

Research Article

Türkiye'nin MAAS platformu için veri ve ödeme yöntemi standardizasyonu

Nihan Karacameydan İncemehmetoğlu^{1*}, Kubilay Tuğlu¹, Özlem Coşkun¹, Ömer Mahir İrdam¹, İsa Avcı², Bahadır Furkan Kınacı³

¹PTT Bilgi Teknolojileri A.Ş., Ankara, Türkiye

²Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Karabük Üniversitesi, Karabük, Türkiye

³Raylı Sistemler Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Karabük Üniversitesi, Karabük, Türkiye,

*Correspondence: nkaracameydan@gmail.com

DOI: 10.51513/jitsa.1520992

Özet: Gelişen teknoloji ve ulaşım duyulan ihtiyaçlar, ulaşım sistemlerinde gelişmelere neden olmuştur. Bu gelişmeler daha konforlu, güvenli, verimli ve erişilebilir sistemlere olan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır. İlerlemelerin sonucu olarak akıllı ulaşım sistemleri ile ilgili gelişmeler ortaya çıkmış ve anlık izlenebilir ve yönetilebilir sistemler oluşturulmaya başlanmıştır. Ortaya konulan entegrasyon ve uçtan uca tüm seyahatin sağlanması için son yıllarda gelişen Hizmet Olarak Hareketlilik (MaaS) uygulamaları sektöre katkı sağlar duruma gelmiştir. Bu çalışmada, 2. seviye MaaS olarak geliştirilen uygulamanın bilgi edinme, rezervasyon ve ödeme işlemlerinde kullanılan uygulama bilgileri aktarılacaktır. Gerçekleştirilen uygulama şehirlerarası ve şehir içi toplu taşıma; paylaşımlı bisiklet, elektrikli bisiklet (e-bisiklet), elektrikli skuter (e-skuter) ve araç kiralama dahil olmak üzere çeşitli ulaşım seçeneklerini içermek ile birlikte, ilk aşamada 2 pilot şehirde, 10 ulaşım hizmet sağlayıcı ile 9 ulaşım modunda, yaklaşık 2000 toplu taşıma aracı ve yaklaşık 3500 paylaşımlı mikromobilite aracını kapsamaktadır. Ayrıca sistem uygulamaları ile mevcut kullanımda olan veri ve servis standartlarının yeterlilikleri tartışılacaktır. Bu çalışmada, Türkiye'nin ilk yerli ve milli 2. Seviye MaaS uygulaması olması planlanan TRota'da; şehirlerarası ve şehir içi toplu taşıma, paylaşımlı bisiklet ve e-skuter, araç kiralama dahil olmak üzere çeşitli ulaşım modlarını tek bir uygulamada kullanıcılara sunulmaktadır. TRota uygulama entegrasyon çalışmasında oluşabilecek riskler için alınan önlemler ve alınması gereken ilave önlemler ayrıntılı olarak verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hizmet Olarak Hareketlilik (MaaS), Veri Standardizasyonu, MaaS Platformu

Data and payment method standardization for Turkey's MAAS platform

Abstract: Developing technology and transportation needs have led to developments in transportation systems. These developments have revealed the need for more comfortable, safe, efficient, and accessible systems. As a result of the progress, developments in smart transportation systems have emerged, and instantly monitorable and manageable systems have begun to be created. Mobility as a Service (MaaS) applications, which have developed in recent years to ensure integration and end-to-end travel, has become a contribution to the sector. In this study, the application information used in information acquisition, reservation, and payment transactions of the application developed as a 2-level MaaS will be transferred. The implementation includes a variety of transport options including intercity and urban public transport, shared bicycles, electric bikes, electric scooters, and car rental, and in the first phase covers around 2000 public transport vehicles and around 3500 shared micromobility vehicles in 2 pilot cities, in 9 transport modes with 10 transport service providers. Additionally, the adequacy of system applications and data and service standards currently in use will be discussed. In addition, in this study, TRota, which is planned to be Turkey's first domestic and national Level 2 MaaS application; offers users various transportation modes, including intercity and urban public transportation, shared bicycles and e-scooters, and car rental, in a single application.

Keywords: Mobility as a Service (MaaS), Data Standardization, MaaS Platform

* Corresponding author.

E-mail address: nkaracameydan@gmail.com

ORCID: 0009-0002-6486-2657; 0000-0002-6235-2920; 0009-0000-9413-9414; 0009-0007-0407-0400; 0000-0001-7032-8018; 0000-0001-6872-2630

Received 25.07.2024; Received in revised form 14.10.2024; Accepted 18.10.2024

Peer review under responsibility of Bandirma Onyedi Eylül University. This work is licensed under CC BY 4.0.

1. Giriş

1950’li yıllardan itibaren kırsal alanlardan kentlere göçün hızlanması ve bununla birlikte artan kentleşme, kent içi ulaşım sistemi üzerindeki baskının artmasına neden olmuştur. Kentleşmeye paralel olarak bireylerin gelirlerinde yaşanan artış, toplu taşımaya nazaran daha konforlu, öngörülebilir, esnek ve uçtan uca bir yolculuk deneyimi sunan özel araçlara yönelik talep artışını beraberinde getirmiştir. Artan özel araç sayısı ile birlikte kent merkezlerindeki yollar ve otopark alanları yetersiz kalmakta, trafik yoğunluğu trafikte daha çok zaman harcanmasına neden olmaktadır. Trafik sıkışıklığına çözüm olarak yapılan yol ve otopark yatırımları ise bir süre iyileşme sağlasa da daha sonra “kısıktırılmış trafik” olarak adlandırılan duruma neden olmakta ve trafik sıkışıklığı eski haline dönmektedir. Bu kısır döngü ise kentlerin insan odaklı olmaktan çıkıp araç odaklı bir hale bürünmesine, ekonomik, çevresel ve sosyal alanda çeşitli sürdürülebilirlik problemlerinin doğmasına neden olmaktadır. Günümüzde kent yaşamında temel ihtiyaçların başında ulaşım gelmektedir. Büyük kentlerde yaşayan bireyler iş, eğitim, sağlık ve sosyalleşme gibi ihtiyaçların neredeyse tamamını karşılamak için öncelikle ulaşım ihtiyacının karşılanmasına gereksinim duymaktadır. Kent içi ulaşımı daha esnek, dirençli, ekonomik ve öngörülebilir kılabilmek, yoğun özel araç kullanımının doğurduğu sürdürülebilirlik problemlerinin önüne geçebilmek için öncelikle özel araca alternatif ulaşım hizmetlerinin geliştirilmesi elzem hale gelmektedir. Farklı ulaşım modu ve operatörleri bir araya getirmek, bu aktörler arasında bir uyum tesis etmek, birçok ulaşım modunu entegre ederek son kullanıcılara uçtan uca tüm seyahat deneyimini kapsayacak bir hizmetin sunulması konusunda hizmet olarak hareketlilik (Mobility as a Service (MaaS)) uygulamaları önemli bir rol üstlenmektedir (İstanbul Planlama Ajansı, 2024).

Türkçeye hizmet olarak hareketlilik olarak çevrilen MaaS konsepti ilk olarak Finlandiya’da, Helsinki Belediyesi tarafından yaptırılan Aalto Üniversitesindeki bir Yüksek Lisans tezinin konusu olarak ortaya çıkmıştır. İlk olarak "hareketlilik operatörleri tarafından müşterilere kapsamlı bir ulaşım hizmetleri yelpazesinin sunulduğu bir sistem" olarak tanımlanmıştır (Heikkilä, 2024). Hizmet olarak hareketlilik modelinde, otomobil kullanımı ile aynı derecede kullanışlı, sürdürülebilir ve ekonomik bir ulaşım hizmeti sunmak amacıyla; tek bir kanal üzerinden, toplu taşıma, paylaşımlı araçlar, taksi vb. ulaşım araçlarına veya bu araçların bir kombinasyonuna ilişkin olarak bilgi edinme, rota oluşturma, rezervasyon yapma, ödeme, biletleme, kiralama gibi işlemlerin gerçekleştirilmesi mümkündür. Ayrıca, bu model kullanıcı deneyimini önceliklendiren, talep odaklı, yenilikçi bir ulaşım hizmeti iş modelidir (MaaS Alliance, 2017). Hizmet olarak hareketlilik modeli, kullanıcıların mobilite davranışlarında kapsamlı bir değişiklik oluşturmayı, araç sahipliğine alternatif bir çözüm sunmayı ve aynı zamanda insanların ve işletmelerin günlük yaşamlarını iyileştirmeyi amaçlamaktadır (Koca, 2024; Macedo vd., 2022).

