından ve yapılan araştırmalardan elde edilmiştir. İlk olarak firmadan sevk noktası ile sevkiyatların yapıldığı aktarma merkezlerinin isim, adet ve adres bilgileri alınmıştır. Güzergâh bilgileriyle bu rotaların uzunlukları Google Maps yardımıyla elde edilmiştir. Gidiş dönüş süreleri (ring), mesafelerin 60 km/s ortalama hıza bölünmesiyle elde edilmiş ve Çizelge 5.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Rota uzunlukları ve ring süreleri

| Çıkış    | Varış      | Km   | Ring sürüş süresi (saat) | Varış     | Km   | Ring sürüş süresi (saat) |
|----------|------------|------|--------------------------|-----------|------|--------------------------|
| 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                        |           |      |                          |

Çalışma için 2021 yılı ocak ayı örnek alınmıştır. İstanbul çıkış noktasından 31 farklı noktaya gerçekleştirilen tüm sevkiyat bilgileri yine firmadan alınarak, uğramalı sevkiyatlar (örnek: İstanbul-Eskişehir-Afyon-Antalya) için nihai noktalar sevkiyatın yapıldığı yer olarak düzenlenmiş ve Çizelge 5.2’de gösterilmiştir. Varsayımlar başlığı altında anlatacağımız rotanın kısa-uzun olması durumuna göre şoför sayısı değişeceği için, kısa rotalarda çizelgelenecek şoför sayısı sevkiyat sayısına eşit iken, uzun rotalarda şoför sayısı sevkiyat sayısının 2 katı olacaktır. Toplamda 689 sevkiyat için 1029 şoför ataması yapılmıştır.

Çizelge 5.2. 2021 yılı ocak ayı İstanbul çıkışlı günlük sevkiyat sayıları

| Rota no | Rota adı   | Gün |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |
|---------|------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|
|         |            | 1   | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |  |  |  |  |
| 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  | 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  |  |  |  |  |
| 3       | Aksaray    | 0   | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 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  | 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  |  |  |  |  |
| 6       | Aydın      | 1   | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 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  |  |  |  |  |
| 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  |  |  |  |  |
| 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  |  |  |  |  |
| 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  |  |  |  |  |
| 11      | Denizli    | 1   | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 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  | 2  | 0  | 1  | 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  |  |  |  |  |
| 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  | 0  | 1  |  |  |  |  |
| 15      | Erzurum    | 1   | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  |  |  |  |  |
| 16      | Eskişehir  | 0   | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 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  | 2  | 2  | 2  | 1  |  |  |  |  |
| 18      | Hatay      | 1   | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1  | 1  | 0  | 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  |  |  |  |  |
| 20      | Kayseri    | 1   | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 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  | 2  | 2  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  |  |  |  |  |
| 22      | Konya      | 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  |  |  |  |  |
| 23      | Malatya    | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 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  |  |  |  |  |
| 25      | Mersin     | 1   | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 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  | 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  | 2  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |  |  |  |  |
| 28      | Samsun     | 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  |  |  |  |  |
| 29      | Şanlıurfa  | 1   | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  |  |  |  |  |
| 30      | Tekirdağ   | 2   | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1  | 1  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 2  | 2  | 2  | 1  |  |  |  |  |
| 31      | Trabzon    | 0   | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 2  | 1  | 0  |  |  |  |  |

Not: 3., 10., 17., 24. ve 31. günler pazar gününe denk geldiği için o günler sevkiyat yoktur.

### 5.1.3 Problem Varsayımları

Kamyon çizelgeleme problemiyle ilişkili fazla sayıda değişken veriler mevcuttur. Bu verilerin bazı kabullerle düzenlenmesi gerekmektedir. Bu yüzden problemin çözümü bazı varsayımlar üzerinden yapılmıştır. Bu varsayımlar şunlardır:

- Kamyonların sevkiyat 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.
- Tek şoförün bir günlük sürüş ile alabileceği mesafe 550 km olarak kabul edilmiştir. Bu mesafeye kadar olan rotalar kısa, bu mesafeden fazla olan rotalar uzun rota olarak adlandırılmıştır. Kısa rotalarda 1 şoför çalışırken uzun rotalarda iki şoför çalıştırılması varsayılmıştır. Kısa ve uzun rotalar Çizelge 5.3'te gösterilmiştir.
- Yemek molası, yakıt ikmali gibi durumlar için sevkiyat içinde 1-1,5 saat süre verilmiş ve varış süreleri buna göre hesaplanmıştır.
- Varış noktalarındaki dağıtım merkezlerinin sabah 08:00 ile akşam 18:00 arasında çalıştığı kabul edilerek erken veya geç gelen araçlar çalışma saatlerini beklemektedir. Tam dolu araçların ortalama 2 saatte boşaltıldığı kabul edilmiştir.
- Şoförlerin firma çalışma kuralları gereği en az 6 sevkiyata görevlendirilmesi kabul edilmiştir.
- Şoförlerin, sürüş, dinlenme, yemek molası, yakıt ikmali, araç yükleme boşaltma gibi durumlar bazında tüm rotaların gidiş-dönüş süreleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalara göre aynı gün içerisinde başlangıç noktasına dönen rotalar günlük ring, +1 güne kadar süren rotalar kısa ring, +2 güne kadar zaman alanlar orta ve bu sürenin üzerinde veya çıkış noktasına vardığı saat itibarıyla aynı günün gecesi tekrar sevkiyata çıkması uygun görülmeyenler uzun ring olarak isimlendirilmiş ve modelde kısa ring için bir, orta ring için iki ve uzun ring için atandığı günden sonra üç gün atanmama kısıtı eklenmiştir. Bu sınıflandırma Çizelge 5.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.3. 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 |

Çizelge 5.4. Ring sınıflandırması

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

#### 5.1.4 Temel Şoför Çizelgeleme Modelinin Kurulması

İlk probleme ait parametre ve karar değişkenleri ile amaç fonksiyonu ve kısıtlar aşağıda ifade edilmiştir. Bu model ikinci ve üçüncü problemler için de temel modeldir.

##### Parametreler ve karar değişkenleri

|           |                                                                                                      |                                                              |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| $n$       | : Personel sayısı                                                                                    | $n = 141$                                                    |
| $m$       | : 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                                                                            | $k = 1, \dots, t$                                            |
| $K$       | : Kısa ring kümesi                                                                                   |                                                              |
| $O$       | : Orta ring kümesi                                                                                   |                                                              |
| $U$       | : Uzun ring kümesi                                                                                   |                                                              |
| $x_{ijk}$ | $= \begin{cases} 1, & \text{i. personel j. gün k. rotaya atanırsa} \\ 0, & \text{diğer} \end{cases}$ | $i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, m$<br>$k = 1, \dots, t$ |
| $h_{ij}$  | $= \begin{cases} 1, & \text{i. personel j. gün izinliyse} \\ 0, & \text{diğer} \end{cases}$          | $i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, m$                      |
| $C$       | : Herhangi bir şoföre atanan en yüksek sürüş süresi                                                  |                                                              |



## Matematiksel modelin amaç fonksiyonu ve kısıtları

$$\text{Min } C \quad (5.1)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ijk} = D_{jk} \quad \forall j, k \quad (5.2)$$

$$\sum_{k=1}^t x_{ijk} \leq 1 \quad \forall i, j \quad (5.3)$$

$$h_{ij} + h_{ij+1} + h_{ij+2} + h_{ij+3} + h_{ij+4} + h_{ij+5} + h_{ij+6} \geq 1 \quad \forall i, j / 25, 26, 27, 28, 29, 30 \quad (5.4)$$

$$x_{ijk} + x_{i(j+1)k} \leq 1 \quad \forall i, j \quad k \in K \quad (5.5)$$

$$x_{ijk} + x_{i(j+1)k} + x_{i(j+2)k} \leq 1 \quad \forall i, j / 30 \quad k \in O \quad (5.6)$$

$$x_{ijk} + x_{i(j+1)k} + x_{i(j+2)k} + x_{i(j+3)k} \leq 1 \quad \forall i, j / 29, 30 \quad k \in U \quad (5.7)$$

$$\sum_{j=4}^{17} \sum_{k=1}^t x_{ijk} * S_k \leq 90 \quad \forall i \quad (5.8)$$

$$\sum_{j=11}^{24} \sum_{k=1}^t x_{ijk} * S_k \leq 90 \quad \forall i \quad (5.9)$$

$$\sum_{j=18}^{31} \sum_{k=1}^t x_{ijk} * S_k \leq 90 \quad \forall i \quad (5.10)$$

$$\sum_{j=1}^{31} \sum_{k=1}^{31} x_{ijk} \geq 6 \quad \forall i \quad (5.11)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t x_{ijk} * S_k \leq C \quad \forall i \quad (5.12)$$

$$x_{ijk} \in \{0,1\} \quad i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, m \quad k = 1, \dots, t \quad (5.13)$$

$$h_{ij} \in \{0,1\} \quad i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, m \quad (5.14)$$

$$C \geq 0 \quad (5.15)$$

(5.1) numaralı denklem matematiksel modelde herhangi bir şoföre atanan en yüksek sürüş süresinin minimizasyonunu amaçlamaktadır. (5.2) numaralı denklem herhangi bir gündeki herhangi bir rotanın personel ihtiyacını karşılayan talep kısıtını ifade etmektedir. (5.3) numaralı denklem herhangi bir personelin aynı gün en fazla bir rotaya atanabileceğini gösteren kısıttır. (5.4) numaralı denklem haftada bir gün izin yapılması gerektiğini ifade etmektedir. (5.5) numaralı denklem kısa ringe atanan şoförlerin sonraki bir gün başka bir rotaya atanmamasını sağlamaktadır. (5.6) numaralı denklem orta ringe atanan şoförlerin sonraki iki gün başka bir rotaya atanmamasını sağlamaktadır. (5.7) numaralı denklem uzun ringe atanan şoförlerin sonraki üç gün başka bir rotaya atanmamasını sağlamaktadır. (5.8) numaralı denklem ocak ayının ilk pazartesi gününden başlayarak, iki haftalık süre boyunca sürüş süresinin doksan saati aşamayacağını ifade etmektedir. (5.9) numaralı denklem ocak ayı içindeki ikinci ve üçüncü haftalar boyunca sürüş süresinin doksan saati aşamayacağını belirtmektedir. (5.10) numaralı denklem ocak ayı içindeki üçüncü ve dördüncü haftalar boyunca sürüş süresinin doksan saati aşamayacağını ifade etmektedir. (5.11) numaralı denklem her şoförün en az 6 rotaya atanmasını sağlamaktadır. (5.12) numaralı denklem sürüş sürelerini dengeleyen kısıtı belirtmektedir.

### 5.1.5 Temel Şoför Çizelgeleme Modelinin Sonuçları

Ele alınan problem personel ve rota sayısı itibariyle büyük çaplı bir problemdir. 135.502 adet karar değişkeninden ve 109.672 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, 93 şoförün 98-100 saat aralığında aylık sürüş yaptığı, 36 şoförün 95-98 saat aralığında aylık sürüş yaptığı ve

kalan 12 şoförün 91-95 saatler arası toplam sürüş yaptığı Çizelge 5.5'te görülmektedir. Bu seviyede büyük bir problemde oluşan bu farklar makul kabul edilebilir.

Şoförlerin atandıkları toplam sevkiyatlara bakıldığında; toplam 141 şoförün 19'unun 6 sevkiyata, 67'sinin 7 sevkiyata, 49'unun 8 sevkiyata ve 6'sının 9 sevkiyata atandığı Çizelge 5.6'da görülmektedir. Modelin atama çizelgesi EK 1'de gösterilmiştir.

Atama tablosuna bakıldığında, sevkiyatların yani talebin az oluşundan dolayı bazı şoförlerin 10 güne kadar atamasının yapılmadığı görülmektedir. İlk iki haftadaki sevkiyat miktarı son iki haftadaki sevkiyat miktarından daha az olduğundan dolayı ayın ikinci yarısında bu miktarda bir atanmayan gün durumu ortaya çıkmamıştır.

Çizelge 5.5. Toplam sürüş sürelerinin şoför sayısı bazında dağılımı

| Toplam sürüş süresi (saat) | Şoför sayısı | Toplam sürüş süresi (saat) | Şoför sayısı |
|----------------------------|--------------|----------------------------|--------------|
| 91                         | 1            | 96,5                       | 6            |
| 92                         | 1            | 97                         | 8            |
| 93                         | 1            | 97,5                       | 8            |
| 94                         | 2            | 98                         | 12           |
| 94,5                       | 7            | 98,5                       | 21           |
| 95                         | 6            | 99                         | 16           |
| 95,5                       | 5            | 99,5                       | 27           |
| 96                         | 3            | 100                        | 17           |

Çizelge 5.6. Sevkiyat sayılarının şoför sayısı bazında dağılımı

| Sevkiyat sayısı | Şoför sayısı |
|-----------------|--------------|
| 6               | 19           |
| 7               | 67           |
| 8               | 49           |
| 9               | 6            |

Sonuçlar değerlendirildiğinde şoförlerin sürüş sürelerinin genellikle 95 saat ve üzerinde olduğu görülmektedir. Sürüş sürelerinin 91-100 aralığında değiştiği ve dengeli bir atama yapıldığı görülmektedir. Ayrıca sevkiyat sayıları açısından da 7 ve 8 sevkiyata atanan şoför sayılarının yoğun olduğu görülmektedir. Orta ve kısa uzunluktaki rotalara sevkiyat sayılarının fazla olması iş yükü ve sevkiyat sayısının dengeli dağılımını sağladığı düşünülmektedir. Rotaların belirlenmesinde ve bu rotalarda görev alacak şoför sayısı belirlenirken sürüş süreleri dikkate alınmıştır.

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.

## **5.2. Şoför Tercihlerinin Dikkate Alındığı Çizelgeleme Problemi**

Ele alınan veri setinde Kocaeli 70 km ile en kısa rotayı, Diyarbakır 1300 km ile en uzun rotayı oluşturmaktadır. Günü birlik ringlerde görev yapan bir şoför, akşamı evinde geçirebiliyorken, diğer ringlerde sürüş yapanlar 1-3 akşamı arabada yatarak geçirmektedir. Akşam evinde olmak arzu edilen bir durumdur. Başka bir örnek olarak şoförler İstanbul'da ikamet ediyor fakat akraba veya arkadaşlarının bulunduğu illere gitmeye istekli olabiliyorlar.

Yukarıda bahsedilen durumlar gibi çeşitli nedenlerden dolayı şoförlerin rota tercihleri önem arz etmektedir. İkinci problemde birinci problemdeki dengeli iş yükü atamasına ek olarak şoför tercihlerinin de dikkate alındığı bir aylık çizelge oluşturulmuştur.

### **5.2.1 Problem Tanımı ve Verileri**

Şoför tercihleri, şoförlerin gitmek istedikleri rotaları tanımlar. Başlangıç noktasına geri döneceği için bunu ring olarak ifade etmek daha doğru olur. Çizelge 5.4'te sınıflandırması yapılan ringler dört gruba ayrılmıştır. Günlük ringler 6, kısa ringler 15, orta ringler 6 ve uzun ringler 4 tanedir. Şoförlerden, gitmek istedikleri rotalar için (0), kararsız kaldıkları rotalar için (2), gitmek istemedikleri rotalar için (3) rakamı ile doldurulmuş tercih matrisi EK-2'de sunulmuştur. Ele alınan ikinci problemde şoförlerin tercih ettiği rotalara atanmasının yanında dengeli iş yükü dağılımı da amaçlanmıştır.

### 5.2.2 Şoför Tercihlerinin Dikkate Alındığı Çizelgeleme Modelinin Kurulması

Şoför tercihlerinin dikkate alındığı ikinci problemin, dengeli iş yükü atama ile ilgili parametre ve kısıtları birinci problemde verilmişti. Bundan dolayı bu bölümde şoförlerin tercihlerine atanmasıyla ilgili modele eklenen yeni kısımlar mevcuttur. Sadece (5.1) numaralı denklem yerine (5.16) numaralı denklem değişikliği vardır, diğer parametre ve kısıtlar aynıdır. Modele eklenenler aşağıdadır:

#### Parametreler ve sapma değişkenleri

|            |                                                   |                   |                   |
|------------|---------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| $T_{ik}$   | : i. şoförün k. rota tercihi                      | $i = 1, \dots, n$ | $k = 1, \dots, t$ |
| $d_{1i}^+$ | : i. şoförün tercihlerden pozitif sapma değişkeni | $i = 1, \dots, n$ |                   |
| $d_{1i}^-$ | : i. şoförün tercihlerden negatif sapma değişkeni | $i = 1, \dots, n$ |                   |

#### Matematiksel modelin amaç fonksiyonu ve hedef kısıtları

$$\text{Min } C + \sum_{i=1}^n d_{1i}^+ \quad (5.16)$$

Denklem 5.2 – 5.15

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t X_{ijk} * T_{ik} - d_{1i}^+ + d_{1i}^- = 0 \quad \forall i \quad (5.17)$$

(5.16) numaralı denklem herhangi bir şoföre atanan en yüksek sürüş süresini ve her bir şoför için tercihlerinin dışındaki ringlere atanmayı minimize etmeyi amaçlamaktadır.

(5.17) numaralı denklem şoförlerin tercihlerine atanması hedefi kısıttır.

### 5.2.3 Şoför Tercihlerinin Dikkate Alındığı Çizelgeleme Modelinin Sonuçları

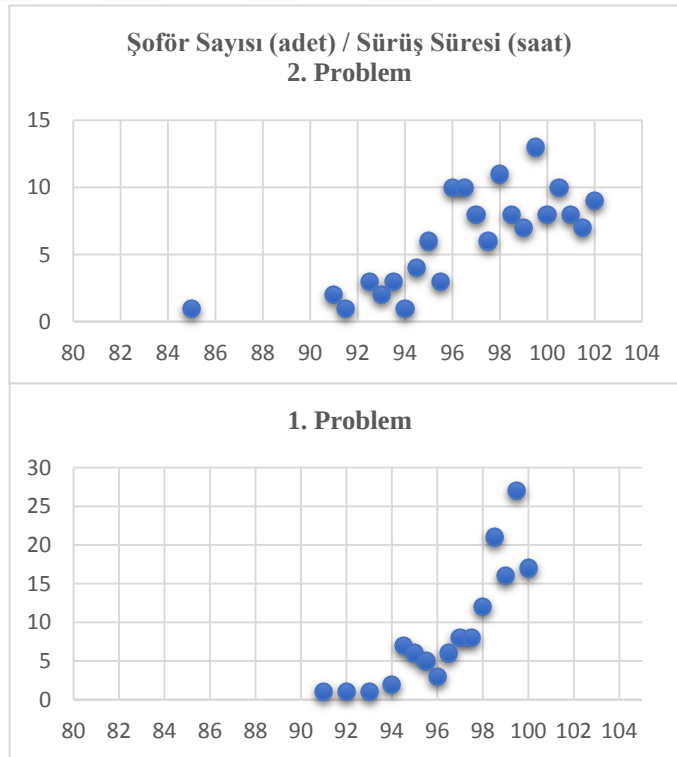
İncelenen probleme ait model 135.784 adet karar değişkeni ve 109.813 sayıda kısıttan oluşmaktadır ve IBM Ilog Cplex Optimization Studio programı ile çözülmüştür. Problem 3600 s. zaman sınırı ile çalıştırılmış ve bu zaman sınırına göre elde edilen en iyi sonuçlar verilmiştir.

Aylık sürüş sürelerini dengelemeyi ve şoför tercihlerine göre atamayı amaçlayan çözümde, 85-102 saat aralığında aylık sürüş sonuçları alınmıştır. 81 şoförün 98-102,

43 şoförün 95-98, 16 şoförün 91-95 saat aralığında aylık sürüş yaptığı ve 1 şoförün 85 saat toplam sürüş yaptığı Çizelge 5.7’de görülmektedir. Temel çizelgeleme modeli sonuçlarıyla karşılaştırıldığında biraz daha dağınık bir iş yükü ataması olduğu söylenebilir. Şekil 5.2’de görüldüğü üzere birinci model şoförlerin aylık 91-100 saat aralığında toplam sürüş dağılımı yaparken ikinci model bu dağılımı birinci modelin alt ve üst limitlerinin biraz altında ve üzerinde sapmalar göstermiştir.

