

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

**HIZLI OTOBÜS TAŞIMACILIĞININ (BRT) OTOBÜS DURAKLARINA  
GİDEN BESLEYİCİ ALTYAPISININ GELİŞTİRİLMESİ – ENDONEZYA'DA  
BANDA ACEH ŞEHRİNDEKİ BİR ÖRNEK ÇALIŞMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Meutia Ayuni YOSE**

**Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**  
**Enstitü Bilim Dalı : ULAŞTIRMA**  
**Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Hakan ASLAN**

**Şubat 2021**

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

**HIZLI OTOBÜS TAŞIMACILIĞININ (BRT) OTOBÜS DURAKLARINA  
GİDEN BESLEYİCİ ALTYAPISININ GELİŞTİRİLMESİ – ENDONEZYA'DA  
BANDA ACEH ŞEHRİNDEKİ BİR ÖRNEK ÇALIŞMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Meutia Ayuni YOSE**

**Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**

**Enstitü Bilim Dalı : ULAŞTIRMA**

**Bu tez .../.../2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.**

**Jüri Başkanı**

**Üye**

**Üye**

## **BEYAN**

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahribat yapılmadığını başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitenin herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Meutia Ayuni YOSE

02.03.2021

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Diplomamı almam için rehberliğini ve nimetini benden esirgemeyen Rahman ve Rahım olan Allah'a Őükürler olsun.

Bu tez çalışmasını tamamlama sürecinde, karşılaştığım zorlukları aşmamda doğrudan veya dolaylı olarak teşviklerde bulunulmuş, yardım ve destek verilmiştir. Bu vesileyle, bu tezi tamamlama sürecinde bana yardımcı olmaya gösterdikleri yardım ve destek nedeniyle herkese Őükranlarımı sunuyorum.

Öncelikle tez danışmanım, Dr.Öğr.Üyesi. Hakan ASLAN'a değerli tavsiyeleri ve rehberliği için derin Őükranlarımı sunmak istiyorum. Bu tezin yazım sürecinde yardımcı olduğu için Arş.Gör. Zeliha Çağla KUYUMCU'ya da teşekkür etmek istiyorum. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün personellerine de ayrıca teşekkürlerimi sunuyorum.

Ana sponsorum olan Türkiye Bursları'na, Yüksek Lisans çalışmalarına finansal destek verdikleri için teşekkür etmek de bir zevktir. Ayrıca erişim ve veri destekleri için Aceh Ulaşım Ajansı, Banda Aceh Şehri Merkezi İstatistik Kurumu ve Aceh Finansal Yönetim Ajansı'na da teşekkür ederim.

En önemlisi, babam Yoserizal, annem Raziyana ve aileme akademik çalışmalarımı sürdürmek için yurtdışında yaşama izni verdikleri için teşekkür ederim. Sonsuz sevgi, dua ve teşvikleriyle beni doğrudan ve dolaylı olarak desteklediler.

Allah lütfunu onlardan ne bu dünyada ne de ahirette eksik etmesin.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY .....	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ .....	1
1.1. Problem Tanımı .....	9
1.2. Araştırma İhtiyacı ve Önemi .....	10
1.3. Çalışmanın Amacı .....	11
1.4. Araştırma Metodu.....	11
1.5. Tez İçeriği ve Organizasyonu .....	12
BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	13
2.1. Ulaştırma .....	13
2.2. Ulaşımın Kullanım Türüne Göre Sınıflandırılması .....	13
2.2.1. Özel (kişisel-bireysel) ulaşım sistemleri.....	13
2.2.2. Kent içi para-transit sistemler.....	14
2.2.3. Toplum taşıma .....	14
2.3. BRT (Bus Rapid Transit) Sistemi.....	15
2.4. Toplum Taşıma Kullanıcılarının Karakterleri .....	16
2.5. Güzergâh.....	17

2.5.1. Ana güzergâh.....	17
2.5.2. Besleyici güzergâh.....	18
2.5.3. Dal güzergâhı.....	19
2.5.4. Direkt güzergâh .....	19
2.6. Nüfus .....	19
2.7. Örneklem .....	21
2.8. Talep Analizi .....	22
2.8.1. Özel araç sahipliklerinin belirlenmesi .....	23
2.8.2. Özel araç kullanım etkinliğinin belirlenmesi.....	23
2.8.3. Toplum taşımayı kullanan potansiyel yerleşim nüfusunun belirlenmesi .....	24
2.8.4. Yolculuk talebinin belirlenmesi.....	24
2.8.5. Gerekli filo sayısının belirlenmesi.....	24
2.9. Toplum Taşıma Minimum Yolcu ve Araç Sayısı Kriterleri.....	25
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	26
3.1. Materyal.....	26
3.1.1. Veri toplanması .....	27
3.1.2. Popülasyon ve örneklemin belirlenmesi.....	29
3.2. Yöntem .....	29
3.2.1. Yolcu talep analizi .....	30
3.2.2. Filo sayısını planlama.....	31
BÖLÜM 4.	
ARAŞTIRMA BULGULARI .....	32
4.1. Planlanan Besleyici Güzergâhlardaki Katılımcıların Özellikleri .....	32
4.1.1. Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri.....	32
4.1.2. Katılımcıların seyahat özellikleri .....	38
4.2. Planlanan Besleyici Güzergâhlar .....	42
4.3. Nüfus Artış Modeli .....	42
4.4. Nüfusun Besleyici Toplum Taşımayı Kullanma İstekliliği.....	44

4.5. Besleyici Toplum Taşımayı Kullanan Potansiyel Nüfus Sayısı .....	48
4.6. Özel Araç Sayısı .....	50
4.7. 2019 Yılı Yolcu Talep Miktarı .....	52
4.7.1. Özel araç sahipliğinin belirlenmesi .....	52
4.7.2. Seyahat edecek potansiyel nüfusun belirlenmesi .....	53
4.7.3. Besleyici toplum taşıma için toplam talebin belirlenmesi.....	55
4.7.4. Besleyici toplum taşıma için gerekli araç sayısının hesaplanması	56
4.8. 2024 Yılındaki Öngörülen Yolcu Talep Miktarı .....	58
4.8.1. Özel araç sahipliğinin belirlenmesi .....	58
4.8.2. Seyahat edecek potansiyel nüfus sayısının belirlenmesi .....	59
4.8.3. Besleyici toplum taşıma için toplam talebin belirlenmesi.....	61
4.8.4. Besleyici güzergâhlar için gerekli araç sayısının hesaplanması...	62
BÖLÜM 5.	
DEĞERLENDİRME.....	65
BÖLÜM 6.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	68
6.1. Sonuçlar .....	68
6.2. Öneriler .....	68
KAYNAKLAR .....	70
EKLER.....	73
ÖZGEÇMİŞ .....	82

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

BRT	: Bus Rapid Transit
BPS	: Endonezya Merkezi İstatistik Kurumu
CDIA	: Cities Development Initiative for Asia Cities
IDR	: Indonesian Rupiah
ITDP	: Institute of Transportation and Development Policy
TK	: Trans Koetaradja
K	: Özel araç sahiplik değeri (araç/kişi)
V	: Kayıtlı özel araç sayısı
P	: Toplam nüfus
$P_m$	: İlgili bölgede ikamet eden insan sayısı
C	: Özel araçlarla taşınan yolcu sayısı
M	: Potansiyel kullanıcı sayısı
L	: Özel araç kullanım etkinlik değeri
D	: Toplum taşıma sistemini kullanacak kişi/ yolculuk talep miktarı
$f_r$	: Nüfus çoklu çarpan faktörü
N	: İhtiyaç duyulan araç sayısı
$P_{min}$	: Her bir aracı günlük kullanacak yolcu sayısı
R	: Minimum toplum taşıma sayısı