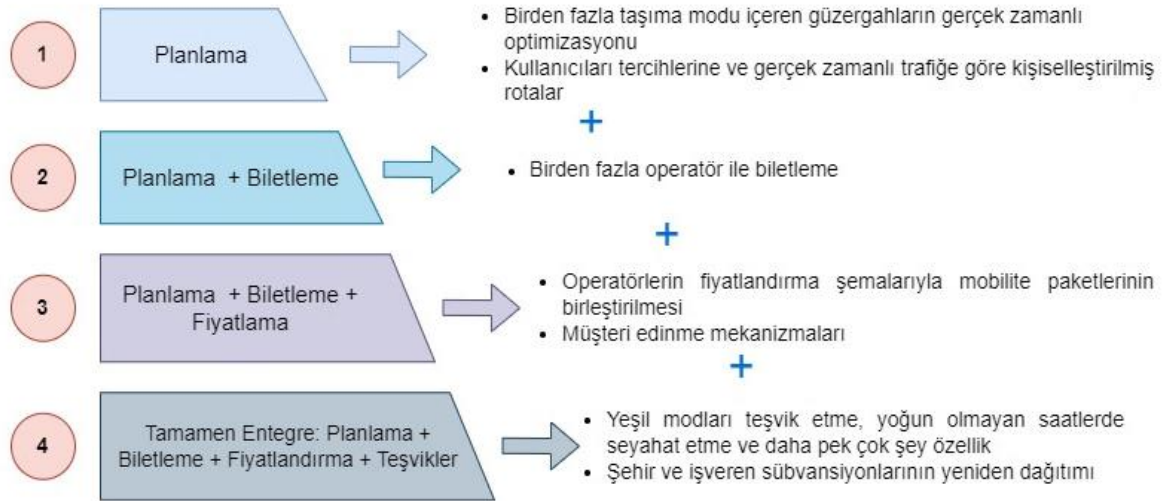
Literatürde hizmet olarak hareketlilik konsepti dört veya beş seviyede ele alınmakta ancak beş seviyede ele alınan çalışmalarda ilk seviyeyi hiçbir entegrasyon içermeyen, ulaşım operatörlerinin yalnızca kendi hizmetlerini sundukları uygulamaları kapsayan 0. seviye oluşturmaktadır. Sochor vd., yaptıkları çalışmada Hizmet olarak hareketlilik konseptini; 0. seviye entegrasyon yok; 1. seviye bilgi entegrasyonu; 2. seviye rezervasyon ve ödeme entegrasyonu; 3. seviye sözleşmeler ve sorumluluklar da dahil olmak üzere hizmet teklifi entegrasyonu; 4. seviye toplumsal hedeflerin entegrasyonu olmak üzere 5 seviyede ele almıştır (Sochor vd., 2018). Tablo 1’de MaaS seviyeleri detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 1. MaaS Seviyeleri (Sochor vd., 2018).

Seviyeler	Açıklama
0. Seviye	Entegrasyon Yok Herhangi bir entegrasyonun olmadığı, ulaşım operatörünün sadece kendi hizmetini sunduğu seviyedir.
1. Seviye	Bilgi Entegrasyonu Entegre olan ulaşım hizmetlerine ilişkin olarak kullanıcılara en iyi seyahat seçeneğini bulmak üzere sadece bilgi sunulan seviyedir.
2. Seviye	Rezervasyon ve Ödeme Entegrasyonu

	Entegre olan ulaşım hizmetlerine ilişkin olarak kullanıcılara bilgi, rezervasyon, biletleme ve ödeme seçenekleri sunulan, farklı ulaşım seçeneklerini tek bir uygulamadan kullanmayı mümkün kılan seviyedir.
3. Seviye	Hizmet Teklifi Entegrasyonu Kullanıcılara abonelik tabanlı olarak, paketler hâlinde, tüm mobilite ihtiyaçlarını karşılayacak kapsamda; bilgi, rezervasyon, biletleme ve ödeme seçeneklerinin tamamını, periyodik ve sabit fiyat üzerinden sunan seviyedir.
4. Seviye	Toplumsal Hedeflerin Entegrasyonu Karbon emisyonunun düşürülmesi, araç sahipliğinin azaltılması, erişilebilirliğin artırılması, yaşanabilir şehirlerin oluşturulması vb. toplumsal hedeflere yönelik olarak daha sürdürülebilir ulaşım seçeneklerinin sunulduğu, seyahatlerin yoğun olmayan saatlere kaydırıldığı, ekonomik teşvikleri içeren, bilgi, rezervasyon, biletleme ve ödeme seçeneklerinin tamamının sunulduğu seviyedir.

Boston Consulting Group'un Seeking Perpetual Motion with Mobility as a Service raporunda ise MaaS 1. seviyede planlama, 2. seviyede planlama ve biletleme, 3. seviyede planlama, biletleme ve fiyatlandırma ve son olarak 4. seviyede planlama, biletleme, fiyatlandırma ve teşvikler olmak üzere dört seviyede ele alınmıştır (Hazan vd, 2024). Şekil 1'de ilgili raporda belirtilen MaaS seviyeleri aktarılmıştır.



Şekil 1. MaaS seviyeleri (Hazan vd, 2024).

Kayıkçı ve Kabadurmuş, Toplam Yorumlayıcı Yapısal Modelleme (TISM) ve Matris Tabanlı Çarpma-Bir Sınıflandırmaya Uygulanan (MICMAC) yöntemlerini kullanarak belirlenen engellerin ve bunların birbirleriyle bağlamsal ilişkilerini analiz etmeyi amaçlamaktadır. İstanbul'da MaaS sisteminin benimsenmesi sırasında hangi önemli engellerle karşılaşılacağını araştırmak amacıyla uzman bir grup üzerinde vaka çalışması yapılmıştır. Sonuçlar, MaaS konseptinin İstanbul'da benimsenmesinin önündeki en önemli engelin, öncelikle bu mobilite hizmetinin hukuki niteliğini içeren Kanunlar, Yönetmelikler ve Yönergeler olduğunu göstermiştir. En az önemli engellerin ise Müşteri Kabulü ve İşgücü Eksikliği olduğu tespit edilmiştir (Kayıkçı ve Kabadurmuş, 2022).

Cruz ve Sarmiento, genel olarak mobiliteyi, özel olarak da MaaS'ı etkileyen temel zorlukların yanı sıra MaaS çözümleri sunmak için kullanılan ana iş modelleri hakkında bir analiz sunmayı amaçlamaktadır. Makale, bazı zorlukları göstermek için Lizbon'daki bir vaka çalışmasını kullanmaktadır. İnsanların

hareketlilik davranışlarıyla ilgili değişime direnmelerinin başlıca nedenleri; hareketlilik alternatiflerini karşılaştırırken toplam maliyetlere ilişkin farkındalık eksikliği veya toplu taşıma ve ortak ulaşım alternatifleri, sosyal bağlar, sosyal bağlar hakkında bilgi eksikliği ve kişisel tercihler olarak tespit edilmiştir. MaaS, hareketlilik deneyiminin kaydedilmesi ve dijitalleştirilmesi için bir ihtiyaç olduğu kadar yolcu hareketlerinin daha yakından takip edilmesini de sağlayan bir sistemdir (Cruz ve Sarmento, 2020).