Çizelge 5.7. Toplam sürüş sürelerinin şoför sayısı bazında dağılımı

| Toplam sürüş süresi (saat) | Şoför sayısı | Toplam sürüş süresi (saat) | Şoför sayısı |
|----------------------------|--------------|----------------------------|--------------|
| 85                         | 1            | 97                         | 8            |
| 91                         | 2            | 97,5                       | 6            |
| 91,5                       | 1            | 98                         | 11           |
| 92,5                       | 3            | 98,5                       | 8            |
| 93                         | 2            | 99                         | 7            |
| 93,5                       | 3            | 99,5                       | 13           |
| 94                         | 1            | 100                        | 8            |
| 94,5                       | 4            | 100,5                      | 10           |
| 95                         | 6            | 101                        | 8            |
| 95,5                       | 3            | 101,5                      | 7            |
| 96                         | 10           | 102                        | 9            |
| 96,5                       | 10           |                            |              |



Şekil 5.3. Birinci ve ikinci problemin iş yükü dağılımı karşılaştırması

Şoförlerin atandıkları toplam sevkiyatlara bakıldığında; toplam 141 şoförün 22'sinin 6 sevkiyata, 65'inin 7 sevkiyata, 45'inin 8 sevkiyata, 8'inin 9 sevkiyata ve 1'inin 10 sevkiyata atandığı Çizelge 5.8'de görülmektedir. Birinci problemin çözümüyle kıyaslandığında 6-9 sevkiyata atanan şoför sayılarının benzer olduğu, fakat ikinci problemin çözümünde 10 sevkiyata atanan 1 şoför olduğu görülmektedir. Bu şoför 56 numaralı şofördür (Bkz. EK-3).

Atama tablosundan birkaç örneği inceleyelim. İlk olarak yukarıda bahsi geçen 56 numaralı şoförün atandığı rotalar kontrol edildiğinde, tüm atamaların tercih ettiği rotalara yapıldığı görülmektedir (Bkz. EK-2). Günlük ve kısa ringlere atandığı Çizelge 5.9'da görülebilir. Tercih listesinde orta ring olarak Trabzon, uzun ring olarak Erzurum illeri olmasına rağmen bu rotalara atanmadığı görülmektedir. Yaptığı toplam sürüş miktarı dengeli dağılımın yoğun olduğu bölgededir.

Çizelge 5.8. Sevkiyat sayılarının şoför sayısı bazında dağılımı

| Sevkiyat sayısı | Şoför sayısı |
|-----------------|--------------|
| 6               | 22           |
| 7               | 65           |
| 8               | 45           |
| 9               | 8            |
| 10              | 1            |

Çizelge 5.9. 56 numaralı şoförün atama sonuçları

| Gün                        | Rota adı | Sürüş süresi (saat) | Ring sınıfı |
|----------------------------|----------|---------------------|-------------|
| 28                         | Bursa    | 6                   | Günlük      |
| 25                         | Konya    | 10                  | Kısa        |
| 22                         | Ankara   | 12                  | Kısa        |
| 19                         | Konya    | 10                  | Kısa        |
| 16                         | İzmir    | 16                  | Kısa        |
| 11                         | Kayseri  | 12                  | Kısa        |
| 8                          | Konya    | 10                  | Kısa        |
| 5                          | Bursa    | 6                   | Günlük      |
| 2                          | Bodrum   | 12,5                | Kısa        |
| 1                          | Bursa    | 6                   | Günlük      |
| <b>Toplam sürüş süresi</b> |          | 100,5               |             |

Atama tablosundan diğer bir örnek olarak 88 numaralı şoför incelendiğinde (Bkz. EK-3), 6. gün kısa ring olan Samsun'a, 12. gün orta ring olan Gaziantep'e, 15. gün kısa ring olan Antalya'ya, 18. gün orta ring olan Gaziantep'e, 21. gün kısa ring olan

Konya'ya, 27. gün orta ring olan Gaziantep'e ve 30. gün kısa ring olan Ankara'ya atandığı görülmektedir. Günlük ve uzun ringlere atanmamıştır. Atandığı rotalar tercih ettiği rotalardır. Toplam 98,5 saat aylık sürüş yapacak şekilde atanmıştır. İlk 6 gün atanmayışı, birinci ile ikinci ve altıncı ile yedinci günler arasında atanmayışı daha önce de ifade ettiğimiz üzere sevkiyat miktarından kaynaklıdır.

İncelenen bu problemde tüm şoförlerin tercih ettiği rotalara atanması sağlanmıştır. Bu atamalar yapılırken dengeli iş yükü atama prensibi birinci modele göre makul sayılabilecek miktarda sapma göstermiştir. Tercih ettiği rotalarda sürüş yapan şoförlerin daha stressiz ve istekli olacağı düşünülmektedir.

### **5.3. Ergonomik Faktörlerin ve Şoför Tercihlerinin Dikkate Alındığı Çizelgeleme Problemi**

Üçüncü problem olarak ele alınan çevresel ergonomik faktörlerin dikkate alındığı model, birinci ve ikinci problemlerdeki sırasıyla, dengeli iş yükü ataması ve şoför tercihlerinin dikkate alınması durumlarını da göz önüne alarak 141 şoförün bir aylık planlama ufku için en uygun çizelgelenmesini amaçlamaktadır.

#### **5.3.1 Problem Tanımı ve Verileri**

Uzun yol kamyon şoförlerini sürüş yaparken etkileyen; uzun düz yollar, sıcaklık, hava şartları gibi birçok unsur bulunmaktadır. Bu unsurlar şoförler için birincil stres ve yorgunluk kaynağı olarak değerlendirilebilir. Avrupa Yol Güvenliği Gözlemevi (2018) raporuna göre yorgunluğun beş ana nedeni şu şekilde tanımlanmaktadır:

- Uykusuzluk ya da kötü uyku
- Sirkadiyen ritim
- Görev süresi (uzun çalışma saatleri)
- Monoton görevler (uyaran eksikliği)
- Tıbbi durumlar da dahil olmak üzere bireysel özellikler

Onninen vd. (2022) yaptıkları çalışmada kamyon şoförlerinin kendilerinin bildirdikleri stres kaynaklarına değinmişlerdir. İşle ilgili olarak, uzun süreli sürekli sürüş, sıkı çalışma programları, kargo yükleme (boşaltma) sorunları; sürüş koşulları kategorisinde, kötü hava koşulları, kötü yol durumu, geçici trafik düzenlemeleri, trafik



sıkışıklığı; kişisel etkenlerde hastalık veya uyku nedeniyle performans bozukluğu ve diğer kişisel sorunlar ile araç arızası gibi diğer durumlar bildirilmiştir.

Bu bölümde, literatürde bildirilen kamyon şoförü sürüş kalitesini etkileyen durumlardan, termal konfor (sıcaklık), aydınlatma (gece-gündüz sürüş), monotonluk (uyaran eksikliği) ve trafik yoğunluğu (gürültü) başlıkları altında çevresel ergonomik faktörler dikkate alınmıştır. 31 rota geri dönüşlerde dikkate alınarak bu faktörler bazında puanlanmıştır.

### 5.3.2 Termal Konfor

Şoförlerin sürüş yaptıkları rotalar boyunca maruz kaldıkları ortalama sıcaklık değerleri termal konfor değeri olarak baz alınmıştır. Bir rota için, çıkış noktasından varış noktasına ve varış noktasından tekrar çıkış noktasına gelinceye kadar, şoförlerin geçtiği illerdeki aylık ortalama gece ve gündüz sıcaklık değerleri, o il sınırları içerisinde sürüş yaptığı mesafeyle orantılı olarak hesaplanmış ve ilgili rotanın termal konfor değeri santigrat ( $^{\circ}\text{C}$ ) cinsinden bulunmuştur. Örnek termal konfor hesabı için Antalya rotası incelenirse;

- Sırasıyla, İstanbul-Kocaeli-Sakarya-Bilecik-Eskişehir-Kütahya-Afyon-İsparta-Burdur-Antalya illerinden geçmiştir.
- Giderken, İstanbul-Bilecik illeri arasını gece, Eskişehir-Antalya arası gündüz tamamlanmıştır.
- Dönerken, tüm yolculuk gece tamamlanmıştır. Her ilin ortalama sıcaklık değerleri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ndeki (2022) verilerinden elde edilmiştir.
- Geçilen illerdeki gece gündüz sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ) değerleriyle, o illerde yapılan sürüş uzunluğu (km) çarpılarak, neticede 660 km'lik yol için  $+2,5^{\circ}\text{C}$  ortalama sıcaklık değeri hesaplanmıştır. Tüm rotalara ait değerler Çizelge 5.10'da görülmektedir.

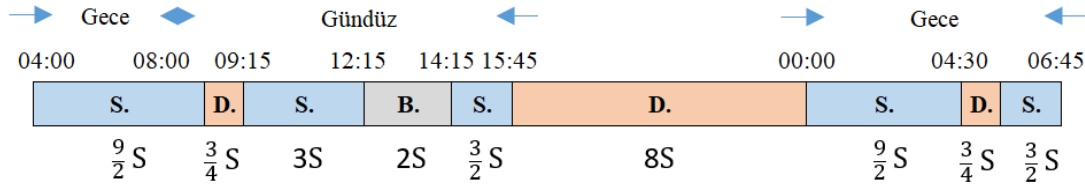
### 5.3.3 Aydınlatma

Ele alınan problem itibariyle aydınlatma gece-gündüz sürüş miktarlarını ifade etmektedir. Bu miktarlar saat olarak hesaplanmış ve sonrasında km'ye dönüştürülmüştür. Sevkiyata gece ortalama olarak saat 04:00 da başladığı, ocak ayı itibariyle güneşin 08:00 da doğduğu, 18:00 da battığı kabul edilmiştir ve tüm

hesaplamalar bu kabul doğrultusunda yapılmıştır. Şoförlerin geri dönüşlerde herhangi bir yere uğramadığı, aktarmaya 18:00 dan sonra varan kamyonların boşaltma işleminin ertesi güne kaldığı ve uzun rotalar için şoförlerin eşit miktarda gece-gündüz sürüşü yaptıkları diğer kabullerimizdir.

Örnek aydınlatma hesabı için Çanakkale rotası Şekil 5.3'ten incelenirse;

- Ortalama 60 km/s hız ile ilk 4 saatlik kısım gece sürüşüdür.
- 4,5 saatlik sürekli sürüşün yarım saati gündüze denk gelmiştir ve ardından 45 dakika dinlenme molası vermiştir.
- Aktarmaya kalan yolu 3 saatlik gündüz sürüşü ile tamamlamıştır.
- Araç ortalama 2 saatte boşaltılmıştır.
- Günlük 9 saatlik sürüş limiti için, geri dönüş yolunda 1,5 saat daha sürüş yapıp dinlenmeye çekilmiştir.
- Gece 24:00 dan sonra dinlenme süresine dikkat ederek 7,5 saatlik gece sürüşüyle başlangıç noktasına geri dönmüştür. Tüm süreler km cinsine çevrilmiştir.
- Diğer rotalara ait değerler Çizelge 5.10'da verilmiştir.



Şekil 5.4. Çanakkale rotasının zaman pencereli yapısı

#### 5.3.4 Monotonluk

Monotonluğu etkileyen birçok unsur bulunmakla birlikte, literatürde monotonluk ölçümlerinin EEG, EKG, göz kırpma süresi, simülasyon, MPEG (video sıkıştırma tekniği) gibi tekniklerle ölçülmeye çalışıldığı görülmektedir.

Monoton koşullar altında uzun süreli gündüz sürüşünün ciddi yorgunluğa (Liu, Liu, Wang ve Zang, 2011), uyanıklıkta sürekli bir azalmaya (Schmidt vd. 2009) yol açtığı ve bunun da bir dereceye kadar sürüş hızının artmasına neden olduğu (Liu vd., 2011) bildirildi. Yorgunluğun yaklaşık 3 saat sürekli monoton gündüz sürüşünden sonra ortaya çıktığını ve şoförün 3 saatlik sürekli sürüşten sonra dinlenmesi tavsiye edilmiştir (Liu vd., 2011). Monoton bir sürüş sırasında uygulanan soğutmanın şoförün

uyanıklığını arttırdığı (Schmidt, Decke, Rasshofer ve Bullinger, 2017) ek bilgi olarak verilebilir.

İncelenen problem itibarıyla monotonluk, şoförlerin sürüş süresi ve sürüş yapılan yol ile bağlantılı olarak değerlendirilmiştir. Yol ortamı ile sürücü yorgunluğu arasındaki ilişkiyi stimülasyon (uyaran) yoğunluğu ile inceleyen Zhao ve Rong (2013), optimal uyarım aralığının 8 dakikadan fazla olmaması gerektiğini ifade etmiştir.

Yoldaki tabela ve trafik durumu, arazideki ağaç, ev gibi yapılar birer uyandır. Türkiye’de bu yapıda bir yol ve arazi bulmak çok zordur. Hem karayolları uzmanı hem de şoförlerden alınan geri bildirimlerle, trafiğin olmadığı ve 20 km’yi aşan düz yollar için monoton yol kabul ve varsayımında bulunulmuştur.

Her rota güzergahı Google Maps üzerinden incelenerek, rotalar için bir monotonluk sürüş hesabı yapılmıştır. Örnek olarak Adana rotasında, İstanbul-Kocaeli-Sakarya-Düzce-Bolu-Ankara-Aksaray-Niğde-Konya-Mersin-Adana güzergahı incelendiğinde, Ankara-Şereflikoçhisar arasında 38 km, Şereflikoçhisar-Aksaray arasında 70 km ve Konya/Emirgazi-Niğde/Ulukışla arasında 77 km monoton yol tespit edilmiştir. Dönüş yolu ile birlikte Adana rotasında toplam 370 km monoton sürüş yapıldığı söylenebilir. Tüm rotalara ait monoton sürüş değerleri Çizelge 5.10’da gösterilmiştir.

### 5.3.5 Trafik Yoğunluğu

Ergonomik risklerden olan gürültü kamyon şoförleri için trafikteki diğer araç seslerini veya şehir merkezlerin geçiş esnasında maruz kalabilecekleri diğer ses etkenlerini ifade eder. Trafik yoğunluğu ses etkisine ek olarak, stres ve dikkat artırıcı özelliğinden dolayı yorgunluk kaynağı olarak da tanımlanabilir. Problemimiz için gerekli veriler Karayolları Genel Müdürlüğü trafik hacim haritalarından (2021) elde edilmiştir. Günlük taşıt sayısı 20.000 ve üzerinde olan bölümler km cinsinden hesaplanmış ve rotaların güzergahları boyunca toplanarak trafik verileri bulunmuştur. Samsun rotası örneği incelenirse; İstanbul’dan D100 karayoluna bağlantı noktasına kadar olan trafik ile, Sakarya ve Düzce illerindeki kısmi trafik ve Merzifon’dan Samsun’a kadar devam eden yoğun trafik olan bölümlerin toplam 133 km olduğu bulunmuş ve dönüş yolu ile 266 toplam trafik değeri olarak hesaplamıştır. Haritada kırmızı ve bordo renklerle belirlenmiş (Bkz. Şekil 5.4) bölümler trafik yoğunluğu etkeni olarak trafik verisini oluşturmaktadır. Tüm rotalara ait trafik verileri Çizelge 5.10’da gösterilmiştir.



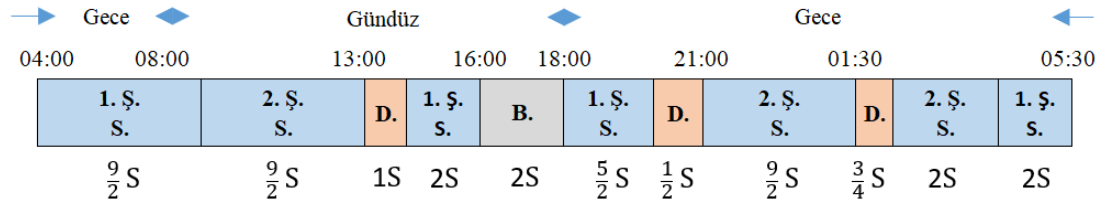
Şekil 5.5. 2021 yılı devlet yolları hacim haritası

Çizelge 5.10. Çevresel ergonomik faktörlerin rota bazında değerleri

| Rota no | Rota adı   | Termal konfor (°C) | Aydınlatma/gece (Km) | Aydınlatma/gündüz (Km) | Monotonluk (km) | Trafik yoğunluğu (km) |
|---------|------------|--------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------|
| 1       | Adana      | 4,2                | 810                  | 930                    | 370             | 278                   |
| 2       | Afyon      | 3,2                | 490                  | 310                    | 104             | 288                   |
| 3       | Aksaray    | 1,8                | 870                  | 370                    | 216             | 248                   |
| 4       | Ankara     | 3,4                | 435                  | 315                    | 0               | 124                   |
| 5       | Antalya    | 2,5                | 900                  | 420                    | 196             | 302                   |
| 6       | Aydın      | 6,6                | 620                  | 440                    | 46              | 618                   |
| 7       | Balıkesir  | 7,0                | 250                  | 370                    | 0               | 480                   |
| 8       | Bodrum     | 4,2                | 890                  | 590                    | 156             | 726                   |
| 9       | Bursa      | 6,5                | 190                  | 190                    | 0               | 240                   |
| 10      | Çanakkale  | 5,1                | 580                  | 280                    | 98              | 354                   |
| 11      | Denizli    | 3,9                | 640                  | 460                    | 156             | 310                   |
| 12      | Diyarbakır | 0,9                | 1510                 | 1090                   | 92              | 356                   |
| 13      | Düzce      | 6,5                | 165                  | 165                    | 70              | 70                    |
| 14      | Elâzığ     | 0,9                | 1420                 | 940                    | 44              | 280                   |
| 15      | Erzurum    | -0,8               | 1500                 | 1060                   | 40              | 204                   |
| 16      | Eskişehir  | 5,4                | 240                  | 320                    | 44              | 322                   |
| 17      | Gaziantep  | 4,2                | 1230                 | 930                    | 44              | 308                   |
| 18      | Hatay      | 4,8                | 1170                 | 930                    | 410             | 342                   |
| 19      | İzmir      | 5,0                | 660                  | 300                    | 46              | 552                   |
| 20      | Kayseri    | 1,2                | 900                  | 520                    | 0               | 230                   |
| 21      | Kocaeli    | 6,7                | 70                   | 70                     | 0               | 70                    |
| 22      | Konya      | 1,3                | 850                  | 370                    | 300             | 464                   |
| 23      | Malatya    | 1,4                | 1220                 | 920                    | 44              | 268                   |
| 24      | Manisa     | 5,1                | 610                  | 310                    | 46              | 512                   |
| 25      | Mersin     | 4,4                | 930                  | 930                    | 370             | 291                   |
| 26      | Merzifon   | 1,3                | 820                  | 350                    | 130             | 70                    |
| 27      | Muğla      | 3,5                | 900                  | 400                    | 156             | 628                   |
| 28      | Samsun     | 2,1                | 920                  | 440                    | 130             | 266                   |
| 29      | Şanlıurfa  | 2,4                | 1440                 | 960                    | 44              | 310                   |
| 30      | Tekirdağ   | 6,3                | 180                  | 180                    | 0               | 204                   |
| 31      | Trabzon    | 4,2                | 1120                 | 940                    | 130             | 590                   |

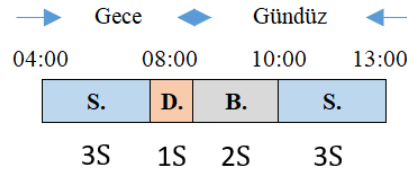
Yönetmelik kurallarına uygun olarak hazırlanan örnek zaman pencereli yapılar üzerinden problem veri ve varsayımlarına özet olarak değinmek gerekirse:

Şekil 5.5'te gece 04:00 da İstanbul'dan Antalya'ya çift şoförle hareket eden bir kamyonu, ilk 4,5 saat 1. şoför sürer, 1. şoför dinlenmeye çekilirken 2. şoför aracı sürmeye devam eder. Yemek ve ihtiyaç molasıyla birleştirilmiş 1 saatlik dinlenme süresinden sonra 1. Şoförün 2 saatlik sürüşü ile devam edilir ve araç teslimatın yapılacağı Antalya aktarma merkezine varmış olur. Araç ortalama 2 saatlik boşaltma işleminden sonra İstanbul lojistik merkezine doğru yola çıkar. 1. şoför 2,5 saat sürüş yaparak günlük 9 saatlik maksimum sürüş limitine ulaşır. 30 dakikalık molanın ardından 2. Şoför 4,5 saat sürüş yapar ve ardından 45 dakika mola verir ve 2 saat daha sürüşe devam eder. Son 2 saatlik sürüşü 1. Şoför tamamlar ve ring tamamlanmış olur. 13:00-21:00 saat aralığında 2. Şoför, 20:30-04:15 saat aralığında kesintisiz dinlenmiş olur. Bu durumda 22 saatlik toplam ringi 2 şoför 11'er saatle tamamlamış olur.



