

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL RAYLI SİSTEMLERDE MEMNUNİYET SEVİYESİNİ ANKETLE
BELİRLEME ÇALIŞMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sergen KESKİN

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

OCAK 2025

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL RAYLI SİSTEMLERDE MEMNUNİYET SEVİYESİNİ ANKETLE
BELİRLEME ÇALIŞMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Sergen KESKİN
(501211409)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zübeyde ÖZTÜRK

OCAK 2025

ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY ★ GRADUATE SCHOOL

**A STUDY TO DETERMINE THE LEVEL OF SATISFACTION IN ISTANBUL
RAIL SYSTEMS THROUGH A SURVEY**

M.Sc. THESIS

**Sergen KESKİN
(501211409)**

Department of Civil Engineering

Transportation Engineering Programme

Thesis Advisor: Prof. Dr. Zübeyde ÖZTÜRK

JANUARY 2025

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 501211409 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Sergen KESKİN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "İSTANBUL RAYLI SİSTEMLERDE MEMNUNİYET SEVİYESİNİ ANKETLE BELİRLEME ÇALIŞMASI" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Zübeyde ÖZTÜRK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Halit ÖZEN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hazal YILMAZ SÖNMEZ.....
Doğuş Üniversitesi

Teslim Tarihi : **10 Ocak 2025**
Savunma Tarihi : **20 Ocak 2025**



Anneme, Babama ve Ablama



ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan ve her aşamada bana destek olan danışmanım Prof. Dr. Zübeyde ÖZTÜRK'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, çalışma sürecinde yardımlarını ve katkılarını esirgemeyen Yük. İnş. Müh. Enver ALTINOK'a ve Altınok Müşavirlik Mühendislik A.Ş.'ye teşekkürlerimi borç bilirim.

Tüm hayatım boyunca her konuda yanımda ve destekçim olan babam Talat KESKİN, annem Hatice KESKİN ve ablam Berrin KESKİN'e minnet ve teşekkürlerimi sunarım. Dostum ve meslektaşım olan Gökalp DEMİRCİ'ye tez sürecim boyunca bana katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Bu çalışmanın, ulaştırma mühendisliği literatürüne önemli bir katkı sağlayacağını ve gelecekte yapılacak çalışmalara ışık tutacağını umuyorum.

Ocak 2025

Sergen KESKİN
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	ix
İÇİNDEKİLER.....	xi
KISALTMALAR.....	xiii
SEMBOLLER.....	xv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xxi
ÖZET.....	xxiii
SUMMARY.....	xxv
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Amaç.....	2
1.2 Kapsam.....	3
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	5
3. İSTANBUL'DA RAYLI TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİ.....	43
3.1 Metro.....	43
3.2 Tramvay.....	44
3.3 Hafif Raylı Sistemler.....	44
3.4 Banliyo.....	45
4. İSTANBUL'DAKİ RAYLI TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNE İLİŞKİN ANKET ÇALIŞMASI.....	51
5. ARDIŞIK ARALIKLAR YÖNTEMİYLE HİZMET SEVİYESİ ÖLÇEĞİ BELİRLENMESİ.....	71
5.1 İstasyona Yürüme Mesafesi Ölçütü İçin Hizmet Seviyesi Ölçeği Belirlenmesi.....	72
5.2 Araç Bekleme Süresi Ölçütü İçin Hizmet Seviyesi Ölçeği Belirlenmesi.....	77
5.3 Araç Doluluk Oranı Ölçütü İçin Hizmet Seviyesi Ölçeği Belirlenmesi.....	83
5.4 Araçların Dakiklik Ölçütü İçin Hizmet Seviyesi Ölçeği Belirlenmesi.....	88
5.5 Tartışma.....	93
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	97
KAYNAKLAR.....	101
ÖZGEÇMİŞ.....	105



KISALTMALAR

AHP	: Analytic Hierarchy Process
ANOVA	: Analysis of Variance
AWT	: Average Waiting Time
BART	: Bay Area Rapid Transit
BRT	: Bus Rapid Transit
CFA	: Confirmatory Factor Analysis
DPÖ	: Direkt Performans Ölçümü
EGO	: Elektrik Gaz Otobüs
EN	: European Norm
EWI	: Excess Waiting Time
GHD	: Gerekli Hizmet Derecesi
GIS	: Geographic Information System
GMA	: Gizli Müşteri Araştırması
GPS	: Global Positioning System
GTFS	: General Transit Feed Specification
HCM	: Highway Capacity Manual
I	: Importance
IPA	: Importance Performance Analysis
İETT	: İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel
KEE	: Kabul Edilemezlik Eşiği
LOS	: Level of Service
LOTS	: Level of Transport Service
MBY	: Mutlak Başarı Yöntemi
MMT	: Metro Mass Transit
NF	: Norm Française
PY	: Puanlandırma Yöntemi
QI, QII, QIII, QIV	: Importance Performance Matrix Quadrants
S	: Satisfaction
SERVQUAL	: Service Quality



SEMBOLLER

I_t	: Toplu taşıma hizmet seviyesi puanı
s_{w-r}	: Toplu taşıma bekleme-yolculuk puanı
I_p	: Yaya ortamı puanı
f_h	: Sefer sıklığı faktörü
f_{tt}	: Algılanan seyahat süresi faktörü
f_w	: Kesit ayarlama faktörü
f_v	: Motorlu araç hacmi ayarlama faktörü
f_s	: Motorlu araç hız ayarlama faktörü
c_{vh}	: Sıklığın Değişim Katsayısı
P	: Olasılık
h_i	: Toplu Taşımanın Sıklığı
h	: Planlanmış Sıklık
A	: Algılanan hizmet
B	: Beklenen hizmet
$A_{l,f}^i$: i . zaman diliminde l . hattın f yönündeki ortalama doluluk oranı
$\gamma_{l,f,s,k}^i$: s ve $s+1$ istasyonları arasındaki k . trenin doluluk oranı
$k_{l,f,s}^i$: Belirli bir zaman diliminde iki istasyon arasındaki tren sayısı
$C_{l,f}^i$: Varyasyon katsayısı
U_{iq}	: Bireyin q alternatifine yönelik faydası
V_{iq}	: Gözlemlenen değişkenlerin bir fonksiyonu olarak temsil edilen sistematik bileşen
ϵ_{iq}	: Rastgele bileşen
j	: Hizmet seviyesi grubu
k	: Derecelendirme kategorisi
p_{jk}	: Kümülatif oranı
y_{jk}	: Normal deviat değeri
μ_k	: Ortalama normal deviat değeri
$\mu_k(\text{normalize})$: Normalleştirilmiş ortalama normal deviat değeri

μ_j^{LOS}	: Ortalama LOS değeri
R^2	: Açıklama oranı
F	: F-test istatistięi değeri
df1	: Regresyon modelinin derecesi
df2	: Hata terimlerinin derecesi
Sig.	: Anlamlılık düzeyi
b1	: Birinci dereceden terimin katsayısı
b2	: İkinci dereceden terimin katsayısı
b3	: Üçüncü dereceden terimin katsayısı



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : HCM'nin çeşitli sürümlerinde hizmet parametreleri düzeyi (Roess ve diğ, 2010).	6
Çizelge 2.2 : Hizmet seviyesi puanı (Transportation Research Board, 2010; Kittelson & Associates Inc. ve diğ, 2013).	8
Çizelge 2.3 : Toplu taşıma hizmet sıklığı (Kittelson & Associates Inc. ve diğ, 2003).	9
Çizelge 2.4 : Toplu taşıma hizmet saatleri (Kittelson & Associates Inc. ve diğ, 2003).	9
Çizelge 2.5 : Toplu taşıma hizmet kapsamı (Kittelson & Associates Inc. ve diğ, 2003).	10
Çizelge 2.6 : Toplu taşıma yolcu yoğunluğu (Kittelson & Associates Inc. ve diğ, 2003).	10
Çizelge 2.7 : Toplu taşıma dakiklik (Kittelson & Associates Inc. ve diğ, 2003).	11
Çizelge 2.8 : Toplu taşıma sıklık uyumu (Kittelson & Associates Inc. ve diğ, 2003).	11
Çizelge 2.9 : Toplu taşıma – otomobil seyahat süresi farkı (Kittelson & Associates Inc. ve diğ, 2003).	12
Çizelge 2.10 : Şehirlerarası planlanmış toplu taşıma hizmetleri (National Research Council, 2000).	12
Çizelge 2.11 : Toplu taşıma paratransit hizmetleri (National Research Council, 2000).	13
Çizelge 2.12 : Toplu taşıma hareketliliği (Green ve Espada, 2015).	14
Çizelge 2.13 : Toplu taşıma güvenliği (Green ve Espada, 2015).	15
Çizelge 2.14 : Toplu taşıma erişimi (Green ve Espada, 2015).	16
Çizelge 2.15 : Toplu taşıma bilgilendirme (Green ve Espada, 2015).	17
Çizelge 2.16 : Toplu taşıma konforu (Green ve Espada, 2015).	17
Çizelge 2.17 : Toplu taşıma hizmet seviyesi göstergeleri ve LOS dereceleri (Bullard ve Christiansen, 1981).	19
Çizelge 2.18 : Toplu taşıma hizmet seviyesi göstergeleri için ağırlıklandırma sistemi (Bullard ve Christiansen, 1981).	22
Çizelge 2.19 : Tek bir toplu taşıma rotası için LOS derecelendirmesinin belirlenmesine yönelik prosedür (Bullard ve Christiansen, 1981).	22
Çizelge 2.20 : Toplu taşıma hizmet seviyesi değerleri (Botzow, 1974).	32
Çizelge 2.21 : Her hizmet seviyesine ulaşmak için puanlar (Botzow, 1974).	33
Çizelge 3.1 : Metro hatları işletme bilgileri (Metro İstanbul, 2024; Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024).	47
Çizelge 3.2 : Tramvay hatları işletme bilgileri (Metro İstanbul, 2024; Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024; İETT, 2016).	48

Çizelge 3.3 : Banliyö hatları işletme bilgileri (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024).	49
Çizelge 3.4 : Hafif raylı sistem hatları işletme bilgileri (Metro İstanbul, 2024).....	49
Çizelge 4.1 : Katılımcıların demografik özellikleri.	52
Çizelge 4.2 : Raylı sistem türleri kullanımına göre katılımcı dağılımı.	52
Çizelge 4.3 : Raylı sistem hatları kullanımına göre katılımcı dağılımı.	53
Çizelge 4.4 : Metro kullanıcılarının istasyona yürüme mesafelerine göre memnuniyet durumu.	54
Çizelge 4.5 : Tramvay kullanıcılarının istasyona yürüme mesafelerine göre memnuniyet durumu.	54
Çizelge 4.6 : Hafif raylı sistem kullanıcılarının istasyona yürüme mesafelerine göre memnuniyet durumu.	55
Çizelge 4.7 : Banliyö kullanıcılarının istasyona yürüme mesafelerine göre memnuniyet durumu.	55
Çizelge 4.8 : Metro kullanıcılarının bekleme sürelerine göre memnuniyet durumu. ..	56
Çizelge 4.9 : Tramvay kullanıcılarının bekleme sürelerine göre memnuniyet durumu.	56
Çizelge 4.10 : Hafif raylı sistem kullanıcılarının bekleme sürelerine göre memnuniyet durumu.	56
Çizelge 4.11 : Banliyö kullanıcılarının bekleme sürelerine göre memnuniyet durumu.	57
Çizelge 4.12 : Metro kullanıcılarının araç içi doluluğa göre memnuniyet durumu. ..	57
Çizelge 4.13 : Tramvay kullanıcılarının araç içi doluluğa göre memnuniyet durumu.	58
Çizelge 4.14 : Hafif raylı sistem kullanıcılarının araç içi doluluğa göre memnuniyet durumu.	58
Çizelge 4.15 : Banliyö kullanıcılarının araç içi doluluğa göre memnuniyet durumu. ..	59
Çizelge 4.16 : Metro kullanıcılarının dakiklik durumuna göre memnuniyet seviyeleri.	60
Çizelge 4.17 : Tramvay kullanıcılarının dakiklik durumuna göre memnuniyet seviyeleri.	60
Çizelge 4.18 : Hafif raylı sistem kullanıcılarının dakiklik durumuna göre memnuniyet seviyeleri.	61
Çizelge 4.19 : Banliyö kullanıcılarının dakiklik durumuna göre memnuniyet seviyeleri.	61
Çizelge 4.20 : Raylı sistemlerin hizmet saatlerine göre memnuniyet durumu.	62
Çizelge 4.21 : Raylı sistemlerin araç içi temizliğine göre memnuniyet durumu.	63
Çizelge 4.22 : Raylı sistemlerin araçlarının havalandırma ve iklimlendirme sistemi performanslarına göre memnuniyet durumu.	64
Çizelge 4.23 : Raylı sistemlerin geç saatlerde istasyon ve araç içi aydınlatma yeterliliğine göre memnuniyet durumu.	64
Çizelge 4.24 : Raylı sistem araçlarının titreşim rahatsızlık düzeyine göre memnuniyet durumu.	65
Çizelge 4.25 : Raylı sistem araçlarının gürültü rahatsızlık düzeyine göre memnuniyet durumu.	66
Çizelge 4.26 : Raylı sistemlerde güvenlik açısından tedirginlik hissedilme durumuna göre memnuniyet durumu.	66
Çizelge 4.27 : Raylı sistemlerin erişim kolaylığına göre memnuniyet durumu.	67
Çizelge 4.28 : Raylı sistem istasyonlarındaki elektronik bilgilendirme sistemlerinin yeterliliğine göre memnuniyet durumu.	68

Çizelge 4.29 : Raylı sistemlerin bilet ücretlendirmelerine göre memnuniyet durumu.	69
Çizelge 4.30 : İstasyonlarındaki temizlik, rutubet ve hava kalitesine göre memnuniyet durumu.	70
Çizelge 5.1 : Her hizmet grubu için her derecelendirme kategorisine verilen yanıt sayısı (İstasyona yürüme mesafesi).	72
Çizelge 5.2 : Derecelendirme kategorileri (k) altında yanıtların kümülatif oranı (p_{jk}) (İstasyona yürüme mesafesi).	73
Çizelge 5.3 : Kümülatif memnuniyet oranlarına (p_{jk}) karşılık gelen normal sapmalar (y_{jk}) (İstasyona yürüme mesafesi).	74
Çizelge 5.4 : Her hizmet grubu (j) için ortalama LOS değerleri (μ_j^{LOS}) (İstasyona yürüme mesafesi).	75
Çizelge 5.5 : İstasyona yürüme mesafesi eğri tahmini için model özeti ve parametre tahminleri.	76
Çizelge 5.6 : Her kategori için üst sınır (İstasyona yürüme mesafesi).	77
Çizelge 5.7 : İstasyona yürüme mesafesi için LOS ölçeği değerleri.	77
Çizelge 5.8 : Her hizmet grubu için her derecelendirme kategorisine verilen yanıt sayısı (Araç bekleme süresi).	78
Çizelge 5.9 : Derecelendirme kategorileri (k) altında yanıtların kümülatif oranı (p_{jk}) (Araç bekleme süresi).	78
Çizelge 5.10 : Kümülatif memnuniyet oranlarına (p_{jk}) karşılık gelen normal sapmalar (y_{jk}) (Araç bekleme süresi).	79
Çizelge 5.11 : Her hizmet grubu (j) için ortalama LOS değerleri (μ_j^{LOS}) (Araç bekleme süresi).	80
Çizelge 5.12 : Araç bekleme süresi eğri tahmini için model özeti ve parametre tahminleri.	81
Çizelge 5.13 : Her kategori için üst sınır (Araç bekleme süresi).	82
Çizelge 5.14 : Araç bekleme süresi için LOS ölçeği değerleri.	82
Çizelge 5.15 : Her hizmet grubu için her derecelendirme kategorisine verilen yanıt sayısı (Doluluk oranı).	83
Çizelge 5.16 : Derecelendirme kategorileri (k) altında yanıtların kümülatif oranı (p_{jk}) (Doluluk oranı).	84
Çizelge 5.17 : Kümülatif memnuniyet oranlarına (p_{jk}) karşılık gelen normal sapmalar (y_{jk}) (Doluluk oranı).	84
Çizelge 5.18 : Her hizmet grubu (j) için ortalama LOS değerleri (μ_j^{LOS}) (Doluluk oranı).	85
Çizelge 5.19 : Doluluk oranı eğri tahmini için model özeti ve parametre tahminleri.	87
Çizelge 5.20 : Her kategori için üst sınır (Doluluk oranı).	87
Çizelge 5.21 : Doluluk oranı için LOS ölçeği değerleri.	88
Çizelge 5.22 : Her hizmet grubu için her derecelendirme kategorisine verilen yanıt sayısı (Dakiklik).	88
Çizelge 5.23 : Derecelendirme kategorileri (k) altında yanıtların kümülatif oranı (p_{jk}) (Dakiklik).	89
Çizelge 5.24 : Kümülatif memnuniyet oranlarına (p_{jk}) karşılık gelen normal sapmalar (y_{jk}) (Dakiklik).	89
Çizelge 5.25 : Her hizmet grubu (j) için ortalama LOS değerleri (μ_j^{LOS}) (Dakiklik).	90

Çizelge 5.26 : Dakiklik eğri tahmini için model özeti ve parametre tahminleri.....	92
Çizelge 5.27 : Her kategori için üst sınır (Dakiklik).....	92
Çizelge 5.28 : Dakiklik için LOS ölçeği değerleri.....	92
Çizelge 5.29 : İstanbul'daki raylı toplu taşıma sistemleri ölçütlerinin LOS ölçeği....	93
Çizelge 5.30 : İstanbul'daki raylı toplu taşıma sistemleri ölçütlerinin LOS değerleri.	94
Çizelge 5.31 : İstanbul'daki raylı toplu taşıma sistemleri ölçütlerinin hizmet seviyeleri.	95



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Metro görseli (Haberler).....	43
Şekil 3.2 : Tramvay görseli (TGRT Haber).....	44
Şekil 3.3 : Hafif raylı sistemler görseli (T24).....	44
Şekil 3.4 : Banliyö görseli (Milliyet).....	45
Şekil 3.5 : İstanbul raylı sistemler haritası (Metro İstanbul, 2024).	46
Şekil 5.1 : $j = 1$ olduğunda $\mu(\text{normalize})$ ile y_{jk} arasındaki doğrusal ilişki (İstasyona yürüme mesafesi).	75
Şekil 5.2 : İstasyona yürüme mesafesi için ortalama LOS puanı μ_j^{LOS} ile ortalama hizmet grubu arasındaki eğri tahmini.	76
Şekil 5.3 : $j = 1$ olduğunda $\mu(\text{normalize})$ ile y_{jk} arasındaki doğrusal ilişki (Araç bekleme süresi).	80
Şekil 5.4 : Araç bekleme süresi için ortalama los puanı μ_j^{LOS} ile ortalama hizmet grubu arasındaki eğri tahmini.	81
Şekil 5.5 : $j = 1$ Olduğunda $\mu(\text{normalize})$ ile y_{jk} arasındaki doğrusal ilişki (Doluluk oranı).	86
Şekil 5.6 : Doluluk oranı için ortalama LOS puanı μ_j^{LOS} ile ortalama hizmet grubu arasındaki eğri tahmini.	86
Şekil 5.7 : $j = 1$ Olduğunda $\mu(\text{normalize})$ ile y_{jk} arasındaki doğrusal ilişki (Dakiklik).	91
Şekil 5.8 : Dakiklik için ortalama LOS puanı μ_j^{LOS} ile ortalama hizmet grubu arasındaki eğri tahmini.	91



İSTANBUL RAYLI SİSTEMLERDE MEMNUNİYET SEVİYESİNİ ANKETLE BELİRLEME ÇALIŞMASI

ÖZET

Kentsel ulaşım sistemlerinin etkinliği ve sürdürülebilirliği, modern şehirlerin yaşam kalitesini belirleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, raylı toplu taşıma sistemleri, yüksek kapasiteleri, hızlı ve çevre dostu ulaşım imkanı sunmaları nedeniyle şehir içi ulaşımında stratejik bir öneme sahiptir. İstanbul gibi büyükşehirlerde, nüfus yoğunluğu ve trafik probleminin yarattığı baskı düşünüldüğünde, raylı sistemlerin optimizasyonu ve kullanıcı memnuniyetinin sağlanması hayati bir zorunluluk haline gelmektedir.

Bu çalışma, İstanbul'daki raylı toplu taşıma sistemlerinin hizmet seviyesini (LOS) analiz etmek ve kullanıcı memnuniyeti ile olan ilişkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, İstanbul'da faaliyet gösteren metro, tramvay, hafif raylı sistem ve banliyö hatları incelenmiş ve ardışık aralıklar yöntemi kullanılarak hizmet seviyesi ölçekleri belirlenmiştir. Bu ölçekler, kullanıcıların sistem performansına ilişkin algılarını ölçmek ve hizmet kalitesini değerlendirmek için kullanılmıştır.

Literatür çalışmaları, toplu taşıma sistemlerinin hizmet seviyesi ile kullanıcı memnuniyeti arasındaki ilişkiyi incelemek için çeşitli yöntemler ve yaklaşımlar sunmaktadır. Hizmet seviyesini değerlendirmek için yolculuk süresi, bekleme süresi, araç içi doluluk, güvenlik, konfor ve erişilebilirlik gibi faktörler dikkate alınmaktadır. Hizmet kalitesini analiz etmek amacıyla kullanılan yöntemler arasında, hizmet seviyesini belirlemek için ardışık aralıklar yöntemi, kullanıcı memnuniyetini değerlendirmek için Önem-Performans Analizi (IPA) ve hizmet kalitesini ölçmek için SERVQUAL modeli bulunmaktadır. Özellikle ardışık aralıklar yöntemi, kullanıcı algısına dayalı olarak hizmet seviyelerini ölçeklendirmekte ve kullanıcı memnuniyetine ilişkin kategorik verileri daha hassas bir şekilde analiz edilebilecek aralıklı bir ölçeğe dönüştürmek için kullanılmaktadır.

Araştırma verileri, 524 katılımcı ile gerçekleştirilen anket çalışması aracılığıyla elde edilmiştir. Anket, kullanıcıların raylı sistemlere ilişkin memnuniyet düzeylerini çeşitli ölçütlerle ölçmeyi hedeflemiştir. Bu ölçütler arasında erişilebilirlik, bekleme süresi, konfor, güvenlik, bilgilendirme ve temizlik gibi temel hizmet kalite kriterleri yer almaktadır.

Elde edilen bulgular, metro sisteminin genel olarak yüksek memnuniyet oranlarına sahip olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, tramvay ve hafif raylı sistemlerde aktarma mesafeleri, bekleme süreleri ve araç içi yoğunluk gibi faktörlerin kullanıcı memnuniyetini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Banliyö hatlarında ise hizmet saatlerinin kısıtlılığı ve bilet ücretlendirme politikası memnuniyetsizliğe yol açan başlıca unsurlar olarak öne çıkmaktadır.

Ardışık aralıklar yöntemi kullanılarak, istasyona yürüme mesafesi, araç bekleme süresi, doluluk oranı ve dakiklik ölçütleri için hizmet seviyesi ölçekleri oluşturulmuştur. Bu ölçekler, kullanıcıların memnuniyet düzeylerine göre belirlenmiş ve A'dan E'ye kadar derecelendirilmiştir. Örneğin, istasyona yürüme mesafesi için A seviyesi 100 metreden az mesafeleri ifade ederken, E seviyesi 3400 metreden fazla mesafeleri kapsamaktadır. Araç bekleme süresi için A seviyesi 2,5 dakikadan az bekleme sürelerini içerirken, E seviyesi 33,5 dakikadan fazla bekleme sürelerini ifade etmektedir. Ayrıca, hizmet saatleri, temizlik, havalandırma, iklimlendirme, aydınlatma, titreşim, gürültü, erişim kolaylığı, elektronik bilgilendirme sistemleri ve bilet ücretlendirme gibi ölçütler, katılımcılardan 1'den 5'e kadar puanlama yapmaları istenerek değerlendirilmiştir. Puanlama ölçeği, "Çok Memnunum" (5 puan) ile "Hiç Memnun Değilim" (1 puan) arasında değişen memnuniyet seviyelerini kapsamıştır. Her raylı sistem türü için ortalama puanlar hesaplanarak sistemin genel hizmet seviyesi analiz edilmiştir.

Araştırma sonuçları, İstanbul'daki raylı toplu taşıma sistemlerinin hizmet seviyelerini belirlemek ve kullanıcı memnuniyetini artırmak için alınabilecek önlemlere ışık tutmaktadır. Özellikle, tramvay ve hafif raylı sistemlerde bekleme sürelerinin azaltılması ve araç içi doluluğun optimize edilmesi gibi iyileştirmelerle hizmet seviyesi yükseltilebilir. Banliyö sisteminde ise hizmet saatlerinin genişletilmesi ve bilet ücretlendirmesine yönelik düzenlemeler yapılması kullanıcı memnuniyetini artırıcı etkiye sahip olabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma, İstanbul'daki raylı toplu taşıma sistemlerinin hizmet seviyesi ve kullanıcı memnuniyeti arasındaki ilişkiyi deneysel verilerle ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, kentsel ulaşım planlamacıları ve politika yapıcıları için veriye dayalı karar alma süreçlerine katkı sağlayacak ve kullanıcı odaklı bir yaklaşımla hizmet kalitesinin artırılmasına yönelik stratejilerin geliştirilmesine rehberlik edecektir.

DETERMINING THE LEVEL OF SERVICE IN ISTANBUL'S RAIL TRANSIT SYSTEMS

SUMMARY

The rapidly increasing population and evolving lifestyles in urban areas have made the efficiency and sustainability of transportation infrastructures a priority necessity. Particularly in major metropolises such as Istanbul, public transportation systems play a critical role in achieving fundamental societal goals, including environmental sustainability, economic development, and social equity. The user-friendliness and efficiency of public transportation networks contribute significantly to improving the quality of life both at an individual and societal level, while simultaneously enhancing overall urban mobility. In this context, the concept of Level of Service (LOS) emerges as an indispensable tool for assessing the efficiency and user experience of public transportation systems. LOS analyses provide the opportunity to quantify and qualify user satisfaction levels, thereby identifying areas in need of improvement and supporting these with empirical data. Metrics such as travel time, waiting time, vehicle occupancy rates, and comfort are among the key factors shaping not only the performance of public transportation but also user perceptions. Hence, data collection methods, particularly surveys and observational studies that focus on user perceptions, are of paramount importance for the success of LOS analyses.

Over the years, various methodologies have been developed to evaluate the level of service in public transportation. Notably, guides such as the Highway Capacity Manual (HCM) and the Transit Capacity and Quality of Service Manual offer fundamental principles and methodologies for measuring service quality. Recent approaches focus not only on technical indicators but also on perception-based user satisfaction data, enabling a more comprehensive evaluation of service levels. Surveys, observational studies, and the analysis of transportation data are among the most commonly employed methods in this process, as user-centered assessments provide essential insights for improving public transportation systems. Studies consistently show that passengers value reduced travel and waiting times, as well as consistent service quality and onboard comfort. LOS analyses conducted specifically for Istanbul are expected to serve as a guiding framework for evaluating current performance levels and identifying areas requiring improvement. Furthermore, the integration of these findings into planning processes will provide strategic guidance for achieving sustainable transportation goals and positively impact urban mobility.

Istanbul's rail-based public transportation system constitutes a complex network designed to address the city's challenging geographical features, dense population, and diversified transportation demands. This network, comprising metro, tramway, light rail, and commuter rail systems, exhibits variations in passenger capacity, travel speed, construction costs, and service area coverage. As one of the most significant urban transportation solutions, metro systems are distinguished by their high capacity and frequent service intervals, ensuring minimal impact from traffic congestion. Capable of transporting up to 30,000 passengers per hour, metro systems offer a rapid and

reliable means of transportation in densely populated areas, albeit with the drawback of high construction costs. In contrast, tramway lines, which primarily serve shorter distances and focus on low-cost solutions, often cater to historic and tourist zones of the city. Light rail systems occupy a middle ground between metro and tramway systems, offering flexible and economic solutions in medium-density regions, while commuter lines such as Marmaray play a pivotal role in facilitating long-distance travel between urban centers and peripheral areas. Marmaray, in particular, represents a strategically integrated project that uniquely connects the Asian and European sides of Istanbul via an underwater rail link.

The rail-based transportation systems exhibit significant variation in terms of line lengths, the number of stations, service intervals, and integration capacities. Metro lines stand out with their ability to accommodate high passenger demand through frequent service intervals and extensive station integration. Tramways, serving relatively short distances with surface-level tracks, provide an economical and tourist-friendly transportation option. Light rail systems, with their dual capability of operating both underground and above ground, contribute optimally to transportation in medium-density regions. Commuter lines such as Marmaray, by bridging intercity and intracity transportation, provide a high-speed, high-capacity solution that addresses regional long-distance travel needs. This diversity underscores the strategic planning and optimization of Istanbul's rail-based transportation network to meet the diverse mobility demands of different urban areas.

This study presents detailed findings from surveys conducted to evaluate the level of service and user satisfaction of Istanbul's rail-based public transportation systems. Assessments of metro, tramway, light rail, and commuter rail systems comprehensively analyze the multifaceted impacts of these systems on user experiences. The survey collected data from 524 participants, analyzing their demographic profiles, travel habits, and satisfaction levels. The findings reveal that metro systems generally exhibit higher satisfaction rates, whereas significant issues were identified in tramway and light rail systems. Short transfer distances and reduced waiting times were identified as the primary factors enhancing user satisfaction, whereas long transfer distances and prolonged waiting times resulted in dissatisfaction. These negative factors were found to be more pronounced in tramway and light rail systems. Vehicle occupancy rates were another critical variable affecting satisfaction, with lower occupancy rates correlating to higher satisfaction levels, while increasing occupancy rates led to more frequent complaints. Punctuality also emerged as a key determinant of satisfaction across all systems. While metro and commuter lines were appreciated for their punctuality, delays in tramway and light rail systems were a source of user dissatisfaction.

The survey results further elucidated user perceptions regarding qualitative service components such as cleanliness, ventilation, security, and lighting. Metro and commuter rail systems were evaluated more positively in these aspects, whereas tramway and light rail systems were found to exhibit deficiencies in cleanliness and air quality. Similarly, while security measures in metro and commuter systems were perceived as more adequate, participants indicated a need for improved security in tramway and light rail systems. Insufficient station and onboard lighting during late hours was also noted as a significant concern for tramway and light rail users. Pricing policies, the effectiveness of information systems, and accessibility for different user groups (such as disabled, elderly, and individuals traveling with children) also significantly influenced satisfaction levels. These factors were rated more favorably in

metro and commuter stations, whereas tramway and light rail systems were deemed lacking or inadequate in these respects.

These findings highlight the need for user-centered improvements in Istanbul's rail-based public transportation systems. While the overall performance of metro systems is considered satisfactory, it is evident that issues such as vehicle occupancy, cleanliness, security, and lighting require priority attention in tramway and light rail systems. Addressing concerns related to pricing policies, information systems, and accessibility will not only enhance user satisfaction but also promote the use of public transportation, thereby contributing to urban sustainability. Accordingly, the results of this study provide critical insights for transportation planning and decision-making processes.

This research employed the successive intervals method to determine the level of service for Istanbul's rail-based public transportation systems. This method categorizes user perceptions into sequentially ordered levels, enabling the measurement of perceptual differences on a quantitative scale. Survey findings were evaluated through metrics such as walking distance to stations, vehicle waiting times, occupancy rates, and vehicle punctuality. These metrics were subjected to regression analysis, and user satisfaction was quantified based on a standardized z-score. LOS categories were established for each metric, ranging from A (best) to E (worst). For example, vehicle waiting times under 2.5 minutes were classified as LOS A, while those exceeding 33.5 minutes were categorized as LOS E. Similarly, scales were developed for other metrics such as walking distance to stations and occupancy rates, allowing for comprehensive evaluation and scoring of service levels.

Numerical analyses revealed the relationship between the performance of rail-based public transportation systems and user satisfaction. While metro systems demonstrated superior performance in terms of vehicle waiting times and punctuality, the high occupancy rates observed across all systems indicated a significant compromise in user comfort. Walking distance to stations was generally evaluated at LOS C across all systems. Additionally, qualitative service dimensions such as cleanliness, ventilation, and lighting were predominantly rated at LOS C or D, suggesting that the current rail-based public transportation systems fall short of fully meeting user expectations. These findings underline the importance of user-focused enhancements and reveal specific areas requiring attention within Istanbul's rail-based public transportation infrastructure.

In conclusion, this study provides strategic recommendations for improving service quality in Istanbul's rail-based public transportation systems based on these findings. Reducing vehicle occupancy rates, increasing service frequency and punctuality, and enhancing station accessibility emerge as vital measures for improving both user satisfaction and system efficiency. The data derived from this study underscores the need for integrating quantitative and qualitative metrics into transportation planning and policy-making processes. Adopting a user-sensitive approach informed by these findings will be essential for ensuring the long-term success of Istanbul's rail-based transportation network and achieving sustainable urban mobility. Consequently, the LOS analyses and their accompanying findings presented here offer a strategic roadmap for enhancing public transportation services and guiding future transportation planning efforts in the city.



1. GİRİŞ

Kentsel alanlarda hızlı nüfus artışı ve yaşam tarzlarındaki değişim, modern şehirlerin ulaşım altyapısının etkinliğini ve kalitesini her zamankinden daha önemli hale getirmiştir. Bu durum, özellikle İstanbul gibi büyük şehirlerde, şehir içi ulaşımın yönetiminin kritik bir unsur olarak öne çıkmasına neden olmaktadır. Toplu taşıma sistemleri, yalnızca bireysel ulaşım ihtiyaçlarını karşılamakla kalmaz, aynı zamanda daha geniş toplumsal hedeflere ulaşmada önemli bir rol oynar. Bu hedefler arasında çevresel sürdürülebilirlik, sosyal eşitlik, ekonomik kalkınma ve genel yaşam kalitesinin iyileştirilmesi bulunmaktadır.

Modern şehirlerde toplu taşıma sistemlerinin verimliliği ve kullanıcı dostu olması, şehir sakinlerinin günlük yaşamlarının rahatlığı, iş gücünün hareketliliği ve genel yaşam kalitesi üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. İyi planlanmış ve yönetilen toplu taşıma sistemleri, şehirlerdeki trafik sıkışıklığını azaltarak, çevresel etkileri minimize eder ve enerji verimliliğini artırır. Aynı zamanda, bu sistemler, toplumun farklı kesimlerinin ulaşım ihtiyaçlarını karşılayarak sosyal eşitliğe katkıda bulunur ve ekonomik fırsatlara erişimi artırır.

Ulaştırma mühendisliği açısından bakıldığında, toplu taşıma sistemlerinin etkinliği hem teknik hem de operasyonel düzeyde dikkatle planlanması ve yönetilmesi gereken kompleks bir süreçtir. Bu süreçte, Hizmet Seviyesi (Level of Service, LOS) değerlendirmesi, kullanıcı memnuniyeti ve sistem verimliliğini artırmak için temel bir araç olarak öne çıkmaktadır. LOS değerlendirmesi, toplu taşıma hizmetlerinin seviyesini ölçerek, eksiklikleri belirleme ve iyileştirme için önemli bir rehberlik sağlar. İstanbul'da toplu taşıma hizmet seviyesini belirlemek amacıyla yapılacak bu çalışmada toplu taşıma sistemlerinin mevcut durumunun analizi teknik değerlendirmeler gibi çeşitli yöntemler kullanılacaktır. Bu analizler, İstanbul'un toplu taşıma sistemlerinin etkinliğini artırmak ve gelecekteki planlamalarda rehberlik sağlamak için önemli veriler sunacaktır.