MaaS uygulamalarının farklı seviyeleri için farklı gereksinimler doğmakta, veri standartları bu gereksinimlerin bazılarını karşılayabilmekte bazılarını ise karşılayamamaktadır. Örneğin birinci seviye bir MaaS uygulamasında ulaşım hizmet sağlayıcılar ile MaaS operatörü arasında sadece bilgi paylaşımı yeterli olurken ikinci seviye bir MaaS uygulamasında planlama ve biletleme seçeneklerinin de kullanıcılara sunulması beklenmektedir. Bu kapsamda, General Transit Feed Specification (GTFS) ve General Bikeshare Feed Specification (GBFS) veri formatları birinci seviye bir MaaS uygulaması için yeterli olurken biletleme, rezervasyon ve ödeme gibi işlemlere yönelik herhangi bir metod içermediklerinden yeterli olmamaktadır. Bu çalışmada da bu farklı seviyeler için doğan farklı gereksinimler ve halihazırda kullanımda olan veri standartlarının bu gereksinimler bakımından yeterli olup olmadığı ele alınacaktır. Yapılan bu çalışmada, geliştirilmekte olan Türkiye'nin ilk yerli ve milli, 2 Seviye MaaS uygulaması olacak TRota ile şehirlerarası ve şehir içi toplu taşıma; paylaşımlı bisiklet, e-bisiklet, e-skuter ve araç kiralama dahil olmak üzere çeşitli ulaşım seçeneklerini tek bir uygulama üzerinden kullanıcılara sunmak; bilgi edinme, rezervasyon ve ödeme gibi işlemlere aracılık ederek kullanıcılara uçtan uca bir deneyim sağlamak hedeflenmektedir. Platform, ilk aşamada 2 pilot şehirde, 10 ulaşım hizmet sağlayıcı ile 9 ulaşım modunda, yaklaşık 2000 toplu taşıma aracı ve yaklaşık 3500 paylaşımlı mikromobilité aracını kapsayacaktır. Çalışmada 2. seviye bir MaaS uygulamasının geliştirme aşamasında doğan farklı gereksinimler ve halihazırda kullanımda olan veri standartlarının bu gereksinimler bakımından yeterli olup olmadığı ele alınacaktır.

2. MaaS Uygulamalarında Kullanılan Veri Standartları

Bu çalışma kapsamında öncelikle hâlihazırda kullanılmakta olan GTFS, GBFS, Transport Operator to Mobility-as-a-Service Provider API (TOMP-API) gibi veri standartları incelenmiştir. Ardından paydaşlar ve olası paydaşlar ile ilgili standartlar üzerine görüş alışverişi gerçekleştirilmiş, ürün gereksinimleri ve yerel ihtiyaçlar analiz edilmiştir.

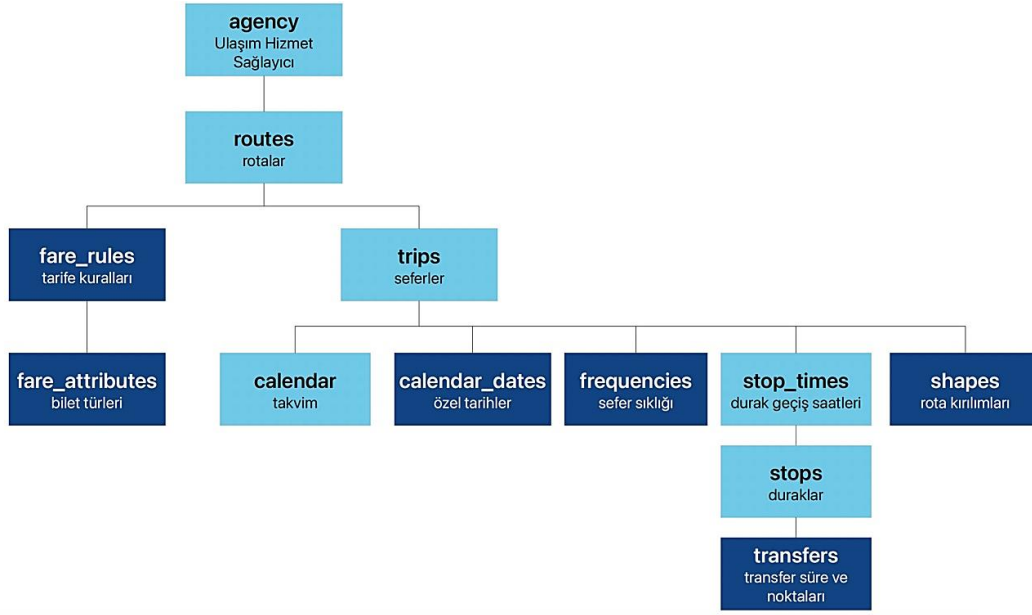
2.1. General Transit Feed Specification – GTFS

GTFS ya da Türkçe ifadesi ile Genel Taşıma Verisi Yayın Şartnamesi, ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri'nin Oregon eyaletinde yer alan Portland kentinde bir toplu taşıma operatörü olan TriMet'in Bilişim Teknolojileri Yöneticisi Bibiana McHugh'un 2005 yılında farklı şehirlere seyahat ettiğinde, gittiği şehirlerin toplu taşıma araçlarına dair bilgi edinememesi üzerine ulaşım verilerinin çevrimiçi şekilde sunulması gerektiğini fark etmesinin ardından ortaya çıkmıştır. Google Haritalar ile TriMet'in entegrasyonu için geliştirme çalışmalarına başlanmış ve Aralık 2005'te Google Transit'in Portland Metro'yu içeren ilk sürümü yayınlanmıştır (McHugh, 2013). İlk başta Google Transit Feed Specification olarak isimlendirilen standart, 2010 yılında Google dışında da pek çok aktörün bu standart üzerinden uygulama geliştirmesi sonucunda isim değişikliğine uğramış ve General Transit Feed Specification ismini almıştır (GTFS Background, 2024). Google, toplu taşıma hizmet sağlayıcılar ile entegrasyonlarında bugün hâlen bu standardı kullanmaktadır. Buna ek olarak GTFS, 100'den fazla ülkede 10.000'den fazla ulaşım hizmet sağlayıcı tarafından kullanılmaktadır (GTFS, 2024). Tablo 2'de GTFS veri formatını oluşturan dosyalar ve bu dosyaların açıklamaları verilmiştir (GTFS Schedule Reference, 2024).

Tablo 2. GTFS dosya yapısı (GTFS Schedule Reference, 2024).

Dosya Adı	Açıklama
agency.txt*	Ulaşım hizmet sağlayıcı bilgileri bu dosyada tutulmaktadır.
stops.txt*	Duraklara ilişkin bilgiler bu dosyada tutulmaktadır.
routes.txt*	Rotalara ilişkin bilgiler bu dosyada tutulmaktadır.
trips.txt*	Seferlere ilişkin bilgiler bu dosyada tutulmaktadır.
stop_times.txt*	Seferlerin belirli duraklardan geçiş bilgileri bu dosyada tutulmaktadır.
calendar.txt	Sefer takvimi bu dosyada tutulmaktadır.
Tablo 2. (Devamı)	
calendar_dates.txt	Takvime ilişkin özel tarihler (örneğin tatil günleri) bu dosyada tutulmaktadır.
fare_attributes.txt	Tarife bilgileri bu dosyada tutulmaktadır.
fare_rules.txt	Tarife kuralları bu dosyada tutulmaktadır.
timeframes.txt	Saat, gün ve tarihe göre değişebilen ücretlerin olduğu durumlarda bu ücret tanımlarını tutmaktadır.
fare_media.txt	Yolcuların ücret ödemek için kullanabileceği farklı ödeme araçlarının bilgilerini tutmaktadır.
fare_products.txt	Yolcuların alabileceği farklı bilet türlerini (örneğin tek binişlik bilet, günlük bilet) veya kullanılan ücretleme türlerini ve bunlara ilişkin bilgileri tutmaktadır.
fare_leg_rules.txt	Ücret kurallarını tutmaktadır.
fare_transfer_rules.txt	Aktarma kurallarını tutmaktadır.
areas.txt	Hizmet bölgelerine ilişkin tanımlamaları tutmaktadır.
stop_areas.txt	Durakların (stops.txt'te tutulan duraklar) hangi hizmet bölgelerine ait olduğu bilgisini tutmaktadır.
networks.txt	Birden fazla şehir veya bölgede hizmet veren operatörler için birden fazla ağın veri kümelerinin tanımlamasını tutmaktadır.
route_networks.txt	Rotaların hangi ağlara ait olduğu bilgisini tutmaktadır.
shapes.txt	Güzergahın harita üzerinde doğru gösterimi için gerekli koordinat bilgileri bu dosyada tutulmaktadır.
frequencies.txt	Sefer sıklığına ilişkin bilgiler bu dosyada tutulmaktadır.
transfers.txt	Duraklar arası transfer sürelerine ilişkin bilgiler bu dosyada tutulmaktadır.
pathways.txt	Durakları birbirine bağlayan yolları tutmaktadır.
levels.txt	Durak / istasyon seviyelerini tutmaktadır.
translations.txt	Transit operatörüne bağlı bilgileri çevrilmiş halini tutmaktadır.
feed_info.txt	GTFS veri setiyle ilgili genel bilgiler (örneğin veri setinin sürümü, yayın tarihi, dil vb.) bilgiler bu dosyada tutulmaktadır.
attributions.txt	GTFS veri kümesinin kaynağını ve atıf bilgilerini tutmaktadır.