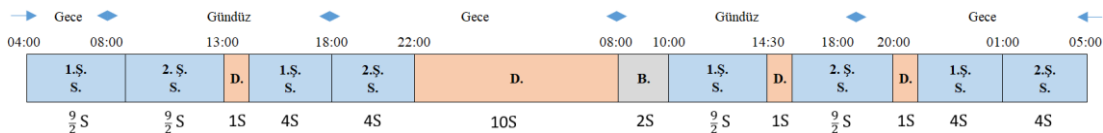
Şekil 5.6. Antalya rotasının zaman pencereli yapısı

Şekil 5.6'da gece 04:00 da İstanbul'dan Tekirdağ'a tek şoförle hareket eden bir kamyon 3 saatlik sürüş ile aktarmaya varacaktır. Aktarmaların 08:00 da açıldığı kabul edildiğinden 1 saatlik dinlenme süresini aktarma önünde veya sürüş süresini daha kısa tutarak yol üzerinde uygun bir yerde geçirebilmektedir. Aktarma araç boşaltma personeli aracı 2 saatte boşaltır ve şoför bu süre zarfında yine dinlenmektedir. Boşaltma işleminden sonra şoför çıkış noktasına ulaşmak üzere tekrar yola çıkar ve 3 saatlik sürüş ile İstanbul lojistik merkezine varmış olacaktır. Bu rotada çalışan şoföre 3 saatlik gece, 3 saatlik gündüz sürüşü düşmektedir.



Şekil 5.7. Tekirdağ rotasının zaman pencereli yapısı

Şekil 5.7’de Trabzon aktarmaya doğru gece saat 04:00 da yola çıkan 2 şoförlü kamyonu, ilk 4 saati gece, son yarım saati gündüz olan 1. şoför sürer. 4,5 saatin ardından şoför değişimi olur ve 2. şoför 4,5 saatlik gündüz sürüşüyle yola devam eder. Öğlen saatleri geldiği için yemek ve ihtiyaç molası ile 2. şoförün 45 dakikalık zorunlu molası birleştirilebilir. Bu durakta 1-1,5 saat mola verilebilir. Mola sonrası 1. Şoför 4 saat sürüş yapar ve aracı 2. şoföre devreder. Bu istikametteki son 4 saatlik sürüşü 2. Şoför yapar ve kamyon aktarmaya saat 22:00 civarında varmış olacaktır. İki şoför de sabaha kadar en az 10’ar saat dinlenme imkanına sahip olur. Ertesi sabah aktarma açıldıktan sonra araç boşaltılır ve saat 10:00 da aktarmadan ayrılır. 1. şoför 4,5 saat sürüş yaptıktan sonra en az 45 dakikalık mola verilebilir veya 2. şoför sürüş yapmaya devam edebilir. Planladığımız zaman penceresinde 1 saatlik mola sonrası 2. şoför de 4,5 saat sürüş yapar. Yüğü boşalttıktan sonraki geri dönüşlerde teslimat durumu olmadığı için mola ve dinlenmeler esnetilebilir. Mola sonrası 1. ve 2. Şoför 4’er saat sürüş yaparak çıkış noktasına ulaşmış olur. 34 saatlik sürüş gerektiren Trabzon rotasında şoförler 17’şer saat sürüş yapmış olurlar.



Şekil 5.8. Trabzon rotasının zaman pencereli yapısı

### 5.3.6 Ergonomik Faktörlerin ve Şoför Tercihlerinin Dikkate Alındığı Çizelgeleme Modelinin Kurulması

Ergonomik faktörlerin ve şoför tercihlerinin dikkate alındığı üçüncü problem de temel şoför çizelgeleme modelinin üzerine inşa edilmiştir. Birinci ve ikinci modeldeki amaç fonksiyonu değiştirilerek (5.18) numaralı denklemde tekrar yazılmıştır. (5.12) numaralı denklem yerine (5.19) ve (5.20) numaralı denklemlerle sürüş süresi limitleri belirlenmiştir. Ergonomik faktörlere ait hedef kısıt değerleri, her ergonomik faktör

için, tüm sevkiyatlardaki değerleri toplamının şoför sayısına bölünmesiyle elde edilmiştir. Üçüncü problemin modele eklenen kısımları aşağıdadır:

### Parametreler ve sapma değişkenleri

|            |                                                                           |                   |
|------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| $TY_k$     | : k. rotanın trafik yoğunluğu değeri                                      | $k = 1, \dots, t$ |
| $TK_k$     | : k. rotanın termal konfor değeri                                         | $k = 1, \dots, t$ |
| $Ay_k$     | : k. rotanın gündüz sürüş değeri                                          | $k = 1, \dots, t$ |
| $Ka_k$     | : k. rotanın gece sürüş değeri                                            | $k = 1, \dots, t$ |
| $M_k$      | : k. rotanın monotonluk değeri                                            | $k = 1, \dots, t$ |
| $d_{2i}^+$ | : i. şoförün hedef trafik yoğunluğu değerinden<br>pozitif sapma değişkeni | $i = 1, \dots, n$ |
| $d_{2i}^-$ | : i. şoförün hedef trafik yoğunluğu değerinden<br>negatif sapma değişkeni | $i = 1, \dots, n$ |
| $d_{3i}^+$ | : i. şoförün hedef termal konfor değerinden<br>pozitif sapma değişkeni    | $i = 1, \dots, n$ |
| $d_{3i}^-$ | : i. şoförün hedef termal konfor değerinden<br>negatif sapma değişkeni    | $i = 1, \dots, n$ |
| $d_{4i}^+$ | : i. şoförün hedef gündüz sürüş değerinden<br>pozitif sapma değişkeni     | $i = 1, \dots, n$ |
| $d_{4i}^-$ | : i. şoförün hedef gündüz sürüş değerinden<br>negatif sapma değişkeni     | $i = 1, \dots, n$ |
| $d_{5i}^+$ | : i. şoförün hedef gece sürüş değerinden pozitif<br>sapma değişkeni       | $i = 1, \dots, n$ |
| $d_{5i}^-$ | : i. şoförün hedef gece sürüş değerinden<br>negatif sapma değişkeni       | $i = 1, \dots, n$ |
| $d_{6i}^+$ | : i. şoförün hedef monotonluk değerinden<br>pozitif sapma değişkeni       | $i = 1, \dots, n$ |
| $d_{6i}^-$ | : i. şoförün hedef monotonluk değerinden<br>negatif sapma değişkeni       | $i = 1, \dots, n$ |

### Matematiksel modelin amaç fonksiyonu, hedef ve diğer kısıtları

$$\begin{aligned} \text{Min } \sum_{i=1}^n d_{1i}^+ + \sum_{i=1}^n (d_{2i}^+ + d_{2i}^-) + \sum_{i=1}^n (d_{3i}^+ + d_{3i}^-) + \sum_{i=1}^n (d_{4i}^+ + d_{4i}^-) \\ + \sum_{i=1}^n (d_{5i}^+ + d_{5i}^-) + \sum_{i=1}^n (d_{6i}^+ + d_{6i}^-) \end{aligned} \quad (5.18)$$

Denklem 5.2 – 5.11

Denklem 5.13 – 5.15

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t x_{ijk} * S_k \geq 85 \quad \forall i \quad (5.19)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t x_{ijk} * S_k \leq 102 \quad \forall i \quad (5.20)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t X_{ijk} * TY_k - d_{2i}^+ + d_{2i}^- = a_1 \quad \forall i \quad (5.21)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t X_{ijk} * TK_k - d_{3i}^+ + d_{3i}^- = a_2 \quad \forall i \quad (5.22)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t X_{ijk} * Ay_k - d_{4i}^+ + d_{4i}^- = a_3 \quad \forall i \quad (5.23)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t X_{ijk} * Ka_k - d_{5i}^+ + d_{5i}^- = a_4 \quad \forall i \quad (5.24)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t X_{ijk} * M_k - d_{6i}^+ + d_{6i}^- = a_5 \quad \forall i \quad (5.25)$$

(5.18) numaralı denklem, şoförlerin tercihlerinden pozitif sapmayı; trafik yoğunluğu, termal konfor, gündüz-gece sürüşü ve monotonluk hedeflerinden negatif ve pozitif sapmaları minimize etmeyi amaçlamaktadır. (5.19) numaralı denklem sürüş sürelerinin alt limitini ifade etmektedir. (5.20) numaralı denklem sürüş sürelerinin üst limitini ifade etmektedir. (5.21) numaralı denklem trafik yoğunluğu faktörünün hedef



kısıttır. Tüm sevkiyatlardaki toplam trafik yoğunluğu değerinin şoför sayısına bölünmesiyle hesaplanmıştır.  $a_1 = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t TY_k / n = 1600$ . (5.22) numaralı denklem termal konfor faktörünün hedef kısıttır. Tüm sevkiyatlardaki toplam termal konfor değerinin şoför sayısına bölünmesiyle hesaplanmıştır.  $a_2 = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t TK_k / n = 18500$ . (5.23) numaralı denklem gündüz sürüş faktörünün hedef kısıttır. Tüm sevkiyatlardaki toplam aydınlık değerinin şoför sayısına bölünmesiyle hesaplanmıştır.  $a_3 = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t Ay_k / n = 3500$ . (5.24) numaralı denklem gece sürüş faktörünün hedef kısıttır. Tüm sevkiyatlardaki toplam karanlık değerinin şoför sayısına bölünmesiyle hesaplanmıştır.  $a_4 = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t Ka_k / n = 2300$ . (5.25) numaralı denklem de monotonluk faktörünün hedef kısıtını ifade etmektedir. Tüm sevkiyatlardaki toplam monotonluk değerinin şoför sayısına bölünmesiyle hesaplanmıştır.  $a_5 = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t M_k / n = 440$ .

### 5.3.7 Ergonomik Faktörlerin ve Şoför Tercihlerinin Dikkate Alındığı Çizelgeleme Modelinin Sonuçları

Üçüncü probleme ait model 137.193 adet karar değişkeni, 110.659 sayıda kısıttan oluşmaktadır ve IBM Ilog Cplex Optimization Studio programı ile çözülmüştür. Model 3600 s. zaman sınırı ile çalıştırılmış ve bu zaman sınırına göre elde edilen en iyi sonuçlar verilmiştir.

Ergonomik faktörlerin ve şoför tercihlerinin dikkate alındığı modelde, Çizelge 5.7’de elde edilen sürüş süreleri alt ve üst limit olarak kullanılmıştır. Şoför tercihlerinin dikkate alındığı 2. modelden elde edilen atama sonuçları bazında ergonomik hedeflerin tamamı bu modelde minimize edilmiştir. Trafik yoğunluğu, gece sürüş ve monotonluk faktörlerinde pozitif sapmalar; termal konfor ve gündüz sürüş faktörlerinde negatif sapmalar minimize edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 5.11’de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Ergonomik faktör sapmalarının minimizasyon sonuçları

| Problem          | Trafik yoğunluğu | Termal konfor | Gündüz sürüş | Gece sürüş | Monotonluk |
|------------------|------------------|---------------|--------------|------------|------------|
| 2. Problem       | 29939            | -307091       | -10290       | 14575      | 13118      |
| 3. Problem       | 21658            | -260757       | -9640        | 12205      | 9448       |
| İyileşme Miktarı | 8281             | 46335         | 650          | 2370       | 3670       |

Ele alınan problemde, 85-102 saat aylık sürüş süresi limitleri dahilinde çalıştırılan modelin, 27 şoförün 6 sevkiyata, 53 şoförün 7 sevkiyata, 53 şoförün 8 sevkiyata ve 8 şoförün 9 sevkiyata atama sonuçları Çizelge 5.12’de verilmiştir.

Çizelge 5.12. Sevkiyat sayılarının şoför sayısı bazında dağılımı

| Sevkiyat sayısı | Şoför sayısı |
|-----------------|--------------|
| 6               | 27           |
| 7               | 53           |
| 8               | 53           |
| 9               | 8            |

Şoför tercihlerinin dikkate alındığı 2. probleme ait model çözümünde tüm şoförler bir aylık çizelge boyunca istedikleri rotalara atanmıştır. 3. Probleme ait modelin, ergonomik faktörlerin sapma miktarlarını minimize etmek için tüm şoförlerin tercihleri dışındaki rotalara da atadığı görülmektedir. Bu sapma miktarları Çizelge 5.13’te görülebilir. Atama tablosu Ek-4’te incelenebilir.

Örnek olarak 1. ve 141. şoförler tercih durumuna göre incelediğinde, sırasıyla 11 br. ve 12 br. sapma değeri yaptığı görülmektedir. 1 numaralı şoför, kararsız kaldığı (2) Mersin, Samsun ve Ankara rotalarına ve istemediği (3) Gaziantep rotasına atanmış görülmektedir. 141 numaralı şoför ise, kararsız kaldığı Gaziantep, Düzce ve Bursa rotaları ile istemediği Kayseri ve Kocaeli rotalarına atanmıştır. Bu şoförlere ait diğer veriler için Çizelge 5.14’e bakılabilir.

İncelenen üçüncü problemde, tüm kısıtları sağlayan ve hedeflerdeki sapmayı minimize eden model çözümü sunulmuştur. Rotaların ergonomik faktörler bazındaki değerleri çok değişken ve hedef sayının fazlalığından dolayı optimal çözüm bulmak olanaksız görülmektedir.

Çizelge 5.13. Şoför tercihlerinin sapma verileri

| Sapma miktarı (br) | Şoför sayısı | Şoför no                                                                                       |
|--------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2                  | 3            | 37, 83, 104                                                                                    |
| 4                  | 1            | 23                                                                                             |
| 5                  | 3            | 7, 33, 99                                                                                      |
| 6                  | 5            | 20, 22, 25, 62, 70                                                                             |
| 7                  | 3            | 34, 53, 56                                                                                     |
| 8                  | 8            | 16, 38, 50, 51, 58, 66, 102, 132                                                               |
| 9                  | 11           | 3, 35, 36, 42, 52, 57, 81, 113, 118, 119, 133                                                  |
| 10                 | 11           | 9, 15, 65, 86, 94, 95, 108, 124, 128, 137, 138                                                 |
| 11                 | 17           | 1, 6, 0, 43, 44, 69, 77, 79, 84, 88, 98, 100, 114, 116, 121, 127, 136                          |
| 12                 | 15           | 12, 24, 29, 39, 46, 47, 55, 72, 90, 103, 111, 115, 134, 135, 141                               |
| 13                 | 24           | 2, 3, 4, 5, 8, 10, 13, 14, 18, 21, 26, 28, 41, 45, 59, 64, 65, 73, 93, 112, 122, 123, 125, 126 |
| 14                 | 14           | 11, 31, 48, 71, 75, 76, 82, 87, 91, 92, 97, 101, 110, 120                                      |
| 15                 | 6            | 19, 78, 105, 106, 131, 139                                                                     |
| 16                 | 7            | 49, 74, 80, 85, 96, 107, 140                                                                   |
| 17                 | 4            | 17, 40, 63, 130                                                                                |
| 18                 | 4            | 54, 67, 89, 117                                                                                |
| 19                 | 3            | 27, 60, 129                                                                                    |
| 20                 | 2            | 61, 109                                                                                        |

Çizelge 5.14. 1 ve 141 numaralı şoförlerin tercih/atanma ilişkisi

| Şoför no | Gün no | Rota adı          | Tercih durumu |
|----------|--------|-------------------|---------------|
| 141      | 28     | Gaziantep         | 2             |
|          | 25     | Ankara            | 0             |
|          | 22     | Balıkesir         | 0             |
|          | 19     | Antalya           | 0             |
|          | 15     | Kocaeli           | 3             |
|          | 12     | Düzce             | 2             |
|          | 5      | Trabzon           | 0             |
|          | 2      | Kayseri           | 3             |
|          | 1      | Bursa             | 2             |
|          |        | Toplam sapma (br) | 12            |
| 1        | 28     | Bursa             | 0             |
|          | 25     | Mersin            | 2             |
|          | 21     | İzmir             | 0             |
|          | 18     | Düzce             | 0             |
|          | 15     | Samsun            | 2             |
|          | 11     | Ankara            | 2             |
|          | 8      | Samsun            | 2             |
|          | 5      | Gaziantep         | 3             |
|          |        | Toplam sapma (br) | 11            |

## 5.4. Yöneticilere Öneriler

Profesyonel sürücü bulmak gün geçtikçe zorlaşmakta, mesleğe yeni girenler talebi karşılayamamaktadır. Tecrübeli şoförlerin elde tutulması ve genç şoförlerin mesleğe sevdirmesi için personel memnuniyeti önem taşımaktadır. Bu memnuniyet ücretlerin iyileştirilmesinin yanında iş yüklerinin azaltılması ve dengelenmesi durumlarıyla ilişkilidir.

Kamyon şoförlerinin, yönetmelikte belirtilen sürüş ve dinlenme sürelerine azami dikkat edilerek planlanması büyük önem arz etmektedir. Kurallara uymayıp kazaya karışan şoförlere yapılan cezai işlemlerin yanında, iş yükünün fazla oluşundan dolayı şoförün kuralları çiğnemek zorunda kaldığı durumlarda işletmeler de sorumlu tutulabilmektedir.

Ele alınan çalışmada sevkiyatların ortalama olarak gece saat 04:00 da başladığı elde edilen verilerden saptanmıştır. Araç yükleme operasyonlarının iyileştirilerek sevkiyatın gece yarısını geçmeyecek şekilde başlatılması, şoföre gün içerisinde dağıtılması gereken ürünleri teslim etmek için daha rahat bir zaman aralığı sunacaktır.

Aylık taleplerin yetersiz olduğu durumlarda şoförlerin iş yükleri istenen seviyenin altına düşebilecektir. 2-3 günlük sevkiyatlarda kullanılan araçların, ertesi günkü sevkiyatta kullanılamayacağı açık olduğundan, yüzün üzerinde öz mal araç sayısına sahip firma filosunun maliyeti ciddi rakamlara ulaşacaktır. Talep tahmini yöntemleri kullanılarak yapılabilecek bir planlama ile optimum veya optimuma yakın bir araç sayısı tespiti yapılabilir. Bu sayının üzerindeki araçlar elden çıkarılarak ihtiyaç halinde dış kaynak kullanımı yoluna gidilerek maliyetten tasarruf sağlanabilir.

Bu tezde dikkate aldığımız ergonomik faktörlere ait veriler birçok kabulden oluşmaktadır. Lojistik firmasının kullandığı tüm güzergahlarda şoförlere verecekleri talimatlarla, bu ergonomik değerlerinin not edilmesi veya EKG, EEG gibi cihazların örmek uygulamalarda kullanılarak yorgunluk ölçümlerinin sağlanması yoluna gidilebilir. Bu şekilde elde edilecek veriler daha gerçekçi sonuçlar ortaya koyacaktır. Rotaların bu ve benzeri birçok unsura göre değerlendirilerek şoför atamalarının sağlanması, çalışan memnuniyeti ve adil iş yükü dağılımının tesisine önemli katkı sağlayacaktır.

## 6. SONUÇ

Dünyadaki küreselleşme sürecinde lojistik sektörüne çok önemli rol düşmektedir. Kâr elde etmek isteyen işletmeler ya maliyetleri düşürerek ya da fiyatları artırarak bu yola gitmektedir. Fiyatların sabit kalması veya makul artışları için işletmeler maliyetleri azaltmaya daha çok yoğunlaşmaktadır. Son yıllarda üreticiler maliyetleri düşürmek için üretim tesislerini ucuz işçiliğin olduğu bölgelere konumlandırmaktadır. Ürünlerin üretim noktasından tüketim noktasına zamanında ulaştırılması, nakliye operasyonlarının tüm unsurlarını koordine eden bir planlama ile mümkün olmaktadır.

Türkiye’de uluslararası taşımacılıkta karayolu, deniz taşımacılığından sonra ağırlık ve değer itibarıyla ikinci sıradadır. Yurt içi taşımacılıkta ise %90 oranında karayolu yük taşımacılığı hakimdir. Bu taşıma modunda şoförler araçlarla bütünleşik düşünülmektedir. Rotaların uzunluğuna göre birden fazla şoförle çalışma planları oluşturulabilmekte ama maliyetten kaynaklı olarak, yasal zorunlulukları çiğneme ve yol güvenliğini tehlikeye atma pahasına tek şoför tercihi yaygın olarak yapılmaktadır.