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Labi-labi taşıma aracı.....	4
Şekil 1.2. BRT Trans Koetaradja .....	6
Şekil 1.3. Triportör (rickshaw).....	7
Şekil 1.4. DAMRI otobüsü .....	7
Şekil 1.5. Trans Koetaradja Hatları.....	8
Şekil 1.6. BRT Trans Koetaradja'nın hatları ve durakları .....	9
Şekil 1.7. Banda Aceh şehrindeki özel araç kullanımını dağılımı .....	10
Şekil 2.1. Ulaşım modlarına göre tahmini yakıt tüketimi .....	16
Şekil 2.2. Ana güzergâhlar .....	18
Şekil 2.3. Besleyici güzergâhlar .....	18
Şekil 3.1. Özel araç kullanıcılarının Banda Aceh şehrinde ve çevresindeki bölgelerde yayılım haritası. ....	26
Şekil 3.2. Araştırma alanı (Kuta Alam ve Syiah Kuala mahalleleri). ....	27
Şekil 4.1. Katılımcıların cinsiyetlerine göre dağılımı .....	33
Şekil 4.2. Katılımcıların yaş gruplarına göre dağılımı.....	33
Şekil 4.3. Katılımcıların eğitim seviyesine göre dağılımı.....	34
Şekil 4.4. Katılımcıların meslek ve ehliyet sahipliğine göre dağılımı .....	35
Şekil 4.5. Katılımcıların hanehalkı (aile üye) sayısına göre dağılımı .....	36
Şekil 4.6. Katılımcıların aylık gelire göre dağılımı .....	36
Şekil 4.7. Katılımcıların günlük seyahat ücretlerine göre dağılımı .....	37
Şekil 4.8. Katılımcıların özel araç sayısına göre dağılımı (otomobil, motosiklet ve bisiklet) .....	38
Şekil 4.9. Katılımcıların günlük seyahat amaçlarına göre dağılımı .....	39
Şekil 4.10. Katılımcıların seyahatin başlangıç - varış noktası ve kullanılan ulaşım türüne göre dağılımı.....	40

Şekil 4.11. Katılımcıların başlangıç noktasından varış noktasına olan mesafe ve yolculuk süresine göre dağılımı .....	41
Şekil 4.12. Katılımcıların günlük seyahat sayısına göre dağılımı.....	41
Şekil 4.13. Planlanan besleyici güzergâhlar .....	42
Şekil 4.14. Kuta Alam mahallesindeki nüfusun besleyici toplum taşımayı kullanma istekliliği .....	45
Şekil 4.15. Syiah Kuala mahallesindeki nüfusun besleyici toplum taşımayı kullanma istekliliği .....	45
Şekil 4.16. Besleyici toplum taşıma sisteminin çalışması durumunda, insanların mevcut kullanılan araç türüne göre BRT Trans Koetaradja'yı kullanmayı tercih etme isteklilikleri .....	46
Şekil 4.17. İnsanların aylık gelire ve ödemek istedikleri besleyici sistem ücretine göre BRT Trans Koetaradja'yı tercih etme isteklilikleri .....	47
Şekil 4.18. İnsanların seyahate başlarken otobüs durağına olan uzaklığa bağlı olarak BRT Trans Koetaradja'yı tercih etme düzeyleri.....	47

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Her bir otobüs için geçerli günlük minimum yolcu sayısı.....	25
Tablo 2.2. Günlük minimum toplum taşımaaraç sayısı (R).....	25
Tablo 3.1. Popülasyonun örneklem büyüklüğünün hesaplanması.....	29
Tablo 4.1. Son 5 yıldaki toplam nüfus .....	42
Tablo 4.2. Plan yıllarındaki toplam nüfus.....	43
Tablo 4.3. Planlanan besleyici güzergâhlardaki katılımcıların özellikleri.....	44
Tablo 4.4. Kuta Alam mahallesinde yaş grubuna göre toplam nüfus .....	48
Tablo 4.5. Syiah Kuala mahallesinde yaş grubuna göre toplam nüfus .....	49
Tablo 4.6. Kuta Alam mahallesindeki besleyici toplum taşımayı kullanacak potansiyel nüfus sayısı.....	50
Tablo 4.7. Syiah Kuala mahallesindeki besleyici toplum taşımayı kullanacak potansiyel nüfus sayısı.....	50
Tablo 4.8. Son 5 yılda özel araç sayısı.....	50
Tablo 4.9. Plan yılındaki özel araç sayısı.....	51
Tablo 4.10. 2019 yılındaki özel araç sahiplik oranları.....	53
Tablo 4.11. 2019 yılındaki seyahat edecek potansiyel nüfus sayısı.....	54
Tablo 4.12. 2019 yılındaki besleyici toplum taşıma için toplam talep miktarı.....	55
Tablo 4.13. 2019 yılındaki besleyici hatlarda kullanılacak araç sayıları .....	57
Tablo 4.14. 2024 yılındaki özel araç sahiplik oranları.....	59
Tablo 4.15. 2024 yılındaki seyahat edecek potansiyel yolcu sayısı.....	61
Tablo 4.16. Besleyici hatlarda 2024 yılı için hesaplanan talep miktarları .....	62
Tablo 4.17. Besleyici hatlarda kullanılmak üzere 2024 yılı için gerekli araç sayıları .....	63
Tablo 5.1. Besleyici toplum taşıma sistemini kullanacakların sayısı (D).....	66
Tablo 5.2. İhtiyaç duyulan besleyici güzergâha ait araç sayısı (N) .....	67

## ÖZET

Anahtar kelimeler: Toplum taşıma, Yolcu talebi analizleri, Besleyici sistemler, BRT

Ulaşım sorunlarını (özel araç sayısındaki artışa bağlı trafik sıkışıklığı, hava kirliliği vb.) çözmek ve insanların günlük faaliyetlerini yapmalarını kolaylaştırmak için yeterli ve iyi hizmet kalitesine sahip bir toplum taşıma sistemi oluşturmak, önemli çözüm önerileri arasındadır. Yüksek performanslı bir toplum ulaşım hizmeti sağlamanın uygun maliyetli bir yolu Bus Rapid Transit (BRT) sistemleridir. Endonezya'daki diğer gelişmekte olan şehirler gibi, Aceh Eyaletinin başkenti olan Banda Aceh şehri'nde Trans Koetaradja adı altında BRT-Lite sistemli bir toplum taşıma sistemi işletilmektedir. Bununla beraber, mevcut durumda Trans Koetaradja'nın entegre bir besleyici toplum taşıma sistemi de bulunmamaktadır. Bu çalışmada, Trans Koetaradja otobüslerinin yük faktörünü en üst düzeye çıkarmak için önerilen bir besleyici sistem planlanması ile ilgili olarak, Banda Aceh şehri'ndeki besleyici toplum taşıma sistemine ait potansiyel talebi ortaya koyacak bir analiz gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, mod seçimindeki elastikiyetin ve değişikliklerin incelenmesi, araştırma alanında ihtiyaç duyulan besleyici toplum taşıma araç sayılarının ve türlerinin belirlenmesi de çalışma alanına dahil edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan veriler birincil ve ikincil olmak üzere iki alana ayrılmıştır. Birincil veriler, Banda Aceh şehrinde besleyici toplum taşıma sistemine ait potansiyel talebin belirlenmesi amacıyla Google Form yardımıyla yapılan çevrimiçi bir anketten elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan ikincil veriler, Banda Aceh Merkezi İstatistik Ajansı'ndan alınan genel ve yaş grubu başına nüfus verileri ile Aceh Finansal Yönetim Ajansı'ndan alınan özel araç sahipliği verileridir. Toplanan veriler, 2002 yılında Endonezya Ulaştırma Bakanlığı'nın "Kentsel Alanlarda Toplum Yolcu Taşımacılığının Sabit ve Düzenli Yollarda Uygulanmasına İlişkin Teknik Kılavuz"u kullanılarak analiz edilmiştir.

Çalışmanın analitik bulgularına göre, planlanan güzergâhlarda yani Kuta Alam ve Syiah mahallelerinde besleyici toplum taşıma talebini karşılamak üzere kullanılması gereken günlük asgari araç sayısının, klavuzda önerilen,  $R = 20$  araç/gün, araç sayısından fazla olduğu belirlenmiştir. 2019'da Kuta Alam mahallesindeki besleyici toplum taşıma araçlarına olan talep günlük 27 küçük otobüs iken, Syiah Kuala mahallesinde bu rakam 29'a kadar yükselmiştir. 2024 plan yılında ise, ihtiyaç duyulacak küçük otobüs sayısının Kuta Alam mahallesinde 45, Syiah Kuala mahallesinde 43 rakamına ulaşacak olması, besleyici hatların oldukça fizibil hatlar olduğunu ortaya koymaktadır.

# **DEVELOPMENT OF FEEDER INFRASTRUCTURE LEADING TO BUS STOP OF BUS RAPID TRANSIT (BRT) – A CASE STUDY OF BANDA ACEH CITY, INDONESIA**

## **SUMMARY**

Keywords: Public transportation, passenger demand analysis, feeder systems, BRT

One solution to solve transportation related problems (such as increasing the number of private vehicles, congestion, air pollution, etc.) and making it easier for people to carry out their daily activities can be obtained by providing a public transportation system having adequate and satisfactory service quality. One of the public transportation systems that can be a cost-effective way to provide a high-performance transport service is BRT. Like other developing cities in Indonesia, Banda Aceh, the capital of Aceh Province, has also provided a public transportation system in the form of BRT-Lite under the name Trans Koetaradja. However, Trans Koetaradja currently does not have an integrated feeder transportation system. In this study, an analysis of the potential demand for feeder transportation in the city of Banda Aceh was carried out so that a feeder system could be planned to maximize the load factor of Trans Koetaradja buses. It was also carried out to analyse the response and changes in mode selection and to determine the number and type of feeder transport vehicles needed in the research area. The data used in this study are primary and secondary data. The primary data were obtained from an online survey conducted through the help of Google Form, with the aim of knowing the potential demand for feeder bus passengers in the city of Banda Aceh. The secondary data used in this thesis are related to the population of the study area. With that regard, while the data related with the number of population per age group obtained from the Central Statistics Agency of Banda Aceh, the private vehicle ownership data were acquired from the Aceh Financial Management Agency. The collected data was analyzed using the Technical Guidelines for the Implementation of Public Transport in Urban Areas in Permanent and Regular Routes, Ministry of Transportation in 2002.

According to the analytical outcomes of the study, it was found that the required number of vehicles for feeder public transportation on the planned route, namely for Kuta Alam and Syiah sub-districts, is more than the minimum number required by the technical guidelines mentioned above, per day ( $R = 20$  units/day). In 2019, while the demand for feeder public transport in Kuta Alam sub-district was 27 small buses, in the Syiah Kuala sub-district it was as many as 29 small buses. Meanwhile, in the 2024 plan year, the number of small buses needed in Kuta Alam sub-district will be 45 small buses. In Syiah Kuala sub-district, on the other hand, there will be a need of 43 small buses. Hence, it can be concluded that these routes are quite feasible for the operation.

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

Günlük işe gidiş-geliş aktivitelerine ait toplumsal hareketlilik, kentsel ulaşım sistemlerinin biçimlendirilmesinde ve tasarımında nemli unsurlardan biridir. Bu açıdan bakıldığında ulaşım sisteminin; sosyo-kültürel koşullar, kent ekonomisi ve toplulukların bir yerden bir yere hareketlerini kolaylaştırma arzusunun bir sonucu olarak şekillendiği görülmektedir. Kentsel hareketlilikte insanların özel araçlarına dayalı bir eğilime sahip olmaları ve toplum taşıma sistemleri kullanımlarını azaltmaları, olumsuz bir ulaşım yapısı ve sisteminin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bahsi geçen olumsuzluklara, artan araç sayısına bağlı olarak gerçekleşen trafik tıkanıklığı, istenmeyen hava ve gürültü kirliliği, aşırı fosil yakıt tüketimi ve trafik kazalarındaki artışlar örnek verilebilir.

Bu ulaşım sorunlarının üstesinden gelmek ve toplumun her gün gerçekleştirdiği rutin hareketlilikleri kolaylaştırmak için en etkili çözümlerden biri, erişilebilir, güvenli ve hızlı toplum taşıma sisteminin kurgulanarak, özel araç kullanıcılarının bu sistemi kullanmalarını teşvik etmektir. Doğru ve etkili tasarlanan bir toplum taşıma sistemi, özellikle kentsel alanlarda hareketlilik kapasitesini artıracak ve trafik yoğunluğunu azaltacaktır. Tüm dünyada popülerlik kazanan toplum taşıma araçlarından biri de Bus Rapid Transit (BRT) sistemlerdir. Türkiye’de Metrobüs uygulamalı sistemler BRT’ye örnek verilebilir. New York USA’da bulunan ve BRT sistemlerinin en güçlü destekçilerinden olan Institute of Transportation & Development Policy (ITDP), BRT’yi “kendine ait belirlenmiş yolu olan, yüksek servis frekanslı, otobüse dayalı, hızlı, konforlu, uygun ücretli etkin kentsel taşımacılık hizmeti sunan, yüksek kaliteli transit sistem” olarak tanımlamaktadır [1].

Bus Rapid Transit (BRT), yatırım verimliliği, hizmet kapasitesi, ekonomik erişilebilirliği, göreceli esneklik ve ağ kapsamı nedeniyle özellikle Avrupa, Güney

Amerika ve bilhassa Asya'da dünya çapında popüler bir transit ulaşım modu haline gelmiştir [2]. Birçok saha içerikli çalışma, BRT'nin yüksek performanslı bir ulaşım hizmeti sunmak için uygun maliyetli bir çözüm olabileceğini göstermiştir [1,3]. Brezilya'da bulunan Curitiba şehri, BRT uygulamalarında öncü olan bir şehir olup, o dönemde şehrin valisi olan Jaime Lerner BRT sistemini, metro performansına yakın fakat ona göre çok daha düşük maliyete sahip, yüksek kaliteli otobüs sistemi, bir diğer ifade ile yüzeysel metro olarak tanımlamıştır [4]. Hizmet kalitesi ve maliyetleri açısından, BRT'nin genellikle kentsel demiryolu ve geleneksel otobüs sistemleri arasındaki geçiş zeminini ifade ettiği düşünülmektedir. Her iki sisteme ait en iyi yönleri içinde barındırır. Bir diğer ifade ile demiryolunun hızı ve güvenilirliği ile geleneksel bir otobüs işletim modelinin çalışma esnekliği ve düşük maliyeti, BRT bünyesinde yer alabilmektedir [5].

Gelişmekte olan bazı Asya şehirleri, düşük yatırım maliyetleri ve demiryolu sistemlerine göre sahip olduğu esnek uygulama avantajları nedeniyle toplum taşıma planlamasında BRT'yi düşünmektedir [6]. Buna ek olarak, BRT Asya'daki gelişmekte olan şehirler için düşük karbonlu toplum hedefini gerçekleştirmede, özel araç kullanıcılarını daha düşük CO2 yayan bir ulaşım moduna yönlendireceği için tavsiye edilmektedir [7,8].

Endonezya'nın başkenti Cakarta'da otobüs reform politikalarından biri olan hızlı transit otobüs sisteminin (BRT), kent için önemli potansiyele sahip ekonomik bir alternatif olarak ortaya çıktığı, birçok çalışma ile kanıtlanmıştır [9,10]. Cakarta'da yeni bir toplum taşıma sisteminin kullanılmaya başlanması nedeniyle sistem kullanıcılarının tutumlarının ve davranışlarının gözlemlendiği çalışmalardan biri, Alvinsyah et.al.tarafından yapılmıştır [11]. Farklı ücret ve zaman faydası sağlayan besleyici servisi olan veya olmayan BRT sistemlerinin önerildiği bu çalışmada, insanların algılarında ve daha iyi bir hizmet seçme olasılıklarında farklılıklar olduğu ortaya konulmuştur. Ernst, Cakarta'da BRT'ye geçiş uygulamasında ki ilk aya ait yaptığı çalışmada, BRT kullanıcılarının %20'sinin daha önce özel araç kullanıcıları olduğunu (%14'ü özel otomobil kullanıcılarından ve %6'sı motosiklet kullanıcılarından) belirlemiştir [12]. Bu bulgu, iyi hizmet kapasitesini karşılayan

BRT'nin, özel araç kullanıcılarının BRT'yi tercih etmelerine vesile olabileceği gerçeğini göstermektedir.

1514 yılında bir sultanlık olarak kurulan ve Portekizliler tarafından kolonize edildiğinde Osmanlı Devleti'nden yardım alan Açe, Endonezya'da Sumatra adasının kuzeyinde yer alan bir bölgedir [13]. 1566'da Kanuni Sultan Süleyman'ın ölümünden sonra oğlu II. Selim Açe'ye gemilerin gönderilmesini emretti. Osmanlı filosu ile bol miktarda silah ve mühimmatla birlikte bir dizi asker, silah ustası ve mühendis gönderildi. Yapılan bu seferler, Açe ile Osmanlı İmparatorluğu arasındaki, ticari, kültürel, askeri ve dini alanlarda ki bağların güçlenmesini sağladı. Sonraki Açe'li hükümdarlar, Osmanlı İmparatorluğu ile bu alışverişleri sürdürdüler ve kendi gemilerinde Osmanlı bayrağı taşıyarak ticaret yapmaya devam ettiler.

Açe eyaleti'nin başkenti olan Banda Aceh, nüfusu 260.000 civarında olan orta büyüklükteki şehirlerden biridir ve 9 mahalle ile 70 köyden oluşmaktadır [14]. Endonezya ve Banda Aceh şehri'nin haritası Ek A.1'de sunulmuştur. Endonezya'daki birçok orta büyüklükteki şehir gibi, Banda Aceh şehri de giderek karmaşıklaşan kentsel ulaşım sorunlarıyla karşı karşıya kalmaktadır. 2004 depremi ve tsunami'nin ardından Banda Aceh şehrinin, kötü şehir planlamasından kaynaklanan kentsel yayılması ve büyümesi, kentteki tıkanıklık sorunlarını ortaya çıkaran ana neden olmuştur. Bu kentsel yayılım, her yıl araç sayısındaki artış ile karakterize edilen kentsel ulaşım sisteminin verimsiz yapısının ortaya çıkması ile doğrudan ilgilidir [15].

Açe eyaletinin başkenti olan Banda Aceh şehrinin nüfusu, hem Açe eyaleti hem de diğer bölgelerin ekonomik aktörleri tarafından buranın bir fırsat şehri olarak görülmeye başlanması ile hızla artmaya başlamıştır. Banda Aceh şehri Merkezi İstatistik Kurumu'nun yayınladığı nüfus verilerine göre, şehrin nüfusu her geçen yıl artmaya devam etmektedir. Bu nüfus artışına bağlı olarak, motorlu taşıtların sayısında da doğru orantılı olarak artış gerçekleşmektedir. Yeterli ve etkin bir toplum ulaşım altyapısı uygulamaya konulamaz ise, 2004 tsunamisinin de olumsuz etkileri ile beraber Banda Aceh'in trafiğinin daha sıkışık ve kaotik olacağı ifade edilmelidir [16].



Kişi başına gelirdeki belirgin artış, yaşam kalitesinin iyileştirilmesi ve ekonomik büyüme düzeyi üzerinde etkili olmaktadır. Buna bağlı olarak Banda Aceh şehrinde önemli ölçüde büyüyen orta ve üst sınıf nüfusu, şehirde büyümeye devam eden trafik artışıyla sonuçlanmıştır. Bu aynı zamanda toplum tarafından beklenen ve talep edilen kamu hizmetlerinin kalite standartlarındaki iyileşmeyi de etkilemiştir. Bir zamanlar Banda Aceh halkının en çok kullandığı labi-labi, triportörler ve diğer toplum taşıma araçları, insanların hareketlilik taleplerinde beledikleri standartları sağlamadığı için, daha az kullanılmaya başlanmış ve özel araç kullanımına bağlı bir ulaşım yapısı oluşmaya başlamıştır. CDIA (Cities Development Initiative for Asia Cities - Asya şehirlerini Geliştirme Girişimi) ekibi, Banda Aceh şehrinde motosikletlerin en baskın ulaşım modu olduğunu ve tüm seyahat modlarının yaklaşık %77'sini oluşturduğunu ifade etmektedir[17]. Bu durum, motosiklet kullanımının oldukça ucuz olması ile beraber güvensiz ve konforsuz olmasına rağmen yüksek erişilebilirlik sağlamasından kaynaklanmaktadır.

Banda Aceh şehrinde hizmet veren mevcut taşıma sistemleri aşağıda ayrıntılandırılarak açıklanmıştır [17]:

a. Labi-labi

Başlangıçta Banda Aceh şehrinde toplum taşıma hizmetleri çoğunlukla, bölgeye özgü tipik bir toplum taşıma türü olan ve Şekil 1.1.'de gösterilen 11 kişilik kapasiteye sahip, üstü kapalı labi-labi diye adlandırılan bir araç ile sağlanmıştır.



Şekil 1.1. Labi-labi taşıma aracı

Toplum refahındaki artış özel araç sahipliği sayısının da artması sonucunu doğurmuş, böylece ana toplum taşıma sistemi olan labi-labi yolcu sayısında önemli ölçüde azalmalar gözlemlenmiştir. Örneğin, 2000 yılında Banda Aceh şehrinde toplamda 17 güzergâhta kayıtlı 1000 filoluk labi-labi aracı zirve talep saatlerinde %100'e ulaşan doluluk oranları ile hizmet vermekte iken, günümüzde zirve saatlerdeki doluluk oranları bile %30'a kadar düşmüştür. Ayrıca, bekleme süresindeki belirsizlikler, halkın sisteme olan güvenini azaltmakta bu da toplumun sadece küçük bir kesiminin, belli oranda mücbir sebeplerden, labi-labi hizmetlerini kullanmaya istekli olmasına neden olmaktadır. Şu anda resmi kayıtlı labi-labi araç sayısı 352 olmakla birlikte, gerçekte sadece bunların 80 adetinin faaliyette olduğu tahmin edilmektedir.

#### b. BRT Trans Koetaradja

BRT Trans Koetaradja (Şekil 1.2.), ulaşım sisteminde bulunan düzenleyici ve operatörlerin işlevlerini ayırmayı amaçlayan Banda Aceh şehri Ulaşım Merkezi tarafından işletilmektedir. Kent Ulaşım Merkezi sadece sisteme ait düzenleyici olarak rol üstlenirken, fiili hizmetler özel şirket operatörleri tarafından sağlanmaktadır. Kamuya açık ihale süreçleri ile belirlenen işletmeciler, merkez tarafından belirlenen asgari hizmet standartlarına göre hizmet vermektedirler. Ulaşım Merkezi, operatör hizmetlerinin miktarını ve kalitesini denetleme, departmanlar ve ajanslar arasındaki koordinasyonu sağlama ve sorun ortaya çıkması durumunda da sorunun çözümünden sorumlu olma görev ve fonksiyonuna sahiptir.

BRT Trans Koetaradja şu anda Banda Aceh'de 'BRT-Lite' olarak faaliyet göstermektedir. 'BRT-Lite' özel bir otobüs şeridi olmadan, belirli durak ve istasyonlarla hizmet vermektedir. Bu tasarımın çeşitli zayıf ve dezavantajlı yönleri vardır:

- Sistemde hizmet veren otobüsler için özel öncelikli bir şerit veya şeritler sistemi inşa edilmediği için, seyahat hızında bir iyileşme sağlanamamaktadır.
- Otobüsler, park etmiş araçlar, erişim yolları ve diğer yol kenarı engelleri gibi birçok engelle karşılaşmaktadırlar.

- Düşük frekanslı otobüs servisi ve uzun bekleme süreleri söz konusudur.
- Otobüs durakları kaldırımlarda konumlandırıldığı için, kaldırımları kullanan yayaların yürüme hızları zorlaşmaktadır.



Şekil 1.2. BRT Trans Koetaradja

### c. Triportör (rickshaw) ve taksiler

Bir diğer taşıma türü, triportörler (Şekil 1.3.), ve taksilerdir. Banda Aceh sokaklarında müşterilerini arayan 463 triportör hizmet vermektedir. Triportörler genellikle duraksız olarak, belirli bir noktadan diğer bir noktaya gayri resmi olarak hizmet sunmaktadırlar. Triportörlerin ve taksilerin de, labi-labi sistemi ile taşınan yolcu sayısının düşmesine neden olan sistemler olduğu tahmin edilmektedir. Endonezya'daki birçok şehirde olduğu gibi, Banda Aceh şehrinde de alışılmış bir seyahat modu olan bu sistem, genellikle yerleşim alanlarından ana yollara, terminallere ve ticari merkezlere ulaşım için kullanılmaktadır. Ücretler, açılış değeri IDR 3.000, sonraki her kilometre için de yine IDR 3.000 olarak belirlenmiştir. Bununla beraber, yolcular ve sürücü/şoför arasında ücretler pazarlık usulü belirlenebilmektedir. Bu durum, hükümetin diğer sistemler için belirleyeceği ücret yönetmeliği uygulama kapasitesini sınırlandırmaktadır. Banda Aceh`de taksiler çoğunlukla taksimetre kullanmamaktadır. Ödenen ücret, sürücü ve yolcu arasında pazarlık yapılarak kararlaştırılmaktadır. Taksiler genellikle kente gelen turistlere hizmet sunmakta ve bekleme lokasyonları olarak otel önlerini tercih etmektedirler.



Şekil 1.3. Triportör (rickshaw)

#### d. DAMRI otobüsleri

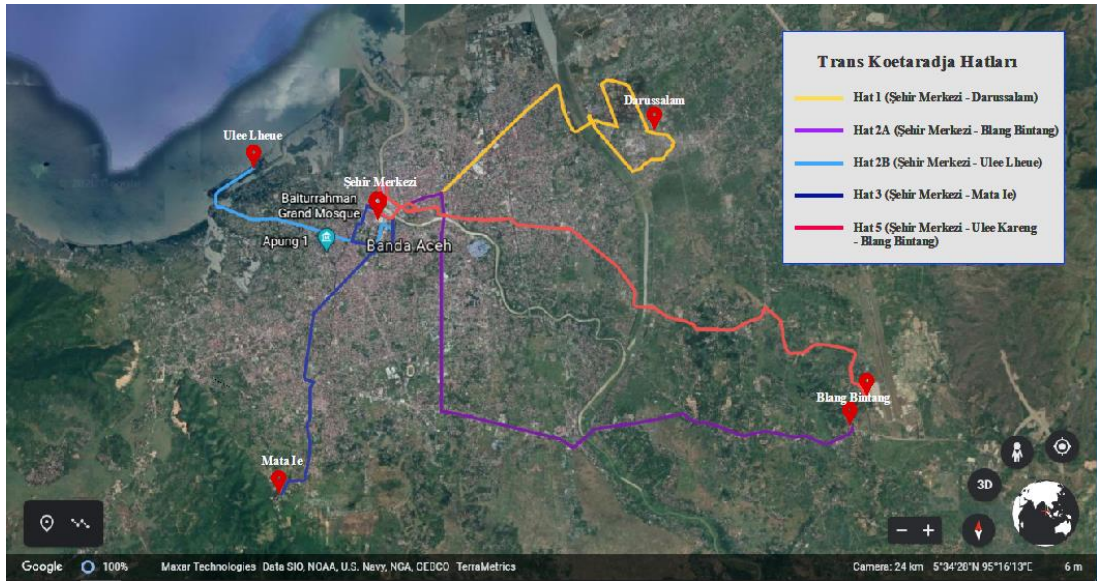
Ulusal Otobüs Şirketi DAMRI, havalimanı ile şehir merkezi arasında hizmet veren altı otobüs filosuna sahiptir.



Şekil 1.4. DAMRI otobüsü

Banda Aceh şehrinde kentsel ulaşım planlamasındaki ana yaklaşım ve strateji; özel araç sahiplerinin toplum taşıma araçlarını kullanmaya teşvik edilmesi ve bu anlamda hizmet düzeyi yüksek, etkin bir toplum taşıma sistemi altyapısı kurmaktır. Açe hükümeti bu hedef doğrultusunda, Mayıs 2016`dan bu yana BRT Trans Koetaradja (TK) toplum taşıma sistemine sahip kentsel ulaşım sistemi politikasını uygulayarak, tıkanıklık etkilerini azaltmayı amaçlamaktadır. Sisteme ait güzergâhlar Şekil 1.5. ve 1.6.`da sunulmaktadır. Ulaştırma, Haberleşme, Bilgi ve Telematik Dairesi Başkanlığı

ve Açe Ulaştırma Bakanlığı ile birlikte işbirliği içinde çalışan Açe Hükümeti, Trans Koetaradja otobüs hizmetini, ilk aşamada 25 adetlik filosu ile Açe Eyaletinin Başkenti ve Banda Aceh şehri ile Büyük Açe İlçesine kadar ulaşan bir faaliyet ölçeğinde sunmaktadır. Açe Hükümeti, Banda Aceh şehrinde tıkanıklığı önlemek, otobüs kullanımını teşvik edip sosyal hayatın bir parçası haline getirmek için, başlangıç anından itibaren otobüsleri ücretsiz olarak hizmete sunmuştur. Bu uygulamaya, alınan karar gereği sistemde %70 doluluk oranlarına ulaşmaya kadar devam edilecektir. Sistemin doluluk oranının bu değerin altında kalması durumu devam ettse bile, halkın sistemi kullanması için ücret talep edilmeme stratejisi uygulamada kalacaktır [17]. 4 yıldır hizmet sunmasına rağmen hala %70 doluluk oranlarının elde edilememesi, özel araç kullanıcılarının günlük ulaşım modlarının değiştirilmesinde Trans Koetaradja sisteminin yeterli etkiyi oluşturamadığını göstermektedir. Trans Koetaradja sisteminin halen daha yetersiz kalmasındaki temel faktörler, yerleşim birimleri ile otobüs durakları arasındaki yüksek erişim mesafesi ile besleyici sistemlerin yerleşim birimlerinde hizmetde olmamasıdır.



Şekil 1.5. Trans Koetaradja Hatları (overlay on map data © 2020 Google)



Şekil 1.6. BRT Trans Koetaradja'nın hatları ve durakları

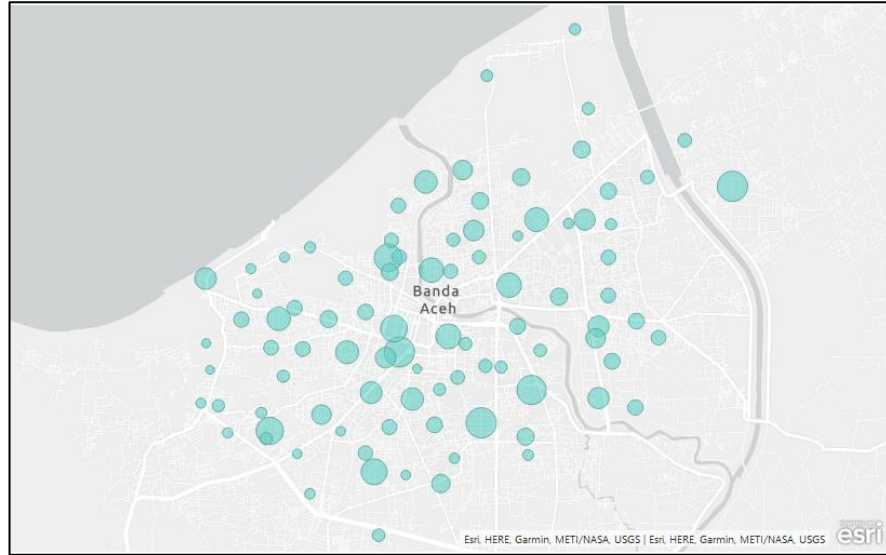
BRT Trans Koetaradja sisteminin tam potansiyeline sahip olabilmesi için farklı pratik çabalara ve uygulamalara ihtiyaç duyulduğu görülebilmektedir. Hukmia'ya göre sistemin etkinleştirilebilmesi için, mevcut sistem ile besleyici ve tarihi lokasyonları bağlayan otobüs hatları arasındaki entegrasyonun mutlaka sağlanıyor olması gerekmektedir. Trans Koetaradja sisteminin hizmet verimliliğini etkin bir şekilde arttırabilmesi, ancak bu entegrasyonun gerçekleştirilebilmesi ile sağlanabilecektir [10]. Toplum taşıma kullanıcıları için verimli ve etkili transit taşımacılık hizmetinin sunulabilmesinde besleyici sistem entegrasyonu, bu hatlara direk ve sorunsuz bir erişim imkânı sunmaktadır [18]. Murray ve Wu, transit sistemlerde, duraklara erişim imkânının sistem planlanmasında mutlaka dikkate alınması gerektiğini, bunun sistemin verimli işletiminde kritik bir faktör olduğunu belirtmiştir [19].

### 1.1. Problem Tanımı

BRT Trans Koetaradja, dört yıllık bir işletim sürecine rağmen halen deneme seferleri aşamasında olan ve hizmet sunduğu güzergâhlarda ücretsiz taşımacılık sunan bir BRT-Lite sistemi durumundadır. Bu mevcut transit otobüs sistemi başarılı olursa, gerçek BRT sistemi bir sonraki planlama adımında dikkate alınacaktır. Trans Koetaradja'nin kapsama alanını arttırmak için, yolcuları mevcut BRT ağ sistemine taşıyabilecek besleyici taşımacılık hizmeti veren ulaşım araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Banda

Aceh şehri için geliştirilen ve BRT Trans Koetaradja olarak bilinen sistem, henüz entegre bir besleyici taşıma sistemine sahip değildir.

Açe Ulaşım Ajansı tarafından 2019 yılında eyalet başkentinde yapılan demiryolu fizibilite araştırma anketine dayanan ve Şekil 1.7.'de Microsoft Power BI kullanılarak görselleştirilen verilere göre, en fazla özel araç kullanıcılarının (otomobiller, motosikletler ve internet ulaşımı) Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerinden geçen BRT'nin Trans Koetaradja 1. koridorunda bulunduğu görülmektedir. Bu nedenle, koridor 1'deki yük faktörünü en üst düzeye çıkarmak ve modal değişimdeki yapıyı görebilmek için, bu koridor için bir besleyici sistem ağı planlanmaktadır.



Şekil 1.7. Banda Aceh şehrindeki özel araç kullanımı dağılımı

## 1.2. Araştırma İhtiyacı ve Önemi

Yukarıdaki arka plan ve sorunlara dayanarak, Banda Aceh'de besleyici sistem için potansiyel talebi analiz etmeyi amaçlayan araştırmalar yapılması gerekmektedir. Daha sonra, koridor 1'in etrafındaki hareketlilik bölgesinde Trans Koetaradja BRT besleyici otobüsünün işletilmesi ile bu sistemin besleyici ağına ait mod seçimindeki tercihlerin ve değişikliklerin belirlenmesi amacı ile yük faktöründe ki elastikiyet ortaya çıkarılabilecektir. Beklenen hizmet düzeyini karşılayan BRT sistemi, özel araç kullanıcılarının ulaşım türlerini BRT kullanım tercihine yönlendirebilir ve dolaylı

olarak da tıkanıklığı ve trafik sıkışıklığını, artan hava ve gürültü kirliliğini, aşırı fosil yakıt tüketimini ve trafik kazalarını azaltabilir. Önerilen bu otobüs sistemi başarılı olursa, Banda Aceh'deki BRT sistemi bir sonraki planlama adımında uygulanabilecektir.

### **1.3. Çalışmanın Amacı**

Yukarıda belirtilen problem yapısı çerçevesinde, Banda Aceh'de besleyici taşımacılık sistemine duyulacak potansiyel talebin analiz edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Böylece Trans Koetaradja transit sisteminin yük faktörünü en üst düzeye çıkarmak ve besleyici sisteminin koridor 1'de çalıştırılması durumunda, mod seçimindeki değişikliklere olacak etkisi belirlenebilecektir. Bu anlamda bakıldığında, bu çalışmanın ana amacı, ihtiyaç duyulan hedefler doğrultusunda mevcut transit güzergâhın operasyonel entegrasyonunun besleyici sistem üzerinden analiz etmek, gerekli talebi karşılamak üzere besleyici sisteme ait yapıyı ve formu ortaya koymak olarak ifade edilebilir.

### **1.4. Araştırma Metodu**

Yukarıda içeriği ve amacı belirtilen çalışmanın gerçekleşmesi için öncelikle, alan içerikli literatür taraması ve incelemesi yapılmıştır. Literatür çalışması referans kitaplar, bilimsel dergiler, kurumsal arşivler üzerinden yapılan incelemeler ve araştırmalar ile faydalı bilgi ve verilerin toplanması amacıyla yapılmıştır. Analiz sürecinde kullanılmak üzere Banda Aceh şehrinde besleyici otobüs yolcuları için potansiyel talep yapısını ortaya koyan verilerin belirlenmesi amacıyla Google Form yardımıyla detaylı bir anket çalışması yapılmıştır. Örneklem; rastgele yöntemi olan Random Sampling, kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, veri işleme ve analizi, Endonezya Ulaştırma Bakanlığının 2002 yılında çıkardığı “Kentsel Alanlarda Toplum Taşıma Uygulamaları Teknik Yönergeleri” kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



## 1.5. Tez İçeriği ve Organizasyonu

Tez içeriği ve sistematigi aşağıdaki gibi düzenlenmiştir.

### 1. BÖLÜM 1 (Giriş)

Tezin bu ilk bölümü konunun önemi ve gerekliliği ile tez konusuna ait araştırmaya olan gereksinimi açıklamaktadır. Araştırma objektif ve amaçları da yine bu bölümde ele alınarak açıklanmıştır.

### 2. BÖLÜM 2 (Literatür Araştırması)

İkinci bölümde, literatür araştırması çerçevesinde teze konu araştırma ile ilgili geçmişte ve günümüzde yapılan çalışmalara değinilerek, tezin teorik temelleri ortaya konulmuş ve çalışmanın güncel boyutu açıklanmıştır.

### 3. BÖLÜM 3 (Materyal ve Yöntem)

Üçüncü bölümde, araştırma yöntemi ayrıntılarıyla açıklanmıştır.

### 4. BÖLÜM 4 (Araştırma Bulguları)

Dördüncü bölümde, araştırmanın sonuçları çıktılar halinde sunulmuş ve analiz edilmiştir.

### 5. BÖLÜM 5 (Değerlendirme)

Beşinci bölümde, analiz sonuçlarına dayanarak değerlendirmeler yapılmıştır.

### 6. BÖLÜM 6 (Sonuçlar ve Öneriler)

Altıncı ve son bölümde, sonuçlar ve öneriler sunulmuştur.

## **BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI**

### **2.1. Ulaştırma**

Ulaşım, malların ve insanların belli bir başlangıç noktasından belli bir varış yerine farklı amaçlar doğrultusunda yapmak istedikleri hareketlilik talepleri için sağlanan transfer imkânı olarak tanımlanmaktadır. Bu transferin gerçekleşmesi için, taşınacak bir mal/kargo, hareketlilik ihtiyacı olan insan veya insan kitleleri, taşımanın yapılacağı ulaşım aracı (türü-modu) ve alt yapı anlamında yol sistemine gereksinim duyulmaktadır. Ulaşım sektörü, hareketlilik taleplerine sağladığı imkânlar ile ekonomik kalkınma sürecindeki tüm unsurlar için hizmet sağlayıcı bir işlev görmektedir.

### **2.2. Ulaşımın Kullanım Türüne Göre Sınıflandırılması**

Sahip oldukları işlev ve kullanım amaçlarına bağlı olarak üç temel ulaşım kategorisi vardır; özel, para-transit ve toplum taşıma [20].

#### **2.2.1. Özel (kişisel-bireysel) ulaşım sistemleri**

Özel ulaşım, genellikle kamuya açık caddelerde, sahipleri tarafından kendi kullanımları için işletilen özel araçlardan oluşur. Özel araba en yaygın mod olmakla beraber, motosiklet, bisiklet ve yürüyüş de bu kategoriye ait ulaşım modları olarak değerlendirilebilmektedir.

### 2.2.2. Kent içi para-transit sistemler

Bu sistem, kamu tarafından belirlenen ve herkesin katılımına açık bir taşıma sözleşmesi çerçevesinde öngörülen ücretleri ve taşıma koşullarını sağlayan operatörler tarafından işletilen sistemlerdir. Sistem kullanıcılarının arzuları ve istekleri sisteme ait durak ve güzergâhların belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu anlamda bakıldığında bazı para-transit sistemlerin sabit rotaları ve hareket programlarının olmadığı ifade edilebilir. Taksiler, çağır-bin ve belli yolcu sayısına ulaşıncaya hareket eden dolmuş sistemleri bu kategorideki modlardır.

### 2.2.3. Toplum taşıma

Toplum taşıma, şehir içi yolcu taşımacılığının yaygın taşıyıcı türüdür. Bunlar, belirlenen ücreti ödeyen herkesin kullanabileceği sabit rota ve programlara sahip taşıma sistemleridir. Farklı modlar olmakla beraber, bu ulaşım türünde en çok kullanılan sistemler otobüs, hafif raylı ve metro sistemleridir.

Halk otobüsü gibi toplum taşıma türleri, kentsel ulaşım sisteminde önemli bir rol oynamakta, ekonomik ve sosyal avantajlar sunmaktadır. Bu sistem, özel araçlarla karşılaştırıldığında, göreceli olarak çok daha az araç ve yol kapasitesi kullanım düzeyi sağlamakta, ayrıca uygun yatırım maliyetleri ile daha yüksek miktardaki hareketlilik talebine cevap verilebilmektedir. Sahip olduğu yüksek kapasiteli düşük sayıdaki araç kullanımı sayesinde, gerek trafik sıkışıklığının azaltılması gerekse de kentsel çevre kalitesinin iyileştirilmesi anlamında önemli katkılar sunmaktadır. İlâveten, diğer toplum taşıma türlerinde de olduğu gibi, esnek fiyat ve servis hizmetleri sayesinde, toplumun düşük gelir grubu için yolculuk yapabilme imkânı sunmakta, böylece sosyal eşitliğe katkı sağlamaktadır.

Toplum taşıma sistemlerinin genel amacı, halk için kaliteli, etkin ve uygun bir ulaşım hizmeti sunmaktır. İyi bir hizmet standardı güvenli, temiz, ucuz ve güvenilir bir hizmetin sunulması ile elde edilebilir. Çok sayıda yolcu taşınabildiği için, yolcu başına düşen sistem maliyetleri mümkün olduğunca düşük tutulabilmektedir. Ayrıca,

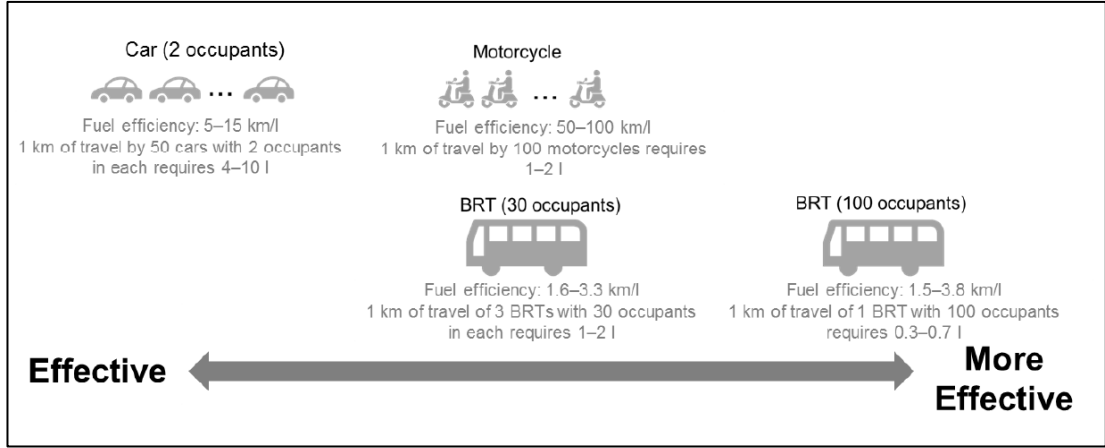
sistemin gereksinim duyduğu insan kaynağı anlamında istihdam olanaklarına da imkân sağlanabilmektedir.

### **2.3. BRT (Bus Rapid Transit) Sistemi**

Bus Rapid Transit (BRT), metro kapasitelerine yakın hızlı, konforlu ve uygun maliyetli hizmetler sunan yüksek kaliteli otobüs tabanlı bir transit sistemidir. Bunu; tipik olarak genelde yolun ortasına yerleştirilen ve özel kullanım imkanı sunan otobüs yolları, görselliği yüksek duraklar-istasyonlar, araç dışı ücret toplama hizmetleri, hızlı ve sık frekanslı sunulan seferler ile yapmaktadır.

BRT, hafif raylı sistem veya metro sistemine benzer özellikler içerdiğinden, normal otobüs hizmetlerinden çok daha güvenilir, kullanışlı ve hızlıdır. Doğru ve uygun sistemlerle donatıldıklarında, normal göreceli yavaş otobüs sistemlerinde ortaya çıkan gecikmelerden, trafik tıkanıklıklarından korunabilmektedirler.

Sisteme özel ayrılmış özel şeritleri sayesinde BRT modları özel ulaşım sistemlerine göre önceliğe sahip sistemler olduğu için, daha fazla sayıda yolcunun daha hızlı taşınmasını sağlayabilmektedirler. Etkin kullanılmaları durumunda, ulaştırma sektöründe enerji tüketiminin azaltılmasına da katkıda bulunabilmektedirler. BRT sisteminin bu anlamdaki etkinliğini görmek için, 100 kişinin aynı güzergâh boyunca 1 kilometre (km) seyahat ettiğini varsayalım (Şekil 2.1.). Bir motosikleti bir kişinin kullanması durumunda, 100 kişiyi taşımak için 100 motosiklet gerekecektir. BRT kullanılırken, bir otobüs 100 kişiye hizmet verebileceğinden yakıt tüketiminde yaklaşık yüzde 60 oranında bir azalma gerçekleşecektir. Ayrıca, benzer yol kesiminde BRT'nin özel araçlara göre yaklaşık yüzde 90 oranında daha düşük yakıt tüketimine sebep olacağı ifade edilebilir. Bununla birlikte, otobüs başına taşınan yolcu sayısının azalması durumunda ise, BRT sistemi motosiklet sistemi kadar toplam yakıt ihtiyacı duyacağı için arzu edilen tasarruf azalacaktır. Bu nedenle, enerji verimliliğini artırmak için BRT yolcu sayısını en üst düzeye çıkarmak önemlidir. Şekil 2.1., farklı taşıma modlarının yakıt tüketimini göstermektedir [21].



Şekil 2.1. Ulaşım modlarına göre tahmini yakıt tüketimi [21]

## 2.4. Toplum Taşıma Kullanıcılarının Karakterleri

Toplum taşıma kullanıcılarının özellikleri temelde, hareketlilik ihtiyaçlarını yerine getirme durumlarına bağlı olarak değerlendirilebilir. Bu anlamda iki farklı grup söz konusudur. Birinci grup mobiliteleri için mutlak olarak toplum taşıma sistemlerine bağlı olan gruplardır. Bunlar, yeterli finansal, yasal ve fiziksel imkânları olmadığı için özel araç sahibi olamayan veya olsa bile kullanamayan gruplardır. Bu gruptaki insanlar için hareketliliklerin karşılanmasında toplum taşıma sistemleri dışında alternatif bir çözüm söz konusu değildir. İkinci grupta olanlar için ise, özel araç sahibi olmaları için yukarıda bahsedilen engeller söz konusu olmadığı için, toplum taşıma sistemleri seçeneklerden biri olarak durmaktadır. Bu gruptakiler seyahat ihtiyaçları için ister özel araçlarını, isterlerse de toplum taşıma sistemlerini kullanabilmektedirler [22].

Bağımlı grubun sayısı veya yüzdesi ne kadar yüksek olursa, toplum taşıma sistemini kullanacak olanların sayısı da o kadar yüksek olacaktır. Mobiliteleri için farklı ulaşım seçenek sahibi olanların toplum taşıma sistemlerini kullanmalarının sağlanması ve oranlarının artırılabilmesi için, toplum taşıma sistemlerine ait kullanıcı hizmet seviyelerinin belli bir seviyenin üstünde olması sağlanmalıdır. Aksi halde, bu gruptakiler için özel araç kullanımı çok daha cazip ve tercih edilir bir ulaşım modu olacaktır. Global ölçekte bakıldığında, toplum taşıma sistemlerini kullananların daha çok birinci gruptaki sistem kullanıcıları olduğu görülmektedir.

Dolayısı ile kentsel toplum taşım sistemlerini etkileyen iki ana faktörden bahsedilebilir.

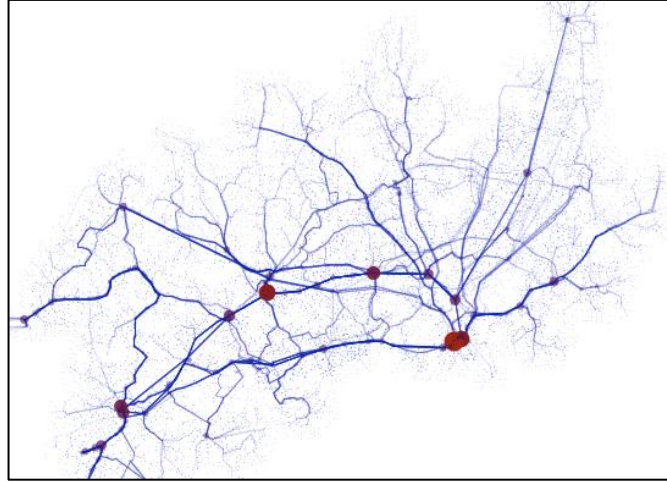
- Bireylerin özel araç sahibi olmasına imkân sunacak dominant ekonomik yapı.
- Toplum taşıma sisteminin sahip olduğu ve sunduğu hizmet düzeyi koşulları.

## **2.5. Güzergâh**

Güzergâhlar, toplum taşıma araçlarının yolcuları alıp-bırakarak düzenli olarak hizmet sunduğu rotalar olarak tanımlanır. Güzergâhlar, ayrıca potansiyel yolcuların günlük seyahatlerinde düzenli olarak kullandıkları ve toplum taşıma araçlarının rutin olarak sabit bir rota üzerinden hizmet sunduğu hatlar olarak da tanımlanmaktadır (Indonesian Ministry of Transportation, 2002). Bu anlamda bakıldığında güzergâhlar, potansiyel yolcuların olduğu bölgelerden ve yerleşimlerden geçecek şekilde belirlenirler. Endonezya Ulaştırma Bakanlığı kentsel ulaşım kararnamesinde yer alan sınıflandırılmalara göre güzergâhlar şu kategorilere ayrılmaktadır [23].

### **2.5.1. Ana güzergâh**

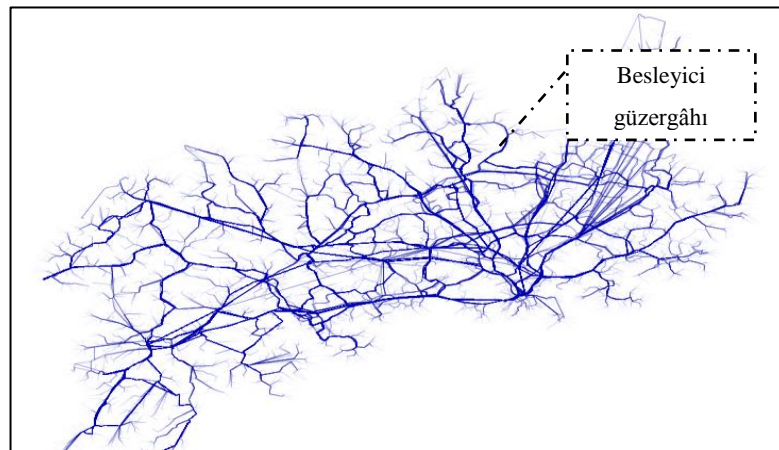
- Hizmetteki araçlar, hareket kartındaki seyahat saatlerinde belirtildiği gibi sabit bir programa sahiptir.
- Ana bölgeler arasında, ayrıca ana bölge ile destekleyici bölge arasında düzenli olarak gidiş-dönüş şeklinde hizmet verilmektedir.
- Kent içi ile sınırlı, ulaşım için belirlenmiş durakları olan ve sürekli servis hizmetinin sunulduğu toplum taşıma hizmeti söz konusudur.



Şekil 2.2. Ana güzergâhlar

### 2.5.2. Besleyici güzergâh

- Ana güzergâhları destekleyici rota görevi görürler.
- Çalıştırılan araçlar, hizmet kartında seyahat saatlerinde belirtildiği gibi sabit bir programa sahiptir.
- Besleyici alan içinde, ayrıca besleyici alan ile ana yerleşim ve hareketlilik merkezleri arasında ulaşım sağlar.
- Kent içi ile sınırlı ulaşım için belirlenmiş durakları olan, periyodik servis hizmetinin sunulduğu toplum taşıma hizmeti söz konusudur.



Şekil 2.3. Besleyici güzergâhlar

### 2.5.3. Dal güzergâhı

- Besleyici güzergâhlardan daha kısa olup, sabit bir zamanlamaya sahip değildir.
- Kent içi ile sınırlı ulaşım için belirlenmiş durakları olan devamlı servis hizmetinin sunulduğu toplum taşıma hizmeti söz konusudur.
- Yerleşim yerleri içinde ulaşım hizmeti vermektedir.

### 2.5.4. Direkt güzergâh

- Çalıştırılan araçlar hareket kartında seyahat saatlerinde belirtildiği gibi sabit bir programa sahiptir.
- Kent içi ile sınırlı ulaşım için belirlenmiş durakları olan sürekli servis hizmetinin sunulduğu toplum taşıma hizmeti söz konusudur.
- Ana hareketlilik merkezleri ile yoğun nüfuslu yerleşim birimleri arasında hizmet sunarlar.

## 2.6. Nüfus

Endonezya Merkezi İstatistik Kurumu (BPS) 'na göre nüfus, Endonezya'nın herhangi bir coğrafi bölgesinde altı ay veya daha uzun süre yaşamış ya da yerleşmeyi amaçladığı halde, altı aydan daha az bir süre ikamet etmiş insan gruplarından oluşmaktadır. Nüfus verileri, kent veya köy yetkililerinin idari kayıtlarından elde edilen nüfus kaydına dayanmaktadır [24].

Subri (2003), nüfus artışının, nüfusu arttıran ve azaltan faktörler arasında ki dinamik bir denge sonucu ortaya çıktığını ifade etmektedir. Nüfus artışı; doğum (doğurganlık), ölüm, iç ve dış göç olmak üzere dört bileşenden etkilenmektedir [25]. Nüfus artışı bu anlamda nüfus dinamizmini de ortaya koyan bir parametredir.

Soegimo (2009) nüfus artışı ile ilgili üç farklı sınıflandırmanın yapılabileceğini önermektedir [26].

- a. Yıllık toplam nüfus artışı %2 den fazla ise hızlı bir nüfus artışı söz konusudur.



- b. Artış %1 – %2 arasındaysa, nüfus artışı orta düzeydedir.
- c. Eğer büyüme %1 veya daha az ise, nüfus artışı yavaştır.

Nüfus artış hızı, yıllık bazda nüfus değişimini yüzde olarak (%) ifade eden bir değerdir. Belli bir bölge için planlanma veya dizayn yılındaki nüfus değerini hesaplamak için şu geometrik formül kullanılabilir;

$$P_n = P_0 (1+r)^n \quad (2.1)$$

burada;

- $P_n$  = n`ci yıl sonundaki toplam nüfus değerini;
- $P_0$  = Başlangıç yılındaki mevcut toplam nüfusu;
- $r$  = Nüfus artış oranını;
- $n$  = Başlangıç ile Projeksiyon (dizayn) yılı arasındaki zaman farkını;

ifade etmektedir.

Dizayn yılına ait nüfus değerinin belirlenmesi için gereksinim duyulan nüfus artış oranını ( $r$ ) elde etmek için, aşağıda verilen geometrik formül kullanılabilir.

$$r = \left(\frac{P_t}{P_0}\right)^{1/t} - 1 \quad (2.2)$$

burada;

- $r$  = Nüfus artış oranını,
- $P_t$  = n yıldan sonraki toplam nüfus değerini,
- $P_0$  = Başlangıç yılına ait nüfus değerini,
- $t$  = Başlangıç ve dizayn yılı arasındaki farkı,

ifade etmektedir.

## 2.7. Örneklem

Sugiyono'ya (2010) göre, belirlenecek örneklem, nüfusun sahip olduğu sayı ve özelliklerin bir parçası olmalıdır. Nüfus, araştırılacak ve çıkarılacak sonuçlar anlamında araştırmacılar tarafından belirlenen belirli nitelik ve özelliklere sahip bir genelleme alanıdır. Araştırmacılar, büyük bir nüfus üzerinde bir araştırma yapacaklar ve sınırlı finans, zaman ve insan kaynaklarına sahip iseler, bu durumda inceleme alanındaki nüfusu ve genel yapısını temsil edecek şekilde bir örnekleme tekniği kullanırlar. Uygun yöntem kullanılması durumunda bu örneklemin, genel popülasyonu temsil edebileceği kabul edilir [27].

Örneklem üzerinden yapılacak araştırmalarda şu avantajlar söz konusu olacaktır:

- Araştırmacılar çok sayıdaki nüfusu incelemenin getireceği zorluklar ve olumsuzluklar yerine, daha sınırlı ama genel yapıyı temsil eden bir nüfus üzerinden çalışmalarını ve analizlerini yapabilmektedirler.
- Çok büyük bir nüfus söz konusu olduğunda, bazı önemli parametreler araştırmacıların dikkatinden kaçabilmektedir.
- Örneklem nüfusu, zaman, maliyet ve gösterilen çaba açısından daha verimli bir süreç yönetimine imkân sağlayabilmektedir.

Bir araştırma özelinde popülasyondan alınması gereken çok sayıda örnek, popülasyonun yapısına bağlı olup, popülasyonun durumu ne kadar homojen olursa, örnek sayısı o kadar az olacaktır. Aksi durumda, örneklem kümesini oluşturacak sayı daha fazla olmak durumundadır. Sugiyono (2010) tarafından geliştirilen örnek sayısının belirlenme temel kriterleri aşağıdaki gibidir [27]:

Araştırmada uygulanabilir olan örneklem büyüklüğü 30 ila 500 arasındadır.

Örneklem kategorilere ayrılırsa (örneğin: erkek-kadın, kