

Turizm Lojistiğinde Havalimanı-Otel Operasyonları: Maliyet-Kalite Ödünleşimi

Adem TÜZEMEN¹

Öz

Bu çalışma, turizm sektöründe en önemli hizmet unsurlarından biri olan havalimanı-otel lojistik operasyonlarının yönetimindeki temel zorlukları incelemektedir. Çalışma, dengeli hizmet sunarken operasyonel maliyetlerin optimizasyonu hedefini göz önünde bulundurarak, bu iki hedef arasındaki optimum dengenin nasıl sağlanacağına dair analizler sunmaktadır. Araştırma, biri maliyet odaklı, diğeri dengeli hizmet odaklı olmak üzere iki farklı operasyonel stratejinin karşılaştırmalı analizini içermektedir. Türkiye'nin önde gelen turizm destinasyonlarından birinde gerçekleştirilen bu ampirik çalışma, dengeli hizmet stratejisinin işletme maliyetlerini yüzde 2,2 oranında artırırken, hizmet seviyesini yüzde 28,5 oranında iyileştirdiğini göstermektedir. Bu ödünleşim analizi, turizm işletmelerinin operasyonel karar süreçlerinde maliyet ve hizmet kalitesi arasında optimum dengeyi nasıl kurabileceklerine dair önemli çıkarımlar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Operasyonel Ödünleşim, Turizm Lojistiği, Dengeli Operasyon Tasarımı, Maliyet-Kalite İlişkisi, Araç Rotalama

¹ Doç. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Tokat/Türkiye, ORCID: 0000-0002-5786-2686, e-posta: adem.tuzemen@gop.edu.tr

Airport-Hotel Operations in Tourism Logistics: Cost-Quality Trade-Off

Adem TÜZEMEN¹

ABSTRACT

This study examines the fundamental challenges in managing airport-hotel logistics operations, one of the most critical service elements in the tourism sector. The study presents analyses on how to achieve the optimal balance between these two objectives, with the aim of optimizing operational costs while providing balanced service. The research includes a comparative analysis of two different operational strategies: one focused on cost and the other on balanced service delivery. This empirical study, conducted in one of Turkey's leading tourism destinations, demonstrates that a balanced service strategy increases operational costs by 2.2 percent while improving service levels by 28.5 percent. This trade-off analysis provides significant insights into how tourism businesses can establish an optimal balance between costs and service quality in their operational decision-making processes.

Keywords: *Operational Tradeoffs, Tourism Logistics, Balanced Operation Design, Cost-Quality Relationship, Vehicle Routing*

¹ Assoc. Prof. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Tokat/Türkiye, ORCID: 0000-0002-5786-2686, e-mail: adem.tuzemen@gop.edu.tr

1. Giriş

Konaklama sektöründe işletme yöneticilerinin karşılaştığı en büyük zorluklardan biri operasyonel mükemmellik ve müşteri memnuniyeti arasında denge kurabilmektir. Bu denge, özellikle havalimanından otele transfer hizmetleri gibi müşteriyi doğrudan etkileyen alanlarda belirgindir. İşletmelerin yüksek operasyonel maliyetlere katlanmadan müşteri deneyimini iyileştirmesi gerekmektedir (Koo vd., 2020). Turizm sektörü, dünya ekonomisinin en dinamik sektörleri arasında yer almakta ve operasyonel kısıtlamalar ile sürekli gelişen müşteri ihtiyaçları arasında denge kurmak zorundadır (UNWTO, 2023). Öncelikle, havalimanından otele transfer hizmetleri, turistlerin genel destinasyon deneyiminin ayrılmaz bir parçasını oluşturduğu için özellikle dikkat çekicidir. Turistlerin seyahat sırasında sunulan transfer hizmetlerinden duydukları memnuniyet, tatil deneyimleri üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Martín vd., 2019).

Ulaşım transfer yönetiminde temel yaklaşım, iki önemli faktörü dengelemektedir: operasyonel giderlerin en aza indirilmesi ve aynı seviyede hizmet sağlanması. Bu durum özellikle yolcu talebinin hızla arttığı turizm sezonlarında önem kazanmaktadır. Wang vd. (2018), turizm taşımacılığı için müşteri memnuniyeti ve operasyonel verimlilik arasındaki ilişkiyi analiz etmiş ve dengeli hizmet tasarımı vurgulamıştır. Aynı şekilde, Li vd. (2016), operasyonel maliyet ve hizmet kalitesini düzenli bir şekilde dengelemek için ödünleşimlerin organize edilmesi gerektiğini savunmuştur. Bu çalışma, turizm sektöründeki transfer hizmetini örnek alarak, sunulan hizmetlerin maliyeti ve kalitesi arasındaki ödünleşimi analiz etmeyi ve bu ödünleşim için en uygun noktayı belirlemeyi ve bunu sürdürmek için yöntemler önermeyi amaçlamaktadır. Maliyetleri kontrol altında tutmaya yönelik stratejiler de araştırmanın kapsamı dahilinde, ancak müşterinin uzun vadeli memnuniyeti ve savurgan olmayan bir hizmet sunma ihtiyacı bağlamında ele alınmaktadır. Zaman Pencere ve Kapasite Kısıtlı Araç Rotalama Problemi (ZPKARP) yaklaşımı ile transfer operasyonlarındaki ödünleşimler modellenmekte ve analiz edilmektedir (Küp vd., 2024).

Makale aşağıdaki şekilde yapılandırılmıştır: İkinci bölümde turizm operasyonları yönetimi ve hizmet kalitesi ödünleşimleri ile ilgili literatür sunulmaktadır. Araştırma metodolojisi ve analiz çerçevesi üçüncü bölümde açıklanmaktadır. Dördüncü bölüm vaka çalışmasının analizine ve sonuçlarına odaklanmakta, son bölümde ise sektöre yönelik sonuç ve tavsiyeler yer almaktadır.

2. Literatür Taraması

Literatürde giderek daha fazla ilgi gören bir alan, turizm operasyonlarında sunulan hizmetin kalitesi ile maliyetlerin azaltılması arasındaki ödünleşimdir (Casse vd., 2022; Ranabhat & Jakovljevic, 2023). Bu makalede, hizmet kalitesi ile operasyonel maliyetler arasındaki ödünleşimler ve bunların müşteri hizmet kalitesi ve sürdürülebilir hizmet tasarımı ile bağlantısı tartışılmaktadır.

2.1. Maliyet-Kalite Ödünleşimi

Maliyet-kalite ödünleşimi, hizmet kuruluşlarının temel sorunudur. Entegre tedarik zinciri tasarım aşaması da Shen ve Daskin (2005), Lo Storto, (2016), Zhang ve Zhang, (2019) tarafından tartışıldığı gibi maliyet ve müşteri hizmetleri arasındaki ödünleşimlere odaklanmaktadır. Uygun hizmet seviyesini belirlerken maliyetleri faydalara karşı tartma ihtiyacını vurgulamışlardır. Wu & Ming (2009) ve Zhang ve Zhang, (2019) lojistik hizmet yönetiminde zaman-kalite-maliyet ödünleşimlerini araştırmış ve bu üç kritik faktör arasındaki dinamik etkileşimi göstermiştir.

2.2. Lojistik Operasyonlarda Ödünleşimler

Operasyonel düzeyde, ödünleşimler özellikle taşımacılık alanında kritik öneme sahiptir. Hedgren vd. (2024), seyahat sürelerindeki belirsizlik altında maliyet-hizmet ödünleşimini ve yüksek hizmet kalitesinin işletme maliyetleri üzerindeki etkilerini incelemektedir. Zhang vd. (2013), özellikle yerine getirme oranları ve hizmet dallanmaları gibi faktörlerin teslimat maliyetlerini nasıl artırdığını analiz etmiştir. Araştırmacılar, bu tür artan maliyetlerin belirli bir teslimat alanına kamyonların eklenmesi yoluyla sağlanan daha iyi hizmetle nasıl dengelenebileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca, sabit veya değişken maliyet senaryoları altında çalışan araçlar için yardımcı işletme direktifleri çerçevesinde tasarrufları incelemiştir. Etkin politikalar, optimal ekonomik kazancın maksimizasyonu için bu denge noktasına odaklanmaktadır. Bhusiri vd. (2014), söz konusu filo için mümkün olan en yüksek kullanım oranına imkân tanıyan bir denge noktası bulmak amacıyla, araçların sabit maliyetlerinin yanı sıra geç varışlar için zamana bağlı cezaları da değerlendirmiştir.

2.3. Müşteri Hizmet Kalitesi Optimizasyonu

Bir diğer operasyonel boyut ise müşteri hizmet kalitesinin optimizasyonudur. Örneğin; Miranda vd. (2018), zor zaman pencereleri ve stokastik seyahat süreleri olan hizmet operasyonlarında çok amaçlı optimizasyonu araştırmış ve hizmet kalitesi ile operasyonel verimlilik arasındaki ödünleşimi incelemiştir. Wang vd. (2016), müşterilerine hizmet kalitesi standartlarına uygun olarak hizmet veren bir firmaya odaklanmış ve bu hizmet kalitesi standartlarının operasyonel maliyetler, özellikle de minimum hizmet süresi gereksinimi üzerindeki etkisini analiz etmiştir.

2.4. Sürdürülebilir Hizmet Tasarımı

Hizmet tasarımında sürdürülebilirlik, mevcut iş süreçlerinde önemli bir boyuttur. Wygonik ve Goodchild (2011) kentsel dağıtım sistemlerinde çevre dostu olma ve performans arasındaki ödünleşime odaklanarak enerji verimliliği, tıkanıklık, CO2 emisyonları ve maliyet üzerinde çalışmışlardır. Darvish vd. (2019), üretim ve envanter rotalama problemlerinde çevresel ve ekonomik performans ödünleşimlerine odaklanmış ve daha sonra “yeşil” iş uygulamaları için stratejiler geliştirmiştir.

2.5. Literatür İncelemesi ve Araştırma Motivasyonu

Araç rotalama problemleri (ARP), lojistik ve operasyon yönetiminde yaygın olarak incelenen temel optimizasyon problemlerinden biri olarak literatürde kabul görmektedir. Bu problemler, müşterilere hizmet sunmak için araçların optimal güzergâhlarının belirlenmesini amaçlamaktadır. ARP araştırmaları genellikle iki ana hedef doğrultusunda sınıflandırılabilir: operasyonel maliyetlerin minimize edilmesi ve hizmet kalitesinin maksimize edilmesi.

Maliyet minimizasyonu perspektifinden incelendiğinde, araştırmacılar ağırlıklı olarak mesafe, yakıt tüketimi, araç sayısı ve personel giderleri gibi faktörlerin optimizasyonuna odaklanmışlardır (Kyriakakis vd., 2022; Nguyen vd., 2022; Coindreau vd., 2021; Huang vd., 2022). Öte yandan, hizmet kalitesi maksimizasyonu bağlamında, müşteri memnuniyeti, zamanında teslimat, bekleme sürelerinin azaltılması ve hizmet güvenilirliği gibi parametreler ele alınmaktadır (Tarhini vd., 2022; Wu vd., 2023).

Son dönemde, bu iki hedefi bütünleştiren çalışmaların sayısında artış gözlemlenmektedir. Söz konusu araştırmalar, maliyet kısıtları altında hizmet kalitesini iyileştirmeye yönelik yaklaşımların yanı sıra, belirli bir hizmet seviyesini muhafaza ederken maliyetleri azaltmaya yönelik stratejileri de incelemektedir (Nguyen vd., 2022; Huang vd., 2022; Wu ve Wu, 2022; Cen vd., 2023). Turizm sektöründe, özellikle havalimanından otele transfer hizmetlerini kapsayan seyahat hatlarında, araç rotalama problemleri kendine özgü bir dizi zorluk sunmaktadır. Bu alandaki araştırmalar, turistlerin yüksek beklentileri, mevsimsel talep dalgalanmaları ve destinasyon özelliklerinden kaynaklanan karmaşıklıkları vurgulamaktadır (Aziz ve Ukkusuri, 2014; Gružas vd., 2018; Miranda vd., 2018; Cook vd., 2019; Zhu, 2022; Pitakaso vd., 2024).

Mevcut literatür incelendiğinde, turizm transfer hizmetlerinde maliyet ve kalite ödünleşimini bütünsel bir yaklaşımla ele alan çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Araştırmaların çoğu ya maliyetlerin azaltılmasına ya da hizmet kalitesinin artırılmasına münferit olarak odaklanmakta, ikisi arasındaki karmaşık ilişkiyi detaylı biçimde incelememektedir. Ayrıca, turizm sektörüne özgü değişkenler ve turist memnuniyetinin uzun vadeli ekonomik etkileri mevcut modellere yeterince dahil edilmemektedir.

Bu çalışma, yukarıda belirtilen araştırma boşluğunu gidermeyi hedeflemektedir. Önerilen model hem maliyet hem de hizmet faktörlerini bütünleştirerek araç rotalama problemine kapsamlı bir yaklaşım getirmekte ve turizm sektörünün kendine özgü dinamiklerini dikkate almaktadır.

3. Metodoloji

Bu bölümde, havalimanı-otel transfer problemleri için Zaman Penceresi Kısıtlı Araç Rotalama Problemi (ZPARP) ve Kapasite Kısıtlı Araç Rotalama Problemi (KARP) modeli (ZPKARP) olarak formüle edilmiştir. Modeller, turizm literatüründe mevcut olan ampirik çalışmalara ve yazar tarafından daha önce önerilen modellere dayalı olarak geliştirilmiştir. Kullanılan modeller Toth ve Vigo (2014) tarafından önerilen klasik ARP formülasyonu üzerine inşa edilmiştir. Zaman penceresi kısıtları için

Solomon (1987) tarafından yapılan çalışmadan yararlanılmış ve kapasite kısıtları ise Cordeau vd. (2007) tarafından yapılan çalışmadan elde edilmiştir.

İlk modelde maliyet minimizasyonu ön planda tutulurken, ikinci modelde operasyonel dengenin optimizasyonu hedeflenmektedir. Bunun amacı, bu iki modeli karşılaştırarak maliyet etkinliği ve operasyonel denge açısından kendi aralarındaki dengeyi analiz etmektir. Buna bağlı olarak, problem tanımı ve her iki matematiksel model aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmaktadır:

3.1. Matematiksel Model

➤ İndisler ve Kümeler:

$i, j \in N$: Düşümler, müşterileri ve havalimanını tanımlar.