Bu tezde, bir lojistik firmasının yurt içi taşımacılık faaliyetinde görevli şoförler için kamyon şoförü çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Bu problem için lojistik firmasından 2021 yılı ocak ayı gerçek sevkiyat verileri alınmıştır. Sadece pazar günleri sevkiyat yapılmayan firmada, farklı noktalardaki 31 aktarma merkezine 26 günlük işlem gerçekleşmiştir. Günlük sevkiyat miktarları değişkenlik gösteren ve 141 şoförü bulunan firmanın, bir aylık planlanması için toplamda 1029 adet görevlendirme yapılmıştır.

Çalışma şartlarının zor olduğu kamyon şoförleri için, yönetmelikte belirtilen sürüş ve dinlenme sürelerine uyarak iş yüklerini dengelemek üzere birinci problem olarak temel şoför çizelgeleme modeli kurulmuş ve matematiksel programlama yardımıyla çözülmüştür. Aylık sürüşün 91-100 saat aralığında iş yükü dağılım sonuçları optimum sonucu alınamayan problem için makul kabul edilmiştir.

İkinci problemde, iş yüklerinin dengelenmesine ek olarak şoförlerden gitmek istedikleri rota tercihlerine göre bir aylık çizelgeleme ele alınmıştır. Sürüş sürelerinde kısmi sapmalarla, tüm şoförlerin bir ay boyunca gitme tercihinde bulunduğu rotalara atandığı çizelgeleme takvimi oluşturulmuştur. Şoför tercihlerine dikkat edilmesi, iş memnuniyeti açısından son derece önemlidir ve daha verimli çalışmaya yönlendirir.

Üçüncü problemde ilk iki problemdeki hedeflere ek olarak, uzun yol kamyon şoförlerinin sürüş performanslarını etkileyen, yorgunluk ve stres unsuru olup güvenli sürüş için dikkat edilmesi gereken ergonomik faktörlerden, trafik yoğunluğu, termal konfor, aydınlatma ve monotonluk değerleri 31 rota boyunca hesaplanmış ve bu değerlerin de bir aylık sürüş planı için dengelenmesi amaçlanmıştır. Tüm ergonomik faktörlerin aynı anda dengelenmesi mümkün olmayacağından, ikinci problemdeki sürüş alt ve üst limitleri ile model çalıştırılmış ve ikinci problem sonucunda elde edilen atamalardaki ergonomik faktör sapmalarının hepsi minimize edilmiştir.

Bu tezde, temel bir model üzerine yeni hedef ve kısıtlar eklenerek, hedef sapmalarını minimize etmeyi amaçlayan hedef programlama yöntemiyle ergonomik faktörleri dikkate alan bir aylık şoför çizelgeleme yapılmıştır. Hedefler önceliklendirilerek veya ağırlıklandırılarak istenen hedefe göre daha dengeli atama sonuçları alınabilir.

Problemin ilk modelinden itibaren sürüş sürelerinin aylık 100 saat civarında olduğu gözlemlendi. Yönetmelikte haftalık 56 saate ve iki haftalık 90 saate kadar sürüş yapılabilir üst limitlerine göre az olduğu düşünülebilir fakat bazı rotalarda bir bazı rotalarda iki gece evinden uzak kalan şoförler için çalışma saatleri sürüş saatlerinin çok üzerindedir.

Aylık sevkiyat taleplerinin arttığı durumlarda aylık sürüş süreleri de artma gösterecektir çünkü bazı şoförlere bir haftadan fazla atama yapılmadığı görülmektedir. Ayrıca firma için şoför sayısının azaltılması ve dış kaynak kullanımına yönelerek araç veya filo kiralama yoluyla talebin değişken olduğu yerlerde çözüm bulunması önerilmektedir.

Gelecek çalışmalar için, mevcut model üzerinden ergonomik faktörler önceliklendirilerek o faktöre göre dengeli bir çizelgeleme yapılabilir. Tüm rotaların tek şoförle planlandığı farklı bir çalışmayla kıyaslanabilir. Maliyet unsuru dikkate alınarak en optimum aylık sürüş süresine göre personel planlamasına yönelik

alışmalar yapılabilir. Birkaç akşamını evden uzakta geçiren şoförler için evde geçirdiği süreler dengelenebilir. Dikkate alınan ergonomik faktörlere ek olarak, titreşim (yol kalitesi), yükselti, renk, virajlı yol, yol çalışması veya geçici trafik durumu, sosyal izolasyon (yalnız çalışma), şoförler için yaş, sigara kullanımı, hastalık vb. durumların dikkate alınabileceği çok hedefli planlamalar yapılabilir.



## KAYNAKLAR

Aronsson, G., Theorell, T., Grape, T., Hammarström, A., Hogstedt, C., Marteinsdottir, I. ve Hall, C. (2017). A systematic review including meta-analysis of work environment and burnout symptoms. *BMC public health*, 17(1), 1-13.

Archetti, C. ve Savelsbergh, M. (2009). The trip scheduling problem. *Transportation Science*, 43(4), 417-431.

Avrupa Karayolu Güvenlik Gözlemevi (2018). European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport. <https://www.rsa.ie/docs/default-source/about/european-commission-fatigue-european-commission-directorate-general-for-transport-february-2018.pdf> /İndirilme Tarihi: 27.12.2022.

Bedir, N., Eren, T. ve Dizdar, E. N. (2017). Ergonomik personel çizelgeleme ve perakende sektöründe bir uygulama. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(3), 657-674.

Benkebir, N., Le Poulquen, M., Trévien, J. F., Bounceur, A., Euler, R., Pardiac, E., ve 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.

Bernhardt, A., Melo, T., Bousonville, T. ve 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*.

Bourreau, E., Farias, K., Garaix, T., Lacomme, P., Martino, D. ve Peña-Arenas, I. (2021). First Constraint Programming based approach for the Truck Driver Scheduling Problem. In *22ème Conférence ROADEF de la Société Française de Recherche Opérationnelle et Aide à la Décision*.

Bowden, Z. E. ve Ragsdale, C. T. (2018). The truck driver scheduling problem with fatigue monitoring. *Decision Support Systems*, 110, 20-31.

Carrère, S., Evans, G. W., Palsane, M. N. ve Rivas, M. (1991). Job strain and occupational stress among urban public transit operators. *Journal of Occupational Psychology*, 64(4), 305-316.

Charnes, A. ve Cooper, W. W. (1977). Goal programming and multiple objective optimizations: Part 1. *European journal of operational research*, 1(1), 39-54.



Charnes, A., Cooper, W. W. ve Ferguson, R. O. (1955). Optimal estimation of executive compensation by linear programming. *Management science*, 1(2), 138-151.

Chen, M. J. Ve Cunradi, C. (2008). Job stress, burnout and substance use among urban transit operators: The potential mediating role of coping behaviour. *Work & Stress*, 22(4), 327-340.

Cordieri, S. A., Fumero, F., Jabali, O. ve Malucelli, F. (2022). The Long-Haul Transportation Problem with Refueling Deviations and Time-Dependent Travel Time. *In International Conference on Computational Logistics*, 245-259.

Crizzle, A. M., Bigelow, P., Adams, D., Gooderham, S., Myers, A. M. ve Thiffault, P. (2017). Health and wellness of long-haul truck and bus drivers: A systematic literature review and directions for future research. *Journal of Transport & Health*, 7, 90-109.

De Croon, E. M., Sluiter, J. K., Blonk, R. W., Broersen, J. P. ve Frings-Dresen, M. H. (2004). Stressful work, psychological job strain, and turnover: a 2-year prospective cohort study of truck drivers. *Journal of applied psychology*, 89(3), 442.

De Genaro Chiroli, D. M., Mayerle, S. F. Ve De Figueiredo, J. N. (2022). Using state-space shortest-path heuristics to solve the long-haul point-to-point vehicle routing and driver scheduling problem subject to hours-of-service regulatory constraints. *Journal of Heuristics*, 28(1), 23-59.

Drexler, M., Rieck, J., Sigl, T. ve 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. ve Varlı, E. (2017). Hedef Programlama Yaklaşımı ile Temizlik Personeli Çizelgeleme Problemi İçin Bir Model Önerisi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2), 114-127.

Erera, A., Karacık, B. ve Savelsbergh, M. (2008). A dynamic driver management scheme for less-than-truckload carriers. *Computers & operations research*, 35(11), 3397-3411.

Ernst, A. T., Jiang, H., Krishnamoorthy, M. ve Sier, D. (2004). Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models. *European journal of operational research*, 153(1), 3-27.

Filtness, A., Anund, A., Maynard, S., Miller, K., Pilkington-Cheney, F., Dahlman, A. ve Ihlström, J. (2019). Bus driver fatigue final report. Loughborough: Loughborough University.

Fu, J. ve Ma, L. (2022). Long-Haul Vehicle Routing and Scheduling with Biomathematical Fatigue Constraints. *Transportation Science*, 56(2), 404-435.

Garaix, T., Lacomme, P., Arenas, I. G. P. ve Tchernev, N. (2022). A label Setting algorithm for the Truck Driver-Scheduling Problem under the European Community social legislation. *In 23ème congrès annuel de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision*.

Girginer, N. ve Kaygısız, Z. (2009). İstatistiksel Yazılım Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Birlikte Kullanımı. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 211-233.

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.

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.

Goel, A. (2012b). The Canadian minimum duration truck driver scheduling problem. *Computers & Operations Research*, 39(10), 2359-2367.

Goel, A. (2012c). The minimum duration truck driver scheduling problem. *EURO Journal on Transportation and Logistics*, 1(4), 285-306.

Goel, A. (2014). Hours of service regulations in the United States and the 2013 rule change. *Transport Policy*, 33, 48-55.

Goel, A., Archetti, C. ve Savelsbergh, M. (2012). Truck driver scheduling in Australia. *Computers & Operations Research*, 39(5), 1122-1132.

Goel, A. ve Irnich, S. (2017). An exact method for vehicle routing and truck driver scheduling problems. *Transportation Science*, 51(2), 737-754.

Goel, A. ve Kok, L. (2009). Efficient truck driver scheduling in the United States. Working paper, University of Twente.

Goel, A. ve Kok, L. (2012a). Efficient scheduling of team truck drivers in the European Union. *Flexible services and manufacturing journal*, 24(1), 81-96.

Goel, A. ve Kok, L. (2012b). Truck driver scheduling in the United States. *Transportation science*, 46(3), 317-326.

Goel, A. ve Rousseau, L. M. (2012). Truck driver scheduling in Canada. *Journal of Scheduling*, 15(6), 783-799.

Goel, A. ve Vidal, T. (2014). Hours of service regulations in road freight transport: An optimization-based international assessment. *Transportation science*, 48(3), 391-412.

Goel, A., Vidal, T. ve Kok, A. L. (2021). To team up or not: single versus team driving in European road freight transport. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 1-35.

Harvey, S. B., Modini, M., Joyce, S., Milligan-Saville, J. S., Tan, L., Mykletun, A. ve Mitchell, P. B. (2017). Can work make you mentally ill? A systematic meta-review of work-related risk factors for common mental health problems. *Occupational and environmental medicine*, 74(4), 301-310.

Hege, A., Lemke, M. K., Apostolopoulos, Y. ve Sönmez, S. (2019). The impact of work organization, job stress, and sleep on the health behaviors and outcomes of US long-haul truck drivers. *Health Education & Behavior*, 46(4), 626-636.

Ignizio, J. P. (1985). *Introduction to linear goal programming*. Kaliforniya: Sage Publications Inc.

Karayolları Genel Müdürlüğü (2021). Trafik Hacim Haritaları. [https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Trafik/trafikhaci\\_mharitasi/2021HacimHaritalari/Hacim2021Devlet.pdf](https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Trafik/trafikhaci_mharitasi/2021HacimHaritalari/Hacim2021Devlet.pdf) /İndirilme Tarihi: 27.12.2022

Knust, S. ve Schumacher, E. (2011). Shift scheduling for tank trucks. *Omega*, 39(5), 513-521.

Koç, Ç., Bektaş, T., Jabali, O. ve Laporte, G. (2016). A comparison of three idling options in long-haul truck scheduling. *Transportation Research Part B: Methodological*, 93, 631-647.

Koç, Ç., Jabali, O. ve Laporte, G. (2017). Long-haul vehicle routing and scheduling with idling options. *Journal of the operational research society*, 1-13.

Koubâa, M., Dhouib, S., Dhouib, D. ve El Mhamedi, A. (2016). Truck driver scheduling problem: literature review. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 1950-1955.

Lacomme, P., Bourreau, E., Farias, K., Garaix, T., Peña-Arenas, I. ve Martino, D. (2021). On the Truck Driver Scheduling Problem: A Constraint Programming based approach. *In 31st European Conference on Operational Research*.

Liu, X., Liu, J., Wang, X. Y. ve Zhang, J. (2011). Effects of prolonged truck driving on drive safety based on real road driving. *In 2011 IEEE 18th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 1241-1244.

Lucci, M., Severín, D. ve Zabala, P. (2021). A metaheuristic for crew scheduling in a pickup- and- delivery problem with time windows. *International Transactions in Operational Research*.

Mayerle, S. F., Chiroli, D. M. D. G., de Figueiredo, J. N. ve 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.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2022). <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H> /İndirilme tarihi: 27.12.2022.

Onninen, J., Pylkkönen, M., Hakola, T., Puttonen, S., Virkkala, J., Tolvanen, A. ve Sallinen, M. (2022). The self-reported stress and stressors in tram and long-haul truck drivers. *Applied Ergonomics*, 102, 103761.

Orris, P., Hartman, D. E., Strauss, P., Anderson, R. J., Collins, J., Knopp, C. Ve Melius, J. (1997). Stress among package truck drivers. *American journal of industrial medicine*, 31(2), 202-210.

Oughalime, A., Ismail, W. R., Liong, C. Y. ve 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.

Öztürk, A. (2021). *Yöneylem Araştırması*. Bursa: Ekin Kitapevi Yayınları.

Peña-Arenas, I., Garaix, T., Lacomme, P. ve Tchernev, N. (2021). A mixed integer programming formulation for the truck drivers scheduling problem considering the European Union drivers rules. *In 2021 IEEE 17th International Conference on Automation Science and Engineering*, 101-106.

Rancourt, M. E., Cordeau, J. F. ve Laporte, G. (2013). Long-haul vehicle routing and scheduling with working hour rules. *Transportation Science*, 47(1), 81-107.

Rancourt, M. E. ve Paquette, J. (2014). Multicriteria Optimization of A Long- Haul Routing and Scheduling Problem. *Journal of Multi- Criteria Decision Analysis*, 21(5-6), 239-255.

Sartori, C., Smet, P. ve Vanden Berghe, G. (2021). Scheduling hours of service for truck drivers with interdependent routes. *Scheduling hours of service for truck drivers with interdependent routes*.

Sartori, C. S., Smet, P. ve Berghe, G. V. (2022). Truck driver scheduling with interdependent routes and working time constraints. *EURO Journal on Transportation and Logistics*, 11, 100092.

Sartori, C. S., Smet, P. ve Berghe, G. V. (2022). Scheduling truck drivers with interdependent routes under European Union regulations. *European Journal of Operational Research*, 298(1), 76-88.

Schmidt, E. A., Schrauf, M., Simon, M., Fritzsche, M., Buchner, A. ve Kincses, W. E. (2009). Drivers' misjudgement of vigilance state during prolonged monotonous daytime driving. *Accident Analysis & Prevention*, 41(5), 1087-1093.

Schmidt, E., Decke, R., Rasshofer, R. Ve Bullinger, A. C. (2017). Psychophysiological responses to short-term cooling during a simulated monotonous driving task. *Applied ergonomics*, 62, 9-18.

Shattell, M., Apostolopoulos, Y., Sönmez, S. ve Griffin, M. (2010). Occupational stressors and the mental health of truckers. *Issues in mental health nursing*, 31(9), 561-568.

Steptoe, A. ve Kivimäki, M. (2012). Stress and cardiovascular disease. *Nature Reviews Cardiology*, 9(6), 360-370.

Şeker, Ö., Alakaş, H. M., Cürebal, A. ve Tamer, E. (2022). Dengeli iş yükü ataması için şoför çizelgeleme problemi: Bir lojistik firmasında uygulama. *Journal of Turkish Operations Management*, 6(1), 897-916.

Taha, H. A. (2007). *Yöneylem Araştırması* (Çev: Ş. A. Baray ve Ş. Esnaf). İstanbul: Literatür Yayınları.

Tamiz, M. ve Jones, D. F. (1997). Interactive Framework For Investigation Of Goal Programming Models: Theory And Practice. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 6(1), 52-60.

T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi (2022). Karayolları Trafik Yönetmeliği. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=8182&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> /İndirilme tarihi: 27.12.2022.

Tilk, C. ve Goel, A. (2020). Bidirectional labeling for solving vehicle routing and truck driver scheduling problems. *European Journal of Operational Research*, 283(1), 108-124.

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

Tse, J. L., Flin, R. ve Mearns, K. (2006). Bus driver well-being review: 50 years 702 of research. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav*, 9(2), 89-114.

Tütek, H. H., Gümüşoğlu, Ş. ve Özdemir, A. (2016). *Sayısal Yöntemler Yönetmel Yaklaşımlar*. İstanbul: Beta Basım Yayım.

Vital, F. ve Ioannou, P. (2019). Long-haul truck scheduling with driving hours and parking availability constraints. *In 2019 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), IEEE*, 620-625.

Vital, F. Ve Ioannou, P. (2021). Scheduling and shortest path for trucks with working hours and parking availability constraints. *Transportation Research Part B: Methodological*, 148, 1-37.

Wen, M., Krappner, E., Larsen, J. ve Stidsen, T. K. (2011). A multilevel variable neighborhood search heuristic for a practical vehicle routing and driver scheduling problem. *Networks*, 58(4), 311-322.

Zhao, X. ve Rong, J. (2013). The relationship between driver fatigue and monotonous road environment. *In Computational intelligence for traffic and mobility*, 19-36.

## EKLER

EK-1a

| Şoför<br>No | Gün |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |
|-------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|
|             | 1   | 2  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |  |  |  |  |
| 1           | 1   |    |    | 8  |    |    |    | 8  |    |    | 4  |    |    | 8  |    | 9  |    |    | 9  |    |    |    | 12 |    |    |    |  |  |  |  |
| 2           | 1   |    | 9  |    |    | 22 |    |    | 19 |    |    | 4  |    |    |    | 28 |    |    | 3  |    | 9  |    |    | 20 |    |    |  |  |  |  |
| 3           | 2   |    | 14 |    |    |    | 30 |    |    |    | 9  |    |    |    |    | 31 |    |    | 9  |    |    |    | 17 |    |    | 27 |  |  |  |  |
| 4           | 4   |    |    |    |    |    |    | 19 |    | 29 |    |    |    | 22 |    |    | 10 |    |    | 21 |    | 5  |    |    | 28 |    |  |  |  |  |
| 5           | 4   |    |    |    | 29 |    |    |    | 9  |    |    | 22 |    |    |    |    | 4  |    |    | 31 |    |    |    | 12 |    |    |  |  |  |  |
| 6           | 5   |    |    |    | 8  |    |    | 8  |    | 12 |    |    |    |    |    |    | 9  |    |    | 17 |    |    | 18 |    |    |    |  |  |  |  |
| 7           | 5   |    |    |    | 14 |    |    |    |    |    |    | 15 |    |    |    | 27 |    |    | 29 |    |    |    | 5  |    |    | 21 |  |  |  |  |
| 8           | 5   |    | 21 |    |    |    | 17 |    |    |    | 29 |    |    |    |    | 18 |    |    | 17 |    |    |    | 5  |    |    |    |  |  |  |  |
| 9           | 5   |    | 7  |    |    | 1  |    |    |    |    | 12 |    |    |    |    | 4  |    |    | 4  |    |    | 9  |    |    | 5  |    |  |  |  |  |
| 10          | 6   |    |    |    | 7  |    |    | 21 |    |    |    | 31 |    |    |    |    | 13 |    |    | 31 |    | 28 |    |    | 8  |    |  |  |  |  |
| 11          | 7   |    |    | 18 |    |    | 9  |    |    | 15 |    |    |    |    |    | 12 |    |    |    | 29 |    |    | 21 |    |    |    |  |  |  |  |
| 12          | 8   |    | 9  |    |    | 5  |    |    |    | 30 |    |    | 29 |    |    |    | 5  |    |    | 26 |    |    | 5  |    |    | 5  |  |  |  |  |
| 13          | 8   |    |    |    |    |    |    | 12 |    |    | 8  |    |    |    |    |    | 31 |    |    | 1  |    | 9  |    |    |    | 24 |  |  |  |  |
| 14          | 9   |    | 5  |    |    |    | 28 |    | 12 |    |    |    | 30 |    |    |    | 22 |    |    | 20 |    |    | 5  |    |    | 22 |  |  |  |  |
| 15          | 9   |    |    | 17 |    |    | 13 |    | 21 |    |    | 5  |    |    |    | 29 |    |    |    | 17 |    |    |    | 18 |    |    |  |  |  |  |
| 16          | 11  |    |    |    | 18 |    |    |    |    |    | 5  |    |    | 15 |    |    | 30 |    |    | 14 |    |    | 13 |    |    |    |  |  |  |  |
| 17          | 12  |    |    |    | 4  |    |    | 22 |    |    | 20 |    |    |    | 27 |    |    | 20 |    |    |    | 30 |    |    | 7  |    |  |  |  |  |
| 18          | 12  |    |    |    | 29 |    |    |    | 13 |    |    | 27 |    |    |    | 8  |    |    | 4  |    |    |    |    | 5  |    |    |  |  |  |  |
| 19          | 13  | 6  |    |    | 28 |    |    |    |    |    |    | 31 |    |    | 9  |    |    | 18 |    |    |    |    | 28 |    |    | 28 |  |  |  |  |
| 20          | 15  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 30 |    |    |    | 14 |    |    |    | 24 |    | 12 |    |    |    | 5  |  |  |  |  |
| 21          | 15  |    |    |    | 15 |    |    |    |    | 8  |    |    | 8  |    | 5  |    |    | 21 |    |    |    | 27 |    |    | 9  |    |  |  |  |  |
| 22          | 17  |    |    |    |    |    | 8  |    |    |    | 27 |    |    |    |    | 22 |    |    | 5  |    | 14 |    |    |    | 31 |    |  |  |  |  |
| 23          | 17  |    |    |    | 5  |    |    |    |    |    |    |    |    | 24 |    | 12 |    |    |    | 25 |    |    | 17 |    |    |    |  |  |  |  |
| 24          | 18  |    |    |    | 9  |    |    |    |    |    |    |    | 2  |    |    |    | 27 |    |    | 12 |    |    | 4  |    |    | 18 |  |  |  |  |
| 25          | 18  |    | 16 |    |    | 13 |    |    | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    | 10 |    |    |    |    | 1  |    |    | 14 |  |  |  |  |
| 26          | 19  |    |    |    | 8  |    |    | 4  |    | 9  |    |    |    |    |    | 30 |    |    | 22 |    |    | 14 |    |    |    | 20 |  |  |  |  |
| 27          | 19  |    |    |    | 31 |    |    |    |    |    |    | 5  |    |    | 5  |    |    | 25 |    |    | 20 |    |    | 19 |    |    |  |  |  |  |
| 28          | 20  |    |    | 20 |    |    |    | 10 |    |    | 5  |    |    |    |    |    | 19 |    |    |    | 4  |    | 14 |    |    |    |  |  |  |  |
| 29          | 20  |    |    |    |    | 9  |    |    | 12 |    |    |    | 9  |    | 19 |    |    |    | 15 |    |    | 9  |    |    | 13 |    |  |  |  |  |
| 30          | 21  | 20 |    |    |    |    | 8  |    | 4  |    |    |    |    |    | 31 |    |    | 19 |    |    |    |    | 9  |    |    | 19 |  |  |  |  |
| 31          | 22  |    |    |    | 12 |    |    |    |    | 7  |    |    | 4  |    | 22 |    |    |    | 21 |    | 5  |    |    | 12 |    |    |  |  |  |  |
| 32          | 22  |    | 3  |    |    | 22 |    |    |    |    |    |    | 8  |    | 5  |    |    | 18 |    |    |    | 8  |    |    | 25 |    |  |  |  |  |
| 33          | 24  |    |    |    | 30 |    |    | 18 |    |    |    | 5  |    |    | 8  |    |    | 15 |    |    |    |    | 1  |    |    |    |  |  |  |  |
| 34          | 25  |    |    |    | 5  |    |    |    |    |    | 13 |    |    |    | 14 |    |    |    |    | 5  |    |    | 27 |    |    | 29 |  |  |  |  |
| 35          | 25  |    |    |    | 31 |    |    | 2  |    | 14 |    |    |    |    |    |    | 19 |    |    |    | 28 |    | 30 |    |    |    |  |  |  |  |
| 36          | 27  |    |    | 22 |    |    |    |    | 27 |    |    | 18 |    |    |    |    | 14 |    |    |    |    | 7  |    |    |    | 29 |  |  |  |  |
| 37          | 27  |    |    |    |    |    |    |    | 18 |    |    | 8  |    |    |    | 4  |    |    | 28 |    |    | 4  |    |    |    | 6  |  |  |  |  |
| 38          | 28  |    |    | 28 |    |    |    |    | 31 |    |    |    |    | 30 |    | 4  |    |    | 22 |    |    | 20 |    |    | 25 |    |  |  |  |  |
| 39          | 28  |    |    |    | 13 |    |    |    |    |    | 4  |    |    | 19 |    |    | 28 |    |    | 19 |    |    | 19 |    |    | 5  |  |  |  |  |
| 40          | 29  |    |    | 19 |    |    | 4  |    |    | 18 |    |    | 7  |    |    |    |    | 13 |    |    | 9  |    |    | 8  |    |    |  |  |  |  |
| 41          | 29  |    |    |    |    | 30 |    |    |    |    | 28 |    |    |    |    |    | 22 |    |    |    | 12 |    | 22 |    |    | 14 |  |  |  |  |
| 42          | 30  |    |    |    |    |    |    | 17 |    | 21 |    |    | 12 |    |    |    |    | 25 |    |    |    | 18 |    |    | 18 |    |  |  |  |  |
| 43          | 30  |    | 22 |    |    | 19 |    |    |    | 20 |    |    |    |    | 10 |    |    | 14 |    |    |    | 8  |    |    | 9  |    |  |  |  |  |
| 44          |     |    |    | 5  |    |    | 9  |    |    |    |    | 21 |    |    | 8  |    | 17 |    |    | 1  |    | 25 |    |    | 17 |    |  |  |  |  |
| 45          |     |    | 3  |    |    |    | 17 |    | 22 |    |    | 17 |    |    |    |    | 4  |    |    |    | 8  |    |    | 27 |    |    |  |  |  |  |
| 46          |     | 17 |    | 5  |    |    |    | 28 |    |    | 17 |    |    |    | 9  |    |    | 9  |    |    | 28 |    |    | 17 |    |    |  |  |  |  |
| 47          |     |    | 25 |    |    | 30 |    |    | 17 |    |    | 22 |    |    | 19 |    |    |    | 27 |    | 17 |    |    | 21 |    |    |  |  |  |  |
| 48          |     |    | 21 |    |    |    | 29 |    |    |    | 31 |    |    |    |    |    | 19 |    |    |    | 12 |    |    |    | 12 |    |  |  |  |  |
| 49          |     | 27 |    | 24 |    |    |    |    |    |    |    | 25 |    |    |    | 25 |    |    | 5  |    |    |    | 22 |    |    | 15 |  |  |  |  |
| 50          |     |    |    | 4  |    |    | 22 |    | 5  |    |    | 12 |    |    |    |    | 28 |    |    | 22 |    |    | 12 |    |    |    |  |  |  |  |
| 51          |     |    |    |    |    | 4  |    |    |    | 17 |    |    | 9  |    | 17 |    |    |    | 12 |    |    |    | 4  |    |    | 28 |  |  |  |  |
| 52          |     | 5  |    | 12 |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    | 29 |    |    |    | 20 |    |    | 29 |    |    |    |    |  |  |  |  |
| 53          |     |    | 14 |    |    |    | 27 |    |    |    |    | 8  |    |    |    |    | 8  |    |    | 22 |    | 15 |    |    |    | 5  |  |  |  |  |
| 54          |     |    | 24 |    |    | 24 |    |    |    | 1  |    |    | 13 |    |    | 19 |    |    | 19 |    |    | 5  |    |    | 9  |    |  |  |  |  |
| 55          |     | 18 |    |    | 27 |    |    |    | 27 |    |    | 10 |    |    |    |    | 27 |    |    | 28 |    | 5  |    |    |    | 22 |  |  |  |  |

EK-1b

| Şoför<br>No | Gün |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |
|-------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|
|             | 1   | 2  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |  |  |  |  |
| 56          |     |    |    | 21 |    |    | 18 |    |    | 31 |    |    |    | 14 |    |    |    | 24 |    |    | 18 |    |    | 22 |    |    |  |  |  |  |
| 57          |     | 5  |    | 4  |    |    | 6  |    |    |    | 8  |    |    | 4  |    |    |    | 20 |    |    | 24 |    |    | 30 |    |    |  |  |  |  |
| 58          |     |    |    |    |    | 14 |    |    |    |    | 15 |    |    |    | 16 |    |    |    | 15 |    |    | 29 |    |    |    | 9  |  |  |  |  |
| 59          |     |    |    |    | 5  |    |    |    | 31 |    |    |    |    |    | 17 |    |    | 12 |    |    | 28 |    |    | 14 |    |    |  |  |  |  |
| 60          |     |    |    | 30 |    |    | 1  |    |    | 8  |    |    |    |    |    |    | 18 |    |    | 10 |    | 18 |    |    | 2  |    |  |  |  |  |
| 61          |     |    |    | 29 |    |    |    |    |    |    |    |    | 4  |    | 15 |    |    |    | 9  |    |    |    | 17 |    |    | 12 |  |  |  |  |
| 62          |     | 20 |    |    | 14 |    |    |    | 9  |    |    | 13 |    |    |    |    | 18 |    |    | 5  |    |    | 15 |    |    |    |  |  |  |  |
| 63          |     |    |    |    | 25 |    |    | 14 |    |    |    | 11 |    |    |    |    | 12 |    |    |    | 8  |    |    | 7  |    |    |  |  |  |  |
| 64          |     |    |    | 11 |    |    |    |    | 8  |    |    |    |    | 15 |    |    |    | 9  |    |    | 6  |    | 8  |    |    | 5  |  |  |  |  |
| 65          |     |    |    |    |    | 25 |    |    |    |    | 5  |    |    | 18 |    |    | 23 |    |    | 20 |    | 22 |    |    | 19 |    |  |  |  |  |
| 66          |     |    | 4  |    |    |    |    |    | 4  |    |    | 14 |    |    | 5  |    |    | 31 |    |    | 1  |    |    | 4  |    |    |  |  |  |  |
| 67          |     | 17 |    |    | 28 |    |    | 24 |    |    | 17 |    |    |    |    |    |    | 22 |    |    | 22 |    |    | 31 |    |    |  |  |  |  |
| 68          |     |    | 4  |    |    |    | 20 |    |    | 19 |    |    |    |    |    | 23 |    |    | 29 |    |    | 31 |    |    | 21 |    |  |  |  |  |
| 69          |     | 30 |    |    | 24 |    |    |    |    | 17 |    |    |    | 14 |    |    | 9  |    |    | 8  |    |    | 15 |    |    |    |  |  |  |  |
| 70          |     | 19 |    |    |    | 17 |    |    | 20 |    |    |    | 28 |    |    |    | 24 |    |    | 15 |    |    | 9  |    |    |    |  |  |  |  |
| 71          |     |    | 11 |    |    |    | 4  |    |    |    | 19 |    |    |    |    |    | 6  |    |    |    | 18 |    |    | 19 |    |    |  |  |  |  |
| 72          |     | 9  |    |    |    |    | 18 |    |    | 20 |    |    | 25 |    | 8  |    |    |    | 9  |    |    | 17 |    |    | 5  |    |  |  |  |  |
| 73          |     | 14 |    |    | 4  |    |    | 19 |    | 5  |    |    | 24 |    |    |    |    | 9  |    |    | 5  |    |    | 13 |    |    |  |  |  |  |
| 74          |     |    |    |    | 27 |    |    |    |    | 13 |    |    |    | 27 |    | 5  |    |    | 17 |    |    |    | 19 |    |    | 15 |  |  |  |  |
| 75          |     | 18 |    | 18 |    |    | 5  |    |    |    |    | 4  |    |    | 21 |    |    | 8  |    |    | 25 |    |    |    | 27 |    |  |  |  |  |
| 76          |     |    |    | 31 |    |    | 21 |    |    | 15 |    |    |    | 15 |    |    |    | 27 |    |    |    |    | 27 |    |    | 22 |  |  |  |  |
| 77          |     | 14 |    |    | 9  |    |    |    |    |    | 12 |    |    |    |    |    |    |    | 12 |    |    | 24 |    |    | 27 |    |  |  |  |  |
| 78          |     |    |    | 13 |    |    |    |    |    | 27 |    |    | 12 |    |    |    | 27 |    | 7  |    |    | 17 |    |    |    | 12 |  |  |  |  |
| 79          |     |    |    |    | 5  |    |    |    |    |    | 31 |    |    | 18 |    | 13 |    |    | 17 |    | 31 |    |    | 20 |    |    |  |  |  |  |
| 80          |     |    | 4  |    |    | 17 |    |    |    |    | 30 |    |    |    |    | 5  |    |    | 8  |    |    |    | 6  |    |    | 17 |  |  |  |  |
| 81          |     |    | 5  |    |    | 9  |    |    |    |    |    | 12 |    |    |    | 9  |    |    | 6  |    | 19 |    |    |    | 17 |    |  |  |  |  |
| 82          |     | 5  |    | 29 |    |    |    |    | 8  |    |    | 24 |    |    |    |    | 21 |    |    | 18 |    |    |    | 14 |    |    |  |  |  |  |
| 83          |     |    |    | 22 |    |    | 5  |    |    |    | 7  |    |    | 20 |    | 28 |    |    | 1  |    | 22 |    |    | 31 |    |    |  |  |  |  |
| 84          |     |    | 12 |    |    |    |    | 5  |    | 9  |    |    |    | 19 |    | 5  |    |    | 13 |    |    | 14 |    |    |    | 13 |  |  |  |  |
| 85          |     | 15 |    |    | 15 |    |    |    |    | 27 |    |    |    |    |    |    | 5  |    |    | 9  |    | 20 |    |    | 24 |    |  |  |  |  |
| 86          |     |    |    |    | 30 |    |    |    | 18 |    |    |    | 20 |    |    |    | 17 |    |    | 25 |    | 17 |    |    | 4  |    |  |  |  |  |
| 87          |     |    |    |    | 20 |    |    | 22 |    |    | 5  |    |    |    | 20 |    |    | 29 |    |    | 4  |    |    | 18 |    |    |  |  |  |  |
| 88          |     |    |    | 20 |    |    | 20 |    |    |    | 28 |    |    |    | 28 |    |    | 17 |    |    | 19 |    |    | 17 |    |    |  |  |  |  |
| 89          |     |    | 8  |    |    | 14 |    |    | 24 |    |    | 30 |    |    |    |    | 23 |    |    | 26 |    | 13 |    |    | 5  |    |  |  |  |  |
| 90          |     | 28 |    | 10 |    |    |    |    |    | 28 |    |    | 30 |    |    |    | 7  |    |    | 18 |    | 31 |    |    | 28 |    |  |  |  |  |
| 91          |     |    | 19 |    |    | 28 |    |    |    | 1  |    |    | 21 |    |    |    |    | 11 |    |    | 17 |    |    | 31 |    |    |  |  |  |  |
| 92          |     | 4  |    |    | 22 |    |    | 5  |    |    | 30 |    |    | 27 |    | 30 |    |    | 28 |    | 12 |    |    |    | 9  |    |  |  |  |  |
| 93          |     |    |    | 28 |    |    |    | 6  |    | 4  |    |    | 19 |    |    |    | 25 |    |    | 5  |    |    |    | 25 |    |    |  |  |  |  |
| 94          |     |    | 20 |    |    |    | 15 |    |    |    | 27 |    |    | 5  |    | 27 |    |    | 22 |    | 4  |    |    | 28 |    |    |  |  |  |  |
| 95          |     |    |    |    | 21 |    |    | 30 |    | 10 |    |    | 5  |    |    | 12 |    |    |    | 1  |    | 1  |    |    | 8  |    |  |  |  |  |
| 96          |     | 15 |    |    | 20 |    |    | 28 |    |    |    | 9  |    |    |    |    | 31 |    |    | 5  |    |    | 30 |    |    | 4  |  |  |  |  |
| 97          |     | 22 |    | 15 |    |    |    |    | 22 |    |    | 7  |    |    | 4  |    |    | 5  |    |    |    |    | 20 |    |    | 8  |  |  |  |  |
| 98          |     |    | 19 |    |    |    |    | 15 |    |    |    | 9  |    |    |    | 8  |    |    | 2  |    | 30 |    |    | 15 |    |    |  |  |  |  |
| 99          |     |    |    |    | 25 |    |    | 18 |    | 4  |    |    | 19 |    |    |    |    | 28 |    |    | 4  |    |    | 10 |    |    |  |  |  |  |
| 100         |     |    |    |    |    | 12 |    |    |    | 18 |    |    | 28 |    | 28 |    |    | 5  |    |    | 20 |    |    | 5  |    |    |  |  |  |  |
| 101         |     | 5  |    | 9  |    |    | 27 |    | 20 |    |    | 5  |    |    | 22 |    |    | 4  |    |    |    |    | 7  |    |    | 7  |  |  |  |  |
| 102         |     |    |    |    |    | 1  |    |    | 29 |    |    |    |    |    |    |    | 23 |    |    | 14 |    | 4  |    |    |    | 8  |  |  |  |  |
| 103         |     | 22 |    |    |    | 11 |    |    | 28 |    |    |    | 11 |    |    |    | 15 |    |    |    |    | 21 |    |    | 18 |    |  |  |  |  |
| 104         |     |    |    | 9  |    |    | 22 |    | 5  |    |    |    |    | 5  |    | 25 |    |    | 5  |    | 27 |    |    | 15 |    |    |  |  |  |  |
| 105         |     | 7  |    | 19 |    |    |    | 9  |    |    |    | 20 |    |    |    | 31 |    |    | 30 |    |    |    | 24 |    |    | 18 |  |  |  |  |
| 106         |     |    | 25 |    |    |    | 28 |    |    |    |    | 18 |    |    | 18 |    |    | 27 |    |    | 13 |    |    | 4  |    |    |  |  |  |  |
| 107         |     |    | 13 |    |    |    | 29 |    |    | 14 |    |    |    | 4  |    |    |    | 15 |    |    |    |    | 17 |    |    |    |  |  |  |  |
| 108         |     |    | 17 |    |    | 19 |    |    |    |    |    |    | 15 |    |    |    | 17 |    |    | 24 |    |    |    | 5  |    |    |  |  |  |  |
| 109         |     |    | 28 |    |    | 21 |    |    |    |    | 22 |    |    | 22 |    | 19 |    |    | 14 |    |    |    | 18 |    |    | 27 |  |  |  |  |
| 110         |     |    |    | 17 |    |    | 19 |    |    | 19 |    |    |    | 21 |    |    |    | 31 |    |    | 7  |    |    | 24 |    |    |  |  |  |  |



EK-1c

| Şoför<br>No | Gün |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |
|-------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|
|             | 1   | 2  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |  |  |  |  |
| 111         |     | 12 |    |    |    | 5  |    |    |    |    | 15 |    |    |    |    |    | 25 |    |    | 7  |    |    |    | 17 |    |    |  |  |  |  |
| 112         |     |    | 8  |    |    | 8  |    |    |    | 31 |    |    | 22 |    | 31 |    |    | 5  |    |    | 21 |    |    | 27 |    |    |  |  |  |  |
| 113         |     |    | 31 |    |    |    |    |    | 19 |    |    | 15 |    |    |    |    | 22 |    |    | 4  |    |    | 14 |    |    |    |  |  |  |  |
| 114         |     |    | 22 |    |    | 31 |    |    |    |    |    | 19 |    |    |    |    | 19 |    |    | 5  |    |    | 28 |    |    | 23 |  |  |  |  |
| 115         |     | 27 |    |    |    | 12 |    |    |    |    |    | 14 |    |    |    |    | 29 |    |    |    |    | 1  |    |    | 22 |    |  |  |  |  |
| 116         |     |    |    |    |    | 10 |    |    |    |    | 22 |    |    | 17 |    | 24 |    |    | 4  |    |    | 10 |    |    |    | 4  |  |  |  |  |
| 117         |     | 21 |    |    | 12 |    |    |    |    | 24 |    |    |    | 28 |    |    | 29 |    |    |    | 19 |    |    | 27 |    |    |  |  |  |  |
| 118         |     | 10 |    | 31 |    |    |    |    |    |    |    | 9  |    |    | 1  |    |    | 28 |    |    | 31 |    |    | 31 |    |    |  |  |  |  |
| 119         |     |    |    |    | 9  |    |    | 14 |    |    | 19 |    |    |    | 12 |    |    |    | 27 |    | 5  |    |    | 8  |    |    |  |  |  |  |
| 120         |     |    | 31 |    |    |    | 1  |    |    | 22 |    |    | 5  |    | 7  |    |    | 7  |    |    |    | 14 |    |    |    | 9  |  |  |  |  |
| 121         |     | 13 |    |    | 18 |    |    | 17 |    |    |    | 4  |    |    |    |    | 8  |    |    | 21 |    |    | 20 |    |    | 17 |  |  |  |  |
| 122         |     |    |    | 5  |    |    | 15 |    |    |    | 20 |    |    | 12 |    |    |    |    | 3  |    | 1  |    |    | 9  |    |    |  |  |  |  |
| 123         |     | 8  |    |    |    | 5  |    |    |    |    | 1  |    |    |    | 19 |    |    | 8  |    |    |    | 17 |    |    | 4  |    |  |  |  |  |
| 124         |     | 12 |    |    |    | 28 |    |    |    |    | 24 |    |    | 17 |    |    | 15 |    |    |    |    |    |    | 4  |    |    |  |  |  |  |
| 125         |     | 24 |    | 5  |    |    |    | 12 |    |    |    |    |    |    |    |    | 12 |    |    |    |    | 2  |    |    | 19 |    |  |  |  |  |
| 126         |     |    | 20 |    |    | 8  |    |    | 4  |    |    | 27 |    |    | 13 |    |    |    | 4  |    | 12 |    |    |    | 20 |    |  |  |  |  |
| 127         |     |    |    | 8  |    |    | 7  |    |    | 12 |    |    |    | 13 |    |    | 22 |    |    | 30 |    | 15 |    |    |    | 5  |  |  |  |  |
| 128         |     |    | 12 |    |    |    |    | 15 |    |    |    | 20 |    |    | 24 |    |    | 5  |    |    |    | 28 |    |    | 30 |    |  |  |  |  |
| 129         |     |    | 31 |    |    | 4  |    |    |    |    | 9  |    |    | 22 |    | 5  |    |    | 30 |    |    | 19 |    |    | 12 |    |  |  |  |  |
| 130         |     |    |    |    | 19 |    |    |    |    |    |    |    |    | 12 |    |    | 4  |    |    | 14 |    |    | 8  |    |    | 10 |  |  |  |  |
| 131         |     |    | 5  |    |    |    |    | 20 |    | 28 |    |    |    | 20 |    |    | 22 |    |    | 20 |    | 11 |    | 22 |    |    |  |  |  |  |
| 132         |     |    | 28 |    |    | 5  |    |    | 7  |    |    | 17 |    |    |    |    | 5  |    |    | 21 |    | 19 |    |    |    | 23 |  |  |  |  |
| 133         |     |    | 5  |    |    | 25 |    |    |    | 22 |    |    | 29 |    |    |    | 29 |    |    | 13 |    |    |    |    | 31 |    |  |  |  |  |
| 134         |     |    | 31 |    |    | 7  |    |    |    |    | 4  |    |    | 9  |    | 17 |    |    | 19 |    |    | 22 |    |    | 30 |    |  |  |  |  |
| 135         |     |    |    | 15 |    |    |    | 20 |    | 2  |    |    | 20 |    |    |    |    | 12 |    |    |    |    | 8  |    |    | 30 |  |  |  |  |
| 136         |     | 4  |    |    | 4  |    |    | 5  |    | 5  |    |    |    | 28 |    | 21 |    |    | 27 |    |    |    | 5  |    |    | 19 |  |  |  |  |
| 137         |     | 19 |    |    | 22 |    |    | 13 |    |    | 29 |    |    |    |    |    | 5  |    |    | 15 |    |    |    | 25 |    |    |  |  |  |  |
| 138         |     |    | 30 |    |    | 31 |    |    | 30 |    |    | 19 |    |    | 29 |    |    |    | 27 |    |    | 5  |    |    | 28 |    |  |  |  |  |
| 139         |     |    | 17 |    |    |    |    |    | 17 |    |    | 21 |    |    | 15 |    |    |    | 11 |    |    | 21 |    |    | 17 |    |  |  |  |  |
| 140         |     | 8  |    | 12 |    |    |    |    | 28 |    |    | 25 |    |    | 20 |    |    | 30 |    |    | 27 |    |    | 30 |    |    |  |  |  |  |
| 141         |     | 28 |    |    | 19 |    |    | 5  |    |    |    |    | 25 |    | 1  |    |    |    | 8  |    |    |    | 19 |    |    |    |  |  |  |  |





EK-2c

| Rota<br>No/Adı<br><br>Şoför<br>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      |
|-----------------------------------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|------------|--------|-------|-----------|---------|------------|-------|--------|---------|-----------|-----------|-------|-------|---------|---------|-------|---------|--------|--------|----------|-------|--------|-----------|----------|---------|
|                                   | Adana | Afyon | Aksaray | Ankara | Antalya | Aydın | Bahçeşehir | Bodrum | Bursa | Çanakkale | Denizli | Diyarbakır | Düzce | Elâzığ | Erzurum | Eskişehir | Gaziantep | Hatay | İzmir | Kayseri | Kocaeli | Konya | Malatya | Manisa | Mersin | Merzifon | Mugla | Samsun | Şanlıurfa | Tekirdağ | Trabzon |
| 111                               | 3     | 3     | 3       | 0      | 3       | 0     | 2          | 2      | 3     | 0         | 0       | 3          | 0     | 3      | 0       | 2         | 3         | 3     | 0     | 3       | 2       | 2     | 3       | 2      | 3      | 2        | 2     | 0      | 3         | 3        | 0       |
| 112                               | 0     | 0     | 0       | 2      | 3       | 3     | 2          | 2      | 0     | 2         | 3       | 3          | 0     | 0      | 3       | 0         | 0         | 3     | 2     | 3       | 2       | 2     | 3       | 3      | 0      | 2        | 3     | 2      | 0         | 3        | 0       |
| 113                               | 2     | 0     | 2       | 2      | 3       | 0     | 2          | 2      | 2     | 0         | 3       | 0          | 3     | 2      | 3       | 0         | 2         | 2     | 2     | 3       | 2       | 3     | 2       | 0      | 2      | 0        | 2     | 0      | 2         | 0        | 0       |
| 114                               | 2     | 2     | 0       | 0      | 2       | 2     | 0          | 3      | 3     | 0         | 2       | 2          | 3     | 2      | 0       | 3         | 2         | 0     | 2     | 3       | 0       | 0     | 2       | 0      | 2      | 3        | 3     | 3      | 0         | 2        | 0       |
| 115                               | 0     | 0     | 3       | 3      | 0       | 0     | 3          | 0      | 2     | 2         | 2       | 0          | 3     | 2      | 2       | 0         | 2         | 0     | 2     | 2       | 3       | 3     | 2       | 2      | 3      | 0        | 0     | 0      | 2         | 2        | 2       |
| 116                               | 2     | 0     | 2       | 0      | 2       | 0     | 0          | 2      | 0     | 0         | 3       | 2          | 0     | 3      | 0       | 0         | 3         | 2     | 0     | 2       | 0       | 2     | 3       | 0      | 2      | 2        | 3     | 2      | 3         | 0        | 2       |
| 117                               | 0     | 3     | 2       | 0      | 0       | 3     | 0          | 3      | 3     | 3         | 2       | 3          | 2     | 2      | 0       | 2         | 2         | 2     | 3     | 2       | 3       | 3     | 2       | 3      | 2      | 2        | 3     | 0      | 2         | 0        | 3       |
| 118                               | 3     | 3     | 3       | 3      | 0       | 2     | 2          | 3      | 3     | 0         | 3       | 0          | 2     | 2      | 3       | 0         | 0         | 3     | 3     | 2       | 3       | 3     | 2       | 3      | 3      | 2        | 3     | 0      | 2         | 3        | 0       |
| 119                               | 2     | 2     | 2       | 0      | 3       | 2     | 0          | 0      | 2     | 0         | 3       | 0          | 2     | 2      | 0       | 2         | 2         | 2     | 0     | 2       | 0       | 3     | 2       | 2      | 0      | 2        | 2     | 0      | 2         | 3        | 0       |
| 120                               | 0     | 3     | 3       | 0      | 3       | 2     | 2          | 3      | 2     | 3         | 0       | 0          | 0     | 2      | 0       | 0         | 2         | 3     | 3     | 0       | 2       | 3     | 2       | 0      | 3      | 0        | 3     | 2      | 2         | 0        | 2       |
| 121                               | 2     | 2     | 2       | 2      | 3       | 0     | 3          | 3      | 0     | 3         | 3       | 3          | 3     | 0      | 3       | 2         | 0         | 2     | 2     | 2       | 0       | 0     | 0       | 0      | 2      | 2        | 2     | 2      | 0         | 2        | 2       |
| 122                               | 0     | 0     | 2       | 3      | 3       | 2     | 2          | 0      | 3     | 2         | 3       | 2          | 2     | 2      | 3       | 0         | 2         | 0     | 0     | 2       | 0       | 0     | 2       | 2      | 0      | 3        | 3     | 2      | 2         | 0        | 3       |
| 123                               | 2     | 3     | 3       | 3      | 2       | 3     | 2          | 3      | 0     | 0         | 3       | 0          | 0     | 3      | 3       | 0         | 3         | 2     | 2     | 3       | 3       | 3     | 3       | 0      | 2      | 3        | 2     | 0      | 3         | 0        | 3       |
| 124                               | 2     | 3     | 2       | 0      | 2       | 0     | 0          | 0      | 2     | 2         | 3       | 3          | 2     | 0      | 3       | 3         | 3         | 2     | 0     | 2       | 3       | 0     | 3       | 3      | 2      | 2        | 0     | 2      | 3         | 0        | 2       |
| 125                               | 2     | 0     | 2       | 3      | 0       | 3     | 3          | 2      | 2     | 3         | 3       | 0          | 2     | 2      | 2       | 3         | 2         | 2     | 3     | 2       | 0       | 3     | 2       | 2      | 0      | 0        | 2     | 2      | 2         | 2        | 0       |
| 126                               | 0     | 2     | 0       | 0      | 3       | 3     | 2          | 3      | 3     | 2         | 3       | 3          | 0     | 2      | 2       | 2         | 2         | 3     | 0     | 0       | 2       | 0     | 0       | 0      | 3      | 0        | 2     | 3      | 2         | 0        | 0       |
| 127                               | 3     | 0     | 0       | 0      | 2       | 2     | 2          | 2      | 2     | 3         | 0       | 2          | 3     | 3      | 2       | 3         | 3         | 3     | 0     | 0       | 2       | 2     | 0       | 2      | 3      | 0        | 0     | 0      | 3         | 0        | 0       |
| 128                               | 3     | 2     | 3       | 0      | 2       | 0     | 0          | 3      | 0     | 2         | 0       | 0          | 3     | 2      | 0       | 2         | 2         | 3     | 0     | 2       | 0       | 0     | 2       | 3      | 3      | 0        | 2     | 3      | 2         | 3        | 2       |
| 129                               | 2     | 3     | 3       | 2      | 0       | 0     | 0          | 2      | 0     | 0         | 3       | 2          | 2     | 3      | 2       | 2         | 3         | 2     | 3     | 2       | 3       | 3     | 3       | 0      | 2      | 3        | 0     | 3      | 3         | 2        | 3       |
| 130                               | 3     | 3     | 2       | 3      | 2       | 3     | 3          | 3      | 3     | 3         | 0       | 3          | 0     | 3      | 3       | 0         | 3         | 3     | 0     | 0       | 3       | 0     | 3       | 0      | 3      | 3        | 0     | 3      | 3         | 2        | 0       |
| 131                               | 2     | 3     | 0       | 3      | 0       | 2     | 2          | 3      | 3     | 3         | 3       | 2          | 3     | 2      | 2       | 0         | 2         | 0     | 3     | 2       | 0       | 3     | 2       | 3      | 2      | 0        | 2     | 3      | 3         | 0        | 2       |
| 132                               | 2     | 3     | 2       | 0      | 2       | 0     | 0          | 2      | 0     | 0         | 0       | 2          | 0     | 2      | 2       | 0         | 2         | 2     | 0     | 2       | 0       | 2     | 2       | 0      | 2      | 3        | 0     | 0      | 2         | 0        | 2       |
| 133                               | 2     | 2     | 3       | 0      | 2       | 2     | 2          | 3      | 2     | 0         | 2       | 0          | 0     | 2      | 0       | 0         | 2         | 2     | 0     | 3       | 2       | 0     | 2       | 0      | 2      | 2        | 2     | 2      | 2         | 0        | 0       |
| 134                               | 3     | 2     | 0       | 2      | 2       | 2     | 2          | 0      | 3     | 3         | 3       | 3          | 0     | 3      | 2       | 3         | 3         | 3     | 2     | 3       | 3       | 0     | 3       | 0      | 3      | 0        | 0     | 0      | 3         | 0        | 2       |
| 135                               | 0     | 2     | 3       | 0      | 2       | 3     | 3          | 3      | 3     | 2         | 0       | 3          | 2     | 3      | 2       | 3         | 3         | 0     | 3     | 2       | 3       | 0     | 3       | 0      | 0      | 3        | 0     | 3      | 3         | 0        | 0       |
| 136                               | 2     | 0     | 0       | 2      | 2       | 0     | 2          | 0      | 2     | 2         | 3       | 3          | 3     | 3      | 0       | 3         | 3         | 2     | 0     | 3       | 2       | 2     | 3       | 0      | 2      | 0        | 3     | 0      | 3         | 0        | 3       |
| 137                               | 2     | 0     | 0       | 0      | 0       | 3     | 2          | 3      | 0     | 3         | 2       | 3          | 0     | 0      | 2       | 2         | 3         | 2     | 2     | 0       | 2       | 3     | 3       | 3      | 0      | 3        | 0     | 2      | 3         | 2        | 3       |
| 138                               | 2     | 2     | 0       | 0      | 0       | 2     | 2          | 3      | 0     | 3         | 0       | 0          | 3     | 0      | 2       | 3         | 3         | 2     | 0     | 2       | 0       | 2     | 3       | 3      | 2      | 2        | 2     | 0      | 3         | 2        | 0       |
| 139                               | 3     | 3     | 3       | 2      | 0       | 2     | 2          | 0      | 2     | 0         | 0       | 3          | 0     | 2      | 3       | 3         | 2         | 3     | 3     | 0       | 2       | 0     | 2       | 0      | 0      | 3        | 0     | 2      | 2         | 3        | 0       |
| 140                               | 2     | 2     | 2       | 0      | 2       | 2     | 3          | 3      | 3     | 3         | 3       | 0          | 2     | 2      | 3       | 0         | 2         | 0     | 2     | 0       | 2       | 0     | 0       | 2      | 2      | 0        | 2     | 0      | 2         | 0        | 2       |
| 141                               | 3     | 0     | 3       | 0      | 0       | 3     | 0          | 2      | 2     | 0         | 3       | 0          | 2     | 0      | 0       | 2         | 2         | 3     | 0     | 3       | 3       | 2     | 2       | 0      | 3      | 0        | 2     | 2      | 2         | 0        | 0       |