Toplu taşıma sistemlerinin performansını değerlendirmek için kullanılan ölçütler arasında seyahat süresi, bekleme süresi, araç içi doluluk oranı, güvenlik ve konfor gibi faktörler bulunmaktadır. Performans ölçütlerinin doğru bir şekilde belirlenmesi, toplu taşıma hizmet seviyesinin iyileştirilmesi ve kullanıcı memnuniyetinin artırılması için büyük önem taşımaktadır. Kullanıcılar, seyahat sürelerinin kısa olmasını ve toplu taşıma araçlarının hızlı ve güvenilir olmasını beklerler. Bekleme süresi, kullanıcıların toplu taşıma hizmetlerine erişimlerini ve hizmet seviyesini doğrudan etkiler. Araç içi doluluk oranı, kullanıcıların seyahat konforunu ve memnuniyetini etkileyen önemli bir faktördür. Güvenlik ve konfor ise, toplu taşıma araçlarının tercih edilmesinde kritik rol oynar.

Hizmet seviyesini belirlemek için kullanılan yöntemler arasında doğrusal programlama, çok kriterli karar analizi, analitik hiyerarşi süreci (AHP) ve istatistiksel modelleme teknikleri gibi birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler, farklı veri türleri ve analiz teknikleri kullanarak hizmet seviyesini ölçmeyi amaçlar.

Veri toplama yöntemleri, hizmet seviyesinin belirlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Anketler, odak grupları, gözlemsel çalışmalar ve ulaşım verileri analizleri, bu alanda sıklıkla kullanılan yöntemlerdir. Anketler aracılığıyla, kullanıcıların toplu taşıma hizmetlerinden ne kadar memnun oldukları ve hangi özneliklerin önemli olduğu belirlenir. Odak grupları, kullanıcıların toplu taşıma hizmetleri hakkındaki görüşlerini derinlemesine anlamak için kullanılır ve belirli bir konu hakkında detaylı tartışmalar yapılmasını sağlar. Gözlemsel çalışmalar ise, toplu taşıma sistemlerinin gerçek kullanımını ve performansını değerlendirmek için yapılan doğrudan gözlemleri içerir. Ulaşım verileri analizleri, toplu taşıma sistemlerinin performansını ve etkinliğini belirlemek için nicel veri analizlerini içerir.

Uluslararası alanda, toplu taşıma sistemleri sürdürülebilirlik, trafik sıkışıklığını azaltma ve kullanıcı memnuniyetini artırma hedefleri doğrultusunda önemli bir rol oynamaktadır.

1.1 Amaç

Bu çalışmanın temel amacı, İstanbul'daki raylı toplu taşıma sistemlerinin hizmet seviyesini (Level of Service - LOS) değerlendirerek kullanıcı memnuniyeti ile olan ilişkisini detaylı bir şekilde incelemektir. Hızlı nüfus artışı ve kentleşme, İstanbul gibi

büyük metropollerde raylı toplu taşıma sistemlerinin etkinliğini ve kalitesini önemli bir konu haline getirmiştir. Bu bağlamda, hizmet seviyesi değerlendirmesi, toplu taşıma hizmetlerinin performansını ölçmek ve sistemdeki eksiklikleri tespit ederek iyileştirme fırsatları sunmak açısından kritik bir araçtır.

Bu çalışmada, İstanbul'daki raylı sistemlerin mevcut hizmet seviyeleri ve bu sistemlerin kullanıcıların beklenti ve memnuniyet düzeyi üzerindeki etkisi araştırılacaktır. Hizmet seviyesi ölçütleri kullanılarak elde edilen veriler, kullanıcıların raylı toplu taşımayı tercih etme motivasyonlarını anlamaya yönelik önemli ipuçları sağlayacaktır. Ayrıca, kullanıcı algısına dayalı değerlendirmeler ile teknik analizlerin birlikte ele alınması sayesinde, İstanbul'un raylı toplu taşıma sistemlerinin performansını artırmaya yönelik sonuçlar elde edilecektir. Böylece, gelecekteki planlama ve iyileştirme çalışmalarına rehberlik edecek kapsamlı bir çerçeve sunulması amaçlanmaktadır.

1.2 Kapsam

Bu çalışma, İstanbul'daki raylı toplu taşıma sistemlerinin hizmet seviyesini belirlemek ve kullanıcı memnuniyeti ile ilişkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma, İstanbul'da faaliyet gösteren metro, tramvay, hafif raylı sistem ve banliyö hatlarını kapsamakta olup, bu sistemlerin performansını ölçmek için ardışık aralık yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem aracılığıyla hizmet seviyesi ölçütleri belirlenmiş ve sistemlerin kullanıcı memnuniyeti üzerindeki etkisi detaylı olarak analiz edilmiştir.

Ardışık aralık yöntemi, hizmet seviyelerini kullanıcı algılarına dayalı olarak ölçeklendirmeye ve performans ölçütlerini kategorik veriler üzerinden değerlendirmeye olanak tanımaktadır. Çalışmada seyahat süresi, bekleme süresi, araç içi doluluk oranı, güvenlik, konfor, erişilebilirlik ve dakiklik gibi hizmet seviyesi ölçütleri ardışık aralık yöntemi kullanılarak belirlenmiş, bu ölçütler farklı seviyelere (A'dan E'ye) ayrılarak analiz edilmiştir.

Kapsam çerçevesinde:

- 524 katılımcıdan toplanan anket verileri, kullanıcıların raylı sistem hizmetlerini nasıl algıladığını, memnuniyet düzeylerini ve hizmet kalitesine yönelik beklentilerini ortaya koymak amacıyla değerlendirilmiştir.

- Teknik değerlendirmeler ve kullanıcı algılarına dayalı analizler birleştirilerek hizmet seviyesi ölçütlerinin sayısal karşılıkları tespit edilmiştir. Ardışık aralık yöntemiyle hizmet kalitesi, seyahat süreleri ve bekleme süreleri gibi faktörlere ilişkin kullanıcılardan alınan geri bildirimler derecelendirilmiş, hizmet seviyesi aralıkları oluşturulmuştur.

Bu kapsamda, alışma İstanbul'un raylı toplu taşıma sistemlerinin hizmet seviyesini uluslararası standartlar ve en iyi uygulamalar ile karşılaştırmakta ve sistemin performansını iyileştirmeye yönelik öneriler sunmaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, hizmet kalitesinin artırılmasına ve kullanıcı memnuniyetinin iyileştirilmesine yönelik stratejik planlamalar için önemli bir rehber olacaktır.



2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

LOS (Level of Service) kavramı, trafik mühendisliğinde yol kesitleri, kavşaklar ve diğer ulaşım altyapılarının performansını değerlendirmek için kullanılan bir ölçüttür. Hizmet seviyesi (LOS) kavramının ilk resmi tanımı 1965 yılında Highway Capacity Manual (HCM) adlı kılavuzun 2. baskısında Transportation Research Board (TRB) tarafından yapılmıştır

LOS kavramı başlangıçta, yolların ve kavşakların trafik hacmine göre sınıflandırılmasına dayanıyordu ve bu sınıflandırmalar genellikle belirli bir trafik yoğunluğuna göre yapılmaktaydı. Zamanla, LOS kavramı, daha karmaşık hale gelmiş ve sayısal ölçütlerle tanımlanabilir hale gelmiştir. 1994 yılına gelindiğinde, HCM'deki neredeyse tüm LOS tanımlamaları sayısal değerlere dayanmaktaydı.

1970'ler ve 1980'lerde, LOS kavramı kullanıcı algılarını içerecek şekilde genişletildi. Bu dönemde yapılan araştırmalar, yol kullanıcılarının trafik akışını nasıl algıladıklarını ve bu algıların LOS üzerindeki etkilerini incelemeye başladı. Bu çalışmalar sonucunda, 1985 HCM'de LOS tanımı, trafik akışı koşullarını ve bu koşulların sürücüler veya yolcular tarafından nasıl algılandığını açıklayan bir ölçüt olarak yeniden tanımlandı.

2000 yılında yayınlanan HCM, LOS kavramını daha da genişleterek, sistem ve ağ analizlerini de kapsayacak şekilde geliştirdi. Bu yeni yaklaşım, özellikle LOS F (yani, aşırı doygunluk durumu) için yeni kriterler getirdi ve belirli metodolojiler için farklı ölçütlerin kullanılmasını önerdi.

2010 yılına kadar yapılan araştırmalar, kullanıcı algılarını daha fazla dikkate alarak, LOS'un multimodal (yani, birden fazla ulaşım türünü içeren) sistemler üzerindeki etkilerini incelemeye yöneldi. Bu, LOS'un sadece motorlu taşıt trafiği için değil, aynı zamanda yayalar, bisikletliler ve toplu taşıma kullanıcıları için de tanımlanmasını sağladı.

Çizelge 2.1'de HCM'nin çeşitli sürümlerinde hizmet parametreleri düzeyleri gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 : HCM'nin çeşitli sürümlerinde hizmet parametreleri düzeyi (Roess ve diğ, 2010).

Kesit veya Tesis Türü	1965 HCM	1985 HCM (1997 versiyonu)	2000 HCM
Kesintili Akış Tesisleri			
Sinyalize kavşaklar	Yük faktörü ^a	Kontrol gecikmesi	Kontrol gecikmesi
Sinyalize olmayan kavşaklar	b	Kontrol gecikmesi	Kontrol gecikmesi
Dönel kavşaklar	b	b	c
Ana yollar ve şehir içi yollar	Ortalama seyahat hızı	Ortalama seyahat hızı	Ortalama seyahat hızı
Yayalar	b	Alan	Alan, gecikme
Toplu taşıma	b	Yük faktörü ^d	b
Bisikletler	b	e	Olaylar, gecikme
Kesintisiz Akış Tesisleri			
Temel otoyol kesitleri	v/c oranı, işletme hızı	Yoğunluk	Yoğunluk
Örgüleme kesitleri	f	Yoğunluk	Yoğunluk
Birleşme ve ayrılma kesitleri	Birleşme veya ayrılma hacmi	Yoğunluk	Yoğunluk
Otoyol tesisleri	b	b	Yoğunluk
Çok şeritli otoyollar	v/c oranı, işletme hızı	Yoğunluk	Yoğunluk
İki şeritli otoyollar	v/c oranı, işletme hızı	Ortalama seyahat hızına göre	Ortalama seyahat hızına göre zaman gecikmesi %

^a Yeşil fazlarının tam yüklü olduğu yüzdesi.

^b Bu tür kesit/tesis bu sürümde ele alınmamıştır.

^c Bu tür kesit/tesis için LOS kriteri verilmemiştir.

^d Yolcu sayısı/koltuk sayısı.

^e LOS, Transit Capacity and Quality of Service Manual'a göre birden çok hizmet ölçüsü ile tanımlanır.

^f Örgüleme hacmine ve örgüleme kesiti uzunluğuna bağlı olarak I-V hizmet seviyesi ölçüsüne dayalıdır.

Toplu taşıma için 'LOS' kavramının resmi tanımı ilk olarak 1985 yılında Highway Capacity Manual (HCM) tarafından yapılmıştır. Ancak birçok önceki araştırmacı da toplu taşıma için tanımlamaya çalışmıştır. Örneğin, Chicago'daki Ulusal Kentsel Ulaşım Komitesi, 1958 yılında toplu taşıma için güzergah yükleme, hizmet sıklığı veya durak sıklığı, hız ve hizmet düzenliliği gibi genel standartlar öneren ilk kurumlardan biridir.

İlk çalışmalar genellikle benzer bir temel yaklaşımı benimsemiş olup, toplu taşıma hizmet seviyesini çeşitli performans göstergeleri ile değerlendirmeye çalışmıştır. Çalışmalarda performans göstergeleri genellikle hız, konfor ve güvenlik gibi temel unsurlarla sınırlıdır. Zamanla daha geniş bir kapsamda kullanıcı memnuniyetini değerlendiren kriterler eklenmiştir. İlk çalışmalarda hizmet seviyesinin değerlendirilmesi genellikle daha basit metodolojilerle yapılmıştır. Daha sonraki çalışmalarda ise gelişmiş veri analizi ve kullanıcı geri bildirimlerini içeren daha karmaşık metodolojiler kullanılmıştır.

Toplu taşıma hizmet seviyesinin değerlendirilmesi amacıyla çeşitli resmi raporlar yayımlanmıştır. Texas Transportation Institute'un "Level-of-Service Concept Applied to Public Transportation (1981)" ve Austroads'un "Level of Service Metrics (for Network Operations Planning)(2015)" raporları başta olmak üzere, "Transit Capacity and Quality of Service Manual" ve "Highway Capacity Manual" gibi kaynaklardan hizmet seviyesi ölçütleri ve hesaplama yöntemleri ele alınmıştır.

"Transit Capacity and Quality of Service Manual, Third Edition" ve "Highway Capacity Manual 2010" da toplu taşıma hizmet seviyesi, cadde boyunca bir toplu taşıma aracına binene kadar olan yolculuğun tüm yönlerini dikkate alır. Bu faktörler, yürüme memnuniyeti, bekleme süresi ve duraklardaki olanaklar gibi unsurları içerir.

Toplu taşıma hizmet seviyesi puanı, toplu taşıma bekleme-biniş puanı ve yaya ortamı puanı kullanılarak aşağıdaki Denklem 2.1 ile hesaplanır:

$$I_t = 6,0 - 1,50 \times s_{w-r} + 0,15 \times I_p \quad (2.1)$$

Burada I_t toplu taşıma hizmet seviyesi puanı, s_{w-r} toplu taşıma bekleme-yolculuk puanı ve I_p yaya ortamı puanıdır.

Toplu taşıma bekleme-biniş puanı, bir toplu taşıma hizmetinin cazibesini baz alınan bir hizmetle karşılaştırarak belirler. Daha yüksek bir puan daha iyi performansı gösterir. Bu puan aşağıdaki Denklem 2.2 ile hesaplanır:

$$s_{w-r} = f_h \times f_{tt} \quad (2.2)$$

Burada f_h sefer sıklığı faktörü, f_{tt} algılanan seyahat süresi faktörüdür.

Yaya ortamı puanı, toplu taşıma duraklarının çevresindeki yaya ortamının seviyesini yansıtır. Kötü bir yaya ortamı, toplu taşıma hizmet seviyesini olumsuz etkilerken, iyi bir yaya ortamı transit LOS'unu iyileştirir. Yaya ortamı puanı Denklem 2.3 ile hesaplanır:

$$I_p = 6,0468 + f_w + f_v + f_s \quad (2.3)$$

Burada f_w kesit ayarlama faktörü, f_v motorlu araç hacmi ayarlama faktörü, f_s motorlu araç hız ayarlama faktörüdür.

Toplu taşıma hizmet seviyesi puanı sonucuna göre aşağıdaki Çizelge 2.2'deki aralıklara göre hizmet seviyesi belirlenir.

Çizelge 2.2 : Hizmet seviyesi puanı (Transportation Research Board, 2010; Kittelson & Associates Inc. ve diğ, 2013).

Hizmet Seviyesi	Hizmet Seviyesi Puanı
A	$\leq 2,00$
B	$>2,00-2,75$
C	$>2,75-3,50$
D	$>3,50-4,25$
E	$>4,25-5,00$
F	$>5,00$

"Transit Capacity and Quality of Service Manual, Second Edition" da ise toplu taşıma hizmet seviyesi kategorilere ayrılarak ayrı ayrı belirlenmektedir. Bu kategoriler aşağıda gösterilmektedir:

Hizmet sıklığı, toplu taşıma araçlarının belirli bir duraktan ne sıklıkla geçtiğini ölçer. Bu, yolcuların bekleme süresini etkileyen önemli bir faktördür.

Çizelge 2.3'te toplu taşıma hizmet sıklığına ilişkin hizmet seviyesi kategorileri gösterilmektedir.

Çizelge 2.3 : Toplu taşıma hizmet sıklığı (Kittelson & Associates Inc. ve diğ, 2003).

LOS	Hizmet Sıklığı (Dakika)	Araç/Saat	Açıklama
A	<10	>6	Yolcuların tarifeye ihtiyaç duymadığı sık hizmet.
B	10-14	5-6	Yolcuların bekleme süresini minimize etmek için tarife kontrol ettiği sık hizmet.
C	15-20	3-4	Yolcuların kaçırımları durumunda bekleyecekleri sürenin makul olduğu hizmet.
D	21-30	2	Yolcuların alışkanlıklarını değiştirmek zorunda kaldıkları seyrek hizmet.
E	31-60	1	Yolcuların sadece saatte bir hizmet aldığı minimum hizmet.
F	>60	<1	Yolcuların çok nadiren hizmet aldığı kabul edilemez derecede kötü hizmet.

Çalışma saatleri, bir hattın gün boyunca ne kadar süreyle hizmet verdiğini ifade eder.

Çizelge 2.4'te toplu taşıma hizmet saatlerine ilişkin hizmet seviyesi kategorileri gösterilmektedir.

Çizelge 2.4 : Toplu taşıma hizmet saatleri (Kittelson & Associates Inc. ve diğ, 2003).

LOS	Hizmet Saatleri (Saat)	Açıklama
A	19-24	Gece veya "baykuş" servisi dahil tüm gün boyunca hizmet verilir.
B	17-18	Gece geç saatlere kadar hizmet verilir.
C	14-16	Erken akşam saatlerine kadar hizmet verilir.
D	12-13	Gün boyunca hizmet verilir.
E	4-11	Sadece pik saatlerde veya sınırlı öğle saatlerinde hizmet verilir.
F	0-3	Çok sınırlı veya hiç hizmet verilmez.

Hizmet kapsamı, toplu taşıma hizmetinin yürüyüş mesafesi içinde bulunan alanı ifade eder.

Çizelge 2.5'te toplu taşıma hizmet kapsamına ilişkin hizmet seviyesi kategorileri gösterilmektedir.

Çizelge 2.5 : Toplu taşıma hizmet kapsamı (Kittelso n & Associates Inc. ve diğ, 2003).

LOS	Kapsanan Yüzde (%)	Açıklama
A	90-100,0	Neredeyse tüm önemli noktalar hizmet alanı içinde.
B	80,0-89,9	Çoğu önemli nokta hizmet alanı içinde.
C	70,0-79,9	Yüksek yoğunluklu alanların yaklaşık dörtte üçü hizmet alıyor.
D	60,0-69,9	Yüksek yoğunluklu alanların yaklaşık üçte ikisi hizmet alıyor.
E	50,0-59,9	Yüksek yoğunluklu alanların yarısından fazlası hizmet alıyor.
F	<50,0	Yüksek yoğunluklu alanların yarısından azı hizmet alıyor.

Yolcu yoğunluğu, bir toplu taşıma aracındaki yolcu sayısının, oturma kapasitesi veya ayakta durma alanına göre değerlendirilmesidir.

Çizelge 2.6'da toplu taşıma yolcu yoğunluğuna ilişkin hizmet seviyesi kategorileri gösterilmektedir.

Çizelge 2.6 : Toplu taşıma yolcu yoğunluğu (Kittelso n & Associates Inc. ve diğ, 2003).

LOS	Yük Faktörü (yolcu/koltuk)	Ayakta Yolcu Alanı (m ² /yolcu)	Açıklama
A	0,00-0,50	>1,00	Yolcular, yanlarında oturan biri olmadan seyahat eder.
B	0,51-0,75	0,76-1,00	Yolcular, oturacakları yeri seçebilir.
C	0,76-1,00	0,51-0,75	Tüm yolcular oturabilir.
D	1,01-1,25	0,36-0,50	Konforlu bir şekilde ayakta durma.
E	1,26-1,50	0,20-0,35	Yolcuların çoğu ayakta durmak zorunda kalır.
F	>1,50	<0,20	Ezici yük, kabul edilemez yoğunluk.

Dakiklik, bir toplu taşıma aracının belirlenen zaman çizelgesine uyumunu ifade eder.

Çizelge 2.7'te toplu taşıma dakikliğine ilişkin hizmet seviyesi kategorileri gösterilmektedir.

Çizelge 2.7 : Toplu taşıma dakiklik (Kittelsohn & Associates Inc. ve diğ., 2003).

LOS	Dakiklik Yüzdesi (%)	Açıklama
A	95,0-100,0	Haftada en fazla 1 geç kalan araç (aktarma yok).
B	90,0-94,9	Haftada 1 geç kalan araç (aktarma yok).
C	85,0-89,9	İki haftada 3 geç kalan araç (aktarma yok).
D	80,0-84,9	Haftada 2 geç kalan araç (aktarma yok).
E	75,0-79,9	Her gün 1 geç kalan araç (aktarmalı).
F	<75,0	Günlük olarak en az 1 geç kalan araç (aktarmalı).

Sıklık uyumu, belirli bir rotadaki toplu taşıma araçlarının planlanan aralıklarla ne kadar uyumlu olduğunu ölçer. Bu, özellikle sık aralıklarla çalışan hizmetler için önemlidir.

Çizelge 2.8’de toplu taşıma sıklık uyumuna ilişkin hizmet seviyesi kategorileri gösterilmektedir.

Çizelge 2.8 : Toplu taşıma sıklık uyumu (Kittelsohn & Associates Inc. ve diğ., 2003).

LOS	Sıklık Değişim Katsayısı (c_{vh})	Aralık Dışına Çıkma Olasılığı ($P(h_i > 0,5h)$)	Açıklama
A	0,00-0,21	$\leq\%1$	Hizmet, saat gibi düzenli sağlanır.
B	0,22-0,30	$\leq\%10$	Araçlar, küçük bir sapmayla belirlenen aralıklara uyar.
C	0,31-0,39	$\leq\%20$	Araçlar sıklıkla belirlenen aralıklardan sapar.
D	0,40-0,52	$\leq\%33$	Aralıklar düzensizdir, bazen araç yığılması meydana gelir.
E	0,53-0,74	$\leq\%50$	Sık sık araç yığılması olur.
F	$\geq 0,75$	$>\%50$	Araçların çoğu yığılmış olarak gelir.

c_{vh} = Sıklığın Değişim Katsayısı

P = Olasılık

h = Planlanmış Sıklık

h_i = Toplu Taşımanın Sıklığı

Toplu taşıma – otomobil seyahat süresi, toplu taşıma araçları ile otomobiller arasındaki seyahat sürelerini karşılaştırarak bir hizmet seviyesi belirler. Bu değerlendirme, yolcuların toplu taşıma kullanırken harcadıkları toplam sürenin, aynı yolculuğu otomobil ile yaparken harcanan süreyle karşılaştırılmasıyla yapılır.

Çizelge 2.9’da toplu taşıma – otomobil seyahat süresi farkına ilişkin hizmet seviyesi kategorileri gösterilmektedir.

Çizelge 2.9 : Toplu taşıma – otomobil seyahat süresi farkı (Kittelson & Associates Inc. ve diğ, 2003).

LOS	Seyahat Süresi Farkı (dakika)	Açıklama
A	≤0	Otomobilden daha hızlı
B	1-15	Otomobille neredeyse aynı hızda
C	16-30	Tercihli yolcular için tolere edilebilir
D	31-45	Gidiş-dönüş en az bir saat daha uzun
E	46-60	Tüm yolcular için yorucu; küçük şehirlerde en iyi seçenek olabilir
F	>60	Çoğu yolcu için kabul edilemez

”Highway Capacity Manual 2000” da bu kategorilerden farklı 2 kategori daha vardır. Bu kategoriler aşağıda gösterilmektedir:

Şehirlerarası planlanmış toplu taşıma hizmetleri, bu hizmetler, genellikle kırsal veya küçük toplulukların daha büyük şehir merkezlerine bağlantısını sağlar. Hizmet seviyesi, bir gün içinde düzenlenen sefer sayısı ile değerlendirilir ve bu seferlerin sıklığı, yolcuların seyahat zamanı ve esnekliği açısından kritik bir faktördür.

Çizelge 2.10’da şehirlerarası planlanmış toplu taşıma hizmetlerine ilişkin hizmet seviyesi kategorileri gösterilmektedir.

Çizelge 2.10 : Şehirlerarası planlanmış toplu taşıma hizmetleri (National Research Council, 2000).

LOS	Araç/Gün	Açıklamalar
A	> 15	Gün boyunca birçok sefer
B	12–15	Gün ortası ve sık yoğun saat seferleri
C	8–11	Gün ortası veya sık yoğun saat seferleri
D	4–7	Seyahat zamanında seçim yapma imkanı sunan asgari hizmet
E	2–3	Bir gün içinde gidiş-dönüş mümkün
F	0–1	Bir gün içinde gidiş-dönüş mümkün değil

Paratransit hizmetleri, yolcuların belirli bir rota veya zaman çizelgesine bağlı kalmadan, talep üzerine toplu taşıma hizmeti almasını sağlayan esnek ulaşım seçenekleridir. Bu hizmet seviyesi, yolcuların taleplerine ne kadar hızlı yanıt verildiği, yani yolcunun hizmet talebinde bulunduktan sonra ne kadar sürede alınabildiği üzerinden belirlenir. Değerlendirme, yolcunun hizmeti talep etme anından itibaren alınma süresinin uzunluğuna göre yapılır ve bu süreye bağlı olarak hizmet seviyeleri sınıflandırılır.

Çizelge 2.11’de toplu taşıma paratransit hizmetlerine ilişkin hizmet seviyesi kategorileri gösterilmektedir.

Çizelge 2.11 : Toplu taşıma paratransit hizmetleri (National Research Council, 2000).

LOS	Erişim Süresi (saat)	Açıklamalar
A	0,0–0,5	Oldukça hızlı yanıt
B	> 0,5–1,0	Kabul edilebilir yanıt
C	> 1,0–2,0	Tolere edilebilir yanıt
D	> 2,0–4,0	Zayıf yanıt, önceden planlama gerekebilir
E	> 4,0–24,0	Önceden planlama gerektirir
F	> 24,0	Hizmet her gün veya hiç sunulmuyor olabilir

Austroroads'un "Level of Service Metrics (for Network Operations Planning)" raporunda toplu taşıma kullanıcıları için belirlenen hizmet seviyesi ölçütlerini açıklamaktadır. Bu bölüm, toplu taşıma kullanıcılarının deneyimlerini değerlendirmek için kullanılan hizmet seviyesi ölçütlerini beş ana kategoriye ayırmaktadır: Hareketlilik, Güvenlik, Erişim, Bilgi ve Konfor.

Hareketlilik, toplu taşıma hizmetinin zamanında gelme durumu ve çalışma hızı gibi performans ölçütleriyle ilgilidir. Bu, yolculukların ne kadar güvenilir ve hızlı olduğu ile ilişkilidir.

Çizelge 2.12’de toplu taşıma hareketliliğine ilişkin hizmet seviyesi kategorileri gösterilmektedir.

Çizelge 2.12 : Toplu taşıma hareketliliği (Green ve Espada, 2015).

Hizmet Seviyesi Ölçüsü	LOS	Hizmet Ölçüm Değerleri
Servis programı güvenilirliği	A	Transit araç seyahat süresi, sefer programının olduğu yerlerde her zaman aynıdır.
	B	Toplu taşıma araçları beklenmedik gecikmelerle karşılaşabilir ancak genellikle kullanıcıların sefer programının değiştiği yerlerde beklenen seyahat süresini ayarlamasına gerek kalmaz.
	C	Sefer programının aksaması durumunda seyahat süresinde maksimum %25'lik bir artış olasılığı vardır.
	D	Sefer programının aksaması durumunda seyahat süresinde maksimum %50 artış olasılığı vardır.
	E	Sefer programının aksaması durumunda seyahat süresinde maksimum %75'lik bir artış olasılığı vardır.
	F	sefer programının aksaması durumunda seyahat süresinde %75'ten fazla bir artış olasılığı vardır.
Çalışma hızı	A	Nadiren duraklamalar içeren özel geçiş hakkı.
	B	Sık sık duraklamalarla özel geçiş hakkı.
	C	Seyrek duraklamaların olduğu orta derecede yoğun bir yolda münhasır olmayan geçiş hakkı.
	D	Sık sık duraklamaların olduğu orta derecede yoğun bir yolda münhasır olmayan geçiş hakkı.
	E	Trafiğin yoğun olduğu ve nadiren duraklamaların yapıldığı bir yolda münhasır olmayan geçiş hakkı.
	F	Sık sık duraklamaların olduğu, yoğun bir yolda münhasır olmayan geçiş hakkı.

Güvenlik, yolcuların toplu taşımayı kullanırken karşı karşıya kaldıkları riskleri içerir. Bu, toplu taşıma aracındaki ve toplu taşıma aracına erişim sağlarken karşılaşılan kaza risklerini kapsar.

Çizelge 2.13'te toplu taşıma güvenliğine ilişkin hizmet seviyesi kategorileri gösterilmektedir.

Çizelge 2.13 : Toplu taşıma güvenliği (Green ve Espada, 2015).

Hizmet Seviyesi Ölçüsü	LOS	Hizmet Ölçüm Değerleri
Toplu Taşıma aracının kaza Riski	A	Yollar, planlanan kullanım ve hızına uygun olmalı, araçların ve yayaların çarpışma riski düşük olmalı ve olası kazalarda ciddi yaralanma veya ölüm riski en aza indirilmelidir.
	B	Görüş mesafesi iyi olan ve çatışma riski düşük yollar; düşük görüş mesafesinde hız sınırıyla riskin azaltıldığı, genel olarak güvenli ama kazada ciddi yaralanma riski taşıyan yollar.
	C	Görüş mesafesi iyi olsa da çatışmaların yaşandığı, düşük görüşte riskleri azaltıcı tedbirlerin alındığı ve kaza durumunda ciddi riskler taşıyan yollar.
	D	Görüş mesafesi iyi olsa da sık çatışmaların yaşandığı, düşük görüşte riskleri azaltıcı tedbirlerin alındığı ve yol kenarında sık tehlikeler barındıran riskli yollar.
	E-F	Görüş mesafesi kötü ve sık çatışmaların yaşandığı, hız ortamına göre tehlikeli ve yol kenarında ciddi tehlikeler barındıran yollar.
Toplu taşıma kullanıcılarının toplu taşıma araçlarına binerken/inerken kaza riski	A	İstasyonun/durak yer aldığı yolun her iki tarafına erişim için tamamen koruma sağlanmıştır (örneğin, sinyalli bir yaya geçidinde yer alır).
	B	Yolun istasyonun bulunduğu tarafına tam korumalı erişim ve yakında korumalı yaya geçidi olanakları.
	C-D	İstasyonun bulunduğu yolun bir tarafına erişim tam korumalı olup, yakınında korumalı yaya geçidi tesisleri bulunmamaktadır ve yolda düşük-orta hızlar ve araç hacimleri bulunmaktadır (örneğin, bir yerleşim sokağı).
	E-F	Yolun istasyonun bulunduğu tarafına tam korumalı erişim sağlanmış, ancak yakında korumalı yaya geçidi bulunmayan; yüksek hızda ve yoğun trafik akışının olduğu (örneğin ana arter yol gibi) bir yol.

Erişim, yolcuların toplu taşımaya kolay erişim sağlayıp sağlamadığını değerlendirir. Bu, hizmetin yalnızca kentsel alanlarda bulunup bulunmadığı, engelli erişimine uygunluğu ve durakların temel başlangıç ve varış noktalarına erişimi gibi unsurları içerir.

Çizelge 2.14'te toplu taşıma erişimine ilişkin hizmet seviyesi kategorileri gösterilmektedir.

Çizelge 2.14 : Toplu taşıma erişimi (Green ve Espada, 2015).

Hizmet Seviyesi Ölçüsü	LOS	Hizmet Ölçüm Değerleri
Hizmet kullanılabilirliği (sadece kentsel hizmetler)	A	10 dakika sefer sıklığı
	B	10 ila 15 dakika sefer sıklığı
	C	15 ila 25 dakika sefer sıklığı
	D	25 ila 40 dakika sefer sıklığı
	E	40 ila 60 dakika sefer sıklığı
	F	60 dakikadan fazla sefer sıklığı
Engelli erişim düzeyi	A-C	Tekerlekli sandalye ile erişim kolaydır ve DDA(Engelli Ayrımcılığı Yasası) gerekliliklerini karşılar.
	D-F	Tekerlekli sandalye erişimi zayıftır ve DDA(Engelli Ayrımcılığı Yasası) gerekliliklerini karşılamaz.
Başlangıç ve varış noktalarından toplu taşıma duraklarına/istasyonlarına erişim	A	Durak veya istasyon, başlangıç veya varış noktasında bulunuyor.
	B	Durak veya istasyon, başlangıç veya varış noktasına 200 m içinde bulunuyor.
	C	Durak veya istasyon, başlangıç veya varış noktasına 200 m ile 400 m arasında bulunuyor.
	D	Durak veya istasyon, başlangıç veya varış noktasına 400 m ile 600 m arasında bulunuyor.
	E	Durak veya istasyon, başlangıç veya varış noktasına 600 m ile 800 m arasında bulunuyor.
	F	Durak veya istasyon, başlangıç veya varış noktasına 800 m'den daha fazla mesafede bulunuyor.

Bilgi, toplu taşıma kullanıcılarının ihtiyaç duydukları bilgileri alıp almadıklarını ölçer. Bu, genellikle seyahat bilgisi sağlayan hizmetlerin mevcudiyeti ile ilgilidir.

Çizelge 2.15'te toplu taşıma bigilendirmesine ilişkin hizmet seviyesi kategorileri gösterilmektedir.

Çizelge 2.15 : Toplu taşıma bilgilendirme (Green ve Espada, 2015).

LOS	Hizmet Ölçüm Değerleri
A-B	Yol kenarı ve araç içi yolcu bilgileri, güvenilir gerçek zamanlı yolcu bilgileri dahil olmak üzere, zaman çizelgesi, ücret, yönler ve haritalar hakkında bilgi içerir.
C-D	Yol kenarı ve araç içi yolcu bilgileri, zaman çizelgesi, ücret, yönler ve haritalar hakkında bilgi içerir; ancak gerçek zamanlı yolcu bilgileri yoktur.
E-F	Yol kenarında ve araç içinde sınırlı, eksik veya eksik yolcu bilgileri ve araç içinde yolcu bilgisi bulunmamaktadır.

Çizelge 2.16’da toplu taşıma konforuna ilişkin hizmet seviyesi kategorileri gösterilmektedir.

Çizelge 2.16 : Toplu taşıma konforu (Green ve Espada, 2015).

Hizmet Seviyesi Ölçüsü	LOS	Hizmet Ölçüm Değerleri
Yaya Ortamı	A-B	İyi ile çok iyi arasında yaya ortamı (örneğin, kaplanmış yol, iyi aydınlatılmış, iyi drenaj).
	C-D	Orta ile iyi arasında yaya ortamı (örneğin, kaplanmış yol ama bazı kusurlar var veya kaplanmamış ama iyi bakımlı, orta ile iyi arasında aydınlatma, orta ile iyi arasında drenaj).
	E-F	Kötü yaya ortamı (örneğin, kaplanmış yol ama ciddi kusurlar var veya kaplanmamış ve kötü bakımlı, kötü drenaj ve kötü aydınlatma).
Araç İçi Yoğunluk	A-B	Araç kalabalık değil.
	C-D	Araç orta derecede kalabalık.
	E-F	Araç kalabalık.
Koltuk Kullanılabilirliği	A-B	Oturacak yer bulmak kolay.
	C-D	Araçta sadece birkaç oturacak yer mevcut.
	E-F	Oturacak yer bulmak zor.
Güvenlik	A-C	Yüksek ile orta düzeyde güvenlik (iyi aydınlatılmış, güvenlik personeli varlığı, güvenlik kameraları, düşük suç oranı, yeterli sayıda yolcu, vb.)
	D-F	Zayıf ile orta düzeyde güvenlik.
Konfor ve Rahatlık Özellikleri	A-B	İyi konfor ve rahatlık özellikleri (örneğin tuvalet, gürültü koruması, yiyecek/gazete büfeleri, bisiklet olanakları, park-et-bin vb. ek olanaklara sahip bir koltuk).
	C-D	Yeterli konfor ve rahatlık özellikleri
	E-F	Zayıf konfor ve kullanım kolaylığı özellikleri
Estetik	A	Temiz ve estetik (örneğin yeşillik, manzara, tasarım, sanat eseri, vb.)
	B-C	Temiz.
	D-F	Kirli (grafiti, çöp, vb.)
Sürüş Kalitesi	A-B	Keyifli yolculuk.
	C-D	Sadece yüksek hızlarda fark edilen yol bozuklukları.
	E-F	Düşük hızlarda fark edilen yol kusurları veya zayıf zemin koşulları.

Konfor, yolcuların toplu taşıma deneyimlerinin rahatlığı ve güvenliği ile ilgilidir. Bu, taşıma aracının iç ortamı, koltuk bulma durumu, güvenlik, konfor ve estetik gibi faktörleri içerir.

Texas Transportation Institute tarafından yayınlanan “*Level-of-Service Concept Applied To Public Transportation (1981)*” raporunda, toplu taşıma sistemlerinin hizmet seviyesini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş bir kavram sunulmaktadır. Bu rapor, özellikle sabit güzergahlı ve sabit tarifeli toplu taşıma operasyonlarına odaklanarak, hizmet seviyesini daha hassas bir şekilde ölçmek için çeşitli göstergeler tanımlamıştır. Rapor hem mevcut LOS modellerinin incelenmesi hem de toplu taşıma yöneticileri, planlamacılar ve diğer karar vericilerle yapılan görüşmeler sonucunda oluşturulmuştur.

Aşağıdaki 8 gösterge, toplu taşıma hizmet seviyesini tanımlamak için kullanılmıştır:

- Erişilebilirlik: Toplu taşıma hizmetinin kullanıcılar tarafından ne kadar kolay ulaşılabilir olduğu.
- Seyahat Süresi: Kullanıcıların hedeflerine ulaşmak için harcadıkları süre.
- Hizmetin Doğrudanlığı: Hizmetin ne kadar doğrudan ve dolaysız olduğu.
- Gecikme: Hizmette yaşanan gecikmeler.
- Hizmet Sıklığı: Toplu taşıma araçlarının ne sıklıkta sefer yaptığı.
- Güvenilirlik: Hizmetin tutarlılığı ve planlanan zamanlara uyumu.
- Yolcu Yoğunluğu: Araçlarda bulunan yolcu sayısı.
- Yolcu Konforu: Yolcuların seyahat ederken yaşadıkları konfor düzeyi.

Bu göstergeler, kullanıcı odaklı, operasyon odaklı, belirli bir yolculuk ya da bağlantıya özgü, bağımsız gözlemciler tarafından ölçülebilir ve toplu taşıma hizmetinin seviye yönlerini değerlendirmeye yönelik olarak seçilmiştir. Bu göstergeler, toplu taşıma hizmetinin maliyet ya da etkinlik gibi faktörlerinden bağımsız olarak değerlendirilmiştir.

Göstergeler ve her biri için önerilen değerler Çizelge 2.17'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.17 : Toplu taşıma hizmet seviyesi göstergeleri ve LOS dereceleri (Bullard ve Christiansen, 1981).

Gösterge	LOS A	LOS B	LOS C	LOS D	LOS E	LOS F
Erişilebilirlik						
Süre, dk.	2 veya daha az	3 ila 4	5 ila 7	8 ila 12	13 ila 20	20+
Yürüme Mesafesi, m	114 veya daha az	115 ila 201	202 ila 402	403 ila 610	611 ila 1006	1006+
Park ve Sür, km	0,8 veya daha az	1,0 ila 1,6	1,8 ila 3,2	3,4 ila 4,8	5,0 ila 8,0	8,0+
Yolculuk Süresi						
Yolculuk Süresi Oranı	1,00 veya daha az	1,01 - 1,10	1,11 - 1,34	1,35 - 1,50	1,51 - 2,00	2,00+
Hizmetin Doğruluğu						
Aktarmalar	0	1	1	1 veya 2	2	3+
Bekleme Süresi, dk.	0	5	5 ila 10	10 veya 5	5+	3+
Gecikme, dk.	0	0 ila 1	1 ila 2	2 ila 4	4 ila 8	8+
Hizmet Sıklığı						
Büyük Sistemler						
Yoğun Saatler, dk.	10 veya daha az	11 ila 15	16 ila 25	26 ila 40	41 ila 60	60+
Yoğun Olmayan Saatler, dk.	15 veya daha az	16 ila 30	31 ila 45	46 ila 60	61 ila 90	90+
Küçük Sistemler						
Yoğun Saatler, dk.	15 veya daha az	16 ila 30	31 ila 45	46 ila 60	61 ila 90	90+
Yoğun Olmayan Saatler, dk.	30 veya daha az	31 ila 40	41 ila 50	51 ila 60	61 ila 90	90+

Çizelge 2.17(Devam): Toplu taşıma hizmet seviyesi göstergeleri ve LOS dereceleri
(Bullard ve Christiansen, 1981).

Gösterge	LOS A	LOS B	LOS C	LOS D	LOS E	LOS F
Güvenilirlik						
5 dakika veya daha az aralık	85 - 100	75 - 84	66 - 74	55 - 65	50 - 54	<50
% 0 dakika erken						
1 dakika geç						
6 - 10 dk. aralık	90 - 100	80 - 89	70 - 79	60 - 69	50 - 59	<50
% 0 dk erken						
1 dk geç						
11 - 15 dk. aralık	95 - 100	90 - 94	80 - 89	65 - 79	50 - 64	<50
% 0 dk erken						
3 dk geç						
15+ dk. aralık	98 - 100	95 - 97	90 - 94	75 - 89	50 - 74	<50
% 0 dk erken						
5 dk geç						
Yolcu Yoğunluğu	1 koltuk/geçiş; bireysel ayrı koltuklar	1 koltuk/geçiş; paralel döşemeli koltuk sıraları	1 koltuk/geçiş; kalıplanmış koltukların paralel sıraları	%100 - %110 oturma yüküne sahip çevre oturma	Oturarak taşınan yükün %111 ila %125'i	Oturan yükün %125'inden fazlası
Yolcu Konforu						
İvme, m/sn ²	<0,30	0,30 - 0,61	0,61 - 0,91	0,91 - 1,07	1,07 - 1,22	1,22+
Sıcaklık						
Düşük, °C	22,2	20	17,8	14,4	10	<10
Yüksek, °C	24,4	25,5	26,7	28,9	32,2	32,2+
Gürültü, dB	<60	61 - 75	76 - 85	86 - 90	91 - 95	95+

LOS göstergeleri, toplu taşıma hizmet seviyesini değerlendirmek için çeşitli pratik uygulamalara sahiptir. Örneğin, kapsamlı bir LOS değerlendirmesi, transit sisteminin hizmetini genel olarak değerlendirmek için tüm 8 göstereyi içerebilir. Bununla birlikte, değerlendirme tek bir güzergahla veya bir güzergah üzerindeki iki durakla sınırlı olabilir. Ayrıca, tek bir LOS göstergesini belirleyip bir sisteme, tek bir güzergaha veya iki durağa uygulamak da mümkündür. Belirli bir özelliği değerlendirmek için yalnızca bir LOS göstergesi kullanıldığında, her bir gösterge için önerilen A'dan F'ye kadar olan LOS değerleri yeterlidir. Ancak, bu göstergelerin tümünü verimli bir şekilde kullanmak için faktörlerin birleştirilmesi gerekir.

Öncelikle, şu şekilde 5 puanlık bir ölçek önerilmektedir:

- LOS A = 5 puan
- LOS B = 4 puan
- LOS C = 3 puan
- LOS D = 2 puan
- LOS E = 1 puan
- LOS F = 0 puan

Daha sonra, tüm hizmet özelliklerinin eşit derecede önemli olmadığı göz önünde bulundurularak, önerilen değerler için bu göstergelerin göreceli öneminin belirlenmesi gerekir. Araştırmalar ve anketler, toplu taşıma kullanıcılarının en çok aşağıdaki beş hizmet özelliğine önem verdiğini göstermiştir:

- Sık otobüs seferleri (özellikle sabah ve akşam yoğun saatlerde),
- Güvenilir otobüs hizmeti,
- Otobüste her zaman oturacak yer bulabilmek,
- Otobüs içindeki sıcaklığın (hem yaz hem de kış) konforlu olması,
- Daha hızlı otobüs hizmeti.

Kullanıcı tercihleri temel alınarak geliştirilen puanlama sistemi Çizelge 2.18'de sunulmuştur. Hizmet sıklığı, güvenilirlik ve yolcu yoğunluğu en yüksek (15 puan) olarak değerlendirilmiştir. Ardından seyahat süresi, sıcaklık, erişilebilirlik ve hizmetin doğrudanlığı (10 puan) gelir. Gecikme, hızlanma ve gürültü ise en düşük (5 puan)

puanla değerlendirilmiştir, çünkü bu üç faktör kullanıcılar tarafından sorun yaşanması daha düşük olasılıklı alanlar olarak algılanmaktadır.

Çizelge 2.18 : Toplu taşıma hizmet seviyesi göstergeleri için ağırlıklandırma sistemi (Bullard ve Christiansen, 1981).

LOS Göstergeleri	Ağırlık
1- Erişilebilirlik	10
2- Seyahat Süresi	10
3- Hizmet Doğruluğu	10
4- Gecikme	5
5- Hizmet Sıklığı	15
6- Güvenilirlik	15
7- Yolcu Yoğunluğu	15
8- Yolcu Konforu	
A) İvme	5
B) Sıcaklık	10
C) Gürültü	5

Toplu taşıma güzergahı için genel hizmet seviyesi (LOS) derecelendirmesini belirlemek amacıyla, her gösterge için puanlar önce ağırlık kredileri ile çarpılır. Daha sonra, elde edilen sonuçlar toplanır ve bu toplam 100'e (toplam ağırlık kredisi) bölünür. Nihai sonuç, 1 ile 5 arasında bir sayı olacak ve bu sayı, A'dan F'ye kadar bir hizmet seviyesi ile eşleşecektir. Bu genel LOS derecelendirmesini belirleme prosedürü, Çizelge 2.19'da gösterilmektedir.

Çizelge 2.19 : Tek bir toplu taşıma rotası için LOS derecelendirmesinin belirlenmesine yönelik prosedür (Bullard ve Christiansen, 1981).

Gösterge	LOS Derecesi	Derece Puanı	Göstergenin Ağırlığı	Toplam Puan
Erişilebilirlik	B	4	x 10	40
Seyahat Süresi	C	3	x 10	30
Hizmet Doğruluğu	B	4	x 10	40
Gecikme	A	5	x 5	25
Hizmet Sıklığı	B	4	x 15	60
Güvenilirlik	C	3	x 15	45
Yolcu Yoğunluğu	A	5	x 15	75
İvme	A	5	x 5	25
Sıcaklık	B	4	x 10	40
Gürültü	A	5	x 5	25

Tüm bir toplu taşıma sistemi için genel bir LOS derecelendirmesi belirlemek için prosedür, temel olarak tek bir güzergah için olanla aynıdır. Tek fark, her bir göstergeye, tüm sistemin (tek bir güzergah yerine) her kategoride nasıl performans gösterdiğine bağlı olarak A'dan F'ye kadar bir LOS değeri atanmasıdır. Bu yaklaşım, toplu taşıma sisteminin genel performansını kapsamlı bir şekilde değerlendirmeyi sağlar ve yöneticilere, sistemin hangi alanlarda iyileştirilmesi gerektiği konusunda net bir rehber sunar.

Toplu taşıma hizmet seviyesini belirlerken kullanılan çeşitli ölçütler, hizmet seviyesinin kapsamlı bir değerlendirmesini sağlamaktadır. Bu ölçütler, toplu taşıma sistemlerinin etkinliğini, güvenilirliğini ve kullanıcı memnuniyetini artırmak için önemli bir temel oluşturmaktadır.

Seyahat süresi, toplu taşıma araçlarının bir noktadan diğerine ulaşma süresi olarak, kullanıcı memnuniyetini doğrudan etkilemektedir. Daha kısa seyahat süreleri, toplu taşımanın tercih edilme olasılığını artırarak hizmet seviyesini yükseltmektedir. Örneğin Higgins ve Ryan (1983) çalışmalarında, yolculuk süresi ve bekleme süresi gibi zaman ölçütlerinin toplu taşıma hizmetinin hızını ve etkinliğini değerlendirmede kritik rol oynadığı vurgulanmıştır. Botzow (1974) ise ortalama hızın önemine dikkat çekmiş ve 100 km/saat üzerinde bir ortalama hıza sahip sistemlerin en yüksek hizmet seviyesi olan A seviyesinde değerlendirildiğini belirtmiştir.

Bekleme süresi, toplu taşıma hizmet seviyesini belirlemede kritik bir başka faktördür. Yolcuların duraklarda veya istasyonlarda bekleme süresi ne kadar kısa olursa, hizmet seviyesi o kadar yüksek kabul edilmektedir. Sıklıkla yapılan seferler ve kısa bekleme süreleri, toplu taşımayı daha erişilebilir ve kullanıcı dostu hale getirmektedir. Bu da yolcu memnuniyetini artırmaktadır ve toplu taşımanın daha geniş kitleler tarafından kullanılmasını sağlamaktadır. Wong ve diğ. (2017) Hong Kong'da yaşlı kullanıcılar üzerine yaptıkları çalışmada, bekleme süresinin kısa olmasının hizmet seviyesini artırdığı ve memnuniyeti yükselttiği tespit edilmiştir. Bian ve diğ. (2012) ise dakikliğin, toplu taşıma araçlarının zamanında çalışmasını ölçtüğünü ve yüksek dakikliğin, toplu taşıma hizmetlerinin güvenilirliğini artırarak kullanıcıların bekleme süresini azalttığını belirtmişlerdir.

Konfor, toplu taşıma hizmet seviyesini belirleyen önemli bir ölçüttür. Araç içi oturma düzeni, klima ve havalandırma sistemlerinin etkinliği, yolcuların fiziksel rahatlığını

doğrudan etkilemektedir. Yüksek konfor düzeyi, kullanıcıların toplu taşıma araçlarını tercih etme oranını artırmaktadır. Grujić ve diğ. (2014) Belgrad'da yaptığı çalışmada, kullanıcıların araç içi temizlik ve havalandırma sistemlerinden memnuniyet seviyelerinin düşük olduğu, ancak bu unsurların onlar için yüksek öneme sahip olduğu belirlenmiştir. Das ve Pandit (2013) ise kullanıcı memnuniyeti açısından konforun önemini vurgulamış ve temizlik, oturma düzeni ve iklimlendirme sistemlerinin kullanıcı algısını nasıl etkilediğini incelemiştir.

Güvenlik unsurları, toplu taşıma hizmet seviyesinin değerlendirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Hem araç içi hem de çevresel güvenlik önlemleri, yolcuların kendilerini güvende hissetmelerini sağlamaktadır. Kaza oranları, güvenlik algısını etkileyen önemli bir göstergedir. Düşük kaza oranları ve yüksek güvenlik standartları, toplu taşıma sistemlerinin güvenilirliğini artırmaktadır ve kullanıcı memnuniyetini yükseltmektedir. Yang ve diğ. (2000) çalışmasında, toplu taşıma sistemlerinin güvenliğini artırmak için kaza oranlarının dikkatlice izlenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca Zhou ve diğ. (2016) Beijing'de yaptıkları çalışmada, toplu taşıma sistemlerindeki güvenlik önlemlerinin kullanıcı algısını olumlu yönde etkilediğini ve güvenlik seviyesinin yükseltilmesinin hizmet seviyesini artırdığını belirtmişlerdir.

Erişilebilirlik ve kolaylık da toplu taşıma hizmet seviyesini belirleyen önemli faktörlerdir. Kolaylık kriteri, yolcuların toplu taşıma araçlarına erişimlerini ve aktarma süreçlerini ne kadar rahat gerçekleştirebildiklerini ölçen göstergeleri içermektedir. Bian ve diğ. (2012) çalışmasında, yolcu kapsama oranının, bir toplu taşıma istasyonuna 5 dakikalık yürüme mesafesinde bulunan nüfusun toplam şehir nüfusuna oranını ifade ettiğini ve bu oranın toplu taşıma sisteminin kapsama alanını ve erişilebilirliğini gösterdiğini belirtmişlerdir. Palonen ve Viri (2019), niteliksel özellikler arasında yolculuk konforu, kullanım kolaylığı ve güvenlik hissi gibi doğrudan ölçülemeyen ancak yolcu deneyimleriyle değerlendirilebilen faktörleri kapsadığını belirtmişlerdir. Niceliksel özellikler ise frekans, çalışma süresi, seyahat süresi ve durağa yürüme mesafesi gibi doğrudan ölçülebilen faktörleri içermektedir.

Maliyet de toplu taşıma hizmet seviyesini belirleyen önemli bir ölçüttür. Toplu taşıma kullanma ücreti, kullanıcıların toplu taşıma hizmetlerinden ne kadar memnun kalacaklarını etkileyen kritik bir faktördür. Birago ve diğ. (2017) tarafından Accra, Gana'daki Metro Mass Transit hizmetleri üzerine yapılan çalışmada, sık kullanıcıların

hizmetlerden genel olarak memnun oldukları, ancak ara sıra kullanıcıların fiyatı uygun buldukları, zamanlama ve kalabalıklık sorunları yaşadıkları belirlenmiştir. Kullanıcı olmayanlar ise hizmetleri genellikle güvensiz ve kalabalık olarak algılamışlardır. Bu bulgular, toplu taşıma hizmetlerinin maliyetinin, kullanıcıların hizmet seviyesi algısını nasıl etkilediğini göstermektedir.

Sonuç olarak, toplu taşıma hizmet seviyesini belirlerken kullanılan ölçütler arasında seyahat süresi, ortalama hız, bekleme süresi, konfor, güvenlik, erişilebilirlik, kolaylık ve maliyet gibi faktörler bulunmaktadır. Bu ölçütler, toplu taşıma hizmetlerinin kullanıcı dostu, güvenilir ve konforlu hale getirilmesi için temel bir rehber niteliğindedir. Her bir ölçüt, toplu taşıma sistemlerinin etkinliğini ve kullanıcı memnuniyetini artırmak için kritik öneme sahiptir ve çeşitli araştırmalar bu ölçütlerin önemini vurgulamaktadır.

Toplu taşıma hizmet seviyesini belirlemek için kullanılan çeşitli metotlar, kullanıcı memnuniyeti, operasyonel verimlilik ve hizmet seviyesini ölçmeye yönelik farklı yaklaşımlar içermektedir. Bu metotlar arasında SERVQUAL modeli, Önem-Performans Analizi (IPA), kullanıcı algısına dayalı değerlendirme, gizli müşteri araştırması ve direkt performans ölçümü gibi yöntemler bulunmaktadır. Her bir metot, toplu taşıma hizmetlerinin belirli yönlerini değerlendirerek, hizmet seviyesinin nasıl iyileştirilebileceğine dair önemli bilgiler sunar ve toplu taşıma yöneticilerine rehberlik etmektedir.

SERVQUAL modeli, hizmet kalitesini değerlendirmek için beş boyutta kullanılan bir yöntemdir: fiziki özellikler, güvenilirlik, heveslilik, erişilebilirlik ve empati. Bu model, kullanıcıların hizmetten beklentileri ile algıladıkları hizmet arasındaki farkı ölçerek hizmet kalitesindeki boşlukları ortaya koyar. Hatipoğlu ve Keskin (2021) tarafından Ankara EGO otobüs sisteminin hizmet seviyesini değerlendirmek amacıyla SERVQUAL modeli temel alınarak bir araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada, dört boyut ve yirmi önermeden oluşan bir anket uygulanmış ve anket sonuçları ışığında hizmet kalitesindeki boşluklar hesaplanmıştır.

Araştırmada kullanılan anketler üç bölümden oluşmaktadır. Bölüm A'da, katılımcıların demografik bilgileri ve EGO otobüslerini kullanma alışkanlıkları sorgulanmıştır. Cinsiyet, yaş, eğitim durumu, aylık gelir, otobüs kullanım sıklığı ve sorun yaşama durumu gibi veriler bu bölümde toplanmıştır. Bölüm B ve C ise

SERVQUAL modeline dayalı olarak kullanıcıların hizmet beklentileri ve algılarını değerlendiren ölçekler içermektedir. Bu ölçeklerde, fiziksel özellikler boyutunda "Otobüslerin içi hijyenik ve temiz olmalıdır" gibi önermeler yer alırken, güvenilirlik boyutunda "Otobüsler durağa zamanında gelmelidir" gibi önermeler bulunmaktadır.

Araştırmada veri toplama, 16 yaşından büyük ve son bir ay içinde EGO otobüslerini en az iki kez kullanmış olan yolcular arasında gerçekleştirilmiştir. Toplanan verilerin geçerlilik ve güvenilirliği doğrulayıcı faktör analizi (CFA) ve Cronbach's Alpha katsayısı ile test edilmiştir. Beklenti ölçeği için Cronbach's Alpha değeri 0,969, algı ölçeği için ise 0,954 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, ölçeklerin yüksek güvenilirliğini göstermektedir.

Servqual skorları, algılanan hizmet (A) ile beklenen hizmet (B) arasındaki fark olarak formüle edilmiştir. Ortalama skorlar incelendiğinde, en büyük kalite boşluğunun -1,938 ile "Duraklarda otobüs bekleme süresi az olacak şekilde sık sık sefer yapılmalıdır" önermesinde olduğu, en düşük kalite boşluğunun ise -1,152 ile "Otobüslerin dışı temiz ve bakımlı olmalıdır" önermesinde olduğu tespit edilmiştir. Fiziksel özellikler boyutunda beklenti ortalaması 4,494, algı ortalaması 2,895 ve kalite boşluğu -1,599 olarak bulunurken; güvenilirlik boyutunda beklenti ortalaması 4,428, algı ortalaması 2,820 ve kalite boşluğu -1,608 olarak hesaplanmıştır.

Analiz sonuçları, kullanıcıların tüm boyutlarda hizmet kalitesini olumsuz değerlendirdiğini göstermiştir. Quadrant analizi, otobüslerin iç hijyeni, koltuk temizliği ve havalandırma sistemlerinin iyileştirilmesi gibi alanların öncelikli olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymuştur. Çalışma sonuçları, kullanıcı memnuniyetini artırmak için EGO otobüs sisteminde yapılması gereken iyileştirme alanlarını somut bir şekilde belirlemiştir.

Önem-Performans Analizi (IPA), hizmet seviyesini belirli unsurlar üzerinden değerlendirerek bu unsurların kullanıcılar için önemini ve memnuniyet seviyesini ölçer. Grujić ve diğ. (2014) Belgrad'daki kamu ulaşım sistemi üzerine yaptığı çalışmada IPA metodunu kullanarak, kullanıcıların düşük memnuniyet bildirdiği ancak yüksek öneme sahip unsurlar tespit edilmiştir. Bu analiz, hizmet seviyesini iyileştirmek için hangi unsurların öncelikli olarak ele alınması gerektiğini belirlemede etkilidir.

IPA matrisinde dört kuadrant bulunur:

İyi İşler (QI): Hem yüksek önem hem de yüksek performansa sahip unsurlar.

Olası Aşırılık (QII): Yüksek performans, ancak düşük önem taşıyan unsurlar.

Düşük Öncelik (QIII): Hem düşük önem hem de düşük performansa sahip unsurlar.

Buraya Odaklan (QIV): Yüksek önem, ancak düşük performans gösteren unsurlar.

Bu kuadrantlar, hizmet seviyesini geliştirme çalışmalarında hangi unsurların öncelikli olarak ele alınması gerektiğini netleştirir.

Grujičić ve diğ. (2014) Belgrad'da 463 kullanıcı ile yaptıkları anketle 24 hizmet seviyesi unsurunu belirlemişlerdir. Katılımcılardan her bir unsurun önemini (I) ve memnuniyet seviyesini (S) 1'den 5'e kadar bir ölçekle puanlamaları istenmiştir. Örneğin, "Araç İçi Temizlik" unsuru için ortalama memnuniyet puanı 2,47, önem puanı ise 4,32 olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde, "Araç İçi Havalandırma" unsuru memnuniyet puanı 2,53 ve önem puanı 4,34 ile dikkat çekmiştir. Bu iki unsur, kullanıcılar için yüksek öneme sahip olmalarına karşın düşük memnuniyet seviyesine sahip alanlar arasında yer almıştır.

Çalışmada, "Araç İçi Temizlik", "Araç İçi Havalandırma" ve "Bilet Fiyatları" gibi unsurlar QIV kuadrantında yer almış ve iyileştirilmesi gereken öncelikli alanlar olarak belirlenmiştir. Özellikle "Araç İçi Havalandırma", yaz aylarında yapılan anketlerde düşük memnuniyet seviyesine sahip olmasıyla öne çıkmıştır. Çalışmada ayrıca bilet fiyatlarının, ekonomik koşulların da etkisiyle, kullanıcılar arasında en çok şikayet edilen unsurlardan biri olduğu tespit edilmiştir.

Grujičić ve diğ. (2014), IPA analizine güven aralıkları ekleyerek sonuçların doğruluğunu artırmış ve hata payını azaltmayı başarmıştır. Sonuçlar, sınırlı kaynaklarla maksimum fayda sağlamayı hedefleyen karar alıcılar için etkili bir yol haritası sunmaktadır. Özellikle düşük memnuniyet ve yüksek öneme sahip alanlara odaklanılması, hem kullanıcı memnuniyetini artıracak hem de potansiyel kullanıcıların toplu taşıma sistemine çekilmesine katkıda bulunacaktır.

Kullanıcı algısına dayalı olarak toplu taşıma hizmetlerinin değerlendirilmesi, hizmet kalitesini artırmak ve kullanıcı memnuniyetini optimize etmek için önemlidir. Das ve Pandit (2015), ardışık aralık yöntemi kullanarak toplu taşıma hizmetlerinin hizmet seviyelerini kullanıcı algısına göre ölçeklendirmiştir. Bu yöntemde, algılanan hizmet seviyeleri, kullanıcıların memnuniyet düzeylerini ifade ettiği kategorik bir ölçekten,

daha hassas bir şekilde analiz edilebilecek aralıklı bir ölçeğe dönüştürülmüştür. Araştırma, hizmet seviyelerinin kullanıcı algısındaki farklılıkları anlamak için bekleme süresi, otobüs duraklarına erişim mesafesi ve otobüslerin zamanında hareket performansı gibi niteliklere odaklanmıştır.

Sonuçlar, kullanıcıların algılarının, hizmet sağlayıcıların uzman görüşlerine dayalı belirlediği standartlardan farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, kullanıcılar kalabalık seviyesi veya bekleme süresi gibi hizmet koşullarına karşı daha yüksek bir tolerans göstermektedir. Das ve Pandit'in çalışması, hizmet seviyelerini belirlerken kullanıcı algısını dikkate almanın, toplu taşıma hizmetlerini iyileştirmek ve kullanıcı memnuniyetini artırmak için etkili bir yaklaşım olduğunu göstermektedir.

Gizli Müşteri Araştırması (GMA) ve Direkt Performans Ölçümü (DPÖ), toplu taşıma hizmet seviyesini değerlendirmek için kullanılan iki temel yöntemdir. GMA, hizmetlerin gizli müşteriler tarafından deneyimlenmesini ve raporlanmasını sağlarken, DPÖ hizmet sağlayıcıların operasyonel kayıtları veya gözlemleri aracılığıyla hizmet performansını ölçer. Üvenç ve Kulluk (2020), Kayseri Ulaşım A.Ş.'nin T1 hattındaki hafif raylı sistem hizmetlerini EN 13816 ve NF 281 standartlarına dayanarak değerlendirmiştir.

Çalışmada, hizmet kalitesi 26 zorunlu kriter ve birkaç özel kriter ile ölçülmüştür. Örneğin, "Kaçak geçişlerle mücadele" özel kriter, "Makinistin tutum ve davranışları" ise tamamlayıcı kriter olarak değerlendirilmiştir. Kriterlerin performansı, EN 13816 standartlarına uygun olarak belirlenen kabul edilemezlik eşiği (KEE) ve gerekli hizmet seviyesi (GHD) gibi parametrelerle ölçülmüştür.

Performans ölçüm yöntemleri arasında mutlak başarı yöntemi (MBY) ve puanlandırma yöntemi (PY) yer almaktadır. MBY'de tüm şartlar karşılanıyorsa hizmet seviyesi başarılı kabul edilirken, PY yöntemi ile her bir şart puanlanarak genel bir değerlendirme yapılmaktadır. İlk üç aylık performans ölçümünde, "İstasyonlarda bilgilendirme" kriterinde %51, "Dinamik bilgilendirme ekranları" kriterinde ise %88 oranında iyileşme sağlanmıştır. Bu çalışma, toplu taşıma hizmetlerinde kalite iyileştirme sürecine rehberlik edecek bir model sunmaktadır. Elde edilen bulgular, hizmet kalitesinin sürekli izlenmesi ve geliştirilmesi için etkili bir temel oluşturmuştur.

Higgins ve Ryan (1983), toplu taşıma sistemlerinde hizmet seviyesi (LOS) kavramını değerlendirmiş ve bu ölçütün yalnızca operasyonel verilerle sınırlı kalmaması gerektiğini vurgulamıştır. Çalışma, kullanıcı ihtiyaçlarını ve toplumsal hedefleri göz önüne alarak, LOS ölçütlerinin daha kapsayıcı bir şekilde ele alınması gerektiğini önermiştir.

Araştırma, hizmet seviyesinin sadece frekans, zamanlama ve doluluk gibi ölçütlerle değil, aynı zamanda güvenilirlik, erişilebilirlik ve konfor gibi faktörlerle değerlendirilmesini savunmuştur. Kullanıcı gruplarının farklı ihtiyaçlarını anlamak için pazar segmentasyonu tekniklerinin önemine dikkat çekilmiş ve düşük gelir grupları veya yaşlı bireyler gibi farklı kullanıcıların önceliklerinin analiz edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Sonuç olarak, çalışma, toplu taşıma hizmetlerinin değerlendirilmesinde daha kullanıcı odaklı bir yaklaşım benimsenmesi gerektiğini ve bu ölçütlerin farklı kullanıcı gruplarına uyarlanabilir olmasının önemini vurgulamıştır. Bu, toplu taşıma planlamasında kullanıcı memnuniyetini artıracak bir yol haritası sunmaktadır.

Yang ve diğ. (2000), şehir içi ulaşım ağlarının kapasitesini ve hizmet seviyesini belirlemek amacıyla çift düzeyli bir optimizasyon modeli geliştirmiştir. Model, ulaşım planlamacılarına ve politika belirleyicilere şehirlerin büyüme kontrolü ve ulaşım sistemlerinin iyileştirilmesi konusunda rehberlik sağlamayı amaçlamaktadır.

Modelin alt düzeyinde, kullanıcıların mevcut yol ağını kullanarak seyahat sürelerini minimize etmeye çalıştığı bir denge modeli yer almaktadır. Bu model, kullanıcıların güzergah seçimlerini dikkate alarak trafik akışlarının dengeli bir şekilde dağılımını sağlar. Üst düzeyde ise ağın toplam kapasitesini aşmadan her orijinden maksimum seyahat üretimini belirlemek hedeflenmiştir. Bu düzeyde, orijin-destinasyon (O-D) matrisinin en büyük bileşenleri belirlenerek ağın taşıma kapasitesi optimize edilmektedir.

Çalışma, trafik yoğunluğu, akış/kapasite oranı ve kuyruk uzunluğu gibi ölçütler kullanılarak ulaşım ağlarının performansını değerlendirmiştir. Ayrıca, kullanıcı geri bildirimleri ile operasyonel veriler birleştirilerek daha kapsamlı bir analiz gerçekleştirilmiştir. Alt düzey model, kullanıcıların yol tercihlerini ve güzergah seçimlerini optimize ederek seyahat sürelerini minimize eden bir denge durumu

sunarken, üst düzey model, ağın toplam kapasitesini maksimize eden bir optimizasyon yaklaşımı sunar.

Yang ve diğ. (2000) bu çalışması, ulaşım sistemlerinin kapasitesini değerlendirmenin yanı sıra, artan talep durumunda kapasite artırımı veya farklı stratejilerle ağ performansının nasıl iyileştirileceği konusuna da ışık tutmaktadır. Bu model, şehir içi ulaşım ağlarının sürdürülebilir ve etkin bir şekilde yönetilmesi için güçlü bir araç sağlamaktadır.

Pullen (1993), toplu taşıma hizmetlerinin etkinliğini ve düzenliliğini değerlendirmek amacıyla ortalama bekleme süresi (AWT) ve fazla bekleme süresi (EWT) gibi teknik ölçümleri kullanmıştır. Londra Ulaşım İdaresi tarafından geliştirilen bu ölçümler, özellikle otobüs hizmetlerinin performansını izlemek ve kullanıcı deneyimini analiz etmek için tasarlanmıştır. AWT, yolcuların otobüs duraklarında ortalama bekleme sürelerini ölçerken, EWT planlanan ve gerçek bekleme süreleri arasındaki farkı belirleyerek hizmetin düzenliliğini değerlendirmektedir.

Pullen (1993) ayrıca, toplu taşıma hizmetlerinin hız, konfor, güvenilirlik ve çevresel faktörler gibi özelliklere göre değerlendirildiği LOTS (Level of Transport Service) metodunu geliştirmiştir. Bu yöntem, her bir özelliğe ağırlık verilerek genel bir LOTS skoru hesaplar. Örneğin, Bay Area Rapid Transit (BART) sistemi üzerinde yapılan bir çalışmada, hız, havalandırma, sıcaklık ve gürültü gibi faktörler değerlendirilmiş ve sistemin LOTS skoru 81 olarak belirlenmiştir. Bu, iyi bir performansa işaret etmektedir.

LOTS metodu, toplu taşıma modlarının karşılaştırılmasına ve hizmet iyileştirme alanlarının belirlenmesine olanak sağlar. Pullen'in (1993) çalışması, toplu taşıma sistemlerinin performans standartlarının sürekli izlenmesi ve iyileştirilmesi için güçlü bir temel sunmaktadır. Özellikle, kullanıcı memnuniyetini artırmaya yönelik stratejiler geliştirmek için çeşitli metriklerin entegre bir şekilde kullanılmasını önermektedir.

Wang ve diğ. (2022), toplu taşıma hizmet seviyesini daha doğru ve ayrıntılı bir şekilde değerlendirmek amacıyla ortalama değer (A) ve varyasyon katsayısı (C) gibi parametreler kullanan yeni bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntem, hizmet seviyesinin zamansal ve mekânsal dağılımını dikkate alarak toplu taşıma sistemlerinin performansını analiz etmeyi hedeflemektedir.

Ortalama değer (A), belirli bir zaman diliminde toplu taşıma sistemindeki genel hizmet seviyesini yansıtırken, varyasyon katsayısı (C) bu hizmet seviyesinin ne kadar dengesiz olduğunu gösterir. Ortalama değer Denklem 2.4 ile hesaplanır:

$$A_{l,f}^i = \frac{\sum_{s=1}^{s_l-1} \sum_{k=1}^{k_{l,f,s}^i} \gamma_{l,f,s,k}^i}{\sum_{s=1}^{s_l-1} k_{l,f,s}^i} \quad (2.4)$$

Bu denklemde, $A_{l,f}^i$ i . zaman diliminde l . hattın f yönündeki ortalama doluluk oranıdır, $\gamma_{l,f,s,k}^i$ s ve $s+1$ istasyonları arasındaki k . trenin doluluk oranını ifade eder, $k_{l,f,s}^i$ belirli bir zaman diliminde iki istasyon arasındaki tren sayısını gösterir.

Varyasyon katsayısı ise, hizmet seviyesinin ortalamadan sapmasını ifade eder ve Denklem 2.5 ile hesaplanır:

$$C_{l,f}^i = \sqrt{\frac{\sum_{s=1}^{s_l-1} \sum_{k=1}^{k_{l,f,s}^i} (\gamma_{l,f,s,k}^i - A_{l,f}^i)^2}{\sum_{s=1}^{s_l-1} k_{l,f,s}^i}} \times \frac{1}{A_{l,f}^i} \quad (2.5)$$

Bu denklemde, $C_{l,f}^i$ varyasyon katsayısını temsil eder ve bu katsayı, doluluk oranındaki sapmaları analiz ederek hizmet düzeyindeki dalgalanmaları belirlemektedir.

Wang ve diğ. (2022), bu iki parametreyi birlikte kullanarak, toplu taşıma hizmet seviyesini belirlemede daha kapsamlı bir değerlendirme sunmuşlardır. Hizmet seviyelerini sınıflandırmak için, ortalama değer ve varyasyon katsayısı arasındaki ilişkiyi dikkate alan eşik fonksiyonu Denklem 2.6'da gösterilmiştir:

$$Scale(PTS\ LOS) = \Omega(A, C) \quad (2.6)$$

Örneğin, bir hattın hizmet seviyesinin en düşük kategori olan IV. seviyede sınıflandırılması için Denklem 2.7'de verilen koşulun sağlanması gerekmektedir:

$$C + 1,6 \times A \geq 1,28 \quad (2.7)$$

Pekin metrosu üzerinde yapılan uygulamada, ortalama değer ve varyasyon katsayısı, farklı hatlarda ve zaman dilimlerinde yolculuk süreleri ile doluluk oranlarının toplanması yoluyla hesaplanmıştır. Bu yaklaşım, geleneksel yöntemlerin yalnızca ortalama değer kullanmasına kıyasla, toplu taşıma hizmetlerinin zamansal ve mekânsal dinamiklerini daha ayrıntılı bir şekilde analiz etmeyi mümkün kılmıştır. Çalışma, hizmet düzeyinin iyileştirilmesi gereken alanları belirlemede daha hassas bir araç sunarak toplu taşıma planlamasında önemli bir katkı sağlamıştır.

Botzow (1974), kullanıcı algıları ile fiziksel performans ölçütlerinin bir arada değerlendirilmesinin önemini vurgulamış ve bu yaklaşımla hizmet seviyesinin daha bütüncül bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanımıştır. Bu metod, toplu taşıma sistemlerinin etkinliğini artırmak ve kullanıcı memnuniyetini sağlamak için önemli bir araçtır.

Hizmet seviyesinin belirlenmesi, toplu taşıma sistemlerinin çeşitli hizmet karakteristiklerine dayalı olarak değerlendirildiği karmaşık bir süreçtir. Bu değerlendirme sürecinde hız, yoğunluk, ivme, sıcaklık, havalandırma, gürültü gibi çeşitli faktörler dikkate alınır ve her bir faktör için belirli sayısal değerler ve sınıflandırmalar kullanılır. Hizmet seviyeleri, A'dan F'ye kadar çeşitli seviyelerde sınıflandırılır ve bu seviyeler, kullanıcıların hizmet seviyesini nasıl algıladığını yansıtır.

Çizelge 2.20, her bir hizmet karakteristiği için belirlenen kriterlere göre hangi seviyenin (A'dan F'ye kadar) elde edileceğini tanımlar. Örneğin, hız, gecikme, alan, ivme, sıcaklık, havalandırma ve gürültü gibi faktörler belirli aralıklarda ölçülür ve bu ölçümler sonucunda bir hizmet seviyesi atanır.

Çizelge 2.20 : Toplu taşıma hizmet seviyesi değerleri (Botzow, 1974).

Karakteristik	A Seviyesi	B Seviyesi	C Seviyesi	D Seviyesi	E Seviyesi	F Seviyesi
Ayarlanmış Hız (km/s)	>96	56-96	40-56	24-40	10-24	0-10
Gecikme (dakika)	0	0-1	1-2	2-4	4-8	>8
Alan (m ² /yolcu)	>1,2 m ²	0,93-1,2	0,65-0,93	0,28-0,65	0,19-0,28	<0,19
Yatay İvme (m/s ²)	<0,3	0,3-0,6	0,6-0,9	0,9-1,1	1,1-1,2	>1,2
Dikey İvme (m/s ²)	<0,45	0,45-0,9	0,9-1,4	1,4-1,6	1,6-1,8	>1,8
Sarsıntı (m/s ³)	<0,3	0,3-0,6	0,6-0,9	0,9-1,4	1,4-1,8	>1,8
Sıcaklık (°C)	22-24	20-25,5	18-26,5	14-29	10-32	<10 veya >32
Havalandırma (m ³ /dk/yolcu)	>0,99	0,85-0,99	0,71-0,85	0,57-0,71	0,43-0,57	<0,43
Gürültü (dB)	<60	60-75	75-85	85-90	90-95	>95

Çizelge 2.21 ise bu hizmet seviyelerinin puanlamasını yapar. Her bir karakteristik için hizmet seviyesi A en yüksek puanı alırken (örneğin hız için 30 puan), F seviyesi en düşük puanı alır (örneğin hız için 0 puan). Bu puanlama sistemi, farklı karakteristiklerin toplam puanlarına göre bir toplu taşıma sisteminin genel hizmet seviyesini belirler.

Çizelge 2.21 : Her hizmet seviyesine ulaşmak için puanlar (Botzow, 1974).

Karakteristik	A	B	C	D	E	F
Ayarlanmış Hız	30	24	18	12	6	0
Gecikme	10	8	6	4	2	0
Alan	25	20	15	10	5	0
İvme ve Sarsıntı	10	8	6	4	2	0
Sıcaklık	15	12	9	6	3	0
Havalandırma	5	4	3	2	1	0
Gürültü	5	4	3	2	1	0
Toplam	100	80	60	40	20	0
Aralık	100-90	90-70	70-50	50-30	30-10	10-0

Bu şekilde, toplu taşıma sistemlerinin farklı yönleri değerlendirilerek, kullanıcılar için sağlanan hizmetin seviyesi niceliksel olarak belirlenir. Bu değerlendirme hem mevcut sistemlerin iyileştirilmesi hem de yeni sistemlerin planlanması için kritik bir rol oynar.

Garrido ve Ortúzar (1994), Santiago’da toplu taşıma hizmet seviyesini belirlemek için kullanıcı algılarına dayalı bir yöntem geliştirmiştir. Çalışmada, toplu taşıma sisteminin hizmet seviyesi; seyahat maliyeti, şoför görünümü ve davranışı, kaza riski, bekleme süresi, oturarak seyahat etme imkânı, araç içi seyahat süresi, araç doluluğu ve konfor gibi değişkenler üzerinden değerlendirilmiştir. Bu değişkenlerin kullanıcılar tarafından algılanan önemi ve mevcut performansı dikkate alınarak hizmet seviyesi hesaplanmıştır.

Yöntem, bireylerin farklı hizmet özelliklerini nasıl değerlendirdiğini anlamak için ikili karşılaştırma matrisleri kullanmıştır. İkili karşılaştırma, bir değişkenin diğerine göre tercih edilme olasılığını ifade eden bir matris oluşturur. Kullanıcıların tercihleri doğrultusunda oluşturulan bu matrisler doğrusal programlama yöntemleriyle optimize edilmiştir. Böylece, her bir değişkenin göreceli ağırlıkları belirlenmiştir.

Santiago'daki toplu taşıma kullanıcıları üzerinde yapılan çalışmada, belirli kullanıcı gruplarının hizmet seviyesi değişkenlerine verdiği ağırlıklar hesaplanmıştır. Örneğin, öğrenciler için seyahat maliyeti en yüksek öneme sahip değişken olarak belirlenmiş (100 birim), diğer değişkenler ise bu temele göre ağırlıklandırılmıştır:

- Seyahat Maliyeti: 100,0
- Şoför Görünümü ve Davranışı: 33,0
- Otobüs Doluluğu: 35,0
- Araç Konforu: 28,7
- Seyahat Süresi: 70,6
- Bekleme Süresi: 58,7
- Kaza Riski: 32,2

Bu analiz, toplu taşıma kullanıcılarının farklı gruplarında hizmet kalitesinin hangi unsurlarının iyileştirilmesi gerektiğini belirlemede etkili olmuştur. Örneğin, düşük gelir gruplarındaki kullanıcılar için seyahat maliyeti birinci öncelikli iyileştirme alanı olarak öne çıkarken, konfor ve güvenlik daha az önemsenmiştir. Bunun aksine, yoğun saatlerde seyahat eden kullanıcılar, araç konforu ve güvenliği öncelikli değişkenler olarak değerlendirmiştir.

Garrido ve Ortúzar'ın (1994) yöntemi, toplu taşıma sistemlerinin kullanıcı memnuniyetini artırmaya yönelik stratejiler geliştirmek için kapsamlı bir araç sunmaktadır. Özellikle farklı kullanıcı gruplarının ihtiyaçlarını dikkate alarak iyileştirme yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Palonen ve Viri (2019), toplu taşıma hizmet seviyesini açık veri kullanarak karşılaştırmalı bir şekilde değerlendirmek için basit ve uygulanabilir bir yöntem geliştirmiştir. Bu çalışma, şehirlerin belirli alanlarında ulaşılabilir nüfusu analiz ederek toplu taşıma sistemlerinin erişim performansını karşılaştırmayı amaçlamıştır. Yöntem, bir toplu taşıma durağına kabul edilebilir yürüyüş mesafesi içinde olan nüfusun oranını belirlemek için coğrafi bilgi sistemleri (GIS) ve GTFS (General Transit Feed Specification) verilerinden yararlanmıştır.

Yöntemde, önce nüfus verileri ile yerleşim bölgeleri birleştirilmiş, ardından farklı sıklık sınıflarına göre otobüs ve raylı sistem duraklarının erişim alanları haritalanmıştır. Çalışma, durakların erişim mesafesi olarak 400 metreyi temel almıştır. Örneğin, Helsinki'de nüfusun %35'inin 5 dakikadan kısa sıklıkta çalışan toplu taşıma hatlarına erişimi varken, Manchester'da bu oran %10'a düşmektedir. Bu analiz, daha

yüksek sıklığa sahip hizmetlerin şehirlerin büyük bir bölümünde daha fazla nüfusa ulaştığını ortaya koymuştur.

Çalışmada, şehirlerin hizmet seviyelerini daha etkili bir şekilde karşılaştırabilmek için ortak tanımların ve sınırların kullanılması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca, toplu taşıma hizmetinin yalnızca nüfus erişimine değil, iş yerlerine ve kamu hizmetlerine erişime de odaklanması gerektiği belirtilmiştir. Palonen ve Viri'nin (2019) yöntemi, hızlı ve standartlaştırılmış bir analiz sağlayarak, şehirlerin toplu taşıma sistemlerini iyileştirmek için önemli bir araç sunmaktadır.

Özkan (2020), İstanbul'da İETT tarafından sunulan toplu taşıma hizmetlerinin hizmet seviyesini değerlendirmek amacıyla EN 13816 standardına dayalı bir Hizmet Seviyesi Ölçüm Modeli kullanmıştır. Bu model, erişilebilirlik, bilgilendirme, güvenlik, konfor ve süre uyumu gibi farklı boyutlarda hizmet kalitesini değerlendirmektedir. Çalışmada anketler ve istatistiksel analizler yoluyla elde edilen veriler, toplu taşıma hizmetlerinin geliştirilmesi gereken alanları belirlemek için kullanılmıştır.

Faktör analizi ve t-testi sonuçları, yolcuların memnuniyet seviyelerinde bazı demografik farklılıkların etkili olduğunu göstermiştir. Örneğin, yüksek eğitimli yolcular ile diğer eğitim düzeyindeki yolcular arasında memnuniyet açısından anlamlı farklar tespit edilmiş, yüksek eğitimli yolcuların memnuniyet seviyesinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, cinsiyetler arasında "Erişim ve Araç Konforu" faktöründe anlamlı farklılıklar bulunmuş; 25 yaş altı ve üstü yolcular arasında ise "Planlama (Süre)" faktörü açısından önemli farklar gözlenmiştir. Bu bulgular, farklı demografik grupların toplu taşıma hizmetlerinden beklentilerinin farklılaştığını ortaya koymuştur.

Çalışmada, güvenliğin yolcular için en önemli kriter olduğu anlaşılmıştır. Faktörlerin göreceli önem yüzdeleri, güvenlik boyutunun diğer kriterlere göre daha fazla öne çıktığını göstermektedir. Bu analizler, İETT'nin hizmet kalitesini iyileştirmek için özellikle güvenlik, erişilebilirlik ve süre uyumu gibi alanlara odaklanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Özkan'ın çalışması, toplu taşıma hizmetlerinin kullanıcı odaklı bir yaklaşımla geliştirilmesine yönelik önemli bilgiler sunmaktadır.

Dell'Olio ve diğ. (2011), toplu taşıma kullanıcılarının ve potansiyel kullanıcıların hizmet seviyesi beklentilerini anlamaya yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma, toplu taşıma hizmetlerinin bekleme süresi, yolculuk süresi, araç doluluğu,

temizlik, sürücünün nezaketi ve yolculuk konforu gibi temel değişkenler üzerinden değerlendirilmesine odaklanmıştır. Bu değişkenlere kullanıcıların verdiği önem analiz edilerek, toplu taşıma hizmetinin iyileştirilmesi için stratejik öneriler sunulmuştur.

Çalışma kapsamında ilk olarak odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiş ve kullanıcıların hangi hizmet unsurlarını daha önemli bulduğunu belirlenmiştir. Elde edilen bu bilgiler ışığında, belirtilen tercih anketleri tasarlanmış ve pilot çalışmalarla test edilmiştir. Pilot anketlerden elde edilen veriler, nihai anketlerin tasarımı için kullanılmış ve geniş bir kullanıcı kitlesine uygulanmıştır. Bu süreçte, bekleme süresi, araç temizliği ve yolculuk süresi gibi faktörlerin kullanıcılar açısından öncelikli olduğu tespit edilmiştir.

Veriler, Multinomial Logit Modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Bu model, kullanıcıların toplu taşıma hizmetiyle ilgili tercihlerini açıklamak için kullanılmış ve her bir değişkenin hizmet seviyesi üzerindeki göreceli ağırlıkları hesaplanmıştır. Modelleme sürecinde, kullanıcıların fayda fonksiyonu Denklem 2.8'de tanımlanmıştır:

$$U_{iq} = V_{iq} + \varepsilon_{iq} \quad (2.8)$$

Burada U_{iq} , bireyin q alternatifine yönelik faydasını, V_{iq} ise gözlemlenen değişkenlerin bir fonksiyonu olarak temsil edilen sistematik bileşeni ve ε_{iq} , rastgele bileşeni ifade eder. Analiz sonuçlarına göre, bekleme süresi kullanıcılar için en kritik değişken olarak öne çıkarken, araç temizliği özellikle kadın kullanıcılar için, yolculuk konforu ise yaşlı ve seyrek kullanıcılar için önemli bulunmuştur.

Dell'Olio ve diğ. (2014) çalışması, toplu taşıma hizmetlerinin iyileştirilmesi için aşağıdaki önerileri sunmuştur:

- Bekleme Sürelerini Kısaltma: Otobüs frekansını artırma ve bilgilendirme panoları gibi teknolojik çözümlerle bekleme sürelerini azaltma.
- Temizlik ve Konforun Artırılması: Araçların düzenli temizliği ve konforlu bir seyahat ortamı sağlanması.
- Kullanıcı Odaklı Politikalar: Farklı kullanıcı gruplarının önceliklerini dikkate alarak kişiselleştirilmiş hizmet sunumu.

Bu yöntem, toplu taşıma sistemlerinin kullanıcı memnuniyetini artırmak ve potansiyel kullanıcıları toplu taşımaya çekmek için etkili bir araç olarak sunulmuştur.

Birago ve diğ. (2017), Accra, Gana'daki Metro Mass Transit (MMT) hizmetlerinin sık kullanıcılar, ara sıra kullanıcılar ve kullanıcı olmayanlar arasında nasıl algılandığını incelemiştir. Araştırma, hizmet seviyesinin güvenilirlik, seyahat süresi, konfor, erişilebilirlik, fiyat ve güvenlik gibi unsurlar üzerinden değerlendirilmesine odaklanmıştır. 134 katılımcıyla yapılan anket sonuçları, farklı kullanıcı gruplarının algılarındaki farklılıkları ortaya koymuş ve hizmet iyileştirme için öneriler geliştirilmiştir.

Araştırmada ANOVA ve Tukey Post-Hoc analizleri kullanılarak kullanıcı grupları arasındaki algılar karşılaştırılmıştır. Sık kullanıcılar, MMT'nin fiyat politikasını olumlu değerlendirerek 4,56 gibi yüksek bir puan verirken, oturma düzeni (3,62) ve kalabalıklık (1,88) gibi konfor unsurlarını daha olumsuz değerlendirmiştir. Ara sıra kullanıcılar, seyahat süresini 1,35 gibi düşük bir puanla değerlendirirken, güvenilirlik için 2,55 gibi nispeten düşük bir skor vermiştir. Kullanıcı olmayanlar ise güvenilirliği 1,55 ile oldukça düşük bir seviyede değerlendirmiştir.

Çalışma sonuçları, MMT'nin hizmet seviyesini artırmak için aşağıdaki alanlara odaklanması gerektiğini ortaya koymuştur:

- Otobüslerin Zamanında Hareket Etmesi: Zamanlama sorunlarının çözülmesi kullanıcı memnuniyetini artıracaktır.
- Kalabalıklığın Azaltılması: Oturma düzeninin iyileştirilmesi ve aşırı kalabalığın önlenmesi öncelikli olmalıdır.
- Erişilebilirlik ve Süreklilik: Bekleme sürelerini azaltmak ve otobüslerin erişilebilirliğini artırmak gereklidir.

Kullanıcı olmayanlar, uzun bekleme süreleri (ortalama 2,32) ve seyahat süreleri (1,08) gibi faktörleri başlıca sorunlar olarak belirtmiştir. Çalışma, bu sorunların çözülmesiyle MMT'nin daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak, Birago ve diğ. (2017) bu çalışması, toplu taşıma hizmetlerini daha kullanıcı odaklı ve etkili hale getirmek için yol gösterici niteliktedir. Stratejik iyileştirmelerle kullanıcı memnuniyetini artırma ve toplu taşıma kullanımını teşvik etme hedeflenmektedir.

Polus ve Shefer (1984), Haifa, İsrail'deki 21 otobüs hattının hizmet seviyesini analiz ederek, otobüslerin performansını değerlendirmek için operasyonel ölçütlere dayalı bir

yaklaşım sunmuştur. Çalışma, otobüs hatlarının hizmet seviyesini belirlemek için ortalama otobüs seyahat süresinin aynı güzergâhtaki binek araç seyahat süresine oranını temel almıştır. Araştırmada 13 şehir içi ve 8 şehirlerarası hattı incelenmiştir.

Hizmet seviyesi, rotanın uzunluğu, duraklar arası mesafe ve sinyalize kavşak sayısı gibi faktörlere göre değerlendirilmiştir. Örneğin, duraklar arası mesafenin ortalama 400-1200 metre arasında değiştiği tespit edilmiştir. Hizmet seviyesi, duraklar arası mesafe arttıkça iyileşirken, sinyalize kavşak sayısındaki artışla birlikte düşmüştür. Çalışmada, sinyalize kavşak sayısı ile hizmet seviyesi arasında güçlü bir negatif ilişki bulunmuş; rotadaki kavşakların azaltılmasının hizmet kalitesini artırabileceği belirtilmiştir.

Hizmet seviyesi değerlendirmesi sonucunda, Haifa'daki otobüs hatlarının ortalama hizmet seviyesi oranının 1,64 olduğu tespit edilmiştir. Bu oran, en iyi hat için 1,14, en kötü hat için ise 2,49 olarak ölçülmüştür. Ayrıca, otobüs seyahat sürelerinin standart sapması, hatların güvenilirlik düzeyini değerlendirmek için kullanılmış ve seyahat sürelerindeki tutarlılığın önemli bir ölçüt olduğu vurgulanmıştır.

Sonuçlar, otobüs hatlarının hizmet seviyesini iyileştirmek için duraklar arası mesafenin optimize edilmesi ve sinyalize kavşak sayısının azaltılmasının faydalı olacağını göstermektedir. Çalışma, toplu taşıma hizmetlerinin değerlendirilmesi ve iyileştirilmesine yönelik pratik ve uygulanabilir bir metodoloji sunmaktadır.

Zhou ve diğ.(2016) Beijing'deki metro, BRT (Hızlı Otobüs Taşımacılığı) ve normal otobüs sistemlerinin hizmet seviyesini değerlendirmek amacıyla akıllı kart verilerini kullanarak kapsamlı bir analiz gerçekleştirmiştir. Çalışmada, istasyon kapsama oranı, yolcu kapasitesi ve yolculuk süresi değişim katsayısı gibi parametreler incelenmiş ve toplu taşıma sistemlerinin iyileştirilmesi gereken alanlar belirlenmiştir. Guomao bölgesinde istasyon kapsama oranı %100 olarak ölçülürken, Yanjiao'da bu oran %53,44'e düşerek erişim açısından ciddi bir iyileştirme ihtiyacını ortaya koymuştur. Yolcu kapasitesi bakımından Tiantongyuan 0,61, Huilongguan 0,82, Tongzhou 0,99 ve Yanjiao 1,15 değerleriyle analiz edilmiştir; bu sonuçlar, özellikle Yanjiao'da kapasite aşımı sorununa işaret etmiştir. Yolculuk süresi değişim katsayısı ise metro hatlarında Huilongguan ve Tiantongyuan için sırasıyla 1,08 ve 1,06 olarak hesaplanmışken, Yanjiao'da 1,87'ye ulaşarak daha yüksek süre varyasyonlarına dikkat çekmiştir.

Araştırmanın bulguları, Yanjiao gibi düşük kapsama oranına ve yüksek yolculuk süresi değişim katsayısına sahip bölgelerde ulaşım altyapısının iyileştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu bağlamda, ulaşım ağının genişletilmesi, kapasite dengesinin sağlanması ve yolculuk sürelerinin optimize edilmesi gibi stratejik adımlar önerilmiştir. Çalışma, akıllı kart verilerinin kullanımıyla çok modlu toplu taşıma hizmet seviyesinin zamansal ve mekânsal dinamiklerini analiz ederek, toplu taşıma sistemlerinin kullanıcı odaklı iyileştirilmesi için önemli bir çerçeve sunmaktadır.

Wong ve diğ. (2017), Hong Kong'da yaşayan yaşlı bireylerin toplu taşıma hizmetlerinden memnuniyet seviyelerini değerlendirmek amacıyla Ordered Probit Modeli kullanarak bir araştırma gerçekleştirmiştir. Çalışma, koltuk bulunabilirliği, durak ve istasyonların durumu gibi hizmet yönlerinin genel memnuniyet üzerindeki etkilerini incelemeye odaklanmıştır. Ordered Probit Modeli, sıralı veri analizinde kullanılan ve bağımlı değişkenin sıralı kategoriler halinde olduğu durumlarda etkili bir yöntemdir. Model, çeşitli hizmet yönlerinin genel memnuniyet üzerindeki göreceli etkisini belirlemek için kullanılmıştır.

Araştırma kapsamında veriler, Mart 2015'te 613 yaşlı bireyle yüz yüze yapılan görüşmeler yoluyla toplanmıştır. Katılımcılardan toplu taşıma deneyimlerine ilişkin memnuniyet seviyeleri 5 dereceli Likert ölçeğiyle değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları, özellikle "koltuk bulunabilirliği" ve "durak/istasyonların durumu" gibi faktörlerin genel memnuniyet üzerinde önemli etkilerinin olduğunu ortaya koymuştur. Katılımcıların %17,8'i koltuk bulunabilirliği konusunda memnuniyetsizlik ifade ederken, durak ve istasyonların durumu genel memnuniyet üzerinde en etkili faktör olarak tespit edilmiştir.

Çalışmanın bulguları, Hong Kong'da yaşlı bireyler için toplu taşıma hizmetlerinin iyileştirilmesi gereken alanlara ışık tutmaktadır. Özellikle koltuk bulunabilirliği konusunda iyileştirmeler yapılması ve durak/istasyonlarda oturma alanları ve barınakların artırılması önerilmektedir. Ayrıca, otobüs ve diğer kara taşıtlarındaki sürücü tutumunun iyileştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Wong ve diğ. (2017) çalışması, yaşlı bireylerin toplu taşıma kullanımını daha konforlu ve erişilebilir hale getirmek için stratejik bir çerçeve sunmakta, yaşlı kullanıcıların mobilitesini artırmayı hedeflemektedir.

Bu metotlar, toplu taşıma hizmetlerinin kullanıcı memnuniyeti ve operasyonel verimlilik açısından nasıl iyileştirilebileceğine dair değerli bilgiler sunmaktadır. Her metodun kendine özgü avantajları ve sınırlılıkları bulunmakta olup, toplu taşıma yöneticileri ve karar vericiler için önemli rehberlik sağlamaktadır. Hizmet seviyesinin artırılması için kullanıcı geri bildirimleri, anketler ve performans ölçümleri gibi yöntemlerin bir arada kullanılması, daha kapsamlı ve etkili sonuçlar elde edilmesine yardımcı olmaktadır.

Toplu taşıma hizmet seviyesini belirleme yöntemleri, zaman içinde önemli değişiklikler ve gelişimler göstermiştir. Başlangıçta daha çok fiziksel ve operasyonel ölçütlere dayanan bu yöntemler, hız, doluluk oranı ve bekleme süreleri gibi somut verilere odaklanmıştır. Zamanla, kullanıcı memnuniyeti ve algısının önem kazanmasıyla, hizmet seviyesi değerlendirmelerinde daha kullanıcı odaklı yaklaşımlar benimsenmiştir.

Günümüzde, hizmet seviyesinin değerlendirilmesinde kullanıcı geri bildirimlerini dikkate alan anketler, doğrudan performans ölçümleri ve algıya dayalı analizler gibi yöntemler yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemler, toplu taşıma sistemlerinin performansını sadece fiziksel ölçütlerle değil, aynı zamanda kullanıcı deneyimini kapsayan daha bütüncül bir bakış açısıyla ele almaktadır.

Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, veri analitiği ve dijital araçlar, hizmet seviyesinin daha detaylı ve doğru bir şekilde değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır. Bu süreçte, farklı yöntemlerin bir arada kullanılması, hem mevcut sistemlerin iyileştirilmesi hem de yeni planlamaların daha etkili bir şekilde yapılmasına olanak tanımaktadır. Toplu taşıma hizmet seviyesi belirleme çalışmaları, kullanıcı memnuniyetini artırma ve toplu taşıma kullanımını teşvik etme amacıyla sürekli gelişim göstermektedir.

Kullanıcı memnuniyeti ve hizmet seviyesi, toplu taşıma hizmetlerinin değerlendirilmesinde kritik öneme sahip, birbiriyle ilişkili ve tamamlayıcı kavramlardır. Kullanıcı memnuniyeti, toplu taşıma kullanıcılarının hizmet deneyimlerinden genel tatmin düzeyini ifade ederken, hizmet seviyesi, bu hizmetlerin performansını ve etkinliğini değerlendiren objektif ölçütler seti olarak tanımlanabilir. Bu iki kavramın birlikte ele alınması, toplu taşıma sistemlerinin hem teknik performansını hem de kullanıcıların algısını anlamak ve iyileştirmek için bütüncül bir yaklaşım sunar.

Kullanıcı memnuniyeti, bireylerin toplu taşıma hizmetlerine ilişkin algıları ve bu hizmetlerin beklentilerini ne ölçüde karşıladığı ile doğrudan ilişkilidir. Memnuniyet, konfor, güvenlik, temizlik, zamanında varış ve çalışanların tutumu gibi pek çok faktörden etkilenebilir. Hizmet seviyesi ise toplu taşıma sisteminin performansını nicel olarak ölçen, genellikle belirli standartlar ve göstergeler üzerinden değerlendirilen bir kavramdır. Örneğin, bir hattın sefer sıklığı, yolculuk süreleri, duraklar arasındaki mesafe gibi ölçümler hizmet seviyesinin temel göstergeleri arasında yer alır.

Bu iki kavramın birlikte değerlendirilmesi, toplu taşıma hizmetlerinin kullanıcı odaklı bir yaklaşımla incelenmesine olanak tanır. Kullanıcı memnuniyeti genellikle anketler, odak grup çalışmaları ve birebir görüşmeler yoluyla ölçülürken, hizmet seviyesi ölçümleri daha çok nicel verilere dayanır ve GPS verileri, biletleme sistemleri veya yolcu sayım cihazları gibi teknolojiler kullanılarak elde edilir. Bu iki yaklaşımın entegrasyonu, toplu taşıma sistemlerinin gerçek performansı ile kullanıcıların algıladığı hizmet kalitesi arasındaki uyumu değerlendirmek açısından önem taşır.

Kullanıcı memnuniyeti ve hizmet seviyesi farklı odaklara sahip olsa da, birbirlerini tamamlayıcıdır. Yüksek bir hizmet seviyesi genellikle yüksek kullanıcı memnuniyeti ile sonuçlanırken, memnuniyet aynı zamanda bireylerin hizmete dair algılarına ve beklentilerine de bağlıdır. Örneğin, teknik olarak yüksek performans gösteren bir toplu taşıma hattı, kullanıcıların kalabalık veya personelin tutumu gibi faktörlerden dolayı düşük memnuniyet algısına sahip olabilir. Bu nedenle, hizmet seviyesi ve kullanıcı memnuniyetinin tek bir çerçevede ele alınması gereklidir.

Bu bağlamda, kullanıcı memnuniyetine ilişkin subjektif veriler ile hizmet seviyesi ölçümlerine dayanan objektif verilerin birleştirilmesi, hizmet kalitesi yönetimi için kapsamlı bir bakış açısı sunar. Bu yaklaşım, toplu taşıma hizmetlerinin teknik performansını değerlendirmenin yanı sıra, kullanıcıların bu hizmetleri algılama biçimlerini de göz önünde bulundurarak daha etkin çözümler geliştirilmesine olanak tanır.

Sonuç olarak, kullanıcı memnuniyeti ve hizmet seviyesi arasındaki ilişki, toplu taşıma hizmetlerinin başarısını belirleyen temel unsurlardan biridir. Bu iki kavramın birlikte incelenmesi, hizmetlerin hem operasyonel etkinliğini hem de kullanıcı odaklılığını artırmak için önemlidir.



3. İSTANBUL'DA RAYLI TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİ

İstanbul'un raylı sistemleri, şehrin karmaşık coğrafi yapısı, yoğun nüfusu ve farklı toplu taşıma ihtiyaçlarına yanıt vermek için tasarlanmış kapsamlı ve çok yönlü bir ulaşım ağıdır. Metro, tramvay, hafif raylı sistem ve banliyö trenleri, her biri farklı yolcu kapasiteleri, hızları, maliyetleri ve hizmet alanları ile bu sistemin ayrılmaz parçalarıdır. Bu sistemlerin her biri, şehrin farklı bölgelerine ve toplu taşıma gereksinimlerine göre optimize edilmiştir.

3.1 Metro

Metro, yüksek kapasiteli yolcu taşımacılığı ve güvenilirliği ile İstanbul'un en önemli raylı sistemlerinden biridir. Saatte 30.000 yolcu kapasitesine ulaşabilen metro, yüksek hızda seyahat imkanı sunarak şehir içi ulaşımı büyük ölçüde hızlandırır (Önder ve Akdemir, 2019). Metro hatları Şekil 3.1'de gösterildiği gibi genellikle yer altından geçtiği için trafik yoğunluğundan etkilenmez ve bu özellikle yoğun saatlerde ulaşımın sorunsuz devam etmesini sağlar. Ancak bu avantajlarının yanı sıra, metronun inşaa süreci ve maliyeti oldukça yüksektir. Tünel kazma, altyapı geliştirme ve elektrikli sistemlerin entegrasyonu gibi unsurlar, metronun diğer raylı sistemlere göre daha maliyetli olmasına neden olur (Görçün, 2021). Yine de, metro hatları yoğun bölgelerde kalıcı çözümler sunar (Topp, 1999).



Şekil 3.1 : Metro görseli (Haberler).

3.2 Tramvay

Tramvaylar ise daha kısa mesafelerde ve düşük yoğunluklu yolcu taşımacılığı için ideal bir seçenektir. Ortalama hızları 15-25 km/s arasında değişen tramvaylar, özellikle şehir merkezlerinde kolay erişim sağladıkları için tercih edilir (Bruni ve diğ., 2009). İstanbul'un tarihi bölgelerinde, örneğin Sultanahmet ve Eminönü gibi yerlerde tramvaylar, hem yerel halkın hem de turistlerin şehir içi seyahatlerinde önemli bir rol oynar. Bununla birlikte, tramvaylar Şekil 3.2'de gösterildiği gibi trafikle aynı yüzeyde hareket ettiği için zamanlama ve hız açısından metrolara kıyasla daha az güvenilirdir (McGreevy, 2021). Bu sistemlerin düşük maliyetli olması, daha az yoğun nüfuslu veya tarihi alanlarda kullanımını daha ekonomik hale getirir.



Şekil 3.2 : Tramvay görseli (TGRT Haber).

3.3 Hafif Raylı Sistemler

Hafif raylı sistemler, metro ve tramvay arasında bir ara çözüm sunar. Kapasitesi ve hızları, metrolara göre daha düşük ancak tramvaylara göre daha yüksektir. Hem yer üstünde hem de yer altında çalışabilme yetenekleri, bu sistemleri şehir içinde oldukça esnek bir çözüm haline getirir. Ayrıca, Şekil 3.3'te gösterilen hafif raylı sistemlerin inşa maliyetleri metroya kıyasla daha düşük olduğu için orta yoğunluklu bölgelerde sıkça tercih edilir (Cervero ve Duncan, 2002).



Şekil 3.3 : Hafif raylı sistemler görseli (T24).

3.4 Banliyo

Banliyö trenleri ise şehir merkezi ile çevre bölgeler arasındaki uzun mesafeli yolculuklar için idealdir. Bu trenler, yüksek hızda ve geniş bir kapsama alanında hizmet vererek şehirlerarası taşımacılıkta önemli bir rol oynar (Dubé ve diğ., 2013). Şekil 3.4'te gösterilen banliyö hatları, özellikle sabah ve akşam saatlerinde, şehir merkezine ulaşım sağlayan çalışan kesim için büyük kolaylık sunar. Ancak bu sistemler, yerel toplu taşımaya kıyasla daha az durak noktası ve daha seyrek sefer sıklığı ile sınırlı bir erişim sağlar (Brock ve Souleyrette, 2013). İstanbul'daki Marmaray hattı, banliyö trenlerinin modern bir örneği olarak, Asya ve Avrupa yakalarını deniz altından bağlayan benzersiz bir hizmet sunmaktadır. Bu tür projeler ekonomik faaliyetleri artırma potansiyeli taşır (Armstrong ve Rodriguez, 2006).

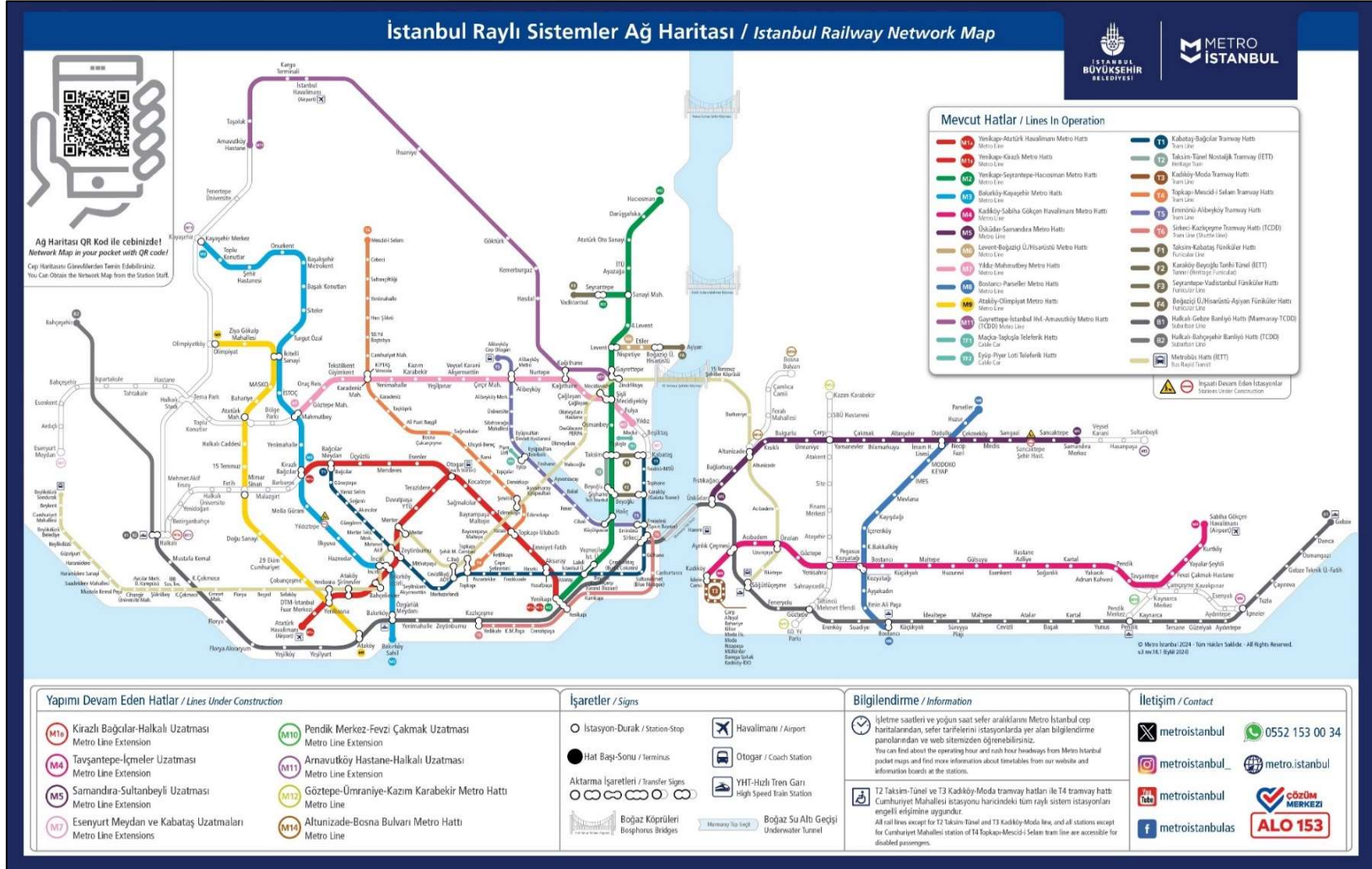


Şekil 3.4 : Banliyö görseli (Milliyet).

3.5 Hatların İşletme Bilgileri

İstanbul'un mevcut raylı sistem ağı ve yapımı devam eden hatları Şekil 3.5'te, görselleştirilmiştir. Harita, metro, tramvay, hafif raylı sistem ve banliyö hatlarını kapsamlı bir şekilde sunarken, aynı zamanda istasyonlar, duraklar ve entegrasyon noktalarını da detaylandırmaktadır. İstanbul'un farklı bölgelerine bağlantı sağlayan bu ağ, şehrin raylı sistem altyapısının kapsamını ve entegrasyon seviyesini coğrafi olarak anlamaya olanak tanımaktadır. Harita, bu çalışmada incelenen hatların mekânsal dağılımını ve işlevselliğini destekleyici bir kaynak olarak kullanılmıştır.

İstanbul'un raylı toplu taşıma sistemlerinin her biri, hat uzunlukları, istasyon sayıları, sefer süreleri, pik saatlerdeki sefer sıklıkları ve entegrasyon kapasiteleri açısından farklılık göstermektedir. Aşağıdaki Çizelgeler, İstanbul'daki bu raylı sistem hatlarının işletme bilgilerini detaylı bir şekilde sunmakta ve her bir hattın özelliklerini karşılaştırmalı olarak değerlendirme fırsatı sağlamaktadır.



Şekil 3.5 : İstanbul raylı sistemler haritası (Metro İstanbul, 2024).

Çizelge 3.1’de, İstanbul’daki metro hatlarının işletme bilgileri gösterilmiştir. Hatların istasyon sayısı, uzunlukları, sefer süreleri, pik saatlerdeki sefer sıklıkları ve entegrasyon noktaları ayrıntılı şekilde sunulmuştur.

Çizelge 3.1 : Metro hatları işletme bilgileri (Metro İstanbul, 2024; Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024).

Hat Adı	İstasyon Sayısı	Uzunluk (km)	Sefer Süresi (dk)	Sefer Sıklığı (Pik Saat)	Entegrasyon Sayısı
M2 Yenikapı-Seyrantepe-Hacıosman	16	23,49	32	3 dk 55 sn	9
M3 Bakırköy-Kayaşehir	19	26,7	39	7 dk	5
M4 Kadıköy-Sabiha Gökçen Havalimanı	23	33,5	52	5 dk	4
M5 Üsküdar-Samandıra	20	26,5	43	4 dk 10 sn	3
M6 Levent-Hisarüstü	4	3,3	7	5 dk	2
M7 Yıldız-Mahmutbey	17	20	32	6 dk	5
M8 Bostancı-Parseller	13	14,27	25	8 dk 40 sn	3
M9 Ataköy-Olimpiyat	14	17,2	26	9 dk	3
M11 Gayrettepe-İstanbul Hvl.-Arnavutköy	10	37,5	44	20	2

Hat uzunlukları açısından 37,5 kilometrelik M11 Gayrettepe-İstanbul Havalimanı-Arnavutköy hattı, uluslararası ulaşım bağlantılarını sağlayan stratejik bir hat olarak en uzun mesafeyi kapsarken, 3,3 kilometrelik M6 Levent-Hisarüstü hattı, kısa mesafesiyle yoğun bir ticari ve akademik bölgeyi hedeflemektedir.

Sefer süreleri incelendiğinde, M4 Kadıköy-Sabiha Gökçen Havalimanı hattı 52 dakikalık en uzun sefer süresine sahip olup, bu durum hattın geniş bir alanı kapsayan yapısını yansıtmaktadır. Buna karşılık, yalnızca 7 dakikalık sefer süresiyle M6 hattı, kısa ve hızlı bağlantılar sunarak farklı bir ihtiyaca hitap etmektedir.

Pik saatlerdeki sefer sıklıkları, hattın yoğunluğu ve yolcu talebiyle paralel olarak değişiklik göstermektedir. M2 Yenikapı-Seyrantepe-Hacıosman hattı, 3 dakika 55 saniyelik en sık sefer aralığıyla yoğun yolcu talebini karşılamak üzere optimize edilmiştir. Buna karşın, M9 Ataköy-Olimpiyat hattı, 9 dakikalık sefer sıklığıyla daha

az yoğun bölgeler arasında hizmet sunmaktadır. Bu farklar, hatların hizmet verdikleri bölgelerdeki yolcu yoğunluklarına göre tasarlandığını açıkça göstermektedir.

Entegrasyon noktası sayıları da hatların diğer toplu taşıma sistemleriyle olan bağlantı kapasitesini ortaya koymaktadır. M2 hattı, 9 entegrasyon noktasıyla en fazla bağlantı sağlayarak yolcuların farklı raylı sistemler arasında kolay geçiş yapmasını mümkün kılmaktadır. Diğer taraftan, M6 ve M11 hatları daha az entegrasyon noktasıyla, spesifik yolcu ihtiyaçlarına yönelik daha sınırlı bir erişim sunmaktadır. M6 hattının iki entegrasyon noktasıyla sınırlı olması, hattın daha küçük bir bölgeye odaklandığını işaret ederken, M11 hattının iki noktada entegrasyon sunması, hattın uzun mesafeli ve belirli bir yolcu kitlesine hizmet ettiğini göstermektedir.

İstanbul'daki tramvay hatlarının işletme bilgileri Çizelge 3.2'de verilmiştir. T1 Kabataş-Bağcılar hattı, 19,3 km uzunluğu ve 65 dakikalık sefer süresiyle en uzun hat olarak dikkat çekmektedir. En kısa hat, 2,6 km uzunluğundaki T3 Kadıköy-Moda hattıdır. Pik saatlerde sefer sıklığı açısından T1 hattı 2 dakika ile en sık hizmet sunarken, T3 hattı 10 dakikada bir hizmet vermektedir. Entegrasyon açısından en fazla bağlantıya sahip olan hat, 11 entegrasyon noktası ile T1 hattıdır.

Çizelge 3.2 : Tramvay hatları işletme bilgileri (Metro İstanbul, 2024; Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024; İETT, 2016).

Hat Adı	İstasyon Sayısı	Uzunluk (km)	Sefer Süresi (dk)	Sefer Sıklığı (Pik Saat)	Entegrasyon Sayısı
T1 Kabataş-Bağcılar	31	19,3	65	2 dk	11
T2 Taksim-Tünel Nostaljik	5	1,64	6	20 dk	2
T3 Kadıköy-Moda	11	2,6	20	10 dk	1
T4 Topkapı - Mescid-i Selam	22	15,3	45	3 dk	4
T5 Eminönü-Alibeyköy	14	10,1	32	5 dk	5
T6 Sirkeci-Kazlıçeşme	8	8,3	18	25 dk	3

Çizelge 3.3'te İstanbul'daki iki banliyö hattının işletme bilgileri verilmiştir. Marmaray (B1) hattı, 43 istasyonu, 75,7 km uzunluğu ve 108 dakikalık sefer süresi ile en uzun ve kapsamlı hat olarak öne çıkmaktadır. Halkalı-Bahçeşehir (B2) hattı ise 13,5 km uzunluğu, 3 istasyonu ve 22 dakikalık sefer süresi ile daha kısa mesafeli bir hizmet sunmaktadır. Bu iki hat arasında entegrasyon açısından da farklılık gözlemlenmekte

olup, Marmaray hattı 12 noktada entegrasyon sağlarken, Halkalı-Bahçeşehir hattı yalnızca 1 entegrasyon noktasına sahiptir.

Çizelge 3.3 : Banliyö hatları işletme bilgileri (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024).

Hat Adı	İstasyon Sayısı	Uzunluk (km)	Sefer Süresi (dk)	Sefer Sıklığı (Pik Saat)	Entegrasyon Sayısı
B1 Halkalı-Gebze (Marmaray)	43	75,7	108	8 dk	12
B2 Halkalı-Bahçeşehir	3	13,5	22	30 dk	1

Çizelge 3.4'te İstanbul'daki hafif raylı sistem hatlarının işletme bilgileri sunulmuştur. M1A Yenikapı-Atatürk Havalimanı hattı, 18 istasyonu ve 35 dakikalık sefer süresi ile daha geniş bir hizmet alanına sahiptir. M1B Yenikapı-Kirazlı hattı ise 13 istasyonu ve 25 dakikalık sefer süresi ile daha kısadır. Her iki hattın ilk 8 istasyonu ortaktır ve Otogar istasyonundan itibaren hatlar farklı yönlere ayrılmaktadır. Bu durum, Şekil 1'de yer alan İstanbul Raylı Sistemler Ağı Haritası'nda da açık bir şekilde görülmektedir. Ayrıca, entegrasyon noktası açısından M1A hattı 9 noktada, M1B hattı ise 5 noktada bağlantı sağlamaktadır.

Çizelge 3.4 : Hafif raylı sistem hatları işletme bilgileri (Metro İstanbul, 2024).

Hat Adı	İstasyon Sayısı	Uzunluk (km)	Sefer Süresi (dk)	Sefer Sıklığı (Pik Saat)	Entegrasyon Sayısı
M1A Yenikapı-Atatürk Havalimanı	18	26,8 (M1A ve M1B toplam km)	35	6 dk	9
M1B Yenikapı-Kirazlı	13	26,8 (M1A ve M1B toplam km)	25	4 dk	5

İstanbul'un raylı toplu taşıma sistemleri, farklı hatların uzunluk, kapasite ve entegrasyon seviyelerindeki çeşitliliğiyle dikkat çekmektedir. Yapılan analizlerde metro hatlarının yüksek kapasitesi ve sık sefer sıklıklarıyla öne çıktığı, tramvay hatlarının ise daha kısa mesafelerde hizmet sunduğu görülmüştür. Hafif raylı sistem hatları, metro ve tramvay arasındaki bir çözüm olarak orta yoğunluklu bölgelerde etkin bir hizmet sunarken, banliyö hatları özellikle Marmaray hattı ile uzun mesafeli yolculuklarda önemli bir işlev üstlenmektedir. Tüm bu farklılıklar, İstanbul'un raylı sistemlerinin kullanıcı ihtiyaçlarına göre şekillendiğini ve hatların özelliklerinin, hizmet verdikleri bölgelere göre optimize edildiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışma, raylı sistemlerin mevcut durumunu işletme bilgileri temelinde değerlendirerek, İstanbul'un toplu taşıma altyapısının işleyişine dair kapsamlı bir bakış açısı sunmuştur.



4. İSTANBUL'DAKİ RAYLI TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNE İLİŞKİN ANKET ÇALIŞMASI

Bu çalışmada, İstanbul'daki raylı toplu taşıma sistemlerinin hizmet seviyelerinin ve kullanıcı memnuniyetinin değerlendirilmesi amacıyla kapsamlı bir anket çalışması yürütülmüştür. Anket, metro, tramvay, hafif raylı sistem ve banliyö hatlarını kullanan bireylerin, bu sistemlere ilişkin deneyimlerini ve memnuniyet düzeylerini detaylı bir şekilde ölçmeyi hedeflemiştir. Katılımcılara, aktarma mesafeleri, bekleme süreleri, araç içi doluluk oranları, ulaşım sistemlerinin dakikliği, temizlik, güvenlik ve erişim kolaylığı gibi birçok kriter hakkında sorular yöneltilmiştir. Ayrıca, bu kriterler farklı raylı sistem türlerine göre ayrı ayrı ele alınmış, katılımcıların demografik özellikleri ve seyahat alışkanlıkları da değerlendirilmiştir. Anket çalışmasına toplamda 542 kişi katılmıştır. Anket çalışmasından elde edilen veriler, çalışma kapsamında aşağıdaki Çizelgelarda detaylı bir şekilde sunulmuş ve İstanbul'daki raylı toplu taşıma sistemlerinin mevcut durumunun kapsamlı bir değerlendirmesini sağlamaktadır.

Bu çalışma kapsamında 524 katılımcının demografik özellikleri analiz edilmiştir. Cinsiyet dağılımına göre katılımcıların %56,3'ü kadın, %43,7'si ise erkektir. Yaş gruplarına bakıldığında, en büyük grup %44,27 ile 18-24 yaş arası bireylerden oluşmaktadır. Bu yaş grubunu, %39,89 ile 25-34 yaş grubu takip etmektedir. Orta yaş ve üzeri grupların oranı azalarak devam etmiş, 65 yaş ve üzeri bireyler %1,34 oranında en düşük katılımı göstermiştir. Eğitim düzeyi açısından değerlendirildiğinde, katılımcıların %67,56'sı üniversite, %20,23'ü yüksek lisans mezunu olarak öne çıkmıştır. İlkokul ve ortaokul mezunlarının oranı %0,38 ile oldukça düşük seviyelerde kalmıştır. Bu veriler, çalışmanın raylı toplu taşıma kullanıcılarının yaş ve eğitim düzeyi gibi demografik özelliklerini ortaya koymasından önemlidir. Detaylı bilgiler Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 : Katılımcıların demografik özellikleri.

	Katılımcı Sayısı	%
Cinsiyet		
Kadın	295	56,30
Erkek	229	43,70
Yaş		
18 yaş altı	10	1,91
18-24	232	44,27
25-34	209	39,89
35-44	33	6,30
45-54	22	4,20
55-64	11	2,10
65 yaş ve üstü	7	1,34
Eğitim Düzeyi		
İlkokul	2	0,38
Ortaokul	2	0,38
Lise	32	6,11
Yüksek Okul	14	2,67
Üniversite	354	67,56
Yüksek Lisans	106	20,23
Doktora	14	2,67

Çizelge 4.2, anket çalışmasına katılan bireylerin raylı sistem türlerini kullanım durumlarını ayrıntılı bir şekilde göstermektedir. Metro, %93,32 kullanım oranı ile en çok tercih edilen raylı sistem türü olmuştur. Bunu %59,16 ile banliyö, %58,21 ile hafif raylı sistem ve %50 ile tramvay takip etmektedir. Metro sisteminin yüksek kullanım oranı, İstanbul'un kent içi ulaşımında metronun taşıdığı kritik önemi vurgulamaktadır. Buna karşın, diğer raylı sistem türlerinin de oldukça geniş bir kullanıcı kitlesine hitap ettiği görülmektedir. Bu veriler, farklı raylı sistemlerin kullanıcılar arasındaki tercih oranlarını anlamak için önemli bir kaynak sağlamaktadır.

Çizelge 4.2 : Raylı sistem türleri kullanımına göre katılımcı dağılımı.

	Katılımcı Sayısı	%
Metro		
Evet	489	93,32
Hayır	35	6,68
Tramvay		
Evet	262	50,00
Hayır	262	50,00
Hafif Raylı Sistem		
Evet	305	58,21
Hayır	219	41,79
Banliyö		
Evet	310	59,16
Hayır	214	40,84

Raylı sistem hatlarına yönelik kullanım oranları incelendiğinde, metro hatları arasında M2 Yenikapı-Seyrantepe-Hacıosman hattı %80,16 ile en çok kullanılan hat olarak öne çıkmaktadır. M4 Kadıköy-Sabiha Gökçen Havalimanı hattı %54,40 ile ikinci sırada yer alırken, diğer hatların kullanım oranları %13 ile %30 arasında değişmektedir. Tramvay hatlarında T1 Kabataş-Bağcılar hattı %84,73 kullanım oranıyla dikkat çekmektedir. Hafif raylı sistemde, %92,13 ile M1A Yenikapı-Atatürk Havalimanı hattı en yoğun kullanılan hat olurken, banliyö sisteminde B1 (Marmaray) hattı %100,00 gibi bir oranla öne çıkmaktadır. Tüm türler içinde ise M2 hattı %74,81, T1 hattı %42,37, M1A hattı %53,63 ve B1 (Marmaray) hattı %59,16 ile öne çıkmaktadır. Raylı sistem hatlarına göre katılımcı dağılımı Çizelge 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 : Raylı sistem hatları kullanımına göre katılımcı dağılımı.

	Katılımcı Sayısı	%
Metro Hatları		
M2 Yenikapı-Seyrantepe-Hacıosman	392	80,16
M3 Bakırköy-Kayaşehir	65	13,29
M4 Kadıköy-Sabiha Gökçen Havalimanı	266	54,40
M5 Üsküdar-Samandıra	137	28,02
M6 Levent-Hisarüstü	64	13,0
M7 Yıldız-Mahmutbey	147	30,06
M8 Bostancı-Parseller	56	11,45
M9 Ataköy-Olimpiyat	42	8,59
M11 Gayrettepe-İstanbul Hvl.-Arnavutköy	68	13,91
Tramvay Hatları		
T1 Kabataş-Bağcılar	222	84,73
T2 Taksim-Tünel Nostaljik	73	27,86
T3 Kadıköy-Moda	38	14,50
T4 Topkapı - Mescid-i Selam	51	19,47
T5 Eminönü-Alibeyköy	56	21,37
T6 Sirkeci-Kazlıçeşme	24	9,16
Hafif Raylı Sistem Hatları		
M1A Yenikapı-Atatürk Havalimanı	281	92,13%
M1B Yenikapı-Kirazlı	114	37,38%
Banliyö Hatları		
B1 Halkalı-Gebze (Marmaray)	310	100,00%
B2 Halkalı-Bahçeşehir	13	4,19%

Metro, tramvay, hafif raylı sistem ve banliyö kullanıcılarının aktarma mesafelerine göre memnuniyet düzeyleri incelendiğinde, kısa mesafelerde (0-50 metre) memnuniyetin daha yüksek olduğu görülmüştür. Mesafe arttıkça "memnun değilim" ve "hiç memnun değilim" yanıtlarının oranı artış göstermiştir. Özellikle tramvay ve hafif raylı sistemlerde, uzun mesafeler ciddi bir memnuniyetsizlik kaynağı olmuştur. Aktarma mesafelerine göre memnuniyet düzeylerine ilişkin detaylar Çizelge 4.4, 4.5, 4.6 ve 4.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 : Metro kullanıcılarının istasyona yürüme mesafelerine göre memnuniyet durumu.

Mesafe	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	Genel Toplam
Aktarma yapıyorum.	40	39	36	24	1	140
0-50 m	0	2	2	8	7	19
51-100 m	1	3	2	15	7	28
101-200 m	1	3	5	13	6	28
201-400 m	2	1	3	12	6	24
401-600 m	4	9	9	20	16	58
601-800 m	1	9	6	19	3	38
801-1000 m	9	10	15	21	8	63
1001-1500 m	4	5	14	16	6	45
1501-2000 m	4	3	4	6	0	17
2001-2500 m	2	2	2	0	0	6
2501-3000 m	1	1	0	0	0	2
3001-4000 m	14	5	2	0	0	21
Genel Toplam	81	96	103	168	41	489

Çizelge 4.5 : Tramvay kullanıcılarının istasyona yürüme mesafelerine göre memnuniyet durumu.

Mesafe	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	Genel Toplam
Aktarma yapıyorum.	42	28	43	31	1	145
0-50 m	0	1	3	7	8	19
51-100 m	0	1	0	5	3	9
101-200 m	0	1	3	9	2	15
201-400 m	1	1	1	7	3	13
401-600 m	1	2	1	3	3	10
601-800 m	0	2	0	3	2	7
801-1000 m	4	4	2	3	1	14
1001-1500 m	1	1	1	2	0	5
1501-2000 m	0	0	0	1	1	2
2001-2500 m	1	1	1	1	0	4
2501-3000 m	1		1	0	0	2
3001-4000 m	12	2	3	0	0	17
Genel Toplam	62	44	58	79	19	262

Çizelge 4.6 : Hafif raylı sistem kullanıcılarının istasyona yürüme mesafelerine göre memnuniyet durumu.

Mesafe	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	Genel Toplam
Aktarma yapıyorum.	38	33	44	33	7	155
0-50 m	0	0	1	4	2	6
51-100 m	0	1	0	5	2	8
101-200 m	0	0	0	3	2	17
201-400 m	0	1	1	3	1	20
401-600 m	0	0	0	5	4	11
601-800 m	1	0	4	4	3	10
801-1000 m	1	3	5	6	1	32
1001-1500 m	2	3	4	6	2	13
1501-2000 m	3	1	2	2	0	11
2001-2500 m	3	5	0	2	0	4
2501-3000 m	1	0	1	1	0	2
3001-4000 m	18	8	4	0	0	16
Genel Toplam	59	56	70	105	15	305

Çizelge 4.7 : Banliyö kullanıcılarının istasyona yürüme mesafelerine göre memnuniyet durumu.

Mesafe	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	Genel Toplam
Aktarma yapıyorum.	64	45	39	29	2	179
0-50 m	0	0	1	4	2	7
51-100 m	0	1	0	5	2	8
101-200 m	0	0	0	3	2	5
201-400 m	0	1	1	3	1	6
401-600 m	0	0	0	5	4	9
601-800 m	1	0	4	4	3	12
801-1000 m	1	3	5	6	1	16
1001-1500 m	2	3	4	6	2	17
1501-2000 m	3	1	2	2	0	8
2001-2500 m	3	5	0	2	0	10
2501-3000 m	1	0	1	1	0	3
3001-4000 m	18	8	4	0	0	30
Genel Toplam	90	72	62	71	15	310

Tüm raylı sistemlerde kısa bekleme süreleri (0-2 dakika ve 2-4 dakika) kullanıcı memnuniyetini artıran bir faktör olarak öne çıkmıştır. Bekleme süresi uzadıkça, özellikle 8 dakika ve üzeri bekleme sürelerinde, "memnun değilim" ve "hiç memnun değilim" yanıtlarının oranı artış göstermiştir. Banliyö sisteminde uzun bekleme süreleri memnuniyetsizlik üzerinde en güçlü etkiye sahip olmuştur. Bekleme sürelerine göre memnuniyet düzeylerine ilişkin detaylar Çizelge 4.8, 4.9, 4.10 ve 4.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8 : Metro kullanıcılarının bekleme sürelerine göre memnuniyet durumu.

Süre	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	Genel Toplam
0-2 dk	0	0	0	4	4	8
2-4 dk	1	4	12	92	7	116
4-6 dk	7	30	45	111	8	201
6-8 dk	12	30	31	17	3	93
8-10 dk	7	19	9	11	0	46
10-15 dk	6	9	1	5	0	21
15-20 dk	2	1	0	0	0	3
20-30 dk	1	0	0	0	0	1
30-40 dk	0	0	0	0	0	0
Genel Toplam	36	93	98	240	22	489

Çizelge 4.9 : Tramvay kullanıcılarının bekleme sürelerine göre memnuniyet durumu.

Süre	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	Genel Toplam
0-2 dk	2	2	1	2	0	7
2-4 dk	1	1	4	29	7	42
4-6 dk	5	14	25	35	4	83
6-8 dk	3	17	18	19	1	58
8-10 dk	11	17	11	4	0	43
10-15 dk	4	7	9	3	0	23
15-20 dk	4	1	0	0	0	5
20-30 dk	0	0	0	0	0	0
30-40 dk	1	0	0	0	0	1
Genel Toplam	31	59	68	92	12	262

Çizelge 4.10 : Hafif raylı sistem kullanıcılarının bekleme sürelerine göre memnuniyet durumu.

Süre	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	Genel Toplam
0-2 dk	0	0	2	1	1	4
2-4 dk	0	2	5	22	3	32
4-6 dk	5	14	33	50	3	105
6-8 dk	12	28	26	21	2	89
8-10 dk	12	19	18	9	0	58
10-15 dk	5	6	1	1	0	13
15-20 dk	1	0	2	0	0	3
20-30 dk	0	0	0	0	0	0
30-40 dk	1	0	0	0	0	1
Genel Toplam	35	69	87	104	10	305

Çizelge 4.11 : Banliyö kullanıcılarının bekleme sürelerine göre memnuniyet durumu.

Süre	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	Genel Toplam
0-2 dk	0	0	0	1	0	1
2-4 dk	1	0	0	9	2	12
4-6 dk	2	9	8	17	2	38
6-8 dk	5	37	28	16	1	87
8-10 dk	10	44	24	13	0	91
10-15 dk	21	31	12	6	0	70
15-20 dk	3	2	3	0	0	8
20-30 dk	0	0	1	0	0	1
30-40 dk	1	1	0	0	0	2
Genel Toplam	43	123	77	62	5	310

Araç içi doluluk oranları, tüm raylı sistemlerde memnuniyet seviyesini doğrudan etkileyen önemli bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Düşük doluluk oranlarında (%0-%39) memnuniyet daha yüksekken, %60 ve üzeri doluluk oranlarında memnuniyetsizlik belirgin bir şekilde artmıştır. Hafif raylı sistem ve tramvaylarda yüksek doluluk oranları, diğer sistemlere kıyasla daha fazla memnuniyetsizlik yaratmıştır. Araç içi doluluk oranlarına göre memnuniyet düzeylerine ilişkin detaylar Çizelge 4.12, 4.13, 4.14 ve 4.15’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.12 : Metro kullanıcılarının araç içi doluluğa göre memnuniyet durumu.

Doluluk	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	Genel Toplam
%0 - %4 - Hiç kalabalık değil, her zaman oturacak yer var	0	0	0	0	0	0
%5 - %9 - Oturmak rahat	0	0	1	3	0	4
%10 - %19 - Oturmak genelde mümkün	0	1	3	10	0	14
%20 - %39 - Oturmak zor olabilir, ayakta rahat durulabilir	0	8	12	15	0	35
%40 - %59 - Ayakta rahatça hareket edilebilir	1	9	21	26	1	58
%60 - %79 - Ayakta sınırlı hareket alanı var	19	111	34	13	0	177
%80 - %99 - Ayakta rahat hareket edilemiyor	71	51	5	0	0	127
%100 - Aşırı kalabalık, hareket edebilecek alan yok	68	5	1	0	0	74
Genel Toplam	159	185	77	67	1	489

Çizelge 4.13 : Tramvay kullanıcılarının araç içi doluluğa göre memnuniyet durumu.

Doluluk	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	Genel Toplam
%0 - %4 - Hiç kalabalık değil, her zaman oturacak yer var	0	0	0	1	2	3
%5 - %9 - Oturmak rahat	0	0	0	1	0	1
%10 - %19 - Oturmak genelde mümkün	0	0	0	7	1	8
%20 - %39 - Oturmak zor olabilir, ayakta rahat durulabilir	0	0	1	4	0	5
%40 - %59 - Ayakta rahatça hareket edilebilir	2	5	0	6	1	14
%60 - %79 - Ayakta sınırlı hareket alanı var	5	24	16	5	0	50
%80 - %99 - Ayakta rahat hareket edilemiyor	20	41	5	0	0	66
%100 - Aşırı kalabalık, hareket edecek alan yok	105	9	1	0	0	115
Genel Toplam	133	79	23	23	4	262

Çizelge 4.14 : Hafif raylı sistem kullanıcılarının araç içi doluluğa göre memnuniyet durumu.

Doluluk	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	Genel Toplam
%0 - %4 - Hiç kalabalık değil, her zaman oturacak yer var	0	0	0	0	0	0
%5 - %9 - Oturmak rahat	0	0	0	1	0	1
%10 - %19 - Oturmak genelde mümkün	0	0	0	2	0	2
%20 - %39 - Oturmak zor olabilir, ayakta rahat durulabilir	0	1	1	1	2	5
%40 - %59 - Ayakta rahatça hareket edilebilir	1	4	11	3	0	19
%60 - %79 - Ayakta sınırlı hareket alanı var	4	31	23	5	0	63
%80 - %99 - Ayakta rahat hareket edilemiyor	34	61	4	3	0	102
%100 - Aşırı kalabalık, hareket edecek alan yok	104	6	3	0	0	113
Genel Toplam	143	103	42	15	2	305

Çizelge 4.15 : Banliyö kullanıcılarının araç içi doluluğa göre memnuniyet durumu.

Doluluk	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	Genel Toplam
%0 - %4 - Hiç kalabalık değil, her zaman oturacak yer var	0	0	0	1	0	1
%5 - %9 - Oturmak rahat	0	0	0	3	1	4
%10 - %19 - Oturmak genelde mümkün	0	0	1	5	2	8
%20 - %39 - Oturmak zor olabilir, ayakta rahat durulabilir	0	2	7	13	1	23
%40 - %59 - Ayakta rahatça hareket edilebilir	0	7	15	20	0	42
%60 - %79 - Ayakta sınırlı hareket alanı var	2	60	34	11	0	107
%80 - %99 - Ayakta rahat hareket edilemiyor	22	50	7	3	0	82
%100 - Aşırı kalabalık, hareket edecek alan yok	37	5	1	0	0	43
Genel Toplam	61	124	65	56	4	310

Metro, tramvay, hafif raylı sistem ve banliyö kullanıcılarının dakiklik durumuna göre memnuniyet düzeyleri incelendiğinde, trenlerin zamanında gelme oranı arttıkça kullanıcı memnuniyetinin de yükseldiği tespit edilmiştir. Metro ve banliyö sistemlerinde, %80-%99 ve %100 dakiklik oranlarında kullanıcıların memnuniyet oranı oldukça yüksek bulunmuştur. Tramvay ve hafif raylı sistemlerde ise benzer dakiklik oranlarında memnuniyet seviyeleri daha düşük kalmış, gecikme durumları memnuniyetsizlik yaratmıştır. Bu bulgular, özellikle tramvay ve hafif raylı sistemlerde dakiklik performansının iyileştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Detaylı bilgiler Çizelge 4.16, 4.17, 4.18 ve 4.19’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.16 : Metro kullanıcılarının dakiklik durumuna göre memnuniyet seviyeleri.

Dakiklik	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	Genel Toplam
%100 - Her zaman tam zamanında	0	0	1	21	43	65
%80 - %99 - Neredeyse her zaman zamanında	1	2	6	190	41	240
%60 - %79 - Çoğunlukla zamanında	0	2	32	94	0	128
%40 - %59 - Bazen zamanında, bazen gecikiyor	3	13	22	7	2	47
%20 - %39 - Çoğunlukla gecikiyor	1	2	1	0	0	4
%10 - %19 - Sıklıkla gecikiyor	1	0	0	0	0	1
%1 - %9 - Neredeyse hiç zamanında gelmiyor	2	0	0	0	0	2
%0 - Hiç zamanında gelmiyor, sürekli geç	2	0	0	0	0	2
Genel Toplam	10	19	62	314	84	489

Çizelge 4.17 : Tramvay kullanıcılarının dakiklik durumuna göre memnuniyet seviyeleri.

Dakiklik	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	Genel Toplam
%100 - Her zaman tam zamanında	0	1	5	6	6	18
%80 - %99 - Neredeyse her zaman zamanında	2	5	9	67	5	88
%60 - %79 - Çoğunlukla zamanında	3	9	16	34	1	63
%40 - %59 - Bazen zamanında, bazen gecikiyor	8	27	21	4	0	60
%20 - %39 - Çoğunlukla gecikiyor	4	10	3	1	0	18
%10 - %19 - Sıklıkla gecikiyor	3	6	0	0	0	9
%1 - %9 - Neredeyse hiç zamanında gelmiyor	1	1	0	0	0	2
%0 - Hiç zamanında gelmiyor, sürekli geç	3	1	0	0	0	4
Genel Toplam	30	59	49	110	14	262

Çizelge 4.18 : Hafif raylı sistem kullanıcılarının dakiklik durumuna göre memnuniyet seviyeleri.

Dakiklik	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	Genel Toplam
%100 - Her zaman tam zamanında	3	0	1	9	7	20
%80 - %99 - Neredeyse her zaman zamanında	4	9	13	87	9	122
%60 - %79 - Çoğunlukla zamanında	1	6	36	37	1	81
%40 - %59 - Bazen zamanında, bazen gecikiyor	5	18	26	2	0	51
%20 - %39 - Çoğunlukla gecikiyor	3	9	2	0	0	14
%10 - %19 - Sıklıkla gecikiyor	4	3	3	0	0	10
%1 - %9 - Neredeyse hiç zamanında gelmiyor	0	0	0	0	0	0
%0 - Hiç zamanında gelmiyor, sürekli geç	7	0	0	0	0	7
Genel Toplam	27	45	81	135	17	305

Çizelge 4.19 : Banliyö kullanıcılarının dakiklik durumuna göre memnuniyet seviyeleri.

Dakiklik	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	Genel Toplam
%100 - Her zaman tam zamanında	2	1	1	9	18	31
%80 - %99 - Neredeyse her zaman zamanında	0	3	8	99	7	117
%60 - %79 - Çoğunlukla zamanında	0	10	35	53	1	99
%40 - %59 - Bazen zamanında, bazen gecikiyor	3	16	27	5	1	52
%20 - %39 - Çoğunlukla gecikiyor	1	5	0	1	0	7
%10 - %19 - Sıklıkla gecikiyor	2	0	0	0	0	2
%1 - %9 - Neredeyse hiç zamanında gelmiyor	0	1	0	0	0	1
%0 - Hiç zamanında gelmiyor, sürekli geç	1	0	0	0	0	1
Genel Toplam	9	36	71	168	26	310

Anket çalışmasında, raylı sistemlerin hizmet saatlerine yönelik kullanıcı memnuniyeti değerlendirilmiştir. Metro kullanıcılarının %36,61'i "memnunum", %3,27'si ise "çok memnunum" yanıtını vererek bu sistemi hizmet saatleri açısından diğer sistemlere göre daha olumlu değerlendirmiştir. Tramvay kullanıcılarında memnuniyet oranı biraz daha düşük olup, %35,11 "memnunum" ve %1,91 "çok memnunum" yanıtları verilmiştir. Hafif raylı sistem kullanıcıları için bu oranlar sırasıyla %33,44 ve %1,97 olarak kaydedilmiştir. Banliyö kullanıcıları arasında ise memnuniyetsizlik daha belirgin olup, %27,42 "memnunum" ve %4,19 "çok memnunum" yanıtlarının yanında %51,62 oranında memnuniyetsizlik belirtilmiştir. Bu bulgular, özellikle banliyö sisteminde hizmet saatlerinin kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kalabildiğini göstermektedir. Detaylı bilgiler Çizelge 4.20'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.20 : Raylı sistemlerin hizmet saatlerine göre memnuniyet durumu.

Raylı sistemlerin hizmet saatlerinden memnun musunuz?					
	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum
Metro					
Katılımcı Sayısı	66	138	90	179	16
%	13,50	28,22	18,40	36,61	3,27
Tramvay					
Katılımcı Sayısı	44	66	55	92	5
%	16,79	25,19	20,99	35,11	1,91
Hafif Raylı Sistem					
Katılımcı Sayısı	55	79	63	102	6
%	18,03	25,90	20,66	33,44	1,97
Banliyö					
Katılımcı Sayısı	68	92	52	85	13
%	21,94	29,68	16,77	27,42	4,19

Araç içi temizlik kullanıcılar için önemli bir memnuniyet kriteridir. Metro kullanıcılarının %46,42'si temizlik konusunda "memnunum", %6,34'ü ise "çok memnunum" yanıtını vererek genel olarak olumlu değerlendirme yapmıştır. Banliyö kullanıcıları da %48,06 "memnunum" ve %7,42 "çok memnunum" yanıtları ile olumlu bir görüş belirtmiştir. Buna karşılık, tramvay ve hafif raylı sistemlerde memnuniyetsizlik oranları sırasıyla %47,33 ve %50,16 gibi yüksek seviyelere ulaşmıştır. Bu durum, özellikle tramvay ve hafif raylı sistemlerde temizlik standartlarının iyileştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Araç içi temizlikle ilgili detaylı değerlendirmeler Çizelge 4.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.21 : Raylı sistemlerin araç içi temizliğine göre memnuniyet durumu.

Raylı sistemlerin araç içi temizliğinden memnun musunuz?					
	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum
Metro					
Katılımcı Sayısı	32	57	142	227	31
%	6,54	11,66	29,04	46,42	6,34
Tramvay					
Katılımcı Sayısı	71	53	74	58	6
%	27,10	20,23	28,24	22,14	2,29
Hafif Raylı Sistem					
Katılımcı Sayısı	78	75	82	63	7
%	25,57	24,59	26,89	20,66	2,30
Banliyö					
Katılımcı Sayısı	13	38	87	149	23
%	4,19	12,26	28,06	48,06	7,42

Metro ve banliyö sistemleri havalandırma performansı açısından diğer sistemlere kıyasla daha olumlu değerlendirilmiştir. Metro kullanıcılarının %35,38'i "orta", %32,11'i "iyi", %3,89'u ise "çok iyi" yanıtını vermiştir. Banliyö kullanıcılarında bu oranlar %31,29 "orta", %41,94 "iyi" ve %7,42 "çok iyi" şeklinde kaydedilmiştir. Buna karşılık, tramvay kullanıcılarının %57,26'sı ve hafif raylı sistem kullanıcılarının %60'a yakını havalandırma performansını "kötü" veya "çok kötü" olarak değerlendirmiştir. Bu bulgular, özellikle tramvay ve hafif raylı sistemlerde havalandırma koşullarının iyileştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Detaylı bilgiler Çizelge 4.22'de gösterilmiştir.

Geç saatlerde istasyon ve araç içi aydınlatmanın yeterliliği, kullanıcıların güvenlik ve konfor algısı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Metro kullanıcılarının %62,99'u aydınlatmayı "yeterli", %11,66'sı "çok yeterli" olarak değerlendirerek olumlu bir görüş bildirmiştir. Banliyö kullanıcılarında bu oran %55,16 "yeterli" ve %10,65 "çok yeterli" şeklinde kaydedilmiştir. Buna karşın, tramvay kullanıcılarında %22,52 oranında "çok yetersiz" veya "yetersiz" değerlendirmesi yapılmıştır. Hafif raylı sistemde de benzer şekilde memnuniyetsizlik oranları %22,62 seviyelerine ulaşmıştır. Bu sonuçlar, özellikle tramvay ve hafif raylı sistemlerde aydınlatma standartlarının iyileştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Detaylı bilgiler Çizelge 4.23'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.22 : Raylı sistemlerin araçlarının havalandırma ve iklimlendirme sistemi performanslarına göre memnuniyet durumu.

Araçların havalandırma ve iklimlendirme sistemi performansını nasıl değerlendiriyorsunuz?					
	Çok kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok iyi
Metro					
Katılımcı Sayısı	42	98	173	157	19
%	8,59	20,04	35,38	32,11	3,89
Tramvay					
Katılımcı Sayısı	81	69	59	50	3
%	30,92	26,34	22,52	19,08	1,15
Hafif Raylı Sistem					
Katılımcı Sayısı	93	90	73	44	5
%	30,49	29,51	23,93	14,43	1,64
Banliyö					
Katılımcı Sayısı	17	43	97	130	23
%	5,48	13,87	31,29	41,94	7,42

Çizelge 4.23 : Raylı sistemlerin geç saatlerde istasyon ve araç içi aydınlatma yeterliliğine göre memnuniyet durumu.

Geç saatlerde istasyonlarda ve araçların içinde aydınlatma yeterli mi?					
	Çok yetersiz	Yetersiz	Orta	Yeterli	Çok yeterli
Metro					
Katılımcı Sayısı	10	30	84	308	57
%	2,04	6,13	17,18	62,99	11,66
Tramvay					
Katılımcı Sayısı	29	30	92	98	13
%	11,07	11,45	35,11	37,40	4,96
Hafif Raylı Sistem					
Katılımcı Sayısı	29	40	109	110	17
%	9,51	13,11	35,74	36,07	5,57
Banliyö					
Katılımcı Sayısı	5	25	76	171	33
%	1,61	8,06	24,52	55,16	10,65

Anket çalışmasında, raylı sistem araçlarının titreşim seviyelerinin kullanıcılar üzerindeki rahatsızlık düzeyi değerlendirilmiştir. Metro kullanıcılarının %75,26'sı titreşimi "az rahatsız edici" veya "hiç rahatsız edici değil" olarak değerlendirerek bu konuda olumlu bir algıya sahiptir. Benzer şekilde, banliyö kullanıcıları da titreşim seviyelerini genellikle rahatsız edici bulmamışlardır. Buna karşın, tramvay kullanıcılarının %31,30'u ve hafif raylı sistem kullanıcılarının %63,28'i titreşim

seviyelerini "çok rahatsız edici" veya "oldukça rahatsız edici" olarak değerlendirmiştir. Bu sonuçlar, özellikle tramvay ve hafif raylı sistemlerde titreşim kaynaklı rahatsızlığın azaltılmasına yönelik iyileştirmelerin gerekli olduğunu ortaya koymaktadır. Detaylı bilgiler Çizelge 4.24'te sunulmuştur.

Çizelge 4.24 : Raylı sistem araçlarının titreşim rahatsızlık düzeyine göre memnuniyet durumu.

	Araçların titreşimi ne kadar rahatsız edici?				
	Çok rahatsız edici	Oldukça rahatsız edici	Orta derecede rahatsız edici	Az rahatsız edici	Hiç rahatsız edici değil
Metro					
Katılımcı Sayısı	28	63	182	186	30
%	5,73	12,88	37,22	38,04	6,13
Tramvay					
Katılımcı Sayısı	36	46	113	54	13
%	13,74	17,56	43,13	20,61	4,96
Hafif Raylı Sistem					
Katılımcı Sayısı	109	84	63	44	5
%	35,74	27,54	20,66	14,43	1,64
Banliyö					
Katılımcı Sayısı	9	30	117	132	22
%	2,90	9,68	37,74	42,58	7,10

Araç içi gürültü seviyesi metro ve banliyö sistemlerinde araç içi gürültü seviyesi kullanıcılar tarafından genellikle kabul edilebilir bulunmuştur. Metro kullanıcılarının %64,83'ü gürültüyü "az rahatsız edici" veya "hiç rahatsız edici değil" olarak değerlendirirken, banliyö kullanıcılarında bu oran %47,09 olarak kaydedilmiştir. Buna karşın, tramvay kullanıcılarının %38,17'si ve hafif raylı sistem kullanıcılarının %64,92'si araç içi gürültüyü "çok rahatsız edici" veya "oldukça rahatsız edici" bulmuştur. Gürültü seviyesinin bu sistemlerde iyileştirilmesi gerektiği açıktır. Detaylı bilgiler Çizelge 4.25'te gösterilmiştir.

Anket çalışmasında, raylı sistemlerde kullanıcıların güvenlik açısından hissettikleri tedirginlik düzeyleri değerlendirilmiştir. Metro ve banliyö sistemleri, kullanıcılar tarafından daha güvenli bulunmuş, bu sistemlerde "nadiren tedirginlik hissediyorum" ve "hiç tedirginlik hissetmiyorum" yanıtları sırasıyla %36,81 ve %39,35 oranlarında verilmiştir. Tramvay kullanıcılarında ise %43,13'lük bir oran "her zaman", "sık sık" veya "bazen tedirginlik hissediyorum" yanıtlarını vermiştir. Hafif raylı sistem kullanıcılarında da benzer şekilde güvenlik algısında eksiklikler dikkat çekmiştir. Bu

bulgular, tramvay ve hafif raylı sistemlerde güvenlik önlemlerinin artırılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Detaylı bilgiler Çizelge 4.26’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.25 : Raylı sistem araçlarının gürültü rahatsızlık düzeyine göre memnuniyet durumu.

	Araçların gürültüsü ne kadar rahatsız edici?				
	Çok rahatsız edici	Oldukça rahatsız edici	Orta derecede rahatsız edici	Az rahatsız edici	Hiç rahatsız edici değil
Metro					
Katılımcı Sayısı	42	105	168	149	25
%	8,59	21,47	34,36	30,47	5,11
Tramvay					
Katılımcı Sayısı	42	58	92	57	13
%	16,03	22,14	35,11	21,76	4,96
Hafif Raylı Sistem					
Katılımcı Sayısı	122	76	63	41	3
%	40,00	24,92	20,66	13,44	0,98
Banliyö					
Katılımcı Sayısı	10	48	106	125	21
%	3,23	15,48	34,19	40,32	6,77

Çizelge 4.26 : Raylı sistemlerde güvenlik açısından tedirginlik hissedilme durumuna göre memnuniyet durumu.

	İstasyonlarda veya araçlarda güvenlik açısından tedirginlik hissediyor musunuz?				
	Her zaman tedirginlik hissediyorum	Sık sık tedirginlik hissediyorum	Bazen tedirginlik hissediyorum	Nadiren tedirginlik hissediyorum	Hiç tedirginlik hissetmiyorum
Metro					
Katılımcı Sayısı	28	64	126	180	91
%	5,73	13,09	25,77	36,81	18,61
Tramvay					
Katılımcı Sayısı	58	55	66	59	24
%	22,14	20,99	25,19	22,52	9,16
Hafif Raylı Sistem					
Katılımcı Sayısı	71	63	80	65	26
%	23,28	20,66	26,23	21,31	8,52
Banliyö					
Katılımcı Sayısı	19	36	94	122	39
%	6,13	11,61	30,32%	39,35	12,58

Anket çalışmasında, raylı sistem istasyonlarının engelli, yaşlı ve çocuklu aileler için erişim kolaylığı açısından kullanıcı memnuniyeti değerlendirilmiştir. Metro istasyonlarında kullanıcıların %42,54’ü tasarımı "orta", %29,04’ü "iyi" ve %3,68’i "çok iyi" olarak değerlendirmiştir. Buna karşın, %24,74 oranında katılımcı metro

istasyonlarını "kötü" veya "çok kötü" olarak nitelendirmiştir. Tramvay istasyonlarında, "iyi" ve "çok iyi" değerlendirmeleri toplamda %27,10 ile daha düşük kalmış, %32,44 oranında "kötü" veya "çok kötü" yanıtları verilmiştir. Hafif raylı sistem istasyonlarında memnuniyetsizlik oranı %37,05 olup, olumlu değerlendirmeler %21,96 seviyesinde kalmıştır. Banliyö istasyonları ise bu konuda diğer sistemlere kıyasla daha olumlu değerlendirilmiş, kullanıcıların %33,23'ü "iyi" ve %6,13'ü "çok iyi" yanıtları vermiştir. Bu sonuçlar, özellikle tramvay ve hafif raylı sistem istasyonlarında erişim kolaylığı açısından iyileştirme yapılması gerektiğini göstermekte, banliyö ve metro istasyonlarının bu alandaki performansının görece daha olumlu olduğunu ortaya koymaktadır. Erişim kolaylığına ilişkin kullanıcı değerlendirmelerinin detayları Çizelge 4.27'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.27 : Raylı sistemlerin erişim kolaylığına göre memnuniyet durumu.

	İstasyonların engelli, yaşlı ve çocuklu aileler için erişim kolaylığı açısından tasarımı nasıl?				
	Çok kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok iyi
Metro					
Katılımcı Sayısı	25	96	208	142	18
%	5,11	19,63	42,54	29,04	3,68
Tramvay					
Katılımcı Sayısı	30	55	106	64	7
%	11,45	20,99	40,46	24,43	2,67
Hafif Raylı Sistem					
Katılımcı Sayısı	37	76	125	59	8
%	12,13	24,92	40,98	19,34	2,62
Banliyö					
Katılımcı Sayısı	7	45	136	103	19
%	2,26	14,52	43,87	33,23	6,13

Raylı sistem istasyonlarındaki elektronik bilgilendirme sistemlerinin yeterliliği, kullanıcıların seyahat deneyimini doğrudan etkileyen önemli bir unsurdur. Metro kullanıcılarının %52,56'sı bilgilendirme sistemlerini "yeterli", %6,54'ü ise "çok yeterli" olarak değerlendirmiştir. Bununla birlikte, %14,52 oranında kullanıcı "çok yetersiz" veya "yetersiz" yanıtlarını vermiştir. Tramvay istasyonlarında, "yeterli" ve "çok yeterli" değerlendirmeleri toplamda %32,07 ile daha düşük kalmış, memnuniyetsizlik oranı %39,31 olarak kaydedilmiştir. Hafif raylı sistem istasyonlarında memnuniyet oranı biraz daha yüksek olsa da %28,19 oranında "yetersiz" değerlendirmesi dikkat çekmiştir. Banliyö istasyonlarında ise kullanıcıların

%41,94'ü bilgilendirme sistemlerini "yeterli", %7,42'si "çok yeterli" olarak değerlendirmiştir. Bu sonuçlar, özellikle tramvay ve hafif raylı sistemlerde bilgilendirme sistemlerinin iyileştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Detaylı bilgiler Çizelge 4.28'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.28 : Raylı sistem istasyonlarındaki elektronik bilgilendirme sistemlerinin yeterliliğine göre memnuniyet durumu.

İstasyonlardaki elektronik bilgilendirme sistemleri (tren geliş sürelerini gösteren ekranlar) yeterli ve düzgün çalışıyor mu?					
	Çok yetersiz	Yetersiz	Orta	Yeterli	Çok yeterli
Metro					
Katılımcı Sayısı	19	52	129	257	32
%	3,89	10,63	26,38	52,56	6,54
Tramvay					
Katılımcı Sayısı	47	56	75	75	9
%	17,94	21,37	28,63	28,63	3,44
Hafif Raylı Sistem					
Katılımcı Sayısı	26	60	84	122	13
%	8,52	19,67	27,54	40,00	4,26
Banliyö					
Katılımcı Sayısı	18	47	92	130	23
%	5,81	15,16	29,68	41,94	7,42

Raylı sistemlerde bilet ücretlendirmelerine ilişkin kullanıcı değerlendirmeleri, toplu taşıma hizmetlerinin maliyet algısı açısından önemli ipuçları sunmaktadır. Metro kullanıcılarının %19,63'ü "hiç memnun değilim", %32,72'si "memnun değilim" yanıtlarını vererek toplamda %52,35 oranında memnuniyetsizlik bildirmiştir. Tramvay kullanıcılarında memnuniyetsizlik oranı %47,71 ile biraz daha düşük seyretmiştir. Hafif raylı sistem kullanıcılarının %22,30'u "hiç memnun değilim", %26,56'sı ise "memnun değilim" diyerek memnuniyetsizlik oranını %48,86'ya taşımıştır. Banliyö kullanıcılarında ise memnuniyetsizlik en yüksek seviyeye ulaşmış, kullanıcıların %30,97'si "hiç memnun değilim" ve %31,29'u "memnun değilim" yanıtlarını vermiştir. Bu bulgular, bilet ücretlendirmelerinin kullanıcılar için ciddi bir memnuniyetsizlik kaynağı olduğunu göstermektedir. Detaylı bilgiler Çizelge 4.29'da gösterilmiştir.

Raylı sistem istasyonlarının temizlik, rutubet ve hava kalitesi, kullanıcı deneyimini doğrudan etkileyen önemli unsurlardır. Metro istasyonlarında kullanıcıların %34,76'sı

bu unsurları "orta", %24,54'ü "iyi" ve %3,68'i "çok iyi" olarak değerlendirmiştir. Buna karşılık, %37,01 oranında kullanıcı "kötü" veya "çok kötü" yanıtlarını vererek bu alanda iyileştirme yapılması gerektiğini belirtmiştir. Tramvay istasyonlarında memnuniyetsizlik oranı %45,42'ye ulaşmış, olumlu değerlendirmeler ise %26,72 ile sınırlı kalmıştır. Hafif raylı sistem istasyonlarında da memnuniyetsizlik %52,46 oranıyla dikkat çekmiştir. Banliyö istasyonlarında olumlu değerlendirmeler biraz daha yüksek olup, kullanıcıların %39,03'ü "iyi" ve %5,81'i "çok iyi" yanıtlarını vermiştir. Bu bulgular, özellikle tramvay ve hafif raylı sistem istasyonlarında temizlik standartlarının iyileştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Detaylı bilgiler Çizelge 4.30'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.29 : Raylı sistemlerin bilet ücretlendirmelerine göre memnuniyet durumu.

Bilet ücretlendirmelerinden memnun musunuz?					
	Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum
Metro					
Katılımcı Sayısı	96	160	96	117	20
%	19,63	32,72	19,63	23,93	4,09
Tramvay					
Katılımcı Sayısı	58	67	65	59	13
%	22,14	25,57	24,81	22,52	4,96
Hafif Raylı Sistem					
Katılımcı Sayısı	68	81	67	82	7
%	22,30	26,56	21,97	26,89	2,30
Banliyö					
Katılımcı Sayısı	96	97	68	42	7
%	30,97	31,29	21,94	13,55	2,26

Bu çalışma, İstanbul'daki raylı toplu taşıma sistemlerinin farklı hizmet bileşenlerine ilişkin kullanıcı memnuniyetini kapsamlı bir şekilde değerlendirmiştir. Elde edilen bulgular, metro sisteminin genel olarak daha yüksek memnuniyet oranlarına sahip olduğunu, ancak aktarma mesafeleri, bekleme süreleri, araç içi doluluk, dakiklik, temizlik, havalandırma ve güvenlik gibi kritik hizmet unsurlarında tramvay ve hafif raylı sistemlerde belirgin memnuniyetsizliklerin bulunduğunu göstermektedir. Banliyö sisteminde ise hizmet saatleri ve bilet ücretlendirmesi, kullanıcıların en fazla memnuniyetsizlik yaşadığı alanlar olarak öne çıkmıştır. Özellikle temizlik, hava kalitesi, aydınlatma ve elektronik bilgilendirme sistemleri gibi unsurlarda, kullanıcıların beklentilerinin karşılanmadığı durumlar dikkat çekmektedir. Bu

sonuçlar, raylı sistemlerin kullanıcı odaklı iyileştirilmesi ve daha erişilebilir, konforlu ve verimli bir ulaşım deneyimi sağlanması için rehber niteliğindedir. Kullanıcı memnuniyetinin artırılmasına yönelik yapılacak çalışmalar, hem mevcut hizmet kalitesini iyileştirecek hem de toplu taşıma kullanımını teşvik ederek kentsel sürdürülebilirliğe katkı sağlayacaktır.

Çizelge 4.30 : İstasyonlardaki temizlik, rutubet ve hava kalitesine göre memnuniyet durumu.

İstasyonlardaki temizlik, rutubet ve hava kalitesi hakkında ne düşünüyorsunuz?					
	Çok kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok iyi
Metro					
Katılımcı Sayısı	50	131	170	120	18
%	10,22	26,79	34,76	24,54	3,68
Tramvay					
Katılımcı Sayısı	64	55	73	60	10
%	24,43	20,99	27,86	22,90	3,82
Hafif Raylı Sistem					
Katılımcı Sayısı	76	84	89	49	7
%	24,92	27,54	29,18	16,07	2,30
Banliyö					
Katılımcı Sayısı	21	41	109	121	18
%	6,77	13,23	35,16	39,03	5,81

5. ARDIŞIK ARALIKLAR YÖNTEMİYLE HİZMET SEVİYESİ ÖLÇEĞİ BELİRLENMESİ

Bu çalışmada, İstanbul'da raylı toplu taşıma sistemleri hizmet seviyesini belirlemek amacıyla ardışık aralıklar yöntemi (successive interval scaling) kullanılmıştır. Bu yöntem, kullanıcıların toplu taşıma hizmetine ilişkin algılarını belirli kategorilere ayırarak, bu kategorilerin ardışık şekilde sıralandığı ve algısal farkların nicel bir ölçek üzerinde ölçüldüğü bir tekniktir (Edwards, 1952). Yöntem, özellikle hizmet düzeylerini algısal olarak değerlendirmek için uygun olup, toplu taşıma gibi hizmet sektörlerinde kullanıcı memnuniyetini ve deneyimlerini ölçeklendirmek için idealdir (Sjöberg, 1964).

Yöntemin ilk adımında, katılımcılar toplu taşıma hizmetlerinin çeşitli nitelikleri (örneğin, bekleme süresi, doluluk oranı, hız, güvenlik) hakkında değerlendirmeler yaparlar. Bu değerlendirmeler Likert tipi ölçekler üzerinden toplanır ve kategorilere göre sınıflandırılır. Daha sonra, regresyon modelleri kullanılarak kategoriler arasındaki mesafeler hesaplanır ve her bir kategori için bir z-değeri atanır. Bu z-değerleri, her bir kategorinin ölçek üzerindeki yerini belirlemek için kullanılır (Diederich ve diğ., 1955; Das ve Pandit, 2015).

Yöntemin önemli bir unsuru, regresyon analizinin kullanılmasıdır. Regresyon analizi, kategoriler arasındaki ilişkilerin doğrusal bir modelle açıklanmasını sağlar ve z-skorlarının regresyon çizgisine uyarlanması, kategorilerin normal dağılım varsayımına uygun olup olmadığını test eder. Bu süreçte her bir kategorinin genişliği belirlenir ve bu genişlikler bir ölçek üzerine yerleştirilir (Blischke ve diğ., 1975; Bock ve Jones, 1968).

Böylece, toplu taşıma hizmetlerinin çeşitli özellikleri için algısal farklar objektif bir şekilde ölçülür ve hizmet seviyelerine dayalı olarak puanlanır. Regresyon analizi ve normal dağılım, bu puanların kesin ve güvenilir bir şekilde belirlenmesini sağlar (Asdar ve Badrullah, 2016).

Bu süreç sonucunda, her bir hizmet niteliği, kullanıcı algısına dayalı olarak bir ölçek üzerinde konumlandırılarak hizmet seviyesi belirlenir. Ardışık aralıklar yöntemi, toplu taşıma hizmetlerinin performansını hem objektif hem de kullanıcı perspektifinden değerlendirmede etkili bir araç sunar (Edwards ve Gonzalez, 1993).

Bu çalışmada, İstanbul'daki metro, banliyö, hafif raylı sistem ve tramvay olarak dört farklı raylı toplu taşıma sistemi için anketler yapılmıştır. Anketi toplam 524 kişi tamamlamıştır. Anketteki katılımcılardan istasyona yürüme mesafesi, araç bekleme süresi, doluluk oranı ve araçların dakikliği ölçütleri için algıladıkları hizmet seviyelerini belirtmeleri ve memnuniyet seviyelerine göre 1'den 5'e kadar kategorik bir ölçekte (1 = Hiç memnun değilim, 5 = Çok memnunum) derecelendirmeleri istendi. Bu anketler ile istasyona yürüme mesafesi ölçütü için 747 veri, araç bekleme süresi, doluluk oranı ve araçların dakikliği ölçütleri için 1366 veri elde edilmiştir.

5.1 İstasyona Yürüme Mesafesi Ölçütü İçin Hizmet Seviyesi Ölçeği Belirlenmesi

Çizelge 5.1, istasyona yürüme mesafesi ölçütü için her bir hizmet seviyesi grubu (j) ile her bir derecelendirme kategorisi (k) için verilen yanıt sayısını göstermektedir.

Çizelge 5.1 : Her hizmet grubu için her derecelendirme kategorisine verilen yanıt sayısı (İstasyona yürüme mesafesi).

No	Hizmet Grubu (j) (metre)	Ortalama Hizmet Grubu (metre)	Derecelendirme Kategorisi (k)					Toplam
			Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	
1	0-50	25	0	3	7	23	18	51
2	51-100	75	1	4	7	29	12	53
3	101-200	150	2	4	10	36	13	65
4	201-400	300	3	4	8	32	16	63
5	401-600	500	7	11	12	34	24	88
6	601-800	700	3	13	12	30	9	67
7	801-1000	900	18	21	29	41	16	125
8	1001-1500	1250	7	13	21	30	9	80
9	1501-2000	1750	11	8	8	10	1	38
10	2001-2500	2250	7	10	3	4	0	24
11	2501-3000	2750	4	2	2	1	0	9
12	3001-4000	3500	52	19	13	0	0	84

Çizelge 5.2, Çizelge 5.1'den elde edilen yanıtların kümülatif oranlarını göstermektedir. Çizelge 5.1'de her bir hizmet seviyesi grubu (j) için her bir derecelendirme kategorisinde (k) verilen yanıt sayıları verilmişken, Çizelge 5.2'de bu sayılar kullanılarak her kategorideki ya da daha düşük kategorilerdeki yanıtların kümülatif oranları hesaplanmıştır.

Çizelge 5.2 : Derecelendirme kategorileri (k) altında yanıtların kümülatif oranı (p_{jk}) (İstasyona yürüme mesafesi).

No	Hizmet Grubu (j) (metre)	Ortalama Hizmet Grubu (metre)	Derecelendirme Kategorisi (k)				
			Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum
1	0-50	25	1,00	1,00	0,94	0,80	0,35
2	51-100	75	1,00	0,98	0,91	0,77	0,23
3	101-200	150	1,00	0,97	0,91	0,75	0,20
4	201-400	300	1,00	0,95	0,89	0,76	0,25
5	401-600	500	1,00	0,92	0,80	0,66	0,27
6	601-800	700	1,00	0,96	0,76	0,58	0,13
7	801-1000	900	1,00	0,86	0,69	0,46	0,13
8	1001-1500	1250	1,00	0,91	0,75	0,49	0,11
9	1501-2000	1750	1,00	0,71	0,50	0,29	0,03
10	2001-2500	2250	1,00	0,71	0,29	0,17	0,00
11	2501-3000	2750	1,00	0,56	0,33	0,11	0,00
12	3001-4000	3500	1,00	0,38	0,15	0,00	0,00

Çizelge 5.3, bulunan kümülatif oranlardan (p_{jk}) elde edilen "normal deviat" (y_{jk}) değerlerini gösterir. Bu değerler, her bir hizmet seviyesi grubu (j) ve memnuniyet kategorisi (k) için kümülatif oranlara karşılık gelen normal dağılımdaki z-puanlarıdır. Z-puanları, normal dağılımda belirli bir değer in ortalamaya göre ne kadar uzakta olduğunu gösterir ve kümülatif oranların standart normal dağılıma dönüştürülmesiyle elde edilir. " μ_k ", her bir hizmet seviyesi için normal deviat değerlerine (y_{jk}) dayalı olarak hesaplanan ortalama bir değeri temsil eder. Yani, hizmet seviyesi gruplarının normal dağılımdaki z-puanlarına göre ağırlıklı ortalamalarıdır. " $\mu_k(normalize)$ " ise bu değerlerin normalleştirilmiş halidir. Normalizasyon işlemi, farklı hizmet seviyeleri arasında kıyaslama yapmayı kolaylaştırmak için değerlerin belirli bir aralığa

ölçeklenmesi işlemidir. Bu şekilde, gruplar arasında doğrudan bir karşılaştırma yapılabilir.

Çizelge 5.3 : Kümülatif memnuniyet oranlarına (p_{jk}) karşılık gelen normal sapmalar (y_{jk}) (İstasyona yürüme mesafesi).

No	Hizmet Grubu (j) (metre)	Ortalama Hizmet Grubu (metre)	Derecelendirme Kategorisi (k)				
			Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum
1	0-50	25	3,49	3,49	1,55	0,84	-0,39
2	51-100	75	3,49	2,05	1,34	0,74	-0,74
3	101-200	150	3,49	1,88	1,34	0,67	-0,84
4	201-400	300	3,49	1,64	1,23	0,71	-0,67
5	401-600	500	3,49	1,41	0,84	0,41	-0,61
6	601-800	700	3,49	1,75	0,71	0,20	-1,13
7	801-1000	900	3,49	1,08	0,50	-0,10	-1,13
8	1001-1500	1250	3,49	1,34	0,67	-0,03	-1,23
9	1501-2000	1750	3,49	0,55	0,00	-0,55	-1,88
10	2001-2500	2250	3,49	0,55	-0,55	-0,95	-3,49
11	2501-3000	2750	3,49	0,15	-0,44	-1,23	-3,49
12	3001-4000	3500	3,49	-0,31	-1,04	-3,49	-3,49
	$\sum y_{jk}$			15,60	6,15	-2,77	-19,08
	μ_k			1,30	0,51	-0,23	-1,59
	$\mu_k(normalize)$			1,159	0,372	-0,372	-1,731

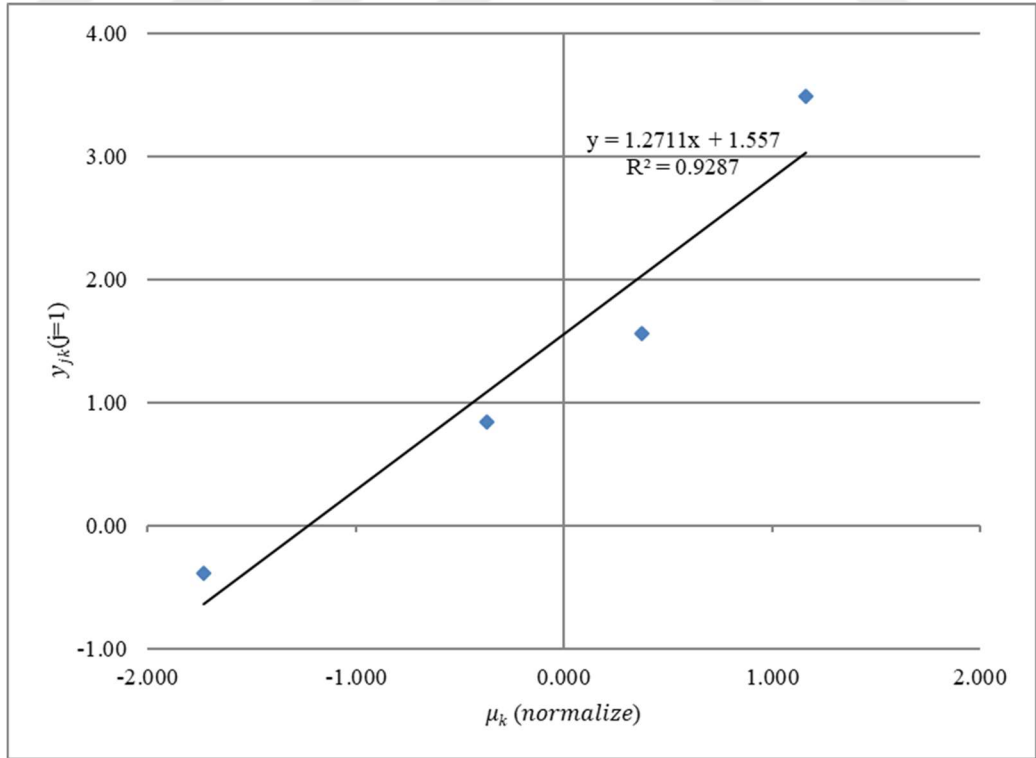
Çizelge 5.4'teki " μ_j^{LOS} " değerleri, her bir hizmet seviyesi grubu için ortalama LOS değerlerini ifade eder. Bu değerler, her mesafe aralığındaki yolcuların genel memnuniyet düzeyini özetler.

Yani " μ_j^{LOS} ", her bir hizmet seviyesi grubu için katılımcıların memnuniyetine dayalı olarak hesaplanan ortalama LOS değeridir. Bu değerler, kümülatif oranlardan hesaplanan z-değerleri (y_{jk}) ile " $\mu_k(normalize)$ " değerlerinin doğrusal regresyonu sonucunda elde edilmiştir ve hizmet seviyesi ile yolcu memnuniyeti arasındaki ilişkiyi gösterir.

Çizelge 5.4 : Her hizmet grubu (j) için ortalama LOS değerleri (μ_j^{LOS}) (İstasyona yürüme mesafesi).

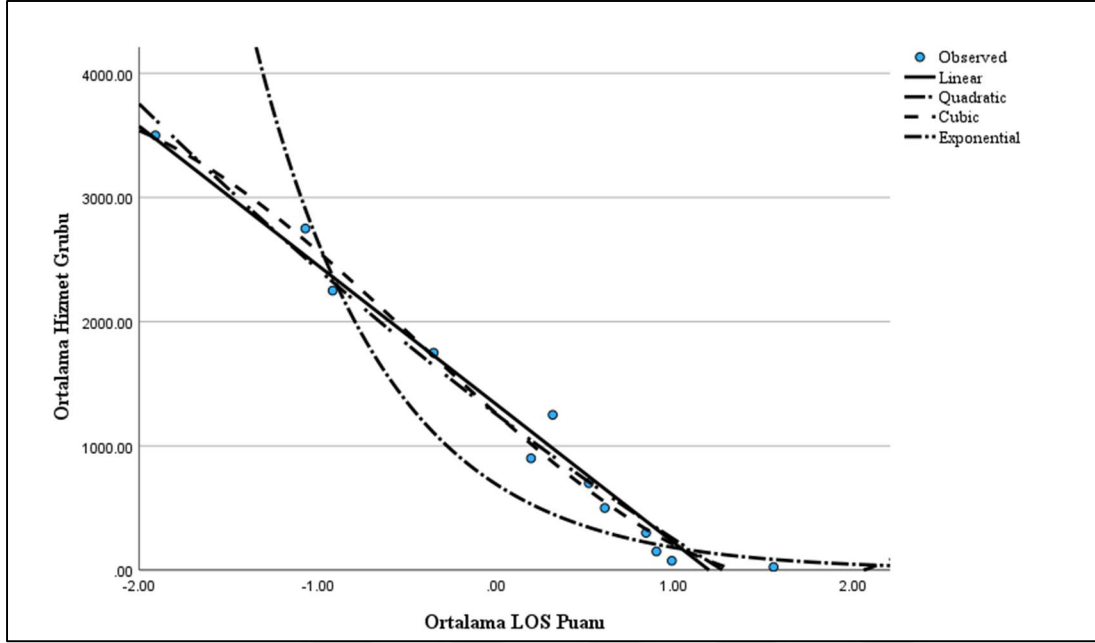
No	Hizmet Grubu (j) (metre)	Ortalama Hizmet Grubu (metre)	μ_j^{LOS}
1	0-50	25	1,55698131
2	51-100	75	0,986348423
3	101-200	150	0,899836698
4	201-400	300	0,841895278
5	401-600	500	0,610625159
6	601-800	700	0,521383877
7	801-1000	900	0,196845477
8	1001-1500	1250	0,318480531
9	1501-2000	1750	-0,349330875
10	2001-2500	2250	-0,915701766
11	2501-3000	2750	-1,068739931
12	3001-4000	3500	-1,909933839

Şekil 5.1, $j = 1$ olduğunda μ_k (*normalize*) ve y_{jk} arasındaki doğrusal ilişkiyi gösterir.



Şekil 5.1 : $j = 1$ olduğunda μ (*normalize*) ile y_{jk} arasındaki doğrusal ilişki (İstasyona yürüme mesafesi).

Şekil 5.2, istasyona yürüme mesafesi için ortalama LOS puanı μ_j^{LOS} ile ortalama hizmet grubu arasındaki eğri tahminini gösterir. Çizelge 5.5, eğri tahmini için model özeti ve parametre tahminlerini içermektedir.



Şekil 5.2 : İstasyona yürüme mesafesi için ortalama LOS puanı μ_j^{LOS} ile ortalama hizmet grubu arasındaki eğri tahmini.

Çizelge 5.5 : İstasyona yürüme mesafesi eğri tahmini için model özeti ve parametre tahminleri.

Denklem	Model Özeti					Parametre Tahminleri			
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1	b2	b3
Linear	0,968	305,964	1	10	0,000	1336,548	-1118,369		
Quadratic	0,973	163,324	2	9	0,000	1256,546	-1089,007	79,507	
Cubic	0,982	143,194	3	8	0,000	1262,060	-1280,053	123,392	97,274
Exponential	0,780	35,548	1	10	0,000	692,413	-1,342		

SPSS programı ile elde edilen Şekil 5.2 ve Çizelge 5.5 üzerinden yapılan analiz, "istasyona yürüme mesafesi" ile yolcu memnuniyeti arasındaki ilişkiyi modellemek için kullanılmıştır. Şekil 5.2'de yer alan ortalama hizmet seviyesi (LOS) ile mesafe grupları arasındaki eğri tahmini, yolcu memnuniyetinin mesafe arttıkça azaldığını göstermektedir.

Çizelge 5.5, bu eğri tahmini için çeşitli regresyon modellerinin (doğrusal, kuadratik, kübik ve üstel) performanslarını özetler. R^2 değerlerine bakıldığında, kübik ve

kuadratik modellerin yolcu memnuniyetini açıklamada en başarılı modeller olduğu görülmektedir ($R^2 = 0,973$ ve $0,982$). Kuadratik model, "istasyona yürüme mesafesi" ile yolcu memnuniyeti arasındaki ilişkiyi açıklamada en uygun model olarak seçilmiştir. Kuadratik modelin fonksiyonu Denklem 5.1'de gösterilmiştir.

$$y = 79,507x^2 - 1089,007x + 1256,546 \quad (5.1)$$

Burada, y ortalama hizmet grubu x ortalama LOS puanıdır.

Denklem 5.1 kullanılarak, her derecelendirme kategorisinin üst sınırlarına karşılık gelen hizmet seviyeleri Çizelge 5.6'da gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

Çizelge 5.6 : Her kategori için üst sınır (İstasyona yürüme mesafesi).

Derecelendirme Kategorisi (k)	μ_k (normalize)	Karşılık Gelen Hizmet Grubu (metre)
1	1,159149640	101,01
2	0,371887838	862,51
3	-0,371887838	1672,48
4	-1,730990468	3379,78

Çizelge 5.7, istasyona yürüme mesafesi için LOS ölçeği değerlerini göstermektedir.

Çizelge 5.7 : İstasyona yürüme mesafesi için LOS ölçeği değerleri.

LOS	LOS Ölçek Değerleri (metre)
A	<100
B	100-850
C	851-1700
D	1701-3400
E	>3400

5.2 Araç Bekleme Süresi Ölçütü İçin Hizmet Seviyesi Ölçeği Belirlenmesi

Çizelge 5.8, araç bekleme süresi ölçütü için her bir hizmet seviyesi grubu (j) ile her bir derecelendirme kategorisi (k) için verilen yanıt sayısını göstermektedir.

Çizelge 5.8 : Her hizmet grubu için her derecelendirme kategorisine verilen yanıt sayısı (Araç bekleme süresi).

No	Hizmet Grubu (<i>j</i>) (dakika)	Ortalama Hizmet Grubu (dakika)	Derecelendirme Kategorisi (<i>k</i>)					Toplam
			Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	
1	0-2	1	2	2	3	8	5	20
2	2-4	3	3	7	21	152	19	202
3	4-6	5	19	67	111	213	17	427
4	6-8	7	32	112	103	73	7	327
5	8-10	9	40	99	62	37	0	238
6	10-15	12,5	36	53	23	15	0	127
7	15-20	17,5	10	4	5	0	0	19
8	20-30	25	1	0	1	0	0	2
9	30-40	35	3	1	0	0	0	4

Çizelge 5.9, Çizelge 5.8'den elde edilen yanıtların kümülatif oranlarını göstermektedir. Çizelge 5.8'de her bir hizmet seviyesi grubu (*j*) için her bir derecelendirme kategorisinde (*k*) verilen yanıt sayıları verilmişken, Çizelge 5.9'de bu sayılar kullanılarak her kategorideki ya da daha düşük kategorilerdeki yanıtların kümülatif oranları hesaplanmıştır.

Çizelge 5.9 : Derecelendirme kategorileri (*k*) altında yanıtların kümülatif oranı (p_{jk}) (Araç bekleme süresi).

No	Hizmet Grubu (<i>j</i>)(dakika)	Ortalama Hizmet Grubu (dakika)	Derecelendirme Kategorisi (<i>k</i>)				
			Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum
1	0-2	1	1,00	0,90	0,80	0,65	0,25
2	2-4	3	1,00	0,99	0,95	0,85	0,09
3	4-6	5	1,00	0,96	0,80	0,54	0,04
4	6-8	7	1,00	0,90	0,56	0,24	0,02
5	8-10	9	1,00	0,83	0,42	0,16	0,00
6	10-15	12,5	1,00	0,72	0,30	0,12	0,00
7	15-20	17,5	1,00	0,47	0,26	0,00	0,00
8	20-30	25	1,00	0,50	0,50	0,00	0,00
9	30-40	35	1,00	0,25	0,00	0,00	0,00

Çizelge 5.10 : Kümülatif memnuniyet oranlarına (p_{jk}) karşılık gelen normal sapmalar (y_{jk}) (Araç bekleme süresi).

No	Hizmet Grubu (j)(dakika)	Ortalama Hizmet Grubu (dakika)	Derecelendirme Kategorisi (k)				
			Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum
1	0-2	1	3,49	1,28	0,84	0,39	-0,67
2	2-4	3	3,49	2,33	1,64	1,04	-1,34
3	4-6	5	3,49	1,75	0,84	0,10	-1,75
4	6-8	7	3,49	1,28	0,15	-0,71	-2,05
5	8-10	9	3,49	0,95	-0,20	-0,99	-3,49
6	10-15	12,5	3,49	0,58	-0,52	-1,17	-3,49
7	15-20	17,5	3,49	-0,08	-0,64	-3,49	-3,49
8	20-30	25	3,49	0,00	0,00	-3,49	-3,49
9	30-40	35	3,49	-0,67	-3,49	-3,49	-3,49
	$\sum y_{jk}$			7,43	-1,38	-11,82	-23,27
	μ_k			0,83	-0,15	-1,31	-2,59
	$\mu_k(normalize)$			1,559	0,580	-0,580	-1,852

Çizelge 5.10, bulunan kümülatif oranlardan (p_{jk}) elde edilen "normal deviat" (y_{jk}) değerlerini gösterir. Bu değerler, her bir hizmet seviyesi grubu (j) ve memnuniyet kategorisi (k) için kümülatif oranlara karşılık gelen normal dağılımdaki z-puanlarıdır. Z-puanları, normal dağılımda belirli bir değerın ortalamaya göre ne kadar uzakta olduğunu gösterir ve kümülatif oranların standart normal dağılıma dönüştürülmesiyle elde edilir. " μ_k ", her bir hizmet seviyesi için normal deviat değerlerine (y_{jk}) dayalı olarak hesaplanan ortalama bir değeri temsil eder. Yani, hizmet seviyesi gruplarının normal dağılımdaki z-puanlarına göre ağırlıklı ortalamalarıdır. " $\mu_k(normalize)$ " ise bu değerlerin normalleştirilmiş halidir. Normalizasyon işlemi, farklı hizmet seviyeleri arasında kıyaslama yapmayı kolaylaştırmak için değerlerin belirli bir aralığa ölçeklenmesi işlemidir. Bu şekilde, gruplar arasında doğrudan bir karşılaştırma yapılabilir.

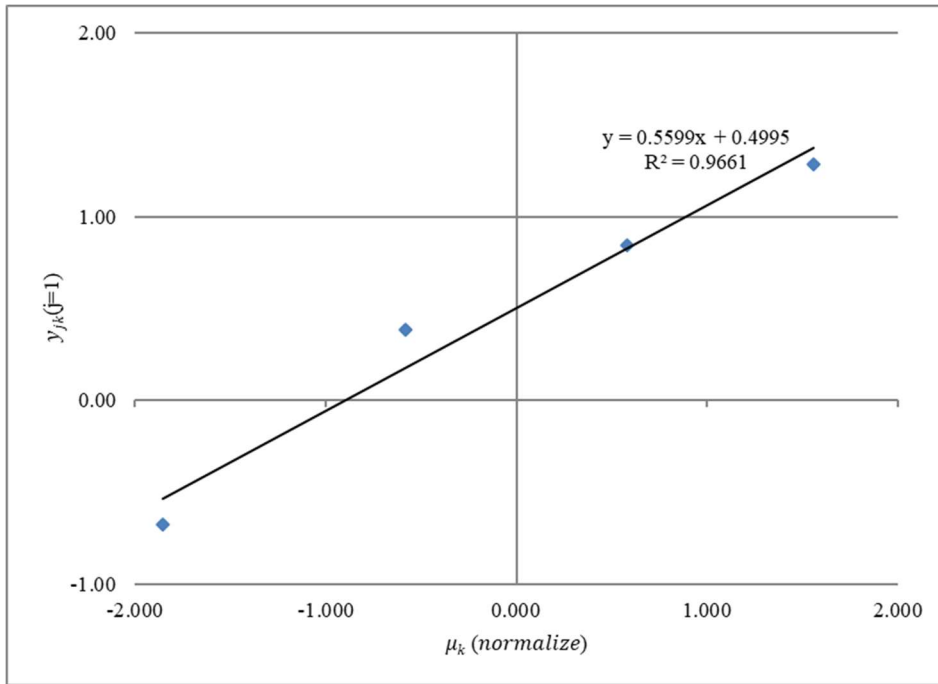
Çizelge 5.11 : Her hizmet grubu (j) için ortalama LOS değerleri (μ_j^{LOS}) (Araç bekleme süresi).

No	Hizmet Grubu (j) (dakika)	Ortalama Hizmet Grubu (dakika)	μ_j^{LOS}
1	0-2	1	0,499534387
2	2-4	3	0,992474908
3	4-6	5	0,308333096
4	6-8	7	-0,262090913
5	8-10	9	-0,841468627
6	10-15	12,5	-1,068221143
7	15-20	17,5	-1,840995328
8	20-30	25	-1,655227615
9	30-40	35	-2,734405641

Çizelge 5.11'deki " μ_j^{LOS} " değerleri, her bir hizmet seviyesi grubu için ortalama LOS değerlerini ifade eder. Bu değerler, her mesafe aralığındaki yolcuların genel memnuniyet düzeyini özetler.

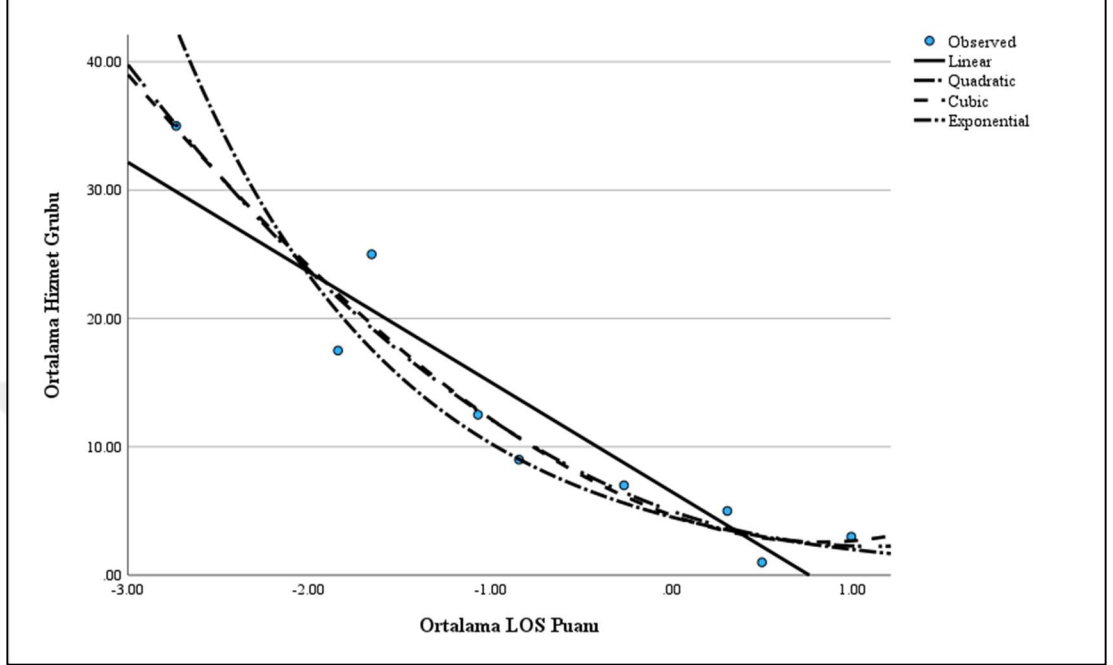
Yani " μ_j^{LOS} ", her bir hizmet seviyesi grubu için katılımcıların memnuniyetine dayalı olarak hesaplanan ortalama LOS değeridir. Bu değerler, kümülatif oranlardan hesaplanan z-değerleri (y_{jk}) ile " $\mu_k(normalize)$ " değerlerinin doğrusal regresyonu sonucunda elde edilmiştir ve hizmet seviyesi ile yolcu memnuniyeti arasındaki ilişkiyi gösterir.

Şekil 5.3, $j = 1$ olduğunda $\mu_k(normalize)$ ve y_{jk} arasındaki doğrusal ilişkiyi gösterir.



Şekil 5.3 : $j = 1$ olduğunda $\mu_k(normalize)$ ile y_{jk} arasındaki doğrusal ilişki (Araç bekleme süresi).

Şekil 5.4, araç bekleme süresi için ortalama LOS puanı μ_j^{LOS} ile ortalama hizmet grubu arasındaki eğri tahminini gösterir. Çizelge 5.12, eğri tahmini için model özeti ve parametre tahminlerini içermektedir.



Şekil 5.4 : Araç bekleme süresi için ortalama los puanı μ_j^{LOS} ile ortalama hizmet grubu arasındaki eğri tahmini.

Çizelge 5.12 : Araç bekleme süresi eğri tahmini için model özeti ve parametre tahminleri.

Denklem	Model Özeti					Parametre Tahminleri			
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1	b2	b3
Linear	0,871	47,220	1	7	0,000	6,506	-8,550		
Quadratic	0,941	47,480	2	6	0,000	5,005	-4,946	2,213	
Cubic	0,941	26,668	3	5	0,002	4,681	-4,965	2,760	0,201
Exponential	0,821	32,215	1	7	0,001	4,533	-0,819		

SPSS programı ile elde edilen Şekil 5.4 ve Çizelge 5.12 üzerinden yapılan analiz, "araç bekleme süresi" ile yolcu memnuniyeti arasındaki ilişkiyi modellemek için kullanılmıştır. Şekil 5.4'te yer alan ortalama hizmet seviyesi (LOS) ile mesafe grupları arasındaki eğri tahmini, yolcu memnuniyetinin bekleme süresi arttıkça azaldığını göstermektedir.

Çizelge 5.12, bu eğri tahmini için çeşitli regresyon modellerinin (doğrusal, kuadratik, kübik ve üstel) performanslarını özetler. R^2 değerlerine bakıldığında, kübik ve kuadratik modellerin yolcu memnuniyetini açıklamada en başarılı modeller olduğu görülmektedir ($R^2 = 0,941$ ve $0,941$). Kuadratik model, " araç bekleme süresi " ile yolcu memnuniyeti arasındaki ilişkiyi açıklamada en uygun model olarak seçilmiştir. Kuadratik modelin fonksiyonu Denklem 5.2'de gösterilmiştir.

$$y = 2,213x^2 - 4,946x + 5,005 \quad (5.2)$$

burada, y ortalama hizmet grubu x ortalama LOS puanıdır.

Denklem 5.2 kullanılarak, her derecelendirme kategorisinin üst sınırlarına karşılık gelen hizmet seviyeleri Çizelge 5.13'te gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

Çizelge 5.13 : Her kategori için üst sınır (Araç bekleme süresi).

Derecelendirme Kategorisi (k)	μ_k (normalize)	Karşılık Gelen Hizmet Grubu (Dakika)
1	1,558827900	2,43
2	0,580165865	5,82
3	-0,580165865	15,32
4	-1,851956988	32,59

Çizelge 5.14, araç bekleme süresi için LOS ölçeği değerlerini göstermektedir.

Çizelge 5.14 : Araç bekleme süresi için LOS ölçeği değerleri.

LOS	LOS Ölçek Değerleri (Dakika)
A	<2,5
B	2,5-6
C	6-15
D	15-33,5
E	>33,5

5.3 Araç Doluluk Oranı Ölçütü İçin Hizmet Seviyesi Ölçeği Belirlenmesi

Çizelge 5.15, doluluk oranı ölçütü için her bir hizmet seviyesi grubu (j) ile her bir derecelendirme kategorisi (k) için verilen yanıt sayısını göstermektedir.

Çizelge 5.15 : Her hizmet grubu için her derecelendirme kategorisine verilen yanıt sayısı (Doluluk oranı).

No	Hizmet Grubu (j)	Ortalama Hizmet Grubu	Derecelendirme Kategorisi (k)					Toplam
			Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	
1	%0 - %4	%2	0	0	0	2	2	4
2	%5 - %9	%7	0	0	1	8	1	10
3	%10 - %19	%15	0	1	4	24	3	32
4	%20 - %39	%30	0	11	21	33	3	68
5	%40 - %59	%50	4	25	47	55	2	133
6	%60 - %79	%70	30	226	107	34	0	397
7	%80 - %99	%90	147	203	21	6	0	377
8	%100	%100	314	25	6	0	0	345

Çizelge 5.16, Çizelge 5.15'ten elde edilen yanıtların kümülatif oranlarını göstermektedir. Çizelge 5.15'te her bir hizmet seviyesi grubu (j) için her bir derecelendirme kategorisinde (k) verilen yanıt sayıları verilmişken, Çizelge 16'de bu sayılar kullanılarak her kategorideki ya da daha düşük kategorilerdeki yanıtların kümülatif oranları hesaplanmıştır.

Çizelge 5.16 : Derecelendirme kategorileri (k) altında yanıtların kümülatif oranı (p_{jk}) (Doluluk oranı).

No	Hizmet Grubu (j)	Ortalama Hizmet Grubu	Derecelendirme Kategorisi (k)				
			Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum
1	%0 - %4	%2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50
2	%5 - %9	%7	1,00	1,00	1,00	0,90	0,10
3	%10 - %19	%15	1,00	1,00	0,97	0,84	0,09
4	%20 - %39	%30	1,00	1,00	0,84	0,53	0,04
5	%40 - %59	%50	1,00	0,97	0,78	0,43	0,02
6	%60 - %79	%70	1,00	0,92	0,36	0,09	0,00
7	%80 - %99	%90	1,00	0,61	0,07	0,02	0,00
8	%100	%100	1,00	0,09	0,02	0,00	0,00

Çizelge 5.17 : Kümülatif memnuniyet oranlarına (p_{jk}) karşılık gelen normal sapmalar (y_{jk}) (Doluluk oranı).

No	Hizmet Grubu (j)	Ortalama Hizmet Grubu	Derecelendirme Kategorisi (k)				
			Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum
1	%0 - %4	%2	3,49	3,49	3,49	3,49	0,00
2	%5 - %9	%7	3,49	3,49	3,49	1,28	-1,28
3	%10 - %19	%15	3,49	3,49	1,88	0,99	-1,34
4	%20 - %39	%30	3,49	3,49	0,99	0,08	-1,75
5	%40 - %59	%50	3,49	1,88	0,77	-0,18	-2,05
6	%60 - %79	%70	3,49	1,41	-0,36	-1,34	-3,49
7	%80 - %99	%90	3,49	0,28	-1,48	-2,05	-3,49
8	%100	%100	3,49	-1,34	-2,05	-3,49	-3,49
$\sum y_{jk}$				16,18	6,74	-1,22	-16,90
μ_k				2,02	0,84	-0,15	-2,11
$\mu_k(normalize)$				1,678	0,497	-0,497	-2,457

Çizelge 5.17, bulunan kümülatif oranlardan (p_{jk}) elde edilen "normal deviat" (y_{jk}) değerlerini gösterir. Bu değerler, her bir hizmet seviyesi grubu (j) ve memnuniyet

kategorisi (k) için kümülatif oranlara karşılık gelen normal dağılımdaki z-puanlarıdır. Z-puanları, normal dağılımda belirli bir değerin ortalamaya göre ne kadar uzakta olduğunu gösterir ve kümülatif oranların standart normal dağılıma dönüştürülmesiyle elde edilir. " μ_k ", her bir hizmet seviyesi için normal deviat değerlerine (y_{jk}) dayalı olarak hesaplanan ortalama bir değeri temsil eder. Yani, hizmet seviyesi gruplarının normal dağılımdaki z-puanlarına göre ağırlıklı ortalamalarıdır. " $\mu_k(normalize)$ " ise bu değerlerin normalleştirilmiş halidir. Normalizasyon işlemi, farklı hizmet seviyeleri arasında kıyaslama yapmayı kolaylaştırmak için değerlerin belirli bir aralığa ölçeklenmesi işlemidir. Bu şekilde, gruplar arasında doğrudan bir karşılaştırma yapılabilir.

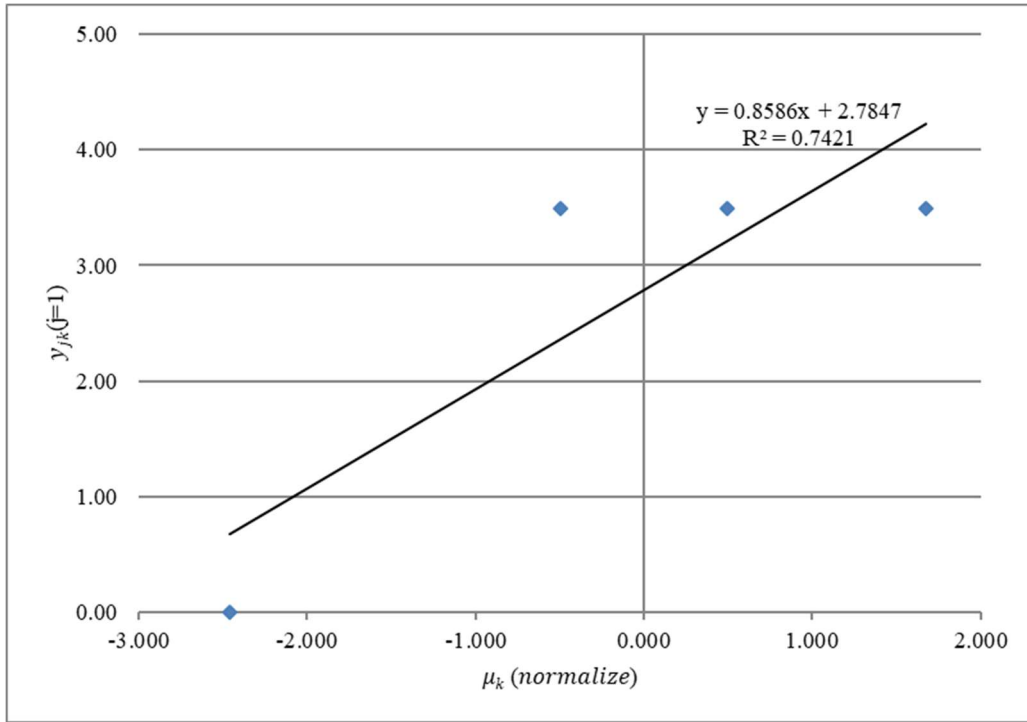
Çizelge 5.18 : Her hizmet grubu (j) için ortalama LOS değerleri (μ_j^{LOS}) (Doluluk oranı).

No	Hizmet Grubu (j)	Ortalama Hizmet Grubu	μ_j^{LOS}
1	%0 - %4	%2	2,784707248
2	%5 - %9	%7	1,987763274
3	%10 - %19	%15	1,479974883
4	%20 - %39	%30	0,938650491
5	%40 - %59	%50	0,291157146
6	%60 - %79	%70	-0,719761244
7	%80 - %99	%90	-1,515238537
8	%100	%100	-2,487329673

Çizelge 5.18'deki " μ_j^{LOS} " değerleri, her bir hizmet seviyesi grubu için ortalama LOS değerlerini ifade eder. Bu değerler, her mesafe aralığındaki yolcuların genel memnuniyet düzeyini özetler.

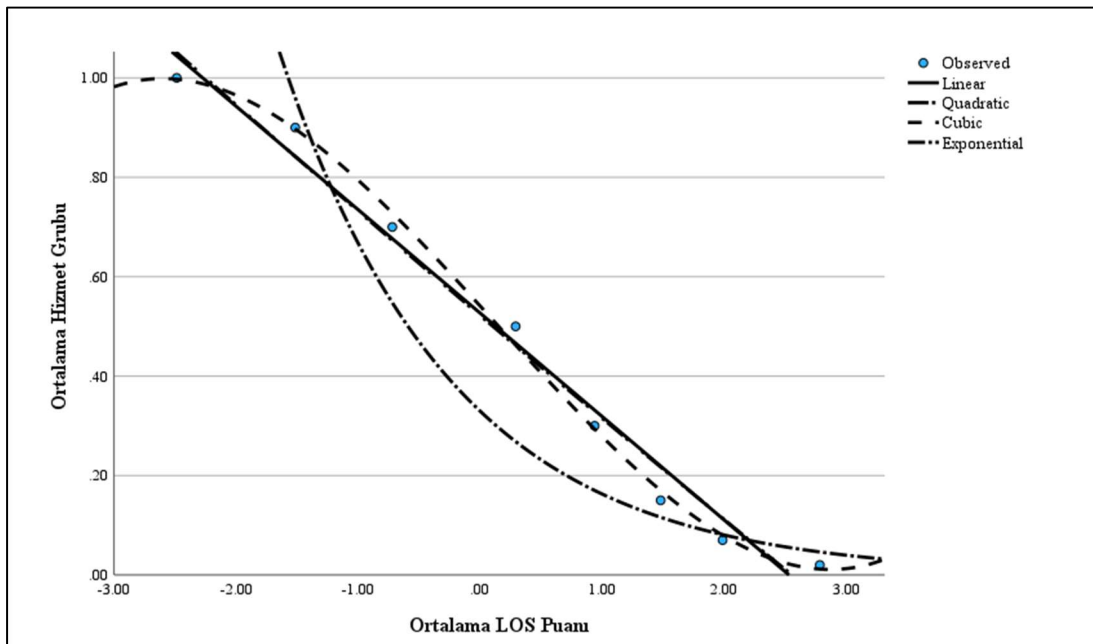
Yani " μ_j^{LOS} ", her bir hizmet seviyesi grubu için katılımcıların memnuniyetine dayalı olarak hesaplanan ortalama LOS değeridir. Bu değerler, kümülatif oranlardan hesaplanan z-değerleri (y_{jk}) ile " $\mu_k(normalize)$ " değerlerinin doğrusal regresyonu sonucunda elde edilmiştir ve hizmet seviyesi ile yolcu memnuniyeti arasındaki ilişkiyi gösterir.

Şekil 5.5, $j = 1$ olduğunda $\mu_k(normalize)$ ve y_{jk} arasındaki doğrusal ilişkiyi gösterir.



Şekil 5.5 : $j = 1$ olduğunda $\mu(normalize)$ ile y_{jk} arasındaki doğrusal ilişki (Doluluk oranı).

Şekil 5.6, doluluk oranı için ortalama LOS puanı μ_j^{LOS} ile ortalama hizmet grubu arasındaki eğri tahminini gösterir. Çizelge 5.19, eğri tahmini için model özeti ve parametre tahminlerini içermektedir.



Şekil 5.6 : Doluluk oranı için ortalama LOS puanı μ_j^{LOS} ile ortalama hizmet grubu arasındaki eğri tahmini.

Çizelge 5.19 : Doluluk oranı eğri tahmini için model özeti ve parametre tahminleri.

Denklem	Model Özeti					Parametre Tahminleri			
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1	b2	b3
Linear	0,980	299,233	1	6	0,000	0,527	-0,208		
Quadratic	0,980	125,629	2	5	0,000	0,522	-0,208	0,002	
Cubic	0,997	472,597	3	4	0,000	0,541	-0,270	-0,005	0,012
Exponential	0,852	34,587	1	6	0,001	0,330	-0,706		

SPSS programı ile elde edilen Şekil 5.6 ve Çizelge 5.19 üzerinden yapılan analiz, "doluluk oranı" ile yolcu memnuniyeti arasındaki ilişkiyi modellemek için kullanılmıştır. Şekil 5.6'da yer alan ortalama hizmet seviyesi (LOS) ile mesafe grupları arasındaki eğri tahmini, yolcu memnuniyetinin doluluk oranı arttıkça azaldığını göstermektedir.

Çizelge 5.19, bu eğri tahmini için çeşitli regresyon modellerinin (doğrusal, kuadratik, kübik ve üstel) performanslarını özetler. R^2 değerlerine bakıldığında, kübik ve kuadratik modellerin yolcu memnuniyetini açıklamada en başarılı modeller olduğu görülmektedir ($R^2 = 0,997$ ve $0,980$). Kuadratik model, "doluluk oranı" ile yolcu memnuniyeti arasındaki ilişkiyi açıklamada en uygun model olarak seçilmiştir. Kuadratik modelin fonksiyonu Denklem 5.3 de gösterilmiştir.

$$y = 0,002x^2 - 0,208x + 0,522 \quad (5.3)$$

burada, y ortalama hizmet grubu x ortalama LOS puanıdır.

Denklem 5.3 kullanılarak, her derecelendirme kategorisinin üst sınırlarına karşılık gelen hizmet seviyeleri Çizelge 5.20'de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

Çizelge 5.20 : Her kategori için üst sınır (Doluluk oranı).

Derecelendirme Kategorisi (k)	$\mu_k(normalize)$	Karşılık Gelen Hizmet Grubu
1	1,678063198	%10,94
2	0,497440298	%34,82
3	-0,497440298	%55,38
4	-2,457083146	%97,02

Çizelge 5.21, doluluk oranı için LOS ölçeği değerlerini göstermektedir.

Çizelge 5.21 : Doluluk oranı için LOS ölçeği değerleri.

LOS	LOS Ölçek Değerleri
A	<%11
B	%11-%35
C	%36-%55
D	%56-%97
E	>%97

5.4 Araçların Dakiklik Ölçütü İçin Hizmet Seviyesi Ölçeği Belirlenmesi

Çizelge 5.22, Dakiklik ölçütü için her bir hizmet seviyesi grubu (j) ile her bir derecelendirme kategorisi (k) için verilen yanıt sayısını göstermektedir.

Çizelge 5.22 : Her hizmet grubu için her derecelendirme kategorisine verilen yanıt sayısı (Dakiklik).

No	Hizmet Grubu (j)	Ortalama Hizmet Grubu	Derecelendirme Kategorisi (k)					Toplam
			Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum	
1	100%	100%	5	2	8	45	74	134
2	%80 - %99	90%	7	19	36	443	62	567
3	%60 - %79	70%	4	27	119	218	3	371
4	%40 - %59	50%	19	74	96	18	3	210
5	%20 - %39	30%	9	26	6	2	0	43
6	%10 - %19	15%	10	9	3	0	0	22
7	%1 - %9	5%	3	2	0	0	0	5
8	0%	0%	13	1	0	0	0	14

Çizelge 5.23, Çizelge 5.22'den elde edilen yanıtların kümülatif oranlarını göstermektedir. Çizelge 5.22'de her bir hizmet seviyesi grubu (j) için her bir derecelendirme kategorisinde (k) verilen yanıt sayıları verilmişken, Çizelge 5.23'te bu

sayılar kullanılarak her kategorideki ya da daha düşük kategorilerdeki yanıtların kümülatif oranları hesaplanmıştır.

Çizelge 5.23 : Derecelendirme kategorileri (k) altında yanıtların kümülatif oranı (p_{jk}) (Dakiklik).

No	Hizmet Grubu (j)	Ortalama Hizmet Grubu	Derecelendirme Kategorisi (k)				
			Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum
1	100%	100%	1,00	0,96	0,95	0,89	0,55
2	%80 - %99	90%	1,00	0,99	0,95	0,89	0,11
3	%60 - %79	70%	1,00	0,99	0,92	0,60	0,01
4	%40 - %59	50%	1,00	0,91	0,56	0,10	0,01
5	%20 - %39	30%	1,00	0,79	0,19	0,05	0,00
6	%10 - %19	15%	1,00	0,55	0,14	0,00	0,00
7	%1 - %9	5%	1,00	0,40	0,00	0,00	0,00
8	0%	0%	1,00	0,07	0,00	0,00	0,00

Çizelge 5.24 : Kümülatif memnuniyet oranlarına (p_{jk}) karşılık gelen normal sapmalar (y_{jk}) (Dakiklik).