$N = \{1, 2, \dots, n\}$ Olmak üzere, 1 numaralı düğüm havalimanını verir.

$k \in V$: Araçları ifade eder. $V = \{1, 2, \dots, m\}$ Olmak üzere, m sayıda aracı ifade eder.

➤ Parametreler:

d_i : i düğümündeki müşteri talep miktarını tanımlar.

q_k : k aracının kapasitesidir, yani her aracın taşıyabileceği maksimum yük miktarıdır.

f_k : k aracının sabit maliyetidir, aracın rotasında olmasının getirdiği sabit bir maliyeti tanımlar.

c_{ij} : i ve j düğümleri arasındaki mesafeyi verir.

t_{ij} : i ve j düğümleri arasındaki seyahat süresidir.

α : Kilometre başına maliyeti temsil eden katsayıdır.

β : Yedek aracın kullanılıp kullanılmayacağını belirleyen ikili parametredir.

λ : Denge cezası katsayısı (sadece Model 2'de kullanılır).

➤ Karar Değişkenleri:

x_{ijk} : Eğer k aracı i düğümünden j düğümüne giderse 1, aksi takdirde 0 olur. Araçların rotalarını belirlemek için kullanılır.

u_i : Alt tur eleme kısıtlaması için kullanılan yardımcı değişkendir.

L_i : k aracının toplam yükü (sadece Model 2'de kullanılır).

Model 1: Maliyet Odaklı Model

➤ Amaç Fonksiyonu:

$$\min Z = \sum_{ijk} (c_{ij} \times \alpha \times x_{ijk}) + (\sum_k (f_k \times \sum_{j>1} x_{1jk})) \quad (1)$$

Bu amaç fonksiyonu, düğümler arasındaki seyahat maliyetleri ve araçların sabit maliyetlerini minimize etmeyi hedefler.

Model 2: Denge Odaklı Model

➤ Amaç Fonksiyonu:

$$\min Z = \sum_{ijk} (c_{ij} \times \alpha \times x_{ijk}) + (\sum_k (f_k \times \sum_{j>1} x_{1jk})) + \lambda \times \max_k \left| L_k - \frac{\sum_{i>1} d_i}{m} \right| \quad (2)$$

Bu amaç fonksiyonu, toplam maliyeti minimize ederken araçlar arasındaki yük dağılımını da dengelemeyi hedefler.

➤ Kısıtlamalar (Her iki Model için ortak):

Her müşteri bir kez ziyaret edilmeli:

$$\sum_{i \neq j} \sum_k x_{ijk} = 1, \quad \forall j > 1 \quad (3)$$

Her müşteriye yalnızca bir kez hizmet verildiğini garanti eder.

Her müşteri bir kez terk edilmeli:

$$\sum_{j \neq i} \sum_k x_{ijk} = 1, \quad \forall i > 1 \quad (4)$$

Her müşteriden yalnızca bir kez çıkıldığını sağlar.

Araç kapasitesi aşılmamalı:

$$\sum_{j>1} (d_{ij} \times \sum_{i \neq j} x_{ijk}) \leq q_k, \quad \forall_k \quad (5)$$

Bu kısıt, araçların kapasitesinin aşılmamasını sağlar.

Alt tur eleme kısıtlaması:

$$u_i - u_j + n \times \sum_k x_{ijk} \leq n - 1, \quad \forall_i > 1, j > 1, i \neq j \quad (6)$$

Bu kısıt, alt turların oluşmasını önler.

Her araç depodan en fazla bir kez çıkmalı:

$$\sum_{j>1} x_{1jk} \leq 1, \quad \forall_k \quad (7)$$

Her aracın depodan yalnızca bir kez çıkmasını sağlar.

Her araç depoya en fazla bir kez dönmeli:

$$\sum_{i>1} x_{i1k} \leq 1, \quad \forall_k \quad (8)$$

Her aracın depoya yalnızca bir kez dönmesini sağlar.

Araç kullanımı tutarlılığı:

$$\sum_{j>1} x_{1jk} = \sum_{i>1} x_{i1k}, \quad \forall_k \quad (9)$$

Bu kısıt, araçların depo çıkışı ve dönüşünün tutarlı olmasını sağlar.

Akış dengesi kısıtlaması:

$$\sum_{i \neq j} x_{1jk} = \sum_{i \neq j} x_{jik}, \quad \forall_j > 1, \forall_k \quad (10)$$

Bu kısıt, her düğüme giren ve çıkan akışın dengeli olmasını sağlar.

➤ Araç yükü hesaplama (Sadece Model 2 için):

$$L_k = \sum_{j>1} (d_j \times \sum_{i \neq j} x_{ijk}), \quad \forall_k \quad (11)$$

Değişkenlerin Kısıtlanması:

$$x_{ijk} \in \{0,1\}, \quad \forall_{i,j,k} \quad (12)$$

$$u_i \in Z^+, \quad \forall_i > 1 \quad (13)$$

$$L_k \geq 0, \quad \forall_k \quad (14)$$

Bu matematiksel model, maliyet odaklı (Model 1) ve denge odaklı (Model 2) olmak üzere iki farklı yaklaşımı temsil eder. Model 2'deki denge cezası terimi $\lambda \times \max_k \left| L_k - \frac{\sum_{i>1} d_i}{m} \right|$ araçlar arasındaki yük dağılımını dengelemeye yöneliktir.

4. Uygulama

Turizm endüstrisi ve özellikle havalimanı-otel transfer hizmetleri, operasyonel maliyet ve hizmet kalitesi arasında bir ödünleşim ile karşı karşıyadır. Bu bölümde, iki farklı optimizasyon modelinin Antalya'daki vaka uygulaması açıklanmış ve buna göre bu tür durumlarda en uygun ödünleşme tartışılmıştır.

4.1. Araştırma Bağlamı ve Veri Toplama

Çalışma Antalya bölgesinde gerçekleştirilmiştir. Bu bölge, yüksek turizm talebi ve büyük mevsimsellikler temel alınarak seçilmiştir (UNWTO, 2023). Bu akışkan yapı, kalite ve maliyetin dengeli biçimde önem kazandığı bir ortamı teşvik etmektedir. Bu çalışma, bölgede 10 yılı aşkın süredir faaliyet gösteren bir Transfer Şirketinin verilerine dayanmaktadır. Şirket, yüksek düzeyde hizmet ile düşük maliyet sunan bir iş modeline sahiptir.

Antalya'da faaliyet gösteren bir transfer şirketinin transfer hizmetlerinin Eylül-Kasım 2024 döneminde sabah vardiyasını (06:00-14:00) kapsamaktadır. Analiz, havalimanı ile şirket tarafından sıklıkla hizmet verilen 10 otel arasında sağlanan transfer hizmetlerine dayanmaktadır. Veriler, otel transferlerine yönelik ortalama günlük hareketleri (sabah vardiyası), araç işletme maliyetlerini (yakıt, bakım, sigorta) ve mesafe-süre matrislerini içermektedir. Talep verileri, bireysel havayolları uçuş

programları ve otel doluluklarından toplanan günlük ortalama verilerdir. Bu veri seti, maliyet ve hizmet kalitesi arasındaki gerilimi analiz etmek için kullanılan temel göstergeleri sağlamaktadır. Bu ayrıntılı veri seti, potansiyel maliyet optimizasyonuna ve kaliteye katkıda bulunabilecek faktörler üzerinde kapsamlı bir değişken analizi yapılmasını sağlamıştır.

4.2. Maliyet ve Hizmet Kalitesi Ödünleşimi

Bu çalışmada iki operasyonel strateji karşılaştırılmaktadır. Maliyet odaklı strateji minimum araç kullanımı ve maksimum doluluk oranına odaklanırken, dengeli hizmet stratejisi iş yükünün eşit olarak dağıtılmasının yanı sıra hizmet süresinin de eşit olarak dağıtılmasına odaklanmaktadır. Bu iki yaklaşım arasındaki temel gerilim, operasyonel maliyetlerdeki artış ile hizmet kalitesindeki iyileşmenin karşılıklı değerlendirilmesine dayanmaktadır. Tablo 1, Havalimanı ve oteller arasındaki yolcu talebini göstermektedir.

Tablo 1: Düğüm Talepleri

Düğüm No	Talep
1 (Havalimanı)	0
2	5
3	5
4	4
5	3
6	3
7	4
8	3
9	3
10	3
11	2

Tablo 1 incelendiğinde, Havalimanı (düğüm 1) başlangıç düğümüdür ve daima sıfır talep değerine sahiptir. Diğer düğümler (2-11) otelleri temsil etmekte olup, her biri belirli sayıda yolcu talebi içermektedir. Tablo 2, mevcut araçların kapasitelerini ve her bir aracın kullanımına ilişkin sabit maliyetleri göstermektedir.

Tablo 2: Araç Kapasiteleri ve Sabit Maliyetleri

Araç No	Kapasite	Sabit Maliyet (TL)
1	15	4000
2	15	4000
3	15	4000

Tablo 2’de gösterildiği gibi, filo, iki ana araç ve bir yedek araçtan oluşmaktadır.

Tablo 3, tüm düğümler (havalimanı ve oteller) arasındaki mesafeleri kilometre cinsinden göstermektedir.

Tablo 3: Mesafe Matrisi (km)

Düğüm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
2	10	0	8	12	18	22	28	32	38	42	48
3	15	8	0	7	13	17	23	27	33	37	43
4	20	12	7	0	9	13	19	23	29	33	39
5	25	18	13	9	0	6	12	16	22	26	32
6	30	22	17	13	6	0	8	12	18	22	28
7	35	28	23	19	12	8	0	6	12	16	22
8	40	32	27	23	16	12	6	0	8	12	18
9	45	38	33	29	22	18	12	8	0	6	12
10	50	42	37	33	26	22	16	12	6	0	8
11	55	48	43	39	32	28	22	18	12	8	0

Tablo 3’de tanımlanan matris simetriktir, yani herhangi iki düğüm arasındaki mesafe çift yönlü olarak aynıdır.

Tablo 4, düğümler arasındaki seyahat sürelerini dakika cinsinden göstermektedir.

Tablo 4: Seyahat Süresi Matrisi (dakika)

Düğüm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66
2	12	0	10	14	22	26	34	38	46	50	58
3	18	10	0	8	16	20	28	32	40	44	52
4	24	14	8	0	11	16	23	28	35	40	47
5	30	22	16	11	0	7	14	19	26	31	38
6	36	26	20	16	7	0	10	14	22	26	34
7	42	34	28	23	14	10	0	7	14	19	26
8	48	38	32	28	19	14	7	0	10	14	22
9	54	46	40	35	26	22	14	10	0	7	14
10	60	50	44	40	31	26	19	14	7	0	10
11	66	58	52	47	38	34	26	22	14	10	0

Tablo 4, mesafe matrisi ile benzer yapıda olmakla birlikte, yol ve trafik koşulları gibi faktörleri de içermektedir.

Tablo 5'teki ek parametreler modelin temel bileşenlerini içermektedir.

Tablo 5: Diğer Parametreler

Ek Parametreler	Değer
Kilometre Başına Maliyet (TL)	16
Denge Cezası Katsayısı	100

Tablo 5'teki ek parametreler tanımlandığında:

1. Kilometre Başına Maliyet (16 TL): Bu parametre, kilometre başına araç işletim maliyetini yansıtmaktadır. Bu maliyete yakıt tüketimi, araç aşınması, sürücü ücretleri ve benzeri giderler dahildir.

Toplam rota maliyeti, lokasyonlar arasındaki mesafe ile bu parametrenin çarpımı sonucu hesaplanmaktadır.

2. Denge Ceza Katsayısı (100): Bu katsayı, operasyonel süreçte araçlar arasında dengeli bir yük dağılımını sağlamaktadır. Araçlar arasındaki yük dağılımını optimize etmek için modelin ikinci versiyonunda kullanılmaktadır. Bu konfigürasyonda model, 100 değerine kadar daha dengeli bir dağılım elde edebilmektedir. Böylece bir aracın diğerlerine göre aşırı yüklenmesi durumunda, yüksek bir ceza puanı oluşmakta ve model daha dengeli çözümlere yönelmektedir.

Bu parametreler, maliyet etkinliği ile operasyonel verimlilik arasında optimum dengenin kurulmasına olanak sağlamaktadır. Toplam güzergâh maliyeti kilometre başına maliyet ile belirlenirken, denge ceza faktörü kaynak kullanımının optimizasyonunu sağlamaktadır. Burada amaç, sadece maliyetleri minimize etmek değil, aynı zamanda operasyonel sürdürülebilirliği gözeterek maliyet etkin bir çözüme ulaşmaktır.

4.3. Metodoloji ve Analiz

Bu çalışma, turizm bağlamında maliyet-hizmet kalitesi dengesini araştırmak için bilimsel ve sektörel uygulama perspektiflerini bir araya getirmektedir. Sunulan metodoloji, transfer faaliyetlerindeki temel optimizasyon problemini, operasyonel maliyetleri azaltırken hizmet kalitesini artırma hedefini ortaya koymaktadır. Bu durum özellikle yüksek sezon döneminde kritik önem kazanmaktadır.

Araştırma, maliyet odaklı model ve hizmet odaklı model olmak üzere iki yaklaşımın karşılaştırmalı analizini içermektedir. Maliyet odaklı model klasik bir optimizasyon yaklaşımını benimserken, dengeli hizmet modeli operasyonel denge konusunda yenilikçi bir perspektif sunmaktadır. Bu iki yöntemin karşılaştırmalı analizi, turizm transfer faaliyetlerinde optimum maliyet-hizmet kalitesi dengesinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Sabah vardiyasındaki faaliyetlerin sistematik incelemesi ve transfer şirketi yetkilileriyle yapılan görüşmeler, 4Ç2024'te tamamlanan veri analizinin temelini oluşturmuştur. Bu süreçte operasyonel maliyetler ve hizmet kalitesi göstergeleri kapsamlı olarak değerlendirilmiştir. Her iki model performansında da hizmet seviyesi metrikleri ile maliyet optimizasyonu arasındaki ilişki açıkça gözlemlenmiştir.

Sonuçlar, dengeli hizmet yaklaşımının operasyonel maliyetleri kayda değer ölçüde artırdığını, bununla birlikte hizmet standartlarında önemli iyileşmeler sağladığını göstermektedir. Bu araştırmadan elde edilen bulgular, turizm kuruluşlarının stratejik karar alma süreçlerine yönelik önemli çıkarımlar sunmaktadır. Tablo 6'da maliyet odaklı ve denge odaklı modellerin karşılaştırması gösterilmektedir.