## EK-3a

| Şoför<br>No | Gün |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |
|-------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|
|             | 1   | 2  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |  |  |  |  |
| 1           | 5   |    | 19 |    |    | 19 |    |    |    |    | 30 |    |    | 27 |    | 19 |    |    | 27 |    |    |    | 5  |    |    |    |  |  |  |  |
| 2           |     |    |    | 5  |    |    | 18 |    | 22 |    |    | 18 |    |    |    |    |    | 27 |    |    | 19 |    |    | 28 |    |    |  |  |  |  |
| 3           | 28  |    |    |    | 28 |    |    |    |    | 31 |    |    |    |    |    |    |    |    | 15 |    |    |    | 17 |    |    | 12 |  |  |  |  |
| 4           |     |    |    |    | 25 |    |    | 18 |    |    |    |    |    | 18 |    |    | 18 |    |    | 25 |    | 7  |    |    |    |    |  |  |  |  |
| 5           | 17  |    |    | 17 |    |    |    |    |    |    |    | 5  |    |    |    |    |    | 29 |    |    | 1  |    |    | 25 |    |    |  |  |  |  |
| 6           | 2   |    |    |    | 4  |    |    |    |    | 7  |    |    | 24 |    | 7  |    |    |    | 24 |    |    | 9  |    |    | 19 |    |  |  |  |  |
| 7           |     |    | 24 |    |    | 28 |    |    | 28 |    |    |    |    | 24 |    |    | 31 |    |    | 21 |    | 27 |    |    | 6  |    |  |  |  |  |
| 8           |     |    |    |    | 24 |    |    | 6  |    | 30 |    |    | 9  |    | 4  |    |    | 10 |    |    |    | 4  |    |    | 24 |    |  |  |  |  |
| 9           | 8   |    | 4  |    |    |    | 8  |    | 28 |    |    | 4  |    |    |    |    | 4  |    |    | 28 |    |    |    | 31 |    |    |  |  |  |  |
| 10          |     |    |    |    | 27 |    |    | 14 |    |    | 5  |    |    |    |    |    | 5  |    |    | 14 |    |    | 9  |    |    | 19 |  |  |  |  |
| 11          |     |    |    |    | 25 |    |    |    |    |    | 4  |    |    | 4  |    |    | 23 |    |    | 24 |    | 29 |    |    |    | 9  |  |  |  |  |
| 12          | 9   |    |    | 17 |    |    | 17 |    |    |    | 5  |    |    |    |    |    | 14 |    |    |    |    | 15 |    |    |    |    |  |  |  |  |
| 13          |     |    | 20 |    |    |    | 6  |    | 5  |    |    | 5  |    |    | 20 |    |    | 5  |    |    |    | 5  |    |    | 5  |    |  |  |  |  |
| 14          |     | 14 |    |    |    | 14 |    |    |    |    |    | 30 |    |    |    | 25 |    |    | 14 |    |    |    | 30 |    |    | 22 |  |  |  |  |
| 15          |     |    | 16 |    |    | 17 |    |    | 17 |    |    |    | 9  |    | 29 |    |    |    | 21 |    | 9  |    |    | 17 |    |    |  |  |  |  |
| 16          |     |    |    | 15 |    |    |    | 15 |    |    |    | 27 |    |    | 15 |    |    |    | 27 |    |    |    |    | 27 |    |    |  |  |  |  |
| 17          |     | 9  |    |    |    |    | 19 |    | 19 |    |    | 24 |    |    | 19 |    |    | 4  |    |    |    |    | 19 |    |    |    |  |  |  |  |
| 18          |     |    |    |    | 20 |    |    | 5  |    | 5  |    |    | 22 |    | 15 |    |    |    | 7  |    |    |    |    | 13 |    | 14 |  |  |  |  |
| 19          |     |    |    |    | 22 |    |    |    | 12 |    |    |    | 30 |    | 31 |    |    | 25 |    |    |    |    | 27 |    |    | 27 |  |  |  |  |
| 20          |     | 10 |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    | 18 |    |    | 27 |    |    | 1  |    |    | 20 |    |    | 18 |  |  |  |  |
| 21          |     |    |    |    |    |    | 18 |    |    | 27 |    |    | 25 |    |    |    |    | 18 |    |    |    | 18 |    |    | 18 |    |  |  |  |  |
| 22          |     | 19 |    |    | 4  |    |    |    |    | 2  |    |    | 4  |    | 30 |    |    | 4  |    |    | 19 |    |    | 10 |    |    |  |  |  |  |
| 23          |     |    | 17 |    |    |    |    |    | 29 |    |    |    |    |    | 5  |    |    |    | 5  |    |    | 17 |    |    | 29 |    |  |  |  |  |
| 24          |     | 17 |    |    | 14 |    |    |    |    |    |    |    |    | 17 |    |    | 13 |    |    |    | 17 |    |    | 17 |    |    |  |  |  |  |
| 25          |     | 15 |    |    |    |    | 15 |    |    |    | 22 |    |    |    |    |    | 4  |    |    | 31 |    | 5  |    |    | 30 |    |  |  |  |  |
| 26          |     |    | 9  |    |    |    | 15 |    |    |    |    | 13 |    |    |    |    | 22 |    |    | 15 |    |    | 22 |    |    | 15 |  |  |  |  |
| 27          |     | 22 |    |    |    | 22 |    |    |    |    | 27 |    |    | 22 |    |    |    | 15 |    |    |    | 31 |    |    | 31 |    |  |  |  |  |
| 28          | 22  |    | 22 |    |    |    | 29 |    |    |    | 22 |    |    | 5  |    |    | 19 |    |    | 5  |    |    | 5  |    |    |    |  |  |  |  |
| 29          |     |    |    |    | 19 |    |    |    | 18 |    |    | 20 |    |    |    |    | 12 |    |    |    |    | 19 |    |    | 5  |    |  |  |  |  |
| 30          | 5   |    | 30 |    |    |    |    | 5  |    |    | 19 |    |    | 12 |    |    |    | 5  |    |    | 5  |    |    |    | 5  |    |  |  |  |  |
| 31          | 5   |    |    |    | 5  |    |    |    | 24 |    |    | 19 |    |    |    |    | 7  |    |    | 4  |    |    | 24 |    |    | 5  |  |  |  |  |
| 32          |     |    |    | 29 |    |    |    | 22 |    | 22 |    |    |    |    |    |    |    | 8  |    |    |    | 22 |    |    | 22 |    |  |  |  |  |
| 33          | 4   |    |    |    |    | 25 |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    | 5  |    |    | 1  |    | 4  |    |    | 18 |    |    |  |  |  |  |
| 34          |     |    | 3  |    |    | 5  |    |    |    |    | 24 |    |    |    |    |    | 5  |    |    | 12 |    |    | 19 |    |    | 10 |  |  |  |  |
| 35          |     | 20 |    | 19 |    |    |    | 12 |    |    |    | 22 |    |    |    |    | 22 |    |    | 22 |    |    | 12 |    |    |    |  |  |  |  |
| 36          | 17  |    |    |    | 8  |    |    | 17 |    | 9  |    |    |    |    |    | 4  |    |    | 9  |    |    |    | 17 |    |    | 5  |  |  |  |  |
| 37          | 15  |    |    | 9  |    |    | 17 |    |    |    | 7  |    |    |    |    |    | 9  |    |    | 12 |    |    | 8  |    |    |    |  |  |  |  |
| 38          |     |    | 5  |    |    | 14 |    |    | 30 |    |    |    | 21 |    |    | 5  |    |    | 3  |    |    | 29 |    |    |    | 23 |  |  |  |  |
| 39          |     |    | 11 |    |    | 5  |    |    |    | 19 |    |    | 29 |    |    |    | 30 |    |    | 5  |    |    | 6  |    |    |    |  |  |  |  |
| 40          |     | 7  |    |    | 12 |    |    |    |    | 22 |    |    | 30 |    |    | 31 |    |    | 28 |    | 30 |    |    | 24 |    |    |  |  |  |  |
| 41          | 12  |    |    |    | 9  |    |    |    | 31 |    |    | 9  |    |    | 9  |    |    | 9  |    |    | 31 |    |    | 12 |    |    |  |  |  |  |
| 42          |     |    |    |    | 5  |    |    | 8  |    | 14 |    |    |    | 17 |    |    | 31 |    |    | 6  |    | 21 |    |    |    |    |  |  |  |  |
| 43          |     |    |    | 22 |    |    |    | 9  |    |    |    | 17 |    |    | 29 |    |    |    | 3  |    | 17 |    |    | 31 |    |    |  |  |  |  |
| 44          | 20  |    | 5  |    |    |    | 1  |    |    |    | 9  |    |    | 5  |    | 10 |    |    | 27 |    | 5  |    |    | 9  |    |    |  |  |  |  |
| 45          |     | 5  |    |    |    | 10 |    |    | 21 |    |    | 10 |    |    |    | 23 |    |    | 20 |    |    |    | 5  |    |    | 5  |  |  |  |  |
| 46          |     |    |    |    | 30 |    |    |    |    |    | 30 |    |    | 12 |    |    | 5  |    |    | 14 |    |    | 18 |    |    | 18 |  |  |  |  |
| 47          |     |    |    | 28 |    |    | 28 |    |    | 28 |    |    | 25 |    |    | 29 |    |    |    | 17 |    | 28 |    |    |    |    |  |  |  |  |
| 48          |     |    | 19 |    |    | 13 |    |    | 20 |    |    | 15 |    |    |    |    | 22 |    |    | 20 |    |    | 20 |    |    | 28 |  |  |  |  |
| 49          |     |    |    |    | 29 |    |    |    | 29 |    |    |    | 12 |    |    |    |    | 29 |    |    |    | 30 |    |    | 28 |    |  |  |  |  |
| 50          |     |    |    |    | 4  |    |    | 8  |    |    | 15 |    |    |    |    | 8  |    |    | 30 |    | 7  |    |    | 15 |    |    |  |  |  |  |
| 51          |     | 27 |    |    | 9  |    |    | 18 |    |    | 9  |    |    | 14 |    |    | 14 |    |    |    |    |    | 14 |    |    |    |  |  |  |  |
| 52          |     |    | 28 |    |    | 28 |    |    | 5  |    |    |    | 11 |    | 1  |    |    |    | 12 |    |    |    |    | 4  |    |    |  |  |  |  |
| 53          |     |    |    | 11 |    |    |    | 15 |    |    | 28 |    |    | 21 |    |    |    |    | 29 |    |    | 4  |    |    | 8  |    |  |  |  |  |
| 54          |     |    | 31 |    |    | 31 |    |    | 9  |    |    |    |    | 9  |    |    |    | 15 |    |    | 12 |    |    |    | 9  |    |  |  |  |  |
| 55          |     | 12 |    |    | 31 |    |    |    |    |    | 12 |    |    |    | 9  |    |    |    | 21 |    |    | 5  |    |    | 2  |    |  |  |  |  |
| 56          | 9   | 8  |    | 9  |    |    | 22 |    | 20 |    |    |    |    | 19 |    | 22 |    |    | 4  |    | 22 |    |    | 9  |    |    |  |  |  |  |
| 57          | 12  |    |    |    |    | 8  |    |    |    | 12 |    |    |    |    | 8  |    |    | 24 |    |    |    |    |    | 19 |    |    |  |  |  |  |
| 58          | 19  |    |    | 22 |    |    |    |    |    | 5  |    |    | 19 |    |    |    | 15 |    |    |    | 28 |    |    | 25 |    |    |  |  |  |  |
| 59          |     |    |    | 28 |    |    |    | 14 |    |    |    | 14 |    |    |    |    |    | 12 |    |    | 18 |    |    |    | 13 |    |  |  |  |  |
| 60          | 30  |    | 31 |    |    |    | 29 |    |    | 21 |    |    | 8  |    |    |    | 29 |    |    |    |    |    |    | 31 |    |    |  |  |  |  |



EK-3c

| Şoför<br>No | Gün |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |
|-------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|
|             | 1   | 2  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |  |  |  |  |
| 121         |     | 17 |    |    | 21 |    |    | 22 |    |    | 29 |    |    |    | 14 |    |    |    | 9  |    |    | 17 |    |    | 9  |    |  |  |  |  |
| 122         |     |    |    | 18 |    |    | 21 |    | 18 |    |    | 8  |    |    | 16 |    |    | 8  |    |    | 25 |    |    | 30 |    |    |  |  |  |  |
| 123         |     | 28 |    | 13 |    |    |    | 24 |    | 9  |    |    |    |    | 13 |    |    | 12 |    |    |    |    | 28 |    |    | 12 |  |  |  |  |
| 124         | 30  |    |    | 30 |    |    | 22 |    |    |    |    |    | 7  |    |    | 19 |    |    | 14 |    |    | 14 |    |    |    | 8  |  |  |  |  |
| 125         |     | 21 |    | 5  |    |    | 5  |    | 31 |    |    | 31 |    |    | 21 |    |    | 21 |    |    | 12 |    |    |    |    | 5  |  |  |  |  |
| 126         |     | 30 |    | 31 |    |    | 1  |    |    |    |    | 20 |    |    | 22 |    |    | 19 |    |    |    | 1  |    |    | 22 |    |  |  |  |  |
| 127         |     | 20 |    |    |    | 19 |    |    |    | 28 |    |    |    | 19 |    |    | 27 |    |    | 20 |    | 27 |    |    | 4  |    |  |  |  |  |
| 128         |     |    | 4  |    |    | 9  |    |    | 4  |    |    | 12 |    |    |    |    | 15 |    |    |    |    |    | 22 |    |    | 4  |  |  |  |  |
| 129         | 27  |    | 5  |    |    | 5  |    |    |    | 27 |    |    | 5  |    |    |    | 5  |    |    | 5  |    |    | 27 |    |    | 27 |  |  |  |  |
| 130         |     | 27 |    | 20 |    |    | 27 |    |    |    | 20 |    |    |    |    | 31 |    |    | 19 |    | 13 |    |    | 22 |    |    |  |  |  |  |
| 131         |     | 18 |    | 5  |    |    |    |    |    |    |    | 18 |    |    |    | 5  |    |    | 5  |    | 18 |    |    | 5  |    |    |  |  |  |  |
| 132         |     | 4  |    | 19 |    |    |    | 28 |    |    |    | 11 |    |    | 24 |    |    | 28 |    |    |    |    | 19 |    |    |    |  |  |  |  |
| 133         |     |    | 13 |    |    | 31 |    |    |    |    | 31 |    |    | 15 |    |    | 12 |    |    |    | 22 |    |    | 30 |    |    |  |  |  |  |
| 134         | 22  |    | 8  |    |    |    | 8  |    |    |    | 8  |    |    | 28 |    | 30 |    |    | 28 |    |    | 28 |    |    | 8  |    |  |  |  |  |
| 135         |     | 18 |    | 31 |    |    | 27 |    |    |    |    | 4  |    |    |    |    |    |    | 22 |    | 25 |    |    | 4  |    |    |  |  |  |  |
| 136         |     | 6  |    |    |    | 8  |    |    |    | 8  |    |    | 8  |    |    |    |    | 19 |    |    | 24 |    |    | 8  |    |    |  |  |  |  |
| 137         | 4   |    | 14 |    |    |    |    |    | 9  |    |    | 27 |    |    |    | 25 |    |    | 9  |    |    | 9  |    | 14 |    |    |  |  |  |  |
| 138         |     |    |    | 4  |    |    | 28 |    | 4  |    |    | 5  |    |    | 5  |    |    | 11 |    |    | 28 |    |    | 5  |    |    |  |  |  |  |
| 139         | 11  |    |    |    | 8  |    |    |    |    |    | 5  |    |    | 27 |    | 22 |    |    | 8  |    |    | 13 |    |    | 25 |    |  |  |  |  |
| 140         | 18  |    |    |    |    |    |    |    | 22 |    |    | 22 |    |    |    | 23 |    |    | 12 |    |    |    | 12 |    |    |    |  |  |  |  |
| 141         |     | 5  |    |    | 30 |    |    |    |    | 15 |    |    |    | 14 |    |    |    | 5  |    |    | 14 |    |    |    | 7  |    |  |  |  |  |

## EK-4a

| Şoför<br>No | Gün |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
|-------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|
|             | 1   | 2  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |    |  |  |  |
| 1           |     |    |    | 17 |    |    | 28 |    | 4  |    |    |    | 28 |    | 13 |    |    | 19 |    |    | 25 |    |    | 9  |    |    |    |  |  |  |
| 2           |     | 6  |    |    |    |    |    | 5  |    | 9  |    |    |    |    | 27 |    |    | 29 |    |    |    | 1  |    |    |    |    | 23 |  |  |  |
| 3           |     | 21 |    | 15 |    |    |    | 18 |    |    | 4  |    |    |    | 9  |    |    | 24 |    |    | 28 |    |    | 27 |    |    |    |  |  |  |
| 4           |     | 14 |    |    |    | 21 |    |    | 19 |    |    | 18 |    |    |    |    | 17 |    |    | 30 |    |    | 6  |    |    |    |    |  |  |  |
| 5           | 21  | 22 |    | 5  |    |    |    | 10 |    |    | 5  |    |    |    |    | 31 |    |    | 9  |    |    | 1  |    |    |    | 8  |    |  |  |  |
| 6           |     |    | 8  |    |    |    |    |    |    |    |    | 31 |    |    | 29 |    |    |    | 12 |    |    |    | 1  |    |    | 19 |    |  |  |  |
| 7           |     |    | 5  |    |    | 5  |    |    |    |    |    | 15 |    |    | 9  |    |    | 17 |    |    | 19 |    |    | 10 |    |    |    |  |  |  |
| 8           | 8   |    |    |    |    | 31 |    |    |    |    |    | 19 |    |    |    | 19 |    |    | 29 |    |    |    |    | 14 |    |    |    |  |  |  |
| 9           | 29  |    |    |    | 22 |    |    | 5  |    |    | 22 |    |    |    |    |    | 9  |    |    | 4  |    | 27 |    |    |    | 12 |    |  |  |  |
| 10          | 25  |    | 9  |    |    |    | 9  |    | 31 |    |    |    | 9  |    | 20 |    |    | 28 |    |    |    | 13 |    |    | 8  |    |    |  |  |  |
| 11          |     |    |    |    |    | 12 |    |    |    | 31 |    |    | 15 |    |    | 22 |    |    | 5  |    |    |    | 17 |    |    |    |    |  |  |  |
| 12          |     |    | 31 |    |    |    |    |    |    |    | 14 |    |    |    |    | 5  |    |    | 12 |    |    |    | 19 |    |    | 19 |    |  |  |  |
| 13          |     |    | 19 |    |    |    | 19 |    |    |    |    | 15 |    |    |    | 22 |    |    | 17 |    |    |    |    | 17 |    |    |    |  |  |  |
| 14          |     | 8  |    | 9  |    |    |    | 14 |    |    | 28 |    |    | 20 |    | 13 |    |    | 9  |    |    |    | 12 |    |    |    |    |  |  |  |
| 15          |     |    |    | 12 |    |    |    |    | 19 |    |    |    | 7  |    |    |    | 22 |    |    | 12 |    |    |    | 17 |    |    |    |  |  |  |
| 16          | 25  |    |    |    | 31 |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 15 |    |    |    | 3  |    |    |    | 24 |    |    | 15 |    |  |  |  |
| 17          | 27  |    |    |    | 28 |    |    |    | 21 |    |    |    | 13 |    | 5  |    |    | 12 |    |    |    | 17 |    |    | 28 |    |    |  |  |  |
| 18          |     |    | 31 |    |    |    |    |    | 27 |    |    |    | 5  |    | 8  |    |    | 18 |    |    | 1  |    |    | 18 |    |    |    |  |  |  |
| 19          |     |    | 25 |    |    | 9  |    |    | 8  |    |    | 5  |    |    |    |    | 5  |    |    | 15 |    |    | 27 |    |    | 28 |    |  |  |  |
| 20          |     |    |    |    | 19 |    |    |    | 18 |    |    | 8  |    |    |    | 17 |    |    | 1  |    |    |    | 15 |    |    |    |    |  |  |  |
| 21          | 8   |    | 14 |    |    |    | 1  |    |    |    | 12 |    |    |    |    |    | 5  |    |    | 26 |    | 30 |    |    | 30 |    |    |  |  |  |
| 22          |     |    |    | 28 |    |    | 22 |    |    | 19 |    |    |    | 18 |    |    |    | 9  |    |    | 19 |    |    | 4  |    |    |    |  |  |  |
| 23          |     |    | 12 |    |    |    |    |    |    |    | 17 |    |    |    | 5  |    |    | 5  |    |    | 19 |    |    | 15 |    |    |    |  |  |  |
| 24          | 12  |    |    |    | 28 |    |    |    |    | 7  |    |    | 19 |    |    |    | 23 |    |    | 13 |    |    |    | 8  |    |    |    |  |  |  |
| 25          |     |    | 22 |    |    |    | 9  |    |    | 8  |    |    | 29 |    |    | 5  |    |    | 15 |    |    |    | 22 |    |    | 5  |    |  |  |  |
| 26          | 29  |    |    |    |    | 22 |    |    |    |    | 17 |    |    |    |    |    | 25 |    |    | 19 |    | 24 |    |    | 30 |    |    |  |  |  |
| 27          |     | 20 |    |    | 4  |    |    | 13 |    | 12 |    |    |    | 5  |    |    |    | 31 |    |    |    |    | 5  |    |    | 13 |    |  |  |  |
| 28          |     |    | 12 |    |    |    | 29 |    |    | 21 |    |    |    |    | 22 |    |    |    | 8  |    |    |    | 1  |    |    | 18 |    |  |  |  |
| 29          |     | 22 |    |    |    |    |    |    | 17 |    |    | 15 |    |    |    |    | 19 |    |    | 4  |    |    | 28 |    |    | 5  |    |  |  |  |
| 30          |     |    |    | 11 |    |    | 5  |    | 20 |    |    | 4  |    |    |    |    | 22 |    |    | 5  |    | 5  |    |    | 8  |    |    |  |  |  |
| 31          |     | 14 |    |    |    |    |    | 5  |    |    |    | 30 |    |    |    |    | 23 |    |    | 28 |    | 15 |    |    |    | 28 |    |  |  |  |
| 32          |     |    |    | 8  |    |    |    | 20 |    |    |    | 17 |    |    |    |    | 15 |    |    |    |    | 18 |    |    | 17 |    |    |  |  |  |
| 33          |     |    | 4  |    |    | 4  |    |    | 8  |    |    | 18 |    |    |    | 4  |    |    | 5  |    |    |    | 12 |    |    |    |    |  |  |  |
| 34          |     |    |    | 15 |    |    |    |    |    | 8  |    |    | 19 |    |    | 19 |    |    | 27 |    | 20 |    |    | 20 |    |    |    |  |  |  |
| 35          |     |    |    |    | 29 |    |    |    |    |    | 29 |    |    |    | 19 |    |    | 19 |    |    |    | 4  |    |    | 20 |    |    |  |  |  |
| 36          |     |    | 20 |    |    | 8  |    |    |    |    | 4  |    |    | 5  |    | 12 |    |    |    | 31 |    |    | 28 |    |    |    |    |  |  |  |
| 37          |     |    |    |    |    |    |    | 14 |    |    | 5  |    |    | 15 |    |    |    | 5  |    |    | 12 |    |    |    | 4  |    |    |  |  |  |
| 38          |     |    |    | 5  |    |    | 15 |    |    |    | 22 |    |    | 17 |    |    |    | 18 |    |    |    |    | 14 |    |    |    |    |  |  |  |
| 39          |     | 8  |    |    |    | 17 |    |    |    |    | 31 |    |    |    |    |    | 4  |    |    | 7  |    | 5  |    |    | 6  |    |    |  |  |  |
| 40          |     | 4  |    |    | 5  |    |    | 15 |    |    |    |    | 24 |    |    | 9  |    |    | 28 |    |    | 5  |    |    | 9  |    |    |  |  |  |
| 41          |     |    | 13 |    |    | 1  |    |    |    |    | 19 |    |    | 10 |    |    |    | 20 |    |    |    | 31 |    |    | 19 |    |    |  |  |  |
| 42          | 1   |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    | 20 |    |    |    |    |    | 6  |    |    | 19 |    |    | 12 |    |    |  |  |  |
| 43          |     |    | 24 |    |    |    | 21 |    | 20 |    |    | 17 |    |    |    | 17 |    |    | 20 |    |    |    |    | 8  |    |    |    |  |  |  |
| 44          |     | 15 |    |    | 20 |    |    |    |    |    | 30 |    |    |    | 19 |    |    |    | 12 |    |    |    | 15 |    |    |    |    |  |  |  |
| 45          |     |    | 22 |    |    | 31 |    |    |    | 14 |    |    |    |    | 19 |    |    | 22 |    |    |    |    | 5  |    |    | 17 |    |  |  |  |
| 46          |     |    |    |    | 4  |    |    |    |    |    | 19 |    |    | 14 |    |    | 15 |    |    |    |    | 17 |    |    | 9  |    |    |  |  |  |
| 47          | 15  |    |    |    | 14 |    |    |    |    | 15 |    |    |    | 27 |    |    |    | 4  |    |    |    |    | 22 |    |    |    |    |  |  |  |
| 48          |     |    |    |    | 5  |    |    | 2  |    |    | 12 |    |    |    |    | 29 |    |    |    | 8  |    |    | 5  |    |    |    | 22 |  |  |  |
| 49          |     |    |    |    | 9  |    |    | 5  |    | 5  |    |    | 11 |    | 20 |    |    |    | 5  |    | 14 |    |    |    | 5  |    |    |  |  |  |
| 50          | 18  |    | 14 |    |    |    | 20 |    |    |    | 8  |    |    |    |    |    | 4  |    |    | 22 |    | 4  |    |    |    | 9  |    |  |  |  |
| 51          |     |    |    | 31 |    |    |    | 6  |    |    |    | 27 |    |    |    |    | 29 |    |    |    |    | 20 |    |    | 19 |    |    |  |  |  |
| 52          |     |    | 21 |    |    | 12 |    |    |    | 18 |    |    |    |    |    | 31 |    |    | 21 |    | 12 |    |    |    | 31 |    |    |  |  |  |
| 53          |     | 18 |    | 30 |    |    | 4  |    | 31 |    |    | 25 |    |    |    |    | 12 |    |    |    |    |    | 30 |    |    | 9  |    |  |  |  |
| 54          |     |    | 8  |    |    |    | 8  |    | 22 |    |    | 13 |    |    | 14 |    |    |    | 9  |    |    |    | 30 |    |    | 15 |    |  |  |  |
| 55          |     |    |    |    | 25 |    |    | 4  |    |    | 28 |    |    |    |    | 8  |    |    | 14 |    |    |    | 4  |    |    | 27 |    |  |  |  |
| 56          |     |    |    |    |    | 11 |    |    |    | 22 |    |    | 8  |    | 1  |    |    |    | 15 |    |    | 29 |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 57          |     |    |    | 18 |    |    |    |    | 29 |    |    |    | 12 |    |    |    |    | 28 |    |    |    |    | 17 |    |    | 7  |    |  |  |  |
| 58          | 30  | 19 |    | 21 |    |    | 1  |    |    | 5  |    |    |    |    |    | 25 |    |    | 21 |    |    | 20 |    |    | 18 |    |    |  |  |  |
| 59          |     |    |    |    | 8  |    |    | 15 |    |    |    |    |    | 28 |    |    |    | 17 |    |    |    | 2  |    |    | 29 |    |    |  |  |  |
| 60          | 19  |    | 4  |    |    | 5  |    |    |    |    | 5  |    |    | 8  |    |    |    | 25 |    |    | 4  |    |    | 22 |    |    |    |  |  |  |