No	Hizmet Grubu (j)	Ortalama Hizmet Grubu	Derecelendirme Kategorisi (k)				
			Hiç memnun değilim	Memnun değilim	Kararsızım	Memnunum	Çok memnunum
1	100%	100%	3,49	1,75	1,64	1,23	0,13
2	%80 - %99	90%	3,49	2,33	1,64	1,23	-1,23
3	%60 - %79	70%	3,49	2,33	1,41	0,25	-2,33
4	%40 - %59	50%	3,49	1,34	0,15	-1,28	-2,33
5	%20 - %39	30%	3,49	0,81	-0,88	-1,64	-3,49
6	%10 - %19	15%	3,49	0,13	-1,08	-3,49	-3,49
7	%1 - %9	5%	3,49	-0,25	-3,49	-3,49	-3,49
8	0%	0%	3,49	-1,48	-3,49	-3,49	-3,49
	$\sum y_{jk}$			6,95	-4,09	-10,69	-19,71
	μ_k			0,87	-0,51	-1,34	-2,46
	$\mu_k(\text{normalize})$			1,792	0,412	-0,412	-1,540

Çizelge 5.24, bulunan kümülatif oranlardan (p_{jk}) elde edilen "normal deviat" (y_{jk}) değerlerini gösterir. Bu değerler, her bir hizmet seviyesi grubu (j) ve memnuniyet kategorisi (k) için kümülatif oranlara karşılık gelen normal dağılımdaki z-puanlarıdır. Z-puanları, normal dağılımda belirli bir değer in ortalamaya göre ne kadar uzakta olduğunu gösterir ve kümülatif oranların standart normal dağılıma dönüştürülmesiyle elde edilir. " μ_k ", her bir hizmet seviyesi için normal deviat değerlerine (y_{jk}) dayalı olarak hesaplanan ortalama bir değeri temsil eder. Yani, hizmet seviyesi gruplarının normal dağılımdaki z-puanlarına göre ağırlıklı ortalamalarıdır. " $\mu_k(normalize)$ " ise bu değerlerin normalleştirilmiş halidir. Normalizasyon işlemi, farklı hizmet seviyeleri arasında kıyaslama yapmayı kolaylaştırmak için değerlerin belirli bir aralığa ölçeklenmesi işlemidir. Bu şekilde, gruplar arasında doğrudan bir karşılaştırma yapılabilir.

Çizelge 5.25 : Her hizmet grubu (j) için ortalama LOS değerleri (μ_j^{LOS}) (Dakiklik).

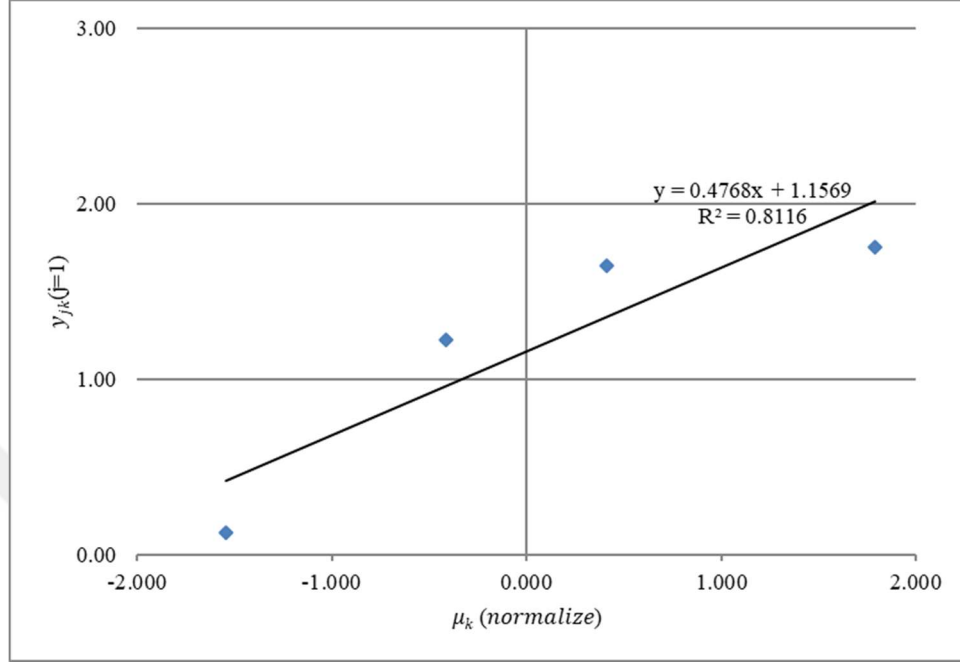
No	Hizmet Grubu (j)	Ortalama Hizmet Grubu	μ_j^{LOS}
1	100%	100%	1,156892265
2	%80 - %99	90%	0,92903279
3	%60 - %79	70%	0,327998055
4	%40 - %59	50%	-0,600586692
5	%20 - %39	30%	-1,381173756
6	%10 - %19	15%	-2,059302045
7	%1 - %9	5%	-2,740511359
8	0%	0%	-3,023583985

Çizelge 5.25'teki " μ_j^{LOS} " değerleri, her bir hizmet seviyesi grubu için ortalama LOS değerlerini ifade eder. Bu değerler, her mesafe aralığındaki yolcuların genel memnuniyet düzeyini özetler.

Yani " μ_j^{LOS} ", her bir hizmet seviyesi grubu için katılımcıların memnuniyetine dayalı olarak hesaplanan ortalama LOS değeridir. Bu değerler, kümülatif oranlardan hesaplanan z-değerleri (y_{jk}) ile " $\mu_k(normalize)$ " değerlerinin doğrusal regresyonu

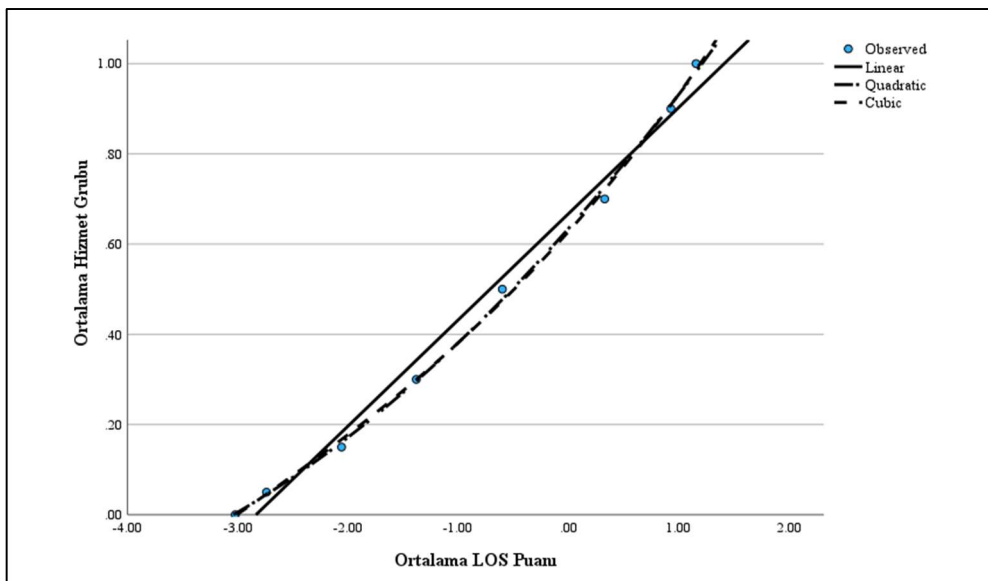
sonucunda elde edilmiştir ve hizmet seviyesi ile yolcu memnuniyeti arasındaki ilişkiyi gösterir.

Şekil 5.7, $j = 1$ olduğunda $\mu_k(normalize)$ ve y_{jk} arasındaki doğrusal ilişkiyi gösterir.



Şekil 5.7 : $j = 1$ olduğunda $\mu(normalize)$ ile y_{jk} arasındaki doğrusal ilişki (Dakiklık).

Şekil 5.8, dakiklık için ortalama LOS puanı μ_j^{LOS} ile ortalama hizmet grubu arasındaki eğri tahminini gösterir. Çizelge 5.26, eğri tahmini için model özeti ve parametre tahminlerini içermektedir.



Şekil 5.8 : Dakiklık için ortalama LOS puanı μ_j^{LOS} ile ortalama hizmet grubu arasındaki eğri tahmini.

Çizelge 5.26 : Dakiklik eğri tahmini için model özeti ve parametre tahminleri.

Denklem	Model Özeti					Parametre Tahminleri			
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1	b2	b3
Linear	0,988	513,027	1	6	0,000	0,667	0,235		
Quadratic	0,998	1432,461	2	5	0,000	0,635	0,275	0,022	
Cubic	0,998	833,696	3	4	0,000	0,628	0,273	0,029	0,003

SPSS programı ile elde edilen Şekil 5.8 ve Çizelge 5.26 üzerinden yapılan analiz, "dakiklik" ile yolcu memnuniyeti arasındaki ilişkiyi modellemek için kullanılmıştır. Şekil 5.8'de yer alan ortalama hizmet seviyesi (LOS) ile mesafe grupları arasındaki eğri tahmini, yolcu memnuniyetinin dakiklik azaldıkça azaldığını göstermektedir.

Çizelge 5.26, bu eğri tahmini için çeşitli regresyon modellerinin (doğrusal, kuadratik, kübik ve üstel) performanslarını özetler. R^2 değerlerine bakıldığında, kübik ve kuadratik modellerin yolcu memnuniyetini açıklamada en başarılı modeller olduğu görülmektedir ($R^2 = 0,998$ ve $0,998$). Kuadratik model, "dakiklik" ile yolcu memnuniyeti arasındaki ilişkiyi açıklamada en uygun model olarak seçilmiştir. Kuadratik modelin fonksiyonu Denklem 5.4'te gösterilmiştir.

$$y = 0,022x^2 + 0275 + 0,635 \quad (5.4)$$

burada, y ortalama hizmet grubu x ortalama LOS puanıdır.

Denklem 5.4 kullanılarak, her derecelendirme kategorisinin üst sınırlarına karşılık gelen hizmet seviyeleri Çizelge 5.20'de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

Çizelge 5.27 : Her kategori için üst sınır (Dakiklik).

Derecelendirme Kategorisi (k)	μ_k (normalize)	Karşılık Gelen Hizmet Grubu
1	1,792289505	%88,99
2	0,412345890	%49,97
3	-0,412345890	%30,62
4	-1,540290974	%8,94

Çizelge 5.28, dakiklik için LOS ölçeği değerlerini göstermektedir.

Çizelge 5.28 : Dakiklik için LOS ölçeği değerleri.

LOS	LOS Ölçek Değerleri
A	>%89
B	%51-%89
C	%32-50
D	%9-31
E	<%9

5.5 Tartışma

İstanbul'daki raylı toplu taşıma sistemleri için belirlenen hizmet seviyesi (LOS) ölçeği Çizelge 5.29'da sunulmuştur. Her bir ölçüt, A'dan E'ye kadar kategorilere ayrılarak hizmet seviyesini derecelendirmektedir.

Çizelge 5.29 : İstanbul'daki raylı toplu taşıma sistemleri ölçütlerinin LOS ölçeği.

Ölçüt	LOS				
	A	B	C	D	E
İstasyona Yürüme Mesafesi (m)	<100	100-850	851-1700	1701-3400	>3400
Araç Bekleme Süresi (dakika)	<2,5	2,5-6	6-15	15-33,5	>33,5
Araç Doluluğu (%)	<11	11-35	36-55	56-97	>97
Araç Dakikliği (%)	>89	51-89	32-50	9-31	<9
Hizmet Saatleri	Çok memnunum	Memnunum	Kararsızım	Memnun değilim	Hiç memnun değilim
Araç Temizliği	Çok memnunum	Memnunum	Kararsızım	Memnun değilim	Hiç memnun değilim
Araçların Havalandırma ve İklimlendirme Performansı	Çok iyi	İyi	Orta	Kötü	Çok kötü
İstasyon ve Araç Aydınlatması	Çok yetersiz	Yeterli	Orta	Yetersiz	Çok yetersiz
Araç Titreşimi	Hiç rahatsız edici değil	Az rahatsız edici	Orta derecede rahatsız edici	Oldukça rahatsız edici	Çok rahatsız edici
Araç Gürültüsü	Hiç rahatsız edici değil	Az rahatsız edici	Orta derecede rahatsız edici	Oldukça rahatsız edici	Çok rahatsız edici
İstasyon ve Araçlarda Tedirginlik Seviyesi	Hiç tedirginlik hissetmiyorum	Nadiren tedirginlik hissediyorum	Bazen tedirginlik hissediyorum	Sık sık tedirginlik hissediyorum	Her zaman tedirginlik hissediyorum
İstasyonların Engelli, Yaşlı ve Çocuklu Aileler İçin Erişim Kolaylığı	Çok iyi	İyi	Orta	Kötü	Çok kötü
İstasyonların Elektronik Bilgilendirme Sistemleri	Çok yeterli	Yeterli	Orta	Yetersiz	Çok yetersiz
Bilet Ücretlendirmeleri	Çok memnunum	Memnunum	Kararsızım	Memnun değilim	Hiç memnun değilim
İstasyonlardaki Temizlik, Rutubet ve Hava Kalitesi	Çok iyi	İyi	Orta	Kötü	Çok kötü

İstasyona yürüme mesafesi, araç bekleme süresi, araç doluluğu ve araç dakikliği gibi sayısal değerlere sahip ölçütlerde 1 numaralı görseldeki LOS ölçeğinde belirtilen aralıklar kullanılmıştır. Diğer ölçütler, yani hizmet saatleri, araç temizliği, araç gürültüsü, araç titreşimi, havalandırma performansı gibi niteliksel değerlendirme gerektiren kriterlerde LOS A'dan LOS E'ye doğru sıralı bir puanlama sistemi uygulanmıştır. Bu sistemde LOS A, en yüksek kalite seviyesini temsil ederek 5 puan alırken, LOS E en düşük seviyeyi temsil ederek 1 puan olarak kabul edilmiştir.

Bu yöntem sonucunda Çizelge 5.30'da her bir raylı sistem türü için belirli ölçütlere karşılık gelen LOS değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 5.30 : İstanbul'daki raylı toplu taşıma sistemleri ölçütlerinin LOS değerleri.

Ölçüt	LOS Değeri			
	Metro	Tramvay	Hafif Raylı Sistem	Banliyö
İstasyona Yürüme Mesafesi (m)	873,28	970,51	1044,00	1539,12
Araç Bekleme Süresi (dakika)	5,66	6,68	6,62	8,92
Araç Doluluğu (%)	72,41	83,68	85,33	71,32
Araç Dakikliği (%)	11,84	21,02	18,82	14,86
Hizmet Saatleri	2,88	2,80	2,75	2,62
Araç Temizliği	3,34	2,52	2,50	3,42
Araçların Havalandırma ve İklimlendirme Performansı	3,03	2,33	2,27	3,32
İstasyon ve Araç Aydınlatması	3,76	3,14	3,15	3,65
Araç Titreşimi	3,26	2,85	2,19	3,41
Araç Gürültüsü	3,02	2,77	2,10	3,32
İstasyon ve Araçlarda Tedirginlik Seviyesi	3,49	2,76	2,71	3,41
İstasyonların Engelli, Yaşlı ve Çocuklu Aileler İçin Erişim Kolaylığı	3,07	2,86	2,75	3,26
İstasyonların Elektronik Bilgilendirme Sistemleri	3,47	2,78	3,12	3,30
Bilet Ücretlendirmeleri	2,60	2,63	2,60	2,25
İstasyonlardaki Temizlik, Rutubet ve Hava Kalitesi	2,85	2,61	2,43	3,24

Çizelge 5.30'daki değerler üzerinden hizmet seviyeleri belirlenmiş ve Çizelge 5.31'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.31 : İstanbul'daki raylı toplu taşıma sistemleri ölçütlerinin hizmet seviyeleri.

Ölçütler	LOS			
	Metro	Tramvay	Hafif Raylı Sistem	Banliyö
İstasyona Yürüme Mesafesi (metre)	C	C	C	C
Araç Bekleme Süresi (dakika)	B	C	C	C
Araç Doluluğu(%)	D	D	D	D
Araç Dakikliği(%)	B	B	B	B
Hizmet Saatleri	C	C	C	C
Araç Temizliği	C	C	D	C
Araçların Havalandırma ve İklimlendirme Performansı	C	D	D	C
İstasyon ve Araç Aydınlatması	B	C	C	B
Araç Titreşimi	C	C	D	C
Araç Gürültüsü	C	C	D	C
İstasyon ve Araçlarda Tedirginlik Seviyesi	C	C	C	C
İstasyonların Engelli, Yaşlı ve Çocuklu Aileler İçin Erişim Kolaylığı	C	C	C	C
İstasyonların Elektronik Bilgilendirme Sistemleri	C	C	C	C
Bilet Ücretlendirmeleri	C	C	C	D
İstasyonlardaki Temizlik, Rutubet ve Hava Kalitesi	C	C	D	C

Çizelge 5.31, İstanbul'daki metro, tramvay, hafif raylı sistem ve banliyö hatlarının hizmet seviyelerini (LOS) belirli ölçütlere göre göstermektedir. İstasyona yürüme mesafesi tüm sistemlerde C seviyesinde değerlendirilmiş, bu da kullanıcıların istasyonlara ulaşmak için orta derecede bir mesafe kat ettiğini göstermektedir. Araç bekleme süresi açısından metro B seviyesinde yer alarak en iyi performansı gösterirken, tramvay, hafif raylı sistem ve banliyö C seviyesinde kalmış ve ortalama bir hizmet sunduğu gözlenmiştir. Araç doluluğu tüm sistemlerde D seviyesinde değerlendirilmiş, bu durum raylı sistemlerde yolcu yoğunluğunun yüksek olduğunu ve kullanıcı konforunun düşük seviyede kaldığını ortaya koymuştur. Araç dakikliği açısından metro, tramvay ve hafif raylı sistem B seviyesinde yer alarak daha dakik çalıştığını gösterirken, banliyö hattı C seviyesinde kalmış ve daha fazla gecikme yaşandığı tespit edilmiştir.

Hizmet saatleri tüm sistemlerde C seviyesinde olup kullanıcıların bu konuda ortalama bir memnuniyete sahip olduklarını göstermektedir. Araç temizliği açısından metro,

tramvay ve banliyö sistemleri C seviyesinde kalırken, hafif raylı sistem D seviyesine düşerek en düşük performansı sergilemiştir. Havalandırma ve iklimlendirme performansında metro ve tramvay C seviyesinde, hafif raylı sistem D seviyesinde, banliyö ise yine C seviyesinde yer almıştır. Bu durum, özellikle hafif raylı sistemde iklimlendirme performansının yetersiz olduğunu göstermektedir.

İstasyon ve araç aydınlatması kriterinde metro ve hafif raylı sistem B seviyesinde en iyi performansı sergilerken, tramvay ve banliyö sistemleri C seviyesinde kalmıştır. Araç titreşimi ve araç gürültüsü açısından metro ve banliyö sistemleri daha iyi performans göstererek C seviyesinde kalırken, hafif raylı sistem D seviyesinde değerlendirilmiştir. Kullanıcı tedirginlik seviyesi, engelli erişim kolaylığı, elektronik bilgilendirme sistemleri ve istasyonlardaki temizlik ve hava kalitesi gibi diğer ölçütlerde sistemlerin genel olarak C ve D seviyelerinde kaldığı görülmektedir. Bu tablo genel olarak metro sisteminin daha iyi bir hizmet seviyesine sahip olduğunu, hafif raylı sistemin ise birçok ölçütte düşük performans gösterdiğini ortaya koymaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

“İstanbul Raylı Sistemlerde Memnuniyet Seviyesini Anketle Belirleme Çalışması” başlıklı bu yüksek lisans tezi, İstanbul'da faaliyet gösteren metro, tramvay, hafif raylı sistem ve banliyö hatlarının hizmet seviyelerini belirlemeyi ve kullanıcı memnuniyeti ile olan ilişkisini incelemeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda, 524 katılımcı ile bir anket çalışması yürütülmüş ve ardışık aralıklar yöntemi kullanılarak hizmet seviyesi ölçekleri oluşturulmuştur.

Anket bulgularına göre, metro sistemi genel olarak daha yüksek memnuniyet oranlarına sahiptir. Kullanıcılar, metro sistemini dakiklik, havalandırma, aydınlatma ve genel temizlik gibi unsurlarda diğer sistemlere göre daha olumlu değerlendirmiştir. Bununla birlikte, tramvay ve hafif raylı sistemlerde aktarma mesafeleri, bekleme süreleri, araç içi doluluk, temizlik ve güvenlik gibi unsurlar kullanıcıların memnuniyetsizlik yaşadığı alanlar olarak öne çıkmıştır. Banliyö sisteminde ise özellikle hizmet saatleri ve bilet ücretlendirmesi kullanıcıların en fazla şikayetçi olduğu alanlardır.

Ardışık aralıklar yöntemi ile oluşturulan hizmet seviyesi ölçekleri, farklı raylı sistem türlerinin performansını detaylı bir şekilde analiz etme imkanı sunmuştur. Örneğin, istasyona yürüme mesafesi tüm sistemlerde C seviyesinde değerlendirilmiş, bu da kullanıcıların istasyonlara ulaşmak için orta derecede bir mesafe kat ettiğini göstermektedir. Araç bekleme süresi açısından metro B seviyesinde en iyi performansı sergilerken, tramvay, hafif raylı sistem ve banliyö sistemleri C seviyesinde kalmıştır. Araç doluluğu tüm sistemlerde D seviyesinde değerlendirilmiş olup, bu durum raylı sistemlerde yolcu yoğunluğunun yüksek olduğunu ve kullanıcı konforunun düşük seviyede kaldığını ortaya koymuştur. Araç dakikliği açısından metro, tramvay ve hafif raylı sistem B seviyesinde yer almış, bu da bu sistemlerin daha dakik çalıştığını göstermiştir. Banliyö hattı ise C seviyesinde kalmış ve diğerlerine göre daha fazla gecikme yaşandığı tespit edilmiştir.

Hizmet saatleri tüm sistemlerde C seviyesinde olup kullanıcıların bu konuda ortalama bir memnuniyete sahip olduklarını göstermektedir. Araç temizliği açısından metro,

tramvay ve banliyö sistemleri C seviyesinde kalırken, hafif raylı sistem D seviyesine düşerek en düşük performansı sergilemiştir. Havalandırma ve iklimlendirme performansı metro ve tramvayda C seviyesinde değerlendirilirken, hafif raylı sistem D seviyesinde kalmış, banliyö ise C seviyesinde yer almıştır. Özellikle hafif raylı sistemde iklimlendirme performansının yetersiz olduğu görülmüştür. İstasyon ve araç aydınlatması kriterinde metro ve hafif raylı sistem B seviyesinde en iyi performansı sergilerken, tramvay ve banliyö sistemleri C seviyesinde kalmıştır. Araç titreşimi ve gürültü açısından metro ve banliyö sistemleri C seviyesinde değerlendirilmişken, hafif raylı sistem D seviyesinde yer alarak bu alanlarda da düşük performans sergilemiştir.

Kullanıcı tedirginlik seviyesi, engelli erişim kolaylığı, elektronik bilgilendirme sistemleri ve istasyonlardaki temizlik ve hava kalitesi gibi diğer ölçütlerde ise sistemlerin genel olarak C ve D seviyelerinde kaldığı görülmüştür. Bu bulgular genel olarak metro sisteminin daha iyi bir hizmet seviyesine sahip olduğunu, hafif raylı sistemin ise birçok ölçütte düşük performans gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma, İstanbul'daki raylı toplu taşıma sistemlerinin mevcut hizmet seviyesini kapsamlı bir şekilde analiz etmiş ve kullanıcı memnuniyeti ile hizmet kalitesi arasındaki ilişkiyi derinlemesine incelemiştir. Ardışık aralıklar yöntemi, kullanıcı algılarını nicel olarak değerlendirmeye olanak sağlamış ve hizmet seviyesini daha objektif bir şekilde ölçmüştür. İstasyona yürüme mesafesi, bekleme süresi, doluluk oranı ve araçların dakikliği gibi sayısal ölçütlerin yanı sıra temizlik, havalandırma, aydınlatma, titreşim, gürültü, tedirginlik seviyesi ve erişim kolaylığı gibi niteliksel faktörlerin de kullanıcı memnuniyeti üzerinde önemli etkileri olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmanın en önemli katkılarından biri, hizmet seviyesi ve kullanıcı memnuniyeti arasındaki ilişkiyi derinlemesine analiz ederek toplu taşıma planlamacılarına ve karar vericilere somut veriler sunmasıdır. İstanbul'daki raylı toplu taşıma sistemlerinin hizmet kalitesini ve kullanıcı memnuniyetini artırmak için hangi alanların öncelikli olarak geliştirilmesi gerektiğine dair önemli ipuçları sağlayan bu çalışma, toplu taşıma sistemlerinin sürdürülebilirliğini artırmak ve kullanıcı güvenini yükseltmek için somut önerilerde bulunmaktadır. Özellikle hafif raylı sistem ve banliyö hatlarında, kullanıcı deneyimini iyileştirmek için kapsamlı bir revizyon ihtiyacı bulunmaktadır.

Bu tür analizler, şehir planlamacılarına ve ulaşım mühendislerine daha verimli, kullanıcı dostu ve sürdürülebilir çözümler geliştirmede rehberlik edecek, aynı zamanda İstanbul'un ulaşım altyapısının gelecekteki ihtiyaçlarını karşılamasına katkı sağlayacaktır. Bu çalışma, toplu taşımayı tercih eden kullanıcıların güvenini ve memnuniyetini artırmak için güçlü bir stratejik çerçeve sunmaktadır.





KAYNAKLAR

- Armstrong, R. J., & Rodríguez, D. A.** (2006). An evaluation of the accessibility benefits of commuter rail in eastern Massachusetts using spatial hedonic price functions. *Transportation*, 33(1), 21–43. <https://doi.org/10.1007/s11116-005-0949-x>
- Asdar, & Badrullah.** (2016). Method of Successive Interval in Community Research (Ordinal Transformation Data to Interval Data in Mathematic Education Studies)
- Bian, Y., Zhao, L., Rong, J., & Weng, J. C.** (2012). Evaluation on urban public transit operational level of service based on public transportation priority strategy. **Applied Mechanics and Materials*, 253-255,* 1900–1905.
- Birago, D., Mensah, S. O., & Sharma, S.** (2017). Level of service delivery of public transport and mode choice in Accra Ghana. **Transportation Research Part F Traffic Psychology and Behaviour*, 46,* 284–300.
- Blischke, W. R., Bush, J. W., & Kaplan, R. M.** (1975). Successive intervals analysis of preference measures in a health status index. *Health Services Research*, 10(2), 181–198.
- Bock, R. D., & Jones, L. V.** (1968). *The Measurement and Prediction of Judgment and Choice*. San Francisco, CA: Holden-Day.
- Botzow, H. S.** (1974). Level-of-service concept for evaluating public transport. **Transportation Research Record*, 519,* 73-84.
- Brock, T. J., & Souleyrette, R. R.** (2013). An Overview of U.S. Commuter Rail. <https://doi.org/10.13023/ktc.rr.2013.18>
- Bruni, S., Anastasopoulos, I., Alfi, S., Van Leuven, A., Apostolou, M., & Gazetas, G.** (2009). Train-induced vibrations on urban metro and tram turnouts. *Journal of Transportation Engineering*, 135(7), 397–405. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000008](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000008)
- Bullard, D., & Christiansen, D. L.** (1981). **Level-of-service Concept Applied to Public Transportation.** Texas Transportation Institute, Texas A&M University.
- Cervero, R., & Duncan, M.** (2002). Transit's Value-Added Effects: light and commuter rail services and commercial land values. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, 1805(1), 8–15. <https://doi.org/10.3141/1805-02>
- Das, S., & Pandit, D.** (2013). Importance of user perception in evaluating level of service for bus transit for a developing country like India: A review. **Transport Reviews*, 33(4),* 402–420.

- Das, S., & Pandit, D.** (2015). Determination of level-of-service scale values for quantitative bus transit service attributes based on user perception. *Transportmetrica A: Transport Science*, 11(1), 1–21.
- Dell’Olio, L., Ibeas, A., & Cecin, P.** (2011). The quality of service desired by public transport users. *Transport Policy*, 18(1),* 217–227.
- Diederich, G. W., Messick, S. J., & Tucker, L. R.** (1955). A General Least Squares Solution for Successive Intervals. <https://doi.org/10.21236/ad0093302>
- Dubé, J., Thériault, M., & Rosiers, F. D.** (2013). Commuter rail accessibility and house values: The case of the Montreal South Shore, Canada, 1992–2009. *Transportation Research Part a Policy and Practice*, 54, 49–66. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.07.015>
- Edwards, A. L.** (1952). The scaling of stimuli by the method of successive intervals. *Journal of Applied Psychology*, 36, 118–122.
- Edwards, A. L., & Gonzalez, R.** (1993). Simplified Successive Intervals Scaling. *Applied Psychological Measurement*, 17(1), 21–27. <https://doi.org/10.1177/014662169301700106>
- Garrido, R. A., & De Dios Ortúzar, J.** (1994). Deriving public transport level of service weights from a multiple comparison of latent and observable variables. *Journal of the Operational Research Society*, 45(10),* 1099–1107.
- Görçün, Ö. F.** (2021). Evaluation of the selection of proper metro and tram vehicle for urban transportation by using a novel integrated MCDM approach. *Science Progress*, 104(1). <https://doi.org/10.1177/0036850420950120>
- Green, D., & Espada, I.** (2015). *Level of service metrics (for network operations planning) (AP-R475-15).* Austroads Ltd.
- Grujičić, D., Ivanović, I., Jović, J., & Đorić, V.** (2014). Customer perception of service quality in public transport. *Transport*, 29(3),* 285–295.
- Hatipoğlu, S., & Keskin, B. N.** (2021). Kent içi otobüs sisteminde hizmet kalitesi: Ankara EGO örneği. *Ankara Araştırmaları Dergisi*, 9(2),* 409-422.
- Higgins, D. L., & Ryan, W. M.** (1983). Levels of service concepts in transport planning: Review and future prospects. In *Proceedings of the 8th Australian Transport Research Forum, Canberra, 18-20 May 1983** (pp. 165-189).
- İETT.** (2016). *Nostaljik Tramvay.* Web arşivi: <https://web.archive.org/web/20161119073505/https://nostaljiktramvay.iETT.istanbul/>
- Kittelson & Associates Inc., KFH Group Inc., Parsons Brinckerhoff Quade & Douglass Inc., & Hunter-Zaworski, K.** (2003). **TCRP Report 100: Transit capacity and quality of service manual** (2nd ed.). Transportation Research Board of the National Academies.
- Kittelson & Associates Inc., Parsons Brinckerhoff, KFH Group Inc., Texas A&M Transportation Institute, & Arup.** (2013). **TCRP Report 165: Transit capacity and quality of service manual** (3rd ed.). Transportation Research Board of the National Academies.

- McGreevy, M.** (2021). Cost, reliability, convenience, equity or image? The cases for and against the introduction of light rail and bus rapid transit in inners suburban Adelaide, South Australia. *Case Studies on Transport Policy*, 9(1), 271–279. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2021.01.001>
- Metro İstanbul.** (2024). *Metro İstanbul Resmi Web Sitesi*. Erişim adresi: <https://www.metro.istanbul/>
- National Committee on Urban Transportation.** (1958). *Recommended Standards, Warrants, and Objectives for Transit Services and Facilities Procedure Manual 8A*. Public Administration Service, Chicago, Illinois.
- National Research Council.** (1985). *Special Report 209: Highway Capacity Manual.* Transportation Research Board.
- National Research Council.** (2000). *Highway Capacity Manual.* Transportation Research Board.
- Önder, H. G., & Akdemir, F.** (2019). Türkiye’deki kentiçi raylı toplu taşıma sistemlerinin ulaşım ana planları bağlamında değerlendirilmesi. *Demiryolu Mühendisliği*, (10), 31–45.
- Palonen, T., & Viri, R.** (2019). Benchmarking public transport level-of-service using open data. *Transportation Research Procedia, 42,* 100–108.
- Polus, A., & Shefer, D.** (1984). Evaluation of a public transportation level of service concept. *Journal of Advanced Transportation, 18(2),* 135–144.
- Pullen, W. T.** (1993). Definition and measurement of quality of service for local public transport management. *Transport Reviews, 13(3),* 247–264.
- Roess, R. P., Vandehey, M. A., & Kittelson, W.** (2010). Level of service. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 2173(1),* 20–27.
- Sjöberg, L.** (1964). Successive intervals scaling with unequal variances and covariances. *Scandinavian Journal of Psychology, 5(1),* 53–58. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.1964.tb01408.x>
- Topp, H. H.** (1999). Innovations in tram and light rail systems. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, 213(3),* 133–141. <https://doi.org/10.1243/0954409991531092>
- Transportation Research Board of the National Academies.** (2010). *Highway Capacity Manual 2010.* Washington, DC.
- Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı.** (2024). *Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Resmi Web Sitesi*. Erişim adresi: <https://www.uab.gov.tr/>
- Üvenç, G., & Kulluk, S.** (2020). Toplu taşımada hizmet kalitesi yönetimi uygulaması: Hizmet kalitesinde performans ölçüm sisteminin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 26(4),* 737-748.
- Wang, M., Mao, B., Yang, Y., Shi, R., & Huang, J.** (2022). Determining the level of service scale of public transport system considering the distribution of service quality. *Journal of Advanced Transportation, 2022,* 1–14.

Wong, R., Szeto, W., Yang, L., Li, Y., & Wong, S. (2017). Elderly users' level of satisfaction with public transport services in a high-density and transit-oriented city. **Journal of Transport & Health, 7,** 209–217.

Yang, H., Bell, M. G., & Meng, Q. (2000). Modeling the capacity and level of service of urban transportation networks. **Transportation Research Part B Methodological, 34(4),** 255–275.

Zhou, Y., Yao, L., Chen, Y., Zhao, Q., & Zhao, J. (2016). Comprehensive evaluation framework of multi-mode public transportation service levels. In **Proceedings of the CICTP 2016** (pp. 791-802).

Url-1 <https://www.haberler.com/haberler/yenikapi-metro-hatti-bugun-kapali-mi-25-kasim-18083625-haberi/>>, erişim tarihi 25.12.2024

Url-2 < <https://www.tgrthaber.com/gundem/metro-istanbul-duyurdu-tramvay-seferleri-durduruldu-2968351>>, erişim tarihi 25.12.2024

Url-3 < <https://t24.com.tr/haber/ibb-den-metro-hatlarinda-hafta-sonu-sefer-kisitlamasi,932739>>, erişim tarihi 25.12.2024

Url-4 < <https://www.milliyet.com.tr/ekonomi/kent-ici-toplu-ulasima-konforlu-cozum-marmaray-7026140>>, erişim tarihi 25.12.2024

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Sergen KESKİN

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans:** 2021, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Fakültesi, İnşaat Mühendisliği (2.60/4.00)

MESLEKİ DENEYİM:

- **Altnok Müşavirlik Mühendislik A.Ş. :**

İnşaat Mühendisi / Güzergah Tasarım Mühendisi, Temmuz 2022 - ...

- **Limak Holding :**

İnşaat Mühendisi Stajyeri, Ekim 2020

- **Cengiz İnşaat :**

İnşaat Mühendisi Stajyeri, Haziran 2019 – Temmuz 2019