Tablo 6: Model Tanımlaması

Model Yaklaşımı	Amaç	Odak Noktası	Avantaj	Potansiyel Dezavantaj
Maliyet Odaklı Model	Toplam maliyeti minimize etmek.	Rota optimizasyonu ve araç kullanım verimliliği.	Daha düşük operasyonel maliyetler.	Araçlar arasında dengesiz yük dağılımı.
Denge Odaklı Model	Araçlar arasındaki yük dağılımını dengelemek ve maliyeti optimize etmek.	Operasyonel verimlilik ve kaynak kullanımında denge.	Daha eşit kaynak kullanımı, potansiyel olarak daha yüksek müşteri memnuniyeti.	Biraz daha yüksek operasyonel maliyetler.

Tablo 6 incelendiğinde, denge odaklı modelin daha yüksek operasyonel maliyetlerine rağmen müşteri memnuniyeti açısından avantaj sağladığını ortaya koymaktadır.

4.4. Analiz Süreci

Uygulama modelinin geliştirilmesinde LINGO optimizasyon yazılımı kullanılmıştır. Analiz süreci, maliyet ve hizmet kalitesi arasındaki ödünleşimlerin sistematik olarak değerlendirilmesini hedeflemektedir. Bu analizde toplam operasyonel maliyetler ve kilometre başına maliyetlerin yanı sıra araç başına yük dengesi ve hizmet standardizasyonu değişkenleri incelenmiştir. Sonuçlar, maliyet artışı ile hizmet kalitesindeki iyileşme arasında anlamlı bir ilişki ortaya koymaktadır.

Her iki model de aynı veri setine uygulanarak, maliyet odaklı yaklaşım ile dengeli hizmet yaklaşımı arasındaki optimizasyon analiz edilmiştir. Bu karşılaştırmalı analiz, turizm işletmelerinin maliyet ve hizmet kalitesi dengesine yönelik operasyonel kararları için önemli çıkarımlar sunmaktadır. Yüksek sezon dönemlerinde, söz konusu denge işletmelerin rekabet gücünü doğrudan etkilemektedir. Modeller arasındaki temel performans farklılıkları Tablo 7'de sunulmaktadır.

Tablo 7: Genel Performans Karşılaştırması

Metrik	Model 1 (Maliyet Odaklı)	Model 2 (Denge Odaklı)	Fark
Toplam Maliyet	15,264.00 TL	15,600.00 TL	+336.00 TL
Denge Cezası	-3.33	+3.33	-
Toplam Amaç Fonksiyonu Değeri	15,264.00	15,933.33	+669.33

Tablo 7 incelendiğinde, Model 2, yüzde 2,2'lik ek maliyetle daha dengeli bir operasyonel çözüm sağlamaktadır. Bu maliyet artışı, “denge optimizasyonu maliyeti” olarak değerlendirilebilir. Bu bulgu, modelin çözüm uzayını daha kapsamlı araştırarak, toplam maliyeti etkileyen ödünleşimler yoluyla daha istikrarlı çözümler ürettiğini göstermektedir. Tablonun ortaya koyduğu en önemli bulgu, denge ceza katsayısının (3,333) düşük olmasıdır; bu da modelin maliyet minimizasyonunu koruyarak denge durumunu sağladığını göstermektedir.

Bu sonuçlar, çok amaçlı optimizasyon problemlerinde hedeflerin optimum ölçeklendirilmesi konusunda önemli çıkarımlar sunmaktadır. Maliyet ve operasyonel denge perspektifinden, karar vericilerin kendi koşullarına göre yapabilecekleri stratejik seçimlere yönelik ödünleşim analizini ortaya koymaktadır. İki model arasındaki temel farklılık, araç yükü dağılımında görülmekte olup Tablo 8'de sunulmaktadır.

Tablo 8: Araç Yükü Dağılımı

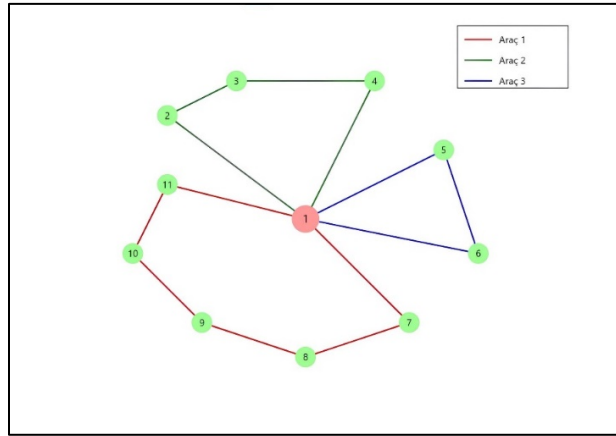
Araç No	Model 1 Yükü	Model 2 Yükü
1	14	15
2	10	7
3	10	10
Standart Sapma	4.04	2.89

Tablo 8 incelendiğinde, Model 1, maliyet minimizasyonuna odaklanması sebebiyle araçlar üzerinde dengesiz yük dağılımına neden olmaktadır. Model 2 ise ağırlıklı dengeli yük dağılımı prensibiyle bu dengesizliği önemli ölçüde azaltan bir yaklaşım benimsemektedir. Model 2, standart sapmayı yüzde 28,5 oranında azaltarak denge hedefini karşılamaktadır. Bu optimizasyon, araç kullanım oranlarının dengelenmesi ile filo yönetimi etkinliğinin artması, rekabetçi fiyatlandırma stratejisi geliştirme potansiyeli, iş yükü dağılımının optimizasyonu ile personel motivasyonunun artırılması ve bakım maliyetlerinin optimizasyonu (araçlar arası aşınma ve yıpranma oranlarının dengelenmesi) gibi operasyonel avantajlar sağlamaktadır. Bununla birlikte, Model 2'de Araç 1'in yük kapasitesinin 14'ten 15'e yükselmesi dikkat çekicidir. Bu artış, denge optimizasyonu sürecinde bazı araçların kapasite kullanım oranlarının iyileştirildiğini göstermektedir. Tablo 9'da sunulan güzergâh modelleri, iki model arasındaki stratejik yaklaşım farklılıklarını ortaya koymaktadır.

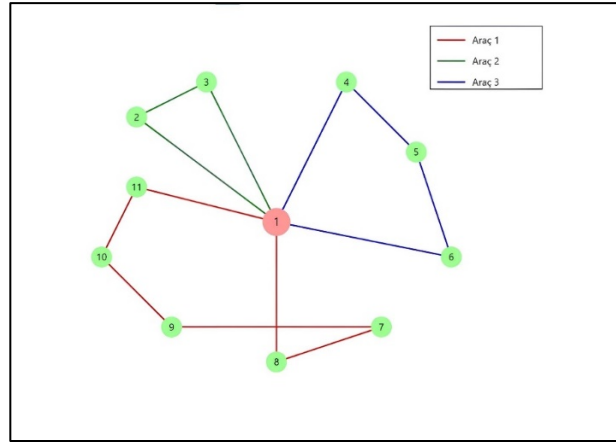
Tablo 9: Rota Yapıları

Model	Araç 1 Rotası	Araç 2 Rotası	Araç 3 Rotası
Model 1	1 -> 7 -> 8 -> 9 -> 10 -> 11 -> 1	1 -> 2 -> 3 -> 4 -> 1	1 -> 5 -> 6 -> 1
Model 2	1 -> 8 -> 7 -> 9 -> 10 -> 11 -> 1	1 -> 2 -> 3 -> 1	1 -> 6 -> 5 -> 4 -> 1

Tablo 9'da Model 1 maliyet minimizasyonu prensibini benimserken, Model 2 dengeli hizmet dağılımı yaklaşımını esas almaktadır. Model 2'nin yeni tasarımındaki yapısal değişiklikler örnekler üzerinden gözlemlenebilmektedir. Araç 2 ve Araç 3'ün her ikisi de ağırlık dağılımı ve ortalama mesafe optimizasyonu açısından yeniden tasarlanarak iyileştirilmiştir. Araç 1'in rotasındaki küçük değişiklikler ise toplam mesafede artışa neden olmuştur. Bu durum, Model 2'nin daha dengeli bir operasyonel yapı sağlama potansiyelini göstermekte ve sistemin adaptif kapasitesini artırmaktadır. Şekil 1 ve 2, her iki model tarafından oluşturulan optimum rotaları görselleştirmektedir.