EK-4b

| Şoför No | Gün |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |
|----------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|
|          | 1   | 2  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |  |  |  |  |
| 61       |     |    | 25 |    |    |    |    | 10 |    | 15 |    |    |    |    |    |    |    |    | 5  |    | 5  |    |    | 18 |    |    |  |  |  |  |
| 62       | 1   |    | 25 |    |    |    | 9  |    |    |    | 25 |    |    |    |    |    | 9  |    |    | 18 |    | 9  |    |    | 18 |    |  |  |  |  |
| 63       |     | 28 |    | 8  |    |    | 5  |    | 8  |    |    | 5  |    |    | 8  |    |    | 7  |    |    |    |    | 8  |    |    | 9  |  |  |  |  |
| 64       | 24  |    |    |    | 12 |    |    |    |    |    |    |    | 12 |    |    | 24 |    |    | 2  |    |    |    | 30 |    |    | 21 |  |  |  |  |
| 65       |     |    | 17 |    |    | 22 |    |    | 17 |    |    |    | 2  |    | 17 |    |    | 17 |    |    |    |    |    | 13 |    |    |  |  |  |  |
| 66       | 29  |    |    |    | 7  |    |    |    |    | 17 |    |    |    |    | 14 |    |    |    | 5  |    |    | 5  |    |    | 5  |    |  |  |  |  |
| 67       |     | 14 |    |    | 13 |    |    |    |    |    |    | 15 |    |    |    |    |    | 20 |    |    | 14 |    |    |    | 17 |    |  |  |  |  |
| 68       |     | 19 |    |    |    | 4  |    |    |    |    | 8  |    |    |    |    |    | 19 |    |    | 7  |    | 8  |    |    | 4  |    |  |  |  |  |
| 69       |     |    | 8  |    |    | 21 |    |    |    | 8  |    |    | 15 |    |    |    | 18 |    |    | 8  |    | 22 |    |    |    | 22 |  |  |  |  |
| 70       |     | 15 |    |    |    | 11 |    |    |    |    |    |    |    | 28 |    |    | 4  |    |    | 4  |    |    | 7  |    |    | 13 |  |  |  |  |
| 71       |     |    |    | 21 |    |    |    |    |    | 10 |    |    |    | 29 |    |    | 29 |    |    |    | 26 |    | 1  |    |    | 19 |  |  |  |  |
| 72       |     |    | 7  |    |    | 9  |    |    |    |    | 17 |    |    | 10 |    |    | 17 |    |    | 10 |    |    |    | 17 |    |    |  |  |  |  |
| 73       |     |    | 22 |    |    | 5  |    |    |    |    | 29 |    |    |    | 5  |    |    | 31 |    |    | 19 |    |    | 27 |    |    |  |  |  |  |
| 74       |     |    |    |    | 18 |    |    | 5  |    |    | 1  |    |    |    |    |    | 25 |    |    | 5  |    |    | 1  |    |    | 8  |  |  |  |  |
| 75       |     |    |    |    | 5  |    |    | 28 |    | 13 |    |    | 28 |    | 28 |    |    | 31 |    |    | 31 |    |    | 5  |    |    |  |  |  |  |
| 76       | 20  |    |    |    | 22 |    |    |    |    |    |    | 17 |    |    | 22 |    |    | 17 |    |    |    | 17 |    |    | 20 |    |  |  |  |  |
| 77       |     | 4  |    |    | 9  |    |    | 13 |    | 18 |    |    | 22 |    |    | 9  |    |    | 27 |    |    |    | 18 |    |    | 28 |  |  |  |  |
| 78       |     |    | 21 |    |    | 24 |    |    | 27 |    |    |    | 20 |    | 19 |    |    |    | 11 |    |    | 20 |    |    | 27 |    |  |  |  |  |
| 79       |     | 5  |    |    |    |    | 4  |    |    | 24 |    |    | 15 |    |    | 12 |    |    |    | 21 |    |    |    | 19 |    |    |  |  |  |  |
| 80       | 19  |    |    |    |    |    | 30 |    |    | 19 |    |    |    | 8  |    |    | 21 |    |    | 30 |    | 14 |    |    |    | 14 |  |  |  |  |
| 81       |     | 22 |    | 5  |    |    |    | 12 |    |    |    | 7  |    |    |    | 27 |    |    | 30 |    |    | 31 |    |    |    | 7  |  |  |  |  |
| 82       |     |    | 12 |    |    |    | 20 |    | 2  |    |    | 9  |    |    |    | 4  |    |    | 9  |    | 20 |    |    | 20 |    |    |  |  |  |  |
| 83       | 7   |    | 14 |    |    |    | 7  |    |    | 4  |    |    |    |    |    |    | 29 |    |    |    |    |    | 4  |    |    | 17 |  |  |  |  |
| 84       |     |    |    |    | 20 |    |    |    |    |    | 20 |    |    |    |    | 17 |    |    | 17 |    | 11 |    |    | 17 |    |    |  |  |  |  |
| 85       |     |    |    | 20 |    |    |    |    |    | 18 |    |    |    |    | 1  |    |    | 25 |    |    |    | 18 |    |    | 25 |    |  |  |  |  |
| 86       |     | 13 |    |    | 19 |    |    |    | 19 |    |    | 19 |    |    | 31 |    |    | 13 |    |    |    |    | 15 |    |    |    |  |  |  |  |
| 87       |     | 24 |    |    | 15 |    |    |    | 8  |    |    | 8  |    |    |    | 9  |    |    | 20 |    | 9  |    |    | 8  |    |    |  |  |  |  |
| 88       |     |    |    |    | 28 |    |    |    |    | 17 |    |    | 5  |    | 17 |    |    | 22 |    |    |    |    | 17 |    |    | 4  |  |  |  |  |
| 89       |     |    |    | 18 |    |    | 20 |    |    |    | 13 |    |    |    | 18 |    |    | 8  |    |    | 8  |    |    | 12 |    |    |  |  |  |  |
| 90       |     |    |    |    |    | 25 |    |    |    | 12 |    |    |    |    |    |    | 25 |    |    | 25 |    | 19 |    |    | 19 |    |  |  |  |  |
| 91       | 27  |    |    |    | 31 |    |    | 21 |    |    | 12 |    |    |    | 4  |    |    | 27 |    |    |    |    |    |    | 31 |    |  |  |  |  |
| 92       |     |    | 9  |    |    | 1  |    |    |    | 1  |    |    | 4  |    |    |    | 23 |    |    | 1  |    |    | 15 |    |    |    |  |  |  |  |
| 93       |     |    | 31 |    |    | 7  |    |    |    |    |    |    | 20 |    | 5  |    |    | 20 |    |    | 5  |    |    | 15 |    |    |  |  |  |  |
| 94       | 28  |    | 28 |    |    | 4  |    |    |    |    | 31 |    |    | 20 |    |    | 28 |    |    | 28 |    |    | 28 |    |    |    |  |  |  |  |
| 95       |     |    |    |    |    | 17 |    |    |    | 14 |    |    |    | 4  |    |    | 9  |    |    | 9  |    | 17 |    |    | 17 |    |  |  |  |  |
| 96       | 18  |    |    |    | 18 |    |    | 20 |    |    |    | 9  |    |    | 18 |    |    | 18 |    |    | 27 |    |    | 21 |    |    |  |  |  |  |
| 97       |     |    |    | 4  |    |    |    | 2  |    | 31 |    |    | 19 |    |    |    | 6  |    |    | 13 |    |    |    | 28 |    |    |  |  |  |  |
| 98       |     |    |    | 12 |    |    |    | 20 |    | 20 |    |    |    |    | 20 |    |    | 22 |    |    | 12 |    |    |    | 9  |    |  |  |  |  |
| 99       | 8   |    |    |    | 27 |    |    |    |    |    | 28 |    |    |    |    |    |    |    | 15 |    |    |    | 17 |    |    | 23 |  |  |  |  |
| 100      |     |    |    |    | 29 |    |    |    | 27 |    |    |    |    | 20 |    | 27 |    |    | 19 |    | 21 |    |    | 14 |    |    |  |  |  |  |
| 101      | 13  |    |    |    | 14 |    |    |    |    |    | 15 |    |    |    |    | 27 |    |    | 17 |    |    |    | 14 |    |    |    |  |  |  |  |
| 102      | 21  | 12 |    |    | 5  |    |    |    |    |    |    | 12 |    |    |    | 5  |    |    | 5  |    | 20 |    |    | 22 |    |    |  |  |  |  |
| 103      | 25  |    | 3  |    |    |    | 9  |    | 13 |    |    | 25 |    |    | 19 |    |    | 9  |    |    |    | 1  |    |    | 27 |    |  |  |  |  |
| 104      |     |    |    | 24 |    |    |    | 5  |    |    | 4  |    |    | 8  |    | 21 |    |    | 6  |    | 4  |    |    | 31 |    |    |  |  |  |  |
| 105      |     |    | 31 |    |    | 30 |    |    |    |    |    | 14 |    |    |    |    | 8  |    |    | 31 |    | 20 |    |    | 20 |    |  |  |  |  |
| 106      |     | 5  |    | 8  |    |    | 13 |    |    |    | 21 |    |    |    |    |    | 19 |    |    | 22 |    | 15 |    |    |    | 15 |  |  |  |  |
| 107      |     | 8  |    |    |    |    | 19 |    |    |    | 19 |    |    | 22 |    | 13 |    |    | 8  |    | 4  |    |    | 4  |    |    |  |  |  |  |
| 108      | 5   |    | 21 |    |    | 12 |    |    | 12 |    |    |    |    |    | 12 |    |    |    | 22 |    |    | 21 |    |    | 30 |    |  |  |  |  |
| 109      | 29  |    |    | 29 |    |    |    | 4  |    |    |    | 30 |    |    | 27 |    |    | 30 |    |    | 27 |    |    | 7  |    |    |  |  |  |  |
| 110      |     |    | 20 |    |    | 12 |    |    |    | 20 |    |    | 13 |    |    | 8  |    |    | 13 |    | 8  |    |    | 20 |    |    |  |  |  |  |
| 111      |     |    |    | 15 |    |    |    |    | 4  |    |    | 4  |    |    |    |    | 28 |    |    | 19 |    | 10 |    |    | 28 |    |  |  |  |  |
| 112      | 25  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 17 |    |    | 13 |    | 17 |    |    | 29 |    |    |    | 9  |    |    | 17 |  |  |  |  |
| 113      |     |    |    | 10 |    |    |    | 30 |    |    |    | 31 |    |    | 28 |    |    | 28 |    |    |    | 2  |    |    | 12 |    |  |  |  |  |
| 114      |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 4  |    |    | 15 |    |    | 22 |    |    | 18 |    | 24 |    |    | 29 |    |  |  |  |  |
| 115      | 6   |    | 5  |    |    |    |    |    |    |    | 27 |    |    |    |    | 28 |    |    | 1  |    |    | 8  |    |    | 12 |    |  |  |  |  |
| 116      | 15  |    |    |    |    |    |    | 19 |    |    |    | 21 |    |    |    |    | 24 |    |    | 15 |    |    | 21 |    |    | 24 |  |  |  |  |
| 117      | 1   |    | 4  |    |    | 30 |    |    |    | 4  |    |    |    | 30 |    | 28 |    |    | 4  |    | 1  |    |    | 5  |    |    |  |  |  |  |
| 118      |     |    |    | 12 |    |    |    | 17 |    |    | 5  |    |    |    |    |    | 17 |    |    | 17 |    |    | 5  |    |    |    |  |  |  |  |
| 119      |     |    |    |    | 15 |    |    |    | 7  |    |    |    |    | 28 |    | 12 |    |    | 4  |    | 12 |    |    |    | 21 |    |  |  |  |  |
| 120      |     |    | 12 |    |    |    | 4  |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    | 12 |    |    |    | 26 |    |    | 4  |    | 30 |  |  |  |  |

## EK-4c

| Şoför<br>No | Gün |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
|-------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|
|             | 1   | 2  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |    |  |  |  |
| 121         |     | 17 |    |    | 21 |    |    | 22 |    |    | 29 |    |    |    | 14 |    |    |    | 9  |    |    | 17 |    |    | 9  |    |    |  |  |  |
| 122         |     |    |    | 18 |    |    | 21 |    | 18 |    |    | 8  |    |    | 16 |    |    | 8  |    |    | 25 |    |    | 30 |    |    |    |  |  |  |
| 123         |     | 28 |    | 13 |    |    |    | 24 |    | 9  |    |    |    |    | 13 |    |    | 12 |    |    |    |    | 28 |    |    |    | 12 |  |  |  |
| 124         | 30  |    |    | 30 |    |    | 22 |    |    |    |    |    | 7  |    |    | 19 |    |    | 14 |    |    | 14 |    |    |    |    | 8  |  |  |  |
| 125         |     | 21 |    | 5  |    |    | 5  |    | 31 |    |    | 31 |    |    | 21 |    |    | 21 |    |    | 12 |    |    |    |    |    | 5  |  |  |  |
| 126         |     | 30 |    | 31 |    |    | 1  |    |    |    |    | 20 |    |    | 22 |    |    | 19 |    |    |    | 1  |    |    | 22 |    |    |  |  |  |
| 127         |     | 20 |    |    |    | 19 |    |    |    | 28 |    |    |    | 19 |    |    | 27 |    |    | 20 |    | 27 |    |    | 4  |    |    |  |  |  |
| 128         |     |    | 4  |    |    | 9  |    |    | 4  |    |    | 12 |    |    |    |    | 15 |    |    |    |    |    | 22 |    |    | 4  |    |  |  |  |
| 129         | 27  |    | 5  |    |    | 5  |    |    |    | 27 |    |    | 5  |    |    |    | 5  |    |    | 5  |    |    | 27 |    |    |    | 27 |  |  |  |
| 130         |     | 27 |    | 20 |    |    | 27 |    |    |    | 20 |    |    |    |    | 31 |    |    | 19 |    | 13 |    |    | 22 |    |    |    |  |  |  |
| 131         |     | 18 |    | 5  |    |    |    |    |    |    |    | 18 |    |    |    | 5  |    |    | 5  |    | 18 |    |    | 5  |    |    |    |  |  |  |
| 132         |     | 4  |    | 19 |    |    |    | 28 |    |    |    | 11 |    |    | 24 |    |    | 28 |    |    |    |    | 19 |    |    |    |    |  |  |  |
| 133         |     |    | 13 |    |    | 31 |    |    |    |    | 31 |    |    | 15 |    |    | 12 |    |    |    | 22 |    |    | 30 |    |    |    |  |  |  |
| 134         | 22  |    | 8  |    |    |    | 8  |    |    |    | 8  |    |    | 28 |    | 30 |    |    | 28 |    |    | 28 |    |    | 8  |    |    |  |  |  |
| 135         |     | 18 |    | 31 |    |    | 27 |    |    |    |    | 4  |    |    |    |    |    |    | 22 |    | 25 |    |    | 4  |    |    |    |  |  |  |
| 136         |     | 6  |    |    |    | 8  |    |    |    | 8  |    |    | 8  |    |    |    |    | 19 |    |    | 24 |    |    | 8  |    |    |    |  |  |  |
| 137         | 4   |    | 14 |    |    |    |    |    | 9  |    |    | 27 |    |    |    | 25 |    |    | 9  |    | 9  |    |    | 14 |    |    |    |  |  |  |
| 138         |     |    |    | 4  |    |    | 28 |    | 4  |    |    | 5  |    |    | 5  |    |    | 11 |    |    | 28 |    |    | 5  |    |    |    |  |  |  |
| 139         | 11  |    |    |    | 8  |    |    |    |    |    | 5  |    |    | 27 |    | 22 |    |    | 8  |    |    | 13 |    |    | 25 |    |    |  |  |  |
| 140         | 18  |    |    |    |    |    |    |    | 22 |    |    | 22 |    |    |    | 23 |    |    | 12 |    |    |    | 12 |    |    |    |    |  |  |  |
| 141         |     | 5  |    |    | 30 |    |    |    |    | 15 |    |    |    | 14 |    |    |    | 5  |    |    | 14 |    |    |    |    | 7  |    |  |  |  |

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ömer ŞEKER

Doğum Tarihi :

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu : Yüksek Lisans

Lisans : Kocaeli Üniversitesi, 2011

Yüksek Lisans : Kırıkkale Üniversitesi, 2023

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl/Yıllar : Horoz Lojistik Kargo Hizmetleri ve Tic. A. Ş. (2013-2015)

Gezer Ayakkabı Deri San. Ve Tic. A. Ş. (2015-2016)

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi (2018 – devam etmekte)

Yayınları (Diğer) :

Şeker, Ö., Alakaş, H. M., Cürebal, A. ve Tamer, E. (2022). Dengeli iş yükü ataması için şoför çizelgeleme problemi: Bir lojistik firmasında uygulama. *Journal of Turkish Operations Management*, 6(1), 897-916. (TR Index)

Şeker, Ö. Ve Alakaş, H. M. (2019). Bir lojistik firması için çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile İç Anadolu bölgesinde depo yeri seçimi. *Academic Perspective Procedia*, 2(3), 841-850. (Bildiri)

Araştırma Alanları : Çizelgeleme, Lojistik, Yöneylem

Araştırması, Çok Ölçütlü Karar Verme

1989 Trabzon doğumludur. İlk orta ve lise eğitimini Trabzon'da tamamlamıştır. Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği bölümünden 2011 yılında mezun olmuştur. Askerliğini 2012 yılında asteğmen olarak yapmıştır. Yaklaşık üç yıl özel sektörde çalıştıktan sonra 2018 yılında Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mucur Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Lojistik Programında öğretim görevlisi olarak göreve başlamıştır ve halen bu görevde devam etmektedir. Yüksek lisans eğitimini Kırıkkale Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümünde 2023 yılında tamamlamıştır. Evli ve bir çocuk babasıdır.