şekil 2’de GTFS hiyerarşi diyagramı ile ilgili detaylar verilmiştir.



şekil 2. GTFS hiyerarşi diyagramı.

GTFS veri yapısı ile ilgili detaylar Şekil 3’te verilmiştir.

<p>Agency</p> <p>Attributes</p> <ul style="list-style-type: none"> - id - lang - name - phone - timezone - url <p>Relationships</p> <ul style="list-style-type: none"> - routes 	<p>Route</p> <p>Attributes</p> <ul style="list-style-type: none"> - accessible - agency_id - color - count - desc - id - long_name - short_name - text_color - type - url <p>Relationships</p> <ul style="list-style-type: none"> - agency - fareRules - trips 	<p>Trip</p> <p>Attributes</p> <ul style="list-style-type: none"> - block_id - direction_id - headsign - id - route_id - service_id - shape_id - short_name <p>Relationships</p> <ul style="list-style-type: none"> - frequencies - route - shape - stopTimes 	<p>Frequency</p> <p>Attributes</p> <ul style="list-style-type: none"> - end_time - headway_secs - start_time - trip_id <p>Relationships</p> <ul style="list-style-type: none"> - trip 	<p>Shape</p> <p>Attributes</p> <ul style="list-style-type: none"> - dist_traveled - id - pt_lat - pt_lon - pt_sequence <p>Relationships</p> <ul style="list-style-type: none"> - trips 	<p>Fare</p> <p>Attributes</p> <ul style="list-style-type: none"> - currency_type - id - payment_method - price - transfer_duration - transfers <p>Relationships</p> <ul style="list-style-type: none"> - fareRule
<p>Stop</p> <p>Attributes</p> <ul style="list-style-type: none"> - code - desc - id - lat - location_type - lon - name - parent_station - url - zone_id <p>Relationships</p> <ul style="list-style-type: none"> - parentStation - stopTimes - transferBeginpoints - transferEndpoints 	<p>StopTime</p> <p>Attributes</p> <ul style="list-style-type: none"> - arrival_time - departure_time - drop_off_type - pickup_type - shape_dist_travel - stop_headsign - stop_id - stop_sequence - trip_id <p>Relationships</p> <ul style="list-style-type: none"> - stop - trip 	<p>Transfer</p> <p>Attributes</p> <ul style="list-style-type: none"> - from_stop_id - min_transfer_time - to_stop_id - transfer_type <p>Relationships</p> <ul style="list-style-type: none"> - fromStop - toStop 	<p>Calendar</p> <p>Attributes</p> <ul style="list-style-type: none"> - end_date - friday - monday - saturday - service_id - start_date - sunday - thursday - tuesday - wednesday <p>Relationships</p>	<p>CalendarDate</p> <p>Attributes</p> <ul style="list-style-type: none"> - date - exception_type - service_id <p>Relationships</p>	<p>FareRule</p> <p>Attributes</p> <ul style="list-style-type: none"> - contains_id - destination_id - fare_id - origin_id - route_id <p>Relationships</p> <ul style="list-style-type: none"> - fare - route

Şekil 3. GTFS veri yapısı.

2.2. General Bikeshare Feed Specification – GBFS

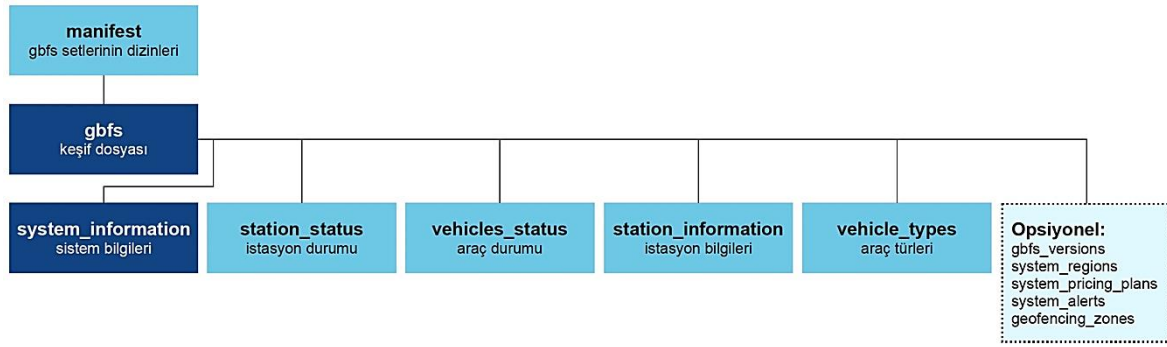
GBFS ya da Türkçe ifadesiyle Genel Bisiklet Paylaşımı Veri Yayın Şartnamesi başta bisiklet olmak üzere paylaşımlı mobilite için bir açık veri standardıdır. 2014 yılında Mitch Vars tarafından oluşturulan GTFS, paylaşımlı mobilite alanında faaliyet gösteren kamu ve özel sektör aktörlerinin de desteğiyle hayata geçmiş; Kuzey Amerika Bisiklet Paylaşım Birliğinin 2015'teki onay ve desteği ile birlikte başarısını ortaya koymuştur (Mobility Data, 2024). GBFS API, aktif araçların konum bilgisi, müsait durumu, şarj durumu, araç tipi gibi bilgilerini gerçek zamanlı olarak raporlamaktadır (Xu vd., 2020). Tablo 3'te GBFS veri formatını oluşturan temel dosyalar ve bu dosyaların açıklamaları verilmiştir.

Tablo 3. GBFS dosya yapısı (GBFS, 2024)

Dosya Adı	Açıklama
gbfs.json	Otomatik keşif dosyasıdır.
manifest.json	Birden fazla GBFS veri seti yayımlayan ulaşım hizmet sağlayıcılar için (örneğin Konya'daki araçları için ayrı Kocaeli'ndeki araçları için ayrı GBFS veri seti yayımlayan skuter hizmet sağlayıcı) gerekli olan bir keşif dosyasıdır. Hizmet sağlayıcı tarafından yayımlanan tüm GBFS veri kümelerinin URL'lerinin kapsamlı bir listesini tutar.
gbfs_versions.json	GBFS belgelerinin sürümlerine göre yayımlanan tüm yayın uç noktalarını tutar.
system_information.json	Hizmet sağlayıcıya ilişkin isim, sistem konumu, uygulandığı yıl, URL, iletişim bilgileri, saat dilimi gibi bilgileri tutar.

vehicle_types.json	Hizmet sağlayıcının sunduğu araç türlerini (bisiklet, sepetli bisiklet, araba, moped, skuter ve diğer) tutar. Bu dosya olmadığında feed'deki tüm araçların bisiklet olduğu varsayılır.
station_information.json	Hizmet sağlayıcının tüm istasyonlarının, kapasitelerinin ve konumlarının listesini tutar.
station_status.json	İstasyondaki araç sayısı, istasyon kapasitesi, istasyonun kullanılabilirlik durumu gibi bilgileri tutar.
vehicle_status.json	Araçların uygunluk bilgisini tutar. Verilerin mümkün mertebe gerçek zamanlı olması gerekmektedir. İstasyonsuz hizmetler için zorunludur.
system_regions.json	Bölge bilgilerini tutar.
system_pricing_plans.json	Hizmet fiyatlarını tutar.
system_alerts.json	Hizmetteki kesintilere (örneğin hava şartları nedeniyle hizmet verilememesi) ilişkin bilgilendirmeleri tutar.
geofencing_zones.json	Hizmet bölgesi sınırlarına ilişkin bilgi ve kuralları tutar.