Şekil 1: Model 1 için Rota Yapıları



Şekil 2: Model 2 için Rota Yapıları

Tablo 10'da kapasite kullanım oranı ortaya konulmuştur.

Tablo 10: Kapasite Kullanım Oranları

Model	Toplam Kapasite	Kullanılan Kapasite	Kullanım Oranı
Model 1	45	35	%77,78
Model 2	45	35	%77,78

Tablo 10'da tanımlandığı üzere, sunulan yüzde 77,78'lik kapasite kullanım oranı, her iki modelde de kapasite kullanım oranlarının eşit olması göz önüne alındığında önemli bir bulgu niteliğindedir. Her iki model de toplam talebi karşılarken, denge optimizasyonu toplam kapasite kullanımını koruyarak modelin geçerliliğini doğrulamaktadır. Ekim 2023'e kadar olan verilerle geliştirilen modellerin her ikisi de mevcut kapasitenin yüzde 22,22'sini kullanmamıştır.

- Operasyonel verimlilik açısından bu sonuç iki yönlü değerlendirilebilir:
- Pozitif yön: Kapasite kullanım oranı korunurken operasyonel denge sağlanmıştır.

- Negatif yön: Her iki modelde de mevcut kapasitenin tam optimizasyonu gerçekleştirilememiştir.

Bu bulgular, filo planlama stratejilerinin geliştirilmesinde kritik önem taşımaktadır. Elde edilen yüzde 77,78'lik filo kapasite kullanım oranı, talep projeksiyonu için bir gösterge niteliği taşımakta ve filo kompozisyonunda potansiyel değişiklikler için önemli çıkarımlar sunmaktadır. Tablo 11'de modellere ait maliyet analizi ortaya konulmuştur.

Tablo 11: Maliyet Bileşenleri

Maliyet Bileşeni	Model 1	Model 2
Mesafe Maliyeti	3,264.00 TL	3,600.00 TL
Sabit Maliyet	12,000.00 TL	12,000.00 TL
Denge Cezası	-	333.33 TL
Toplam Maliyet	15,264.00 TL	15,933.33 TL

Tablo 11'de sunulan maliyet analizi, karşılaştırılan modeller arasındaki temel farklılıkları ve benzerlikleri sistematik olarak ortaya koymaktadır:

1. Mesafe Maliyeti: Model 2'de yüzde 10,3'lük bir artış gözlemlenmektedir. Bu ilave mesafe maliyeti, denge optimizasyonu için gereken operasyonel düzenlemelerden kaynaklanmakta ve toplam maliyetin yüzde 2,2'sini oluşturmaktadır.

2. Sabit Maliyet: Kullanılan araç sayısının sabit kalması sebebiyle her iki modelde de değişiklik göstermemektedir. Bu durum, denge hedefine ilave filo kapasitesi gerektirmeden ulaşılabildiğini göstermektedir.

3. Denge Optimizasyon Maliyeti: Bu parametre, denge durumundan sapmaların maliyetini ölçen bir mekanizma olup yalnızca Model 2'de uygulanmaktadır. Toplam maliyet içindeki payının yüzde 2,1 olması, denge optimizasyonunun görece düşük maliyetli olduğunu göstermektedir.

Bu maliyet yapısı, iktisadi açıdan ölçek ve kapsam ekonomileri çerçevesinde değerlendirilebilir. Sabit maliyetlerin toplam içindeki yüksek payı (yüzde 75,3) ölçek ekonomilerinin önemini vurgularken, artan mesafe maliyetleri kapsam ekonomilerinin sınırlarını belirlemektedir. Tablo 12'de modellerin performans metrikleri ortaya konulmuştur.

Tablo 12: Performans Metrikleri

Metrik	Model 1	Model 2
Toplam Kat Edilen Mesafe	204 km	225 km
Ortalama Rota Uzunluğu	68 km	75 km
En Uzun Rota	95 km (Araç 1)	95 km (Araç 1)
En Kısa Rota	49 km (Araç 3)	60 km (Araç 2)

Model 2'de performans metrikleri analiz edildiğinde, Tablo 12'de görüldüğü üzere toplam mesafede yüzde 10,3'lük bir artış tespit edilmiştir. Bu artış, dengeli hizmet dağılımı optimizasyonunun

operasyonel maliyetini yansıtmaktadır. Ortalama güzergâh uzunluğunda 7 kilometrelik bir artış gözlemlenmekte olup, bu durum operasyonel planlamayı etkileyebilecek bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, en uzun güzergahın değişmemesi, kapasite kullanım verimliliğinin sürdürüldüğünü göstermektedir. Model 2'de en kısa rota uzunluğundaki artış, yük dengeleme stratejisinin etkinliğini doğrulamaktadır. Sonuçlar, optimum hizmet dağılımı için gerçekleşen maliyet artışının kabul edilebilir düzeyde olduğunu ortaya koymaktadır.

5. Sonuç ve Öneriler

Havalimanı-otel transfer operasyonlarında model geliştirme ve karar verme süreçlerine yönelik sistematik bir yaklaşım çerçevesi oluşturulmuştur. Antalya'daki bir transfer şirketinin verileriyle gerçekleştirilen analizler, dengeli hizmet odaklı modelin operasyonel maliyetleri yüzde 2,2 oranında artırırken, araç kullanımındaki değişkenliği yüzde 28,5 oranında azalttığını göstermektedir. Her iki modelde de yüzde 77,78'lik kapasite kullanım oranı sağlanmıştır. Bu sonuçlar, dengeli hizmet yaklaşımının optimum maliyet artışıyla önemli operasyonel iyileştirmeler sağladığını ortaya koymaktadır.

Araştırma bulguları doğrultusunda, turizm işletmelerine mevsimsellik faktörünü gözetken dinamik bir strateji önerilmektedir. Yüksek sezonda müşteri odaklı, düşük sezonda ise maliyet optimizasyonu odaklı yaklaşımların benimsenmesi öngörülmektedir. Gelecek araştırmalarda değişken talep koşulları, çevresel parametreler ve personel memnuniyeti faktörlerinin modele entegrasyonu önerilmektedir. Ayrıca, sürdürülebilirlik hedefleri ve karbon ayak izi metrikleri ile insan kaynakları yönetimi perspektiflerinin değerlendirme sürecine dahil edilmesi kritik önem taşımaktadır.

Kaynakça

- Aziz, H. A.; Ukkusuri, S. V. (2014), "Exploring the trade-off between greenhouse gas emissions and travel time in daily travel decisions: Route and departure time choices", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 32, 334-353.
- Bhusiri, N., Qureshi, A. G., ve Taniguchi, E. (2014). The trade-off between fixed vehicle costs and time-dependent arrival penalties in a routing problem. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 62, 1-22.
- Casse, T., Razafintsalama, M. H., ve Milhøj, A. (2022). A trade-off between conservation, development, and tourism in the vicinity of the Andasibe-Mantadia National Park, Madagascar. *SN Social Sciences*, 2(2), 12.
- Cen, X., Zhou, G., Ji, B., Yu, S. S., Zhang, Z., ve Fang, X. (2023). Modelling and heuristically solving three-dimensional loading constrained vehicle routing problem with cross-docking. *Advanced Engineering Informatics*, 57, 102029.
- Coindreau, M. A., Gallay, O., ve Zufferey, N. (2021). Parcel delivery cost minimization with time window constraints using trucks and drones. *Networks*, 78(4), 400-420.
- Cook, D., Saviolidis, N., Davíðsdóttir, B., Jóhannsdóttir, L., ve Ólafsson, S. (2019). Synergies and trade-offs in the sustainable development goals—the implications of the Icelandic tourism sector. *Sustainability*, 11(15), 4223.

- Cordeau, J. F., Desaulniers, G., Desrosiers, J., Solomon, M. M., ve Soumis, F. (2007). VRP with time windows. In *The vehicle routing problem* (pp. 157-193). SIAM.
- Darvish, M., Archetti, C., ve Coelho, L. C. (2019). Trade-offs between environmental and economic performance in production and inventory-routing problems. *International Journal of Production Economics*, 217, 269-280.
- Gružauskas, V., Baskutis, S., ve Navickas, V. (2018). Minimizing the trade-off between sustainability and cost effective performance by using autonomous vehicles. *Journal of Cleaner Production*, 184, 709-717.
- Hedgren, A., Genberg, D., ve Karakitsiou, A. (2024). Strategic evaluation of environmental trade-off solution in logistics: A multi criteria decision making approach. In *Disruptive technologies and optimization towards industry 4.0 logistics* (pp. 201-226). Springer International Publishing.
- Huang, S. H., Huang, Y. H., Blazquez, C. A., ve Chen, C. Y. (2022). Solving the vehicle routing problem with drone for delivery services using an ant colony optimization algorithm. *Advanced Engineering Informatics*, 51, 101536.
- Koo, B., Yu, J., ve Han, H. (2020). The role of loyalty programs in boosting hotel guest loyalty: Impact of switching barriers. *International Journal of Hospitality Management*, 84, 102328.
- Küp, E. T., Cebeci, S., Bayram, B., Aydın, G., Bozkaya, B., ve Akhavan-Tabatabaei, R. (2024). An integrated framework for dynamic vehicle routing problems with pick-up and delivery time windows and shared fleet capacity planning. *Symmetry*, 16(4), 505.
- Kyriakakis, N. A., Stamadianos, T., Marinaki, M., ve Marinakis, Y. (2022). The electric vehicle routing problem with drones: An energy minimization approach for aerial deliveries. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 4, 100041.
- Li, Y., Chen, H., ve Prins, C. (2016). Adaptive large neighborhood search for the pickup and delivery problem with time windows, profits, and reserved requests. *European Journal of Operational Research*, 252(1), 27-38.
- Lo Storto, C. (2016). The trade-off between cost efficiency and public service quality: A non-parametric frontier analysis of Italian major municipalities. *Cities*, 51, 52-63.
- Martín, J. C., Román, C., ve Gonzaga, C. (2019). How different n-point Likert scales affect the measurement of satisfaction in academic conferences. *International Journal for Quality Research*, 13(2), 361-372.
- Miranda, D. M., Branke, J., ve Conceição, S. V. (2018). Algorithms for the multi-objective vehicle routing problem with hard time windows and stochastic travel time and service time. *Applied Soft Computing*, 70, 66-79.
- Nguyen, M. A., Dang, G. T. H., Hà, M. H., ve Pham, M. T. (2022). The min-cost parallel drone scheduling vehicle routing problem. *European Journal of Operational Research*, 299(3), 910-930.
- Pitakaso, R., Srichok, T., Khonjun, S., Gonwirat, S., Nanthasamroeng, N., ve Boonmee, C. (2024). Multi-objective sustainability tourist trip design: An innovative approach for balancing tourists' preferences with key sustainability considerations. *Journal of Cleaner Production*, 449, 141486.
- Ranabhat, C. L., ve Jakovljevic, M. (2023). Sustainable health care provision worldwide: is there a necessary trade-off between cost and quality? *Sustainability*, 15(2), 1372.
- Shen, Z. J. M., ve Daskin, M. S. (2005). Trade-offs between customer service and cost in integrated supply chain design. *Manufacturing and Service Operations Management*, 7(3), 188-207.
- Solomon, M. M. (1987). Algorithms for the vehicle routing and scheduling problems with time window constraints. *Operations Research*, 35(2), 254-265.

- Tarhini, A., Danach, K., ve Harfouche, A. (2022). Swarm intelligence-based hyper-heuristic for the vehicle routing problem with prioritized customers. *Annals of Operations Research*, 1-22.
- Toth, P., ve Vigo, D. (2014). *Vehicle routing: Problems, methods, and applications*. Society for Industrial and Applied Mathematics.
- UNWTO. (2023). *International tourism highlights, 2022 edition*. World Tourism Organization.
- Wang, X., Golden, B., Wasil, E., ve Zhang, R. (2016). The min-max split delivery multi-depot vehicle routing problem with minimum service time requirement. *Computers and Operations Research*, 71, 110-126.
- Wang, X., Li, X., ve Liu, Y. (2018). A multi-objective optimization model for electric vehicle routing problem with time windows. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 119, 132-148.
- Wu, D., Li, J., Cui, J., ve Hu, D. (2023). Research on the time-dependent vehicle routing problem for fresh agricultural products based on customer value. *Agriculture*, 13(3), 681.
- Wu, D., ve Wu, C. (2022). Research on the time-dependent split delivery green vehicle routing problem for fresh agricultural products with multiple time windows. *Agriculture*, 12(6), 793.
- Wu, J., ve Ming, X. (2009). Time-quality-cost tradeoff in logistics service management based on rough sets theory. *International Conference on Transportation Engineering 2009*, 327-332.
- Wygonik, E., ve Goodchild, A. (2011). Evaluating CO2 emissions, cost, and service quality trade-offs in an urban delivery system case study. *LATSS Research*, 35(1), 7-15.
- Zhang, J., Lam, W. H., ve Chen, B. Y. (2013). A stochastic vehicle routing problem with travel time uncertainty: Trade-off between cost and customer service. *Networks and Spatial Economics*, 13, 471-496.
- Zhang, J., ve Zhang, Y. (2019). Trade-offs between sustainable tourism development goals: An analysis of Tibet (China). *Sustainable Development*, 27(1), 109-117.
- Zhu, S. (2022). Multi-objective route planning problem for cycle-tourists. *Transportation Letters*, 14(3), 298-306.

Ek 1: Model 2 (Denge Odaklı Model) Lingo Kodu

MODEL:

SETS:

NODES /1..11/: DEMAND, U;
VEHICLES /1..3/: CAPACITY, FIXED_COST, LOAD;
ARCS(NODES, NODES): DISTANCE, TRAVEL_TIME;
ROUTES(NODES, NODES, VEHICLES): X;

ENDSETS

DATA:

CAPACITY = 15 15 15;
FIXED_COST = 4000 4000 4000;
DEMAND = 0 5 5 4 3 3 4 3 3 3 2;
COST_PER_KM = 16;
DISTANCE =
0 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55
10 0 8 12 18 22 28 32 38 42 48
15 8 0 7 13 17 23 27 33 37 43
20 12 7 0 9 13 19 23 29 33 39
25 18 13 9 0 6 12 16 22 26 32
30 22 17 13 6 0 8 12 18 22 28
35 28 23 19 12 8 0 6 12 16 22
40 32 27 23 16 12 6 0 8 12 18
45 38 33 29 22 18 12 8 0 6 12
50 42 37 33 26 22 16 12 6 0 8
55 48 43 39 32 28 22 18 12 8 0;
TRAVEL_TIME =
0 12 18 24 30 36 42 48 54 60 66
12 0 10 14 22 26 34 38 46 50 58
18 10 0 8 16 20 28 32 40 44 52

```

24 14 8 0 11 16 23 28 35 40 47
30 22 16 11 0 7 14 19 26 31 38
36 26 20 16 7 0 10 14 22 26 34
42 34 28 23 14 10 0 7 14 19 26
48 38 32 28 19 14 7 0 10 14 22
54 46 40 35 26 22 14 10 0 7 14
60 50 44 40 31 26 19 14 7 0 10
66 58 52 47 38 34 26 22 14 10 0;
ENDDATA

MIN = TOTAL_COST + 100 * BALANCE_PENALTY;

TOTAL_COST = @SUM(ROUTES(i,j,k): DISTANCE(i,j) * COST_PER_KM * X(i,j,k))
+ @SUM(VEHICLES(k): FIXED_COST(k) * @SUM(NODES(i) | j #GT# 1: X(1,j,k)));

@FOR(VEHICLES(k):
  LOAD(k) = @SUM(NODES(i) | j #GT# 1: DEMAND(i) * @SUM(NODES(i) | i #NE# j: X(i,j,k)));
);

BALANCE_PENALTY = @MAX(VEHICLES(k): @ABS(LOAD(k) - (@SUM(NODES(n) | n #GT# 1: DEMAND(n)) / @SIZE(VEHICLES))));

@FOR(NODES(i) | j #GT# 1:
  @SUM(NODES(i) | i #NE# j: @SUM(VEHICLES(k): X(i,j,k))) = 1
);

@FOR(NODES(i) | i #GT# 1:
  @SUM(NODES(i) | j #NE# i: @SUM(VEHICLES(k): X(i,j,k))) = 1
);

@FOR(VEHICLES(k):
  @SUM(NODES(i) | j #GT# 1: DEMAND(i) * @SUM(NODES(i) | i #NE# j: X(i,j,k))) <= CAPACITY(k)
);

@FOR(NODES(i) | i #GT# 1:
  @FOR(NODES(i) | j #GT# 1 #AND# j #NE# i:
    U(i) - U(j) + 11 * @SUM(VEHICLES(k): X(i,j,k)) <= 10
  )
);

@FOR(VEHICLES(k):
  @SUM(NODES(i) | j #GT# 1: X(1,j,k)) <= 1
);

@FOR(VEHICLES(k):
  @SUM(NODES(i) | i #GT# 1: X(i,1,k)) <= 1
);

@FOR(VEHICLES(k):
  @SUM(NODES(i) | j #GT# 1: X(1,j,k)) = @SUM(NODES(i) | i #GT# 1: X(i,1,k))
);

@FOR(NODES(i) | j #GT# 1:
  @FOR(VEHICLES(k):
    @SUM(NODES(i) | i #NE# j: X(i,j,k)) = @SUM(NODES(i) | i #NE# j: X(j,i,k))
  )
);

@FOR(VEHICLES(k):
  @SUM(ROUTES(i,j,k): TRAVEL_TIME(i,j) * X(i,j,k)) <= 480
);

@FOR(ROUTES(i,j,k): @BIN(X(i,j,k)));
@FOR(NODES(i) | i #GT# 1: @GIN(U(i)));

END

```

Extended Abstract

The tourism industry faces significant challenges in balancing operational excellence and customer satisfaction, especially in airport-hotel transfer services, which can significantly impact the overall tourist experience (Koo et al., 2020). As one of the most dynamic sectors in the world economy, the tourism industry must strike a balance between operational constraints and ever-changing customer needs (UNWTO, 2023). It is particularly noteworthy that airport-hotel transfer services form an integral part of tourists' overall destination experience, and satisfaction with transfer services significantly influences their vacation experience (Martín et al., 2019).

This study investigates the operational trade-offs between cost optimization and service quality in airport-hotel transfer services in the tourism industry. Based on data from a transfer company in Antalya, two different mathematical models are created and analyzed: a cost-oriented approach and a balanced service approach.

The study adopts the Vehicle Routing Problem with Time Window and Capacity Constraints (VRPTWC) structure to model these trade-offs. The mathematical models are built based on empirical data collected over the period September-November 2024, focusing on the morning shift operations (06:00-14:00) between the airport and 10 frequently served hotels.

The methodology involves a systematic comparison of two operational strategies. The first model focuses on cost minimization through maximum vehicle utilization and capacity optimization, while the second model emphasizes balanced workload distribution and service standardization. The analysis covers a range of operational parameters, including vehicle capacities, fixed costs, distance matrices and travel time assessments.

Key findings show that the balanced service model increases operating costs by 2.2 percent while reducing vehicle utilization variability by 28.5 percent. Both models maintain a capacity utilization rate of 77.78 percent, demonstrating that balance of service optimization can be achieved without compromising overall efficiency. The cost-driven model results in a total cost of 15,264,00 TL, while the balanced service model results in a cost of 15,933,33 TL, reflecting an acceptable cost increase for improved service distribution.

Detailed analysis of the route structures reveals that the balanced service model achieves a more equitable workload distribution through strategic route changes. The standard deviation of vehicle loads decreased from 4.04 to 2.89, indicating more consistent resource utilization. While the total distance traveled increased by 10.3 percent (from 204 km to 225 km), this trade-off is justified by better service consistency and operational stability.

This research has important implications for tourism businesses in managing operational trade-offs. The results suggest the adoption of a dynamic strategy that takes into account seasonality factors such as the implementation of customer-centric approaches during peak seasons and cost optimization during off-peak periods. The findings contribute to the literature by quantifying the cost-service quality trade-off, particularly in tourism transfer operations, and providing empirical evidence for operational decision making.

The research suggests that future studies should integrate variable demand conditions, environmental parameters and staff satisfaction factors into the model. In addition, sustainability goals, carbon footprint measurements and human resource management perspectives should be included in the evaluation process. These extensions will enable a more comprehensive understanding of operational trade-offs in tourism logistics.

The findings and methodology of the study provide practical insights for tourism businesses to optimize their transfer operations while maintaining service quality standards. The mathematical models and analysis framework serve as valuable tools for operational planning and decision-making in tourism logistics management.