GBFS hiyerarşi diyagramı Şekil 4'te detaylı olarak verilmiştir.



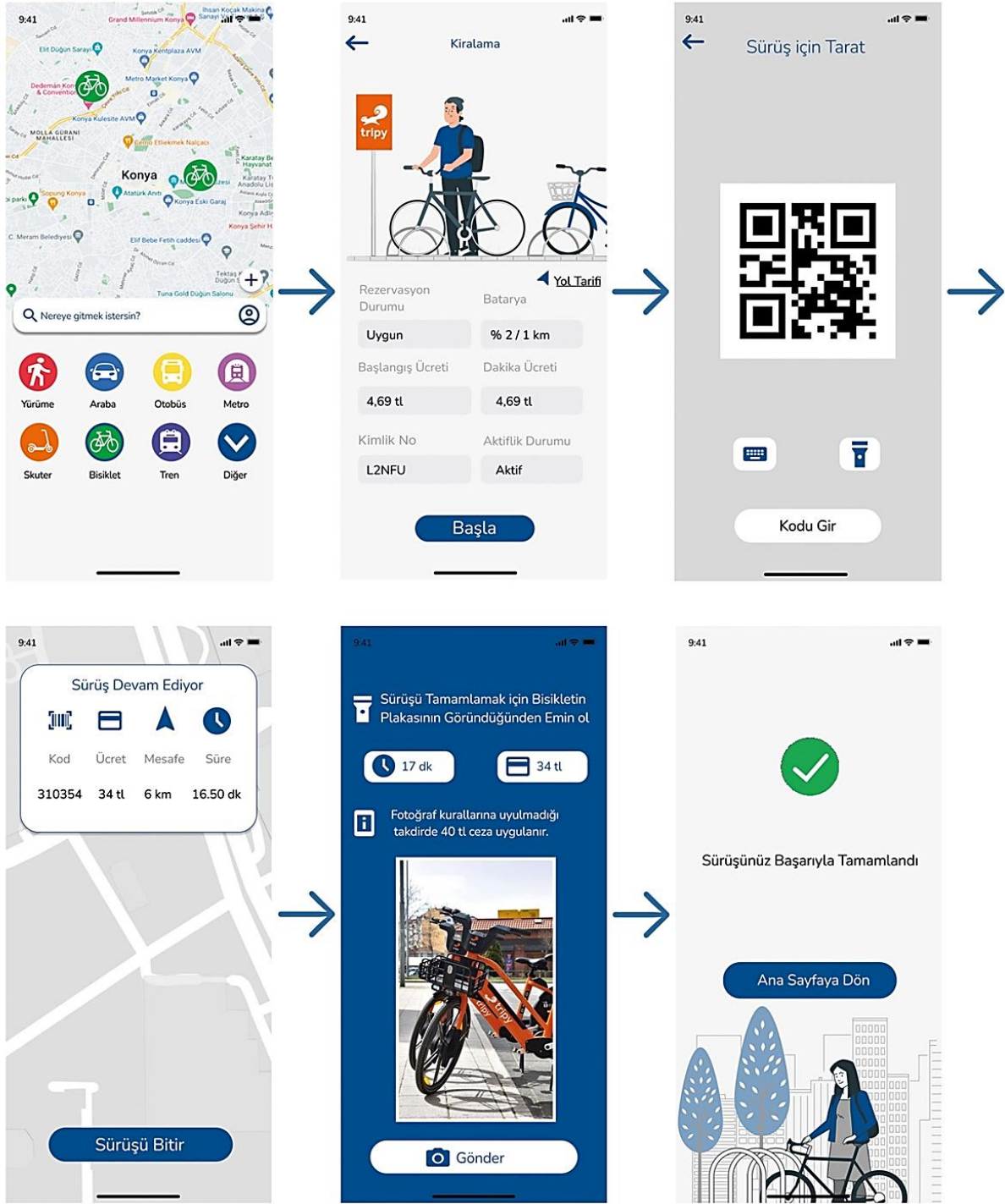
Şekil 4. GBFS hiyerarşi diyagramı.

2.3. Transport Operator to Mobility-as-a-Service Provider API – TOMP API

TOMP-API ya da Türkçe ifadesi ile Ulaşım Operatörlerinden Hizmet Olarak Hareketlilik Operatörlerine Uygulama Programlama Arabirimi, ulaşım hizmet sağlayıcılar ile MaaS operatörleri arasındaki veri alışverişini standartlaştırmayı hedefleyen teknik bir arabirimdir. MaaS için TOMP-API, çeşitli ulaşım hizmetlerinin tek bir platformda kusursuz entegrasyonunu sağlayan güçlü bir araçtır. TOMP-API farklı mobilite hizmet sağlayıcıları ve MaaS platformları arasındaki iletişimi ve veri alışverişini kolaylaştıran standartlaştırılmış bir arayüzdür. Programlar, rotalar ve kullanılabilirlik gibi temel ulaşım bilgilerine gerçek zamanlı erişim sağlayarak MaaS ekosistemindeki birden fazla hizmet sağlayıcı arasında etkili koordinasyon ve iş birliğine olanak tanır. 2017 yılında Hollanda Altyapı ve Su Yönetimi Bakanlığı tarafından başlatılan yedi hizmet olarak hareketlilik pilot uygulamasının geliştirme çalışmaları kapsamında, uygulamaların kolaylaştırılması için paydaşların bir standardizasyon için iş birliği yapması zorunluluğu ile ortaya çıkmıştır (TOMP WG, 2024). Şekil 5'te TOMP-API diyagramı verilmiştir.

TRota'yı geliştirme çalışmaları sürecinde Türkiye'deki mikromobilité operatörlerinin kullandığı bir standardın bulunmadığı, operatörlerin arasında iş süreçleri ve veri gereksinimleri açısından önemli ölçüde farklılıklar olduğu saptanmıştır. Görüşme sağlanan mikromobilité operatörlerin her biri, kendi özel iş akışlarına ve veri alanlarına sahiptir. GBFS ve GTFS'nin rezervasyon ve ödeme süreçlerini desteklemedeki yetersizlikleri göz önünde bulundurulduğunda, TOMP-API standardının 2. seviye bir MaaS uygulaması için yukarıda bahsedilen ihtiyaçlar çerçevesinde geliştirilebilir olduğu değerlendirilmektedir.

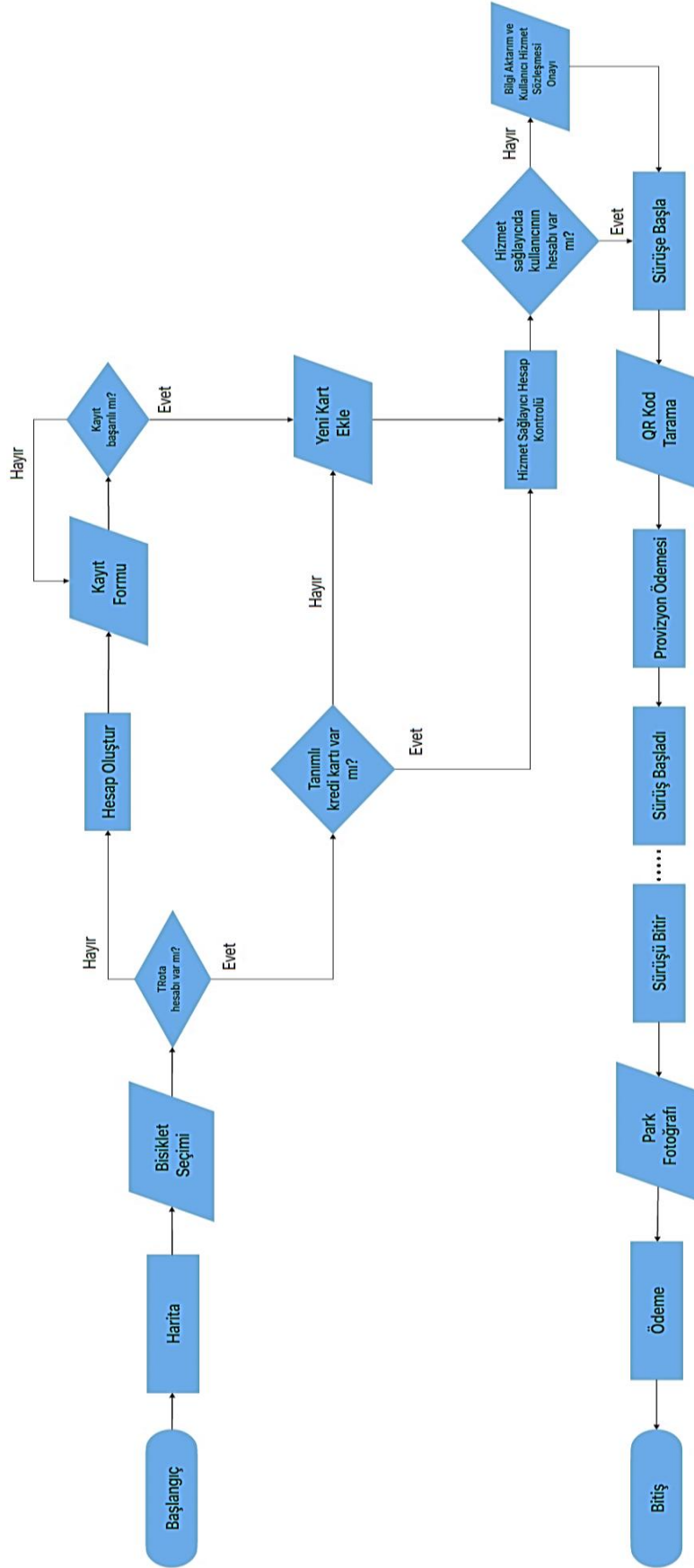
Ancak, TOMP-API'nin de ödeme metotlarının her operatörün kullanabileceği standartlar sunmadığı, bu kapsamda eksiklikler olduğu ve Türkiye'deki uygulanabilirliği ile ilgili bazı risklerin bulunduğu tespit edilmiştir. Bu durumda, TOMP-API'nin temel yapısını kullanarak, her bir operatörün spesifik ihtiyaçlarına uyacak şekilde API'yi özelleştirme ihtiyacı doğmuştur. Özelleştirme, operatörün özel veri alanlarını desteklemek, iş süreçlerini entegre etmek ve doğru bilgilerin iletilmesini sağlama üzerinde gerçekleştirilmiştir. Örneğin, bir operatörün rezervasyon sistemine özgü parametreleri içeren ek veri alanları eklemek veya belirli bir operatörün ödeme doğrulama süreçlerini entegre etmek gibi özelleştirmeler yapılmıştır. Bu özelleştirmelere ilişkin detaylara 3. Yapılan Geliştirmeler bölümünde yer verilmiş ve açık kaynak olarak yayınlanmıştır (TROTA API, 2024). TRota platformu için yapılan bu geliştirmeler sonucu ortaya çıkan servis standardı TRota API olarak adlandırılmaktadır. Şekil 7'de TRota uygulaması ile ilgili uygulama görselleri verilmiştir.



şekil 7. TRota uygulama örneği.

3.1. İkinci seviye entegrasyon ile TRota'da paylaşımlı mikromobilité aracı kiralama iş akışı

2. Seviye entegrasyon ile TRota'da paylaşımlı mikromobilité aracı kiralama iş akış şeması şekil 8'de verilmiştir. TRota API operatörün kim olduğundan bağımsız olarak bu akıştaki işlemlere karşılık gelen veri sunan servis altyapısını standartlaştırarak sunmaktadır.



Şekil 8. 2. Seviye entegrasyon ile TRota’da paylaşımlı mikromobilité aracı kiralama iş akışı.

3.2. Türkiye'nin MaaS platformu TRota API geliştirmelerinin faydaları

Türkiye'nin MaaS platformu için TRota API geliştirmelerinin faydaları etkin veri paylaşımı, ileri seviye birlikte çalışabilirlik ve optimize edilmiş kaynak kullanımı olarak sıralanabilir. Elde edilecek faydaların detayları aşağıda detaylı olarak verilmiştir.

- **Etkin Veri Paylaşımı:** TRota API, kritik verilerin alışverişini kolaylaştırarak MaaS platformlarının çeşitli ulaşım kaynaklarından gelen bilgileri sorunsuz bir şekilde toplamasına ve görüntülemesine olanak tanır. Bu sayede gelişmiş kullanıcı deneyimine imkân sağlar.
- **İleri Seviye Birlikte Çalışabilirlik:** Türkiye MaaS endüstrisindeki paydaşlar, TRota API'yi uygulayarak, temel teknolojileri veya altyapıları ne olursa olsun çeşitli hizmet ve sistemlerin entegrasyonuna olanak tanıyan daha fazla birlikte çalışabilirlik elde edebilir.
- **Optimize Edilmiş Kaynak Kullanımı:** TRota API'nin kullanılmasıyla MaaS platformları, farklı ulaşım modlarında kaynak tahsisini ve kullanımını optimize ederek son kullanıcılar için verimli ve sürdürülebilir mobilite çözümleri geliştirebilir.

3.3. TRota API Yetenekleri

- **Gerçek Zamanlı Veri Erişimi:** TRota API, ulaşım verilerine gerçek zamanlı erişim sunarak MaaS platformlarının kullanıcılarına mevcut hizmetler, programlar ve konular hakkında doğru ve güncel bilgiler sunmasına olanak tanır.
- **Standardizasyon:** TRota API, endüstri standardı veri alışveriş formatlarına ve protokollerine bağlı kalarak, farklı ulaşım hizmetleri arasında tutarlılığı ve uyumluluğu teşvik ederek entegrasyon süreçlerini kolaylaştırır ve genel sistem güvenilirliğini artırır.
- **Dinamik Hizmet Genişletme:** TRota API ile Türkiye'nin ilk MaaS'ı, yeni hizmet sağlayıcıları entegre ederek hizmet tekliflerini ve ödeme altyapısını kolayca genişletebilir, bu da son kullanıcılar için mevcut mobilite seçeneklerinin sürekli büyümesine ve çeşitlenmesine olanak tanır.

3.4. Mikromobilite ulaşım operatörlerinin iş süreçleri açısından benzerlikleri ve farklılıkları

2. seviye MaaS hizmeti sunması hedeflenen TRota uygulaması özelinde 2. Seviye entegrasyon kapsamında, sektördeki çeşitliliği anlamak ve entegrasyon sürecini kolaylaştırmak için sektörün önde gelen mikromobilite operatörlerinin iş süreçleri incelenmiş ve iş akış süreçlerindeki mobil uygulama odaklı yaklaşımları, kiralama ve ödeme süreçleri ve sürüş sonrası işlemlerinin benzerlik gösterdiği fakat operatörler arasında farklı Software Development Kit – Yazılım Geliştirme Kiti (SDK) bağımlılıklarının olduğu ve web standartları arasında farklılıkların bulunduğu görülmüştür. En belirgin farklardan biri, bisiklet veya skuterler için kilit açma sürecindedir. Bazı paylaşım araç operatörleri araç kodunu içeren QR kodun okutulması veya araç üzerinde yazılı kodun ekrana girilmesi ile kilidi açarken, bazı paylaşım araç operatörlerinde aracın kilidini açmak için bluetooth teknolojisi kullanılmaktadır ve bu da birçok farklı sağlayıcı ile entegrasyon gerektiren platformlar için SDK bağımlılığına sebep olmaktadır. Bu farklı yaklaşımlar, iş süreçlerinde uyum sorunlarına yol açabilmekte, uygulama boyutunu artırmakta, performansı düşürmekte ve Uygulama Programlama Arayüzü – Application Programming Interface (API) entegrasyonunu karmaşık hâle getirmektedir. Ayrıca, operatörlerin kullandığı web servis standartları da çeşitlilik göstermektedir. Bazıları RESTful API'ları tercih ederken, diğerleri SOAP protokolünü kullanmaktadır. Bu farklılıklar, veri iletimi ve iş süreçlerinin entegrasyonunda zorluklar yaratmaktadır. Bununla birlikte, bilgi seviyesi entegrasyonlar için uygun olan GBFS ve GTFS veri standartları, rezervasyon, ödeme gibi işlemleri desteklememektedir. TOMP-API'nin de tüm operatörler için kapsamlı ve uyumlu bir çözüm sunmadığı göz önüne alındığında, operatörler arasındaki bu

farklılıkların etkili bir şekilde yönetilmesi ve iş süreçlerinin uyumlu hâle getirilmesi için tek bir entegre API oluşturma hedefi belirlenmiştir. Bu entegre API, farklı operatörlerin sistemlerini bir araya getirerek, kullanıcıların daha sorunsuz bir şekilde geçiş yapmasını sağlayacak ve mikromobilité sektöründe daha iyi bir deneyim sunacaktır.

4. TRota API – MaaS Platformu Entegrasyonu Süreçleri ve Riskler

Geliştirilen TRota API – MaaS platformu Trota API dokümantasyonu, geliştirme-test ve dağıtım, izleme olarak belirlenen entegrasyon süreçleridir. Belirlenen bu entegrasyon süreçleri aşağıda detaylı olarak verilmiştir.

- **Trota API Dokümantasyonu:** Uç noktalar, kimlik doğrulama yöntemleri, mevcut veri alanları ve en iyi uygulamalar da dahil olmak üzere entegrasyon süreci hakkında kapsamlı bilgiler sağlayan Trota API belgelerinin kapsamlı bir şekilde incelenmesi entegrasyon sürecinin başlangıcında izlenecek ilk adım olarak karşımıza çıkmaktadır.
- **Geliştirme ve Test:** TRota API uç noktaları paydaşlar tarafından analiz edilmeli, MaaS platformuna uygulamak için geliştirme ve test aşamaları çalışmaları yapılmalıdır. MaaS hizmeti ile diğer ulaşım operatörleri arasında kesintisiz bağlantı ve veri alışverişi sağlanmalıdır.
- **Dağıtım ve İzleme:** Entegre TRota API çözümünün MaaS platformu üzerinden dağıtılması ve veri akışını, sistem performansını ve kullanıcı etkileşimlerini takip etmek için izleme mekanizmaları oluşturulması süreçlerini kapsar. Entegre hizmetleri izlemek TRota API sayesinde kolaylaşacaktır.

4.1. TRota API – MaaS platformu entegrasyonunda potansiyel riskler

TRota API entegrasyonu, Türkiye'de toplu taşıma ve mikromobilité hizmetlerini kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu kapsamlı entegrasyon, önemli faydalar sağlamakla birlikte, bazı potansiyel riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu riskleri aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

- **Yasal ve Düzenleyici Riskler:**
 - Mevcut yasal düzenlemelerin yetersizliği: Türkiye'de, toplu taşıma ve mikromobilité verilerinin paylaşımı ve kullanımı ile ilgili yasal düzenlemeler henüz tam olarak oturmuş değildir. Bu durum, TRota-API entegrasyonunda belirsizliklere ve uyumluluk sorunlarına yol açabilir.
 - Veri gizliliği ve güvenliği: TRota-API aracılığıyla paylaşılan kişisel verilerin korunması ve güvenliğinin sağlanması önemli bir risktir. Bu risk, veri ihlalleri, siber saldırılar veya kötüye kullanım gibi tehditlerle ortaya çıkabilir.
- **Teknik Riskler:**
 - Standartlar Uyumluluğu: TRota API'nin tüm operatörler tarafından tam olarak desteklenmesi ve uygulanması zor olabilir. Bu durum, verilerin farklı formatlarda sunulmasına ve entegrasyon sorunlarına yol açabilir.
 - Veri Kalitesi: TRota API aracılığıyla paylaşılan verilerin kalitesi ve doğruluğu önemlidir. Eksik, hatalı veya güncel olmayan veriler, kullanıcı deneyimini olumsuz etkileyebilir ve yanlış kararlara yol açabilir.
 - API Güvenliği: TRota API'nin güvenliği ve erişim kontrolü sağlanması önemlidir. Yetkisiz erişim veya kötü niyetli kullanımlar, sistemin güvenliğini tehlikeye atabilir.

- Teknik Ekip Yetersizliği: Belediyelerde veya operatörlerde uygun veri standardı olmasına karşın teknik ekip yetersizliği, entegrasyon sürecini zorlaştırabilir.
- **Operasyonel Riskler:**
 - Operatör İş birliği: TRota API ‘nin Türkiye’de yaygın olarak kullanılması için tüm operatörlerin iş birliği ve koordinasyonu gereklidir. İşbirliğini eksikliği veya gecikmeler, entegrasyon sürecini uzatabilir ve zorlaştırabilir.
 - Değişen gereksinimler: Operatörlerin gereksinimleri ve öncelikleri zamanla değişebilmektedir. Bu durum da TRota API’nin sürekli olarak güncellenmesini ve uyarlanmasını gerektirmektedir.
 - Maliyetler: TRota API entegrasyonu, veri toplama, işleme, depolama ve paylaşımı için önemli maliyetler gerektirebilir. Bu maliyetler, özellikle küçük operatörler için bir engel oluşturabilir.
- **Ticari Riskler:**
 - Kısa Vadeli Gelir Eksikliği: Standartlara uyumun ticari bakış açısından kısa vadede net gelir getirmeyeceği ancak uzun vadede entegrasyonla hacimleri büyütebileceği riski vardır.
 - Operatörlerin Teknik Bakış Açılarındaki Farklılıklar: Operatörlerin teknik bakış açılarındaki farklılıklar, entegrasyon sürecini zorlaştırabilir ve gecikmelere yol açabilir.
 - Platformlar Arası Araç Paylaşımı Yeteneği: TRota-API standardına uyumla birlikte farklı platformlar üzerinden araç paylaşımı yapabilme yeteneği kazanmak her organizasyonun kısa vade hedefleri arasında yer almayabilir. Bu konularda bir mutabakat süreci yürütmek önem arz etmektedir.

4.2. TRota API Uygulamasında Risklerin Azaltılması İçin Alınan Önlemler

Bu riskler önceden göz önünde bulundurularak yeni bir API geliştirme, standarttan sapma ve özelleştirme avantajlarını değerlendirme kararı alınmıştır. Bu risklere karşı operasyonların spesifik ihtiyaçlarına göre yapılan çalışmalar sonucunda aşağıdaki önlemler alınmıştır:

- GBFS ve TOMP-API’de bulunan bisiklet kiralama süreçlerini ve canlı varlık durumunu daha etkili bir şekilde yönetmek için bir API standardı geliştirilmiştir.
- TOMP-API ve benzer standartlar ödeme entegrasyonlarını kapsam dışı bırakmaktadır. Bu nedenle, güvenli ödeme işlemlerini ve kullanıcı kimlik doğrulamasını içeren bir ekstra katman eklenmiştir.
- TOMP-API’nin güncellemelerle ilgili zayıf olduğu noktalarda, gerçek zamanlı veri güncellemelerini ve dinamik durum değişikliklerini destekleyen MaaS Analiz uygulaması geliştirilmiş ve ilgili API üzerinden entegrasyon sağlanmıştır.

4.3. TRota API Uygulamasında Risklerin Azaltılması İçin Alınacak Önlemler

TRota API entegrasyonu çalışmaları kapsamında belirlenen potansiyel riskleri önceden tespit ederek gerekli önlemleri almak, entegrasyon sürecinin sorunsuz bir şekilde ilerlemesini ve TRota API’nin başarılı bir şekilde uygulanmasını sağlayacaktır. Bu çerçevede ilave olarak alınması gereken önlemler aşağıda verilmiştir.

- Yasal ve düzenleyici risklerin üstesinden gelmek için toplu taşıma ve mikromobilitte verilerinin paylaşımı ve kullanımını düzenleyen yasal düzenlemeler geliştirilmeli ve uygulanmalıdır.
- Aynı şekilde, kişisel verilerin korunması ve güvenliği için güçlü güvenlik önlemleri hayata geçirilmelidir.
- Teknik riskleri en aza indirmek için tüm operatörlerin TRota API'yi uyumlu bir şekilde kullanması için zorunlu sertifikasyon programları uygulanmalı ve düzenli kalite kontrol mekanizmaları oluşturulmalıdır.
- Operasyonel riskleri azaltmak ve operatörler arasında iletişimi artırmak için iş birliği teşvik programları ve düzenli bilgilendirme toplantıları düzenlenmelidir.
- Ticari riskleri azaltmak için operatörlere TRota API entegrasyonunun uzun vadeli faydaları açıkça anlatılmalı ve pilot projeler aracılığıyla faydaları gösterilmelidir.

Sonuç olarak, bu önlemler TRota API entegrasyonunun risklerini minimize ederek Türkiye'de daha verimli, sürdürülebilir ve kullanıcı dostu bir ulaşım sistemi oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

5. Sonuç

Yapılan çalışma ile hizmet olarak hareketlilik konsepti için literatürdeki gelişmeler ve uygulamalar için kullanılan veri standartları incelenmiştir. İnceleme ile yerli 2. Seviye hizmet olarak hareketlilik uygulaması geliştirilmiştir. Bu çalışmada yerli ve milli olarak TRota uygulaması ve TRota API geliştirilmiştir. TRota ile gerçek zamanlı veri erişimi sağlayan TRota API, ulaşım verilerine gerçek zamanlı erişim sunarak MaaS platformunun kullanıcılarına mevcut hizmetler, programlar ve konular hakkında doğru ve güncel bilgiler sunmasına olanak sağlamaktadır. Standardizasyon açısından bakıldığında ise TRota API, endüstri standardı veri alışverişi formatlarına ve protokollerine bağlı kalarak, farklı ulaşım hizmetleri arasında tutarlılığı ve uyumluluğu teşvik ederek entegrasyon süreçlerini kolaylaştırmakta ve genel sistem güvenilirliğini artırmaktadır. İlave olarak dinamik hizmet genişletme açısından TRota API ile Türkiye'nin ilk MaaS'ı, yeni hizmet sağlayıcıları entegre ederek hizmet tekliflerini ve ödeme altyapısını kolayca genişletebilir, bu da son kullanıcılar için mevcut mobilite seçeneklerinin sürekli büyümesine ve çeşitlenmesine olanak tanımaktadır. Bu uygulamanın riskler açısından alınan ve alınması gereken önlemler TRota-API entegrasyonunun risklerini minimize ederek Türkiye'de daha verimli, sürdürülebilir ve kullanıcı dostu bir ulaşım sistemi oluşturulmasına katkı sağlayacaktır. Türkiye'nin ilk yerli ve milli, 2. Seviye MaaS uygulaması olması planlanan TRota' da; şehirlerarası ve şehir içi toplu taşıma, paylaşımli bisiklet, e-bisiklet ve e-skuter ve araç kiralama dahil olmak üzere çeşitli ulaşım modları tek bir uygulamada kullanıcılara sunulacak; bilgi edinme, rezervasyon ve ödeme gibi işlemlere aracılık edilecek ve kullanıcılara uçtan uca bir deneyim sağlanacaktır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarların çalışmadaki katkı oranları eşittir.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Bu çalışma, PTT Teknoloji tarafından yürütölen ve T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Araştırmaları Merkezi – UDHAM'ın AUS-2022/01: Hizmet Olarak Hareketlilik (MaaS-Mobility as a Service) çağrısı kapsamında UDHAM tarafından desteklenen bir Ar-Ge projesi olan Hizmet Olarak Hareketlilik (Mobility as a Service – MaaS) Uygulaması TRota için yapılan araştırma geliştirme çalışmaları sonucunda ortaya çıkmıştır. PTT Teknoloji çalışanlarına,

Karabük Üniversitesinde görev yapan hocalarımıza, T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Haberleşme Genel Müdürlüğü'ne ve UDHAM'a katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

Cruz, C. O., & Sarmiento, J. M. (2020). "Mobility as a service" platforms: A critical path towards increasing the sustainability of transportation systems. *Sustainability*, 12(16), 6368. <https://doi.org/10.3390/su12166368>.

International Transport Forum. Mix and MaaS - Data Architecture for Mobility as a Service. Erişim: 13 Şubat 2024. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/mix-maas-mobility-service-final.pdf>

İstanbul Planlama Ajansı, Kent Gündemine Bakış: İstanbul'da Sürdürülebilir Ulaşım Doğru. Erişim: 27 Şubat 2024, <https://ipa.istanbul/wp-content/uploads/2023/11/KENT-GUNDEMI-SURDURULEBILIR-ULASIM-2.pdf>.

Hazan, J., Lang, N., El, H. ve Chraibi, A., Seeking Perpetual Motion with Mobility as a Service. Erişim: 12 Şubat 2024. https://web-assets.bcg.com/img-src/BCG-Seeking-Perpetual-Motion-with-Mobility-as-a-Service-Mar-2019_tcm9-215903.pdf.

Heikkilä, S., Mobility as a Service - A Proposal for Action for the Public Administration, Case Helsinki", 2014. Erişim: 16 Şubat 2024, <https://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201405221895>

General Bikeshare Feed Specification (GBFS). Mobility Data. Erişim: 13 Şubat 2024. <https://github.com/MobilityData/gbfs/blob/master/gbfs.md>

GTFS Background. Erişim: 31 Ocak 2024. <https://gtfs.org/background/>

GTFS, Why Use GTFS?. Erişim: 05 Şubat 2024. <https://gtfs.org/>

GTFS Schedule Reference. Erişim: 05 Şubat 2024. <https://gtfs.org/schedule/reference/>

Kayikci, Y., & Kabadurmus, O. (2022). Barriers to the adoption of the mobility-as-a-service concept: The case of Istanbul, a large emerging metropolis. *Transport policy*, 129, 219-236. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.10.015>.

Koca, M. (2024). Real-Time Security Risk Assessment From CCTV Using Hand Gesture Recognition. *IEEE Access*, 12, 84548-84555. <https://doi:10.1109/ACCESS.2024.3412930>.

MaaS Alliance. (2017). *White Paper 'Guidelines & Recommendations to create the foundations for a thriving MaaS Ecosystem.*

Macedo, E., Teixeira, J., Gather, M., Hille, C., Will, M. L., Fischer, N., & Bandeira, J. M. (2022). Exploring relevant factors behind a MaaS scheme. *Transportation Research Procedia*, 62, 607-614. <https://doi:10.1016/2007.05.004>.

McHugh, B. (2013). Pioneering Open Data Standards: The GTFS Story. *Beyond Transparency*, B. Goldstein ve L. Dyson, Ed., San Francisco: Code for America Press.

Mobility Data. What is GBFS?. Erişim: 31 Ocak 2024. <https://github.com/MobilityData/gbfs>

Sochor, J., Arby, H., Karlsson, I. M., & Sarasini, S. (2018). A topological approach to Mobility as a Service: A proposed tool for understanding requirements and effects, and for aiding the integration of

societal goals. *Research in Transportation Business & Management*, 27, 3-14. doi: 10.1016/j.rtbm.2018.12.003.

TOMP WG. Blueprint for an Application Programming Interface (API) from Transport Operator to MaaS Provider. Erişim: 05 şubat 2024. [https://github.com/TOMP-WG/TOMP-API/blob/master/documents/201005%20-%20Blueprint%20for%20the%20TOMP-API%E2%80%93Version%20Dragonfly%20\(1.0.0\).pdf](https://github.com/TOMP-WG/TOMP-API/blob/master/documents/201005%20-%20Blueprint%20for%20the%20TOMP-API%E2%80%93Version%20Dragonfly%20(1.0.0).pdf)

TROTA. TROTA API. <https://web.archive.org/web/20240704094102/https://trota.com.tr/trota-api/>

Xu, Y., Yan, X., Sisiopiku, V. P., Merlin, L. A., Xing, F., & Zhao, X. (2020). Micromobility trip origin and destination inference using general bikeshare feed specification (gbfs) data. *arXiv preprint arXiv:2010.12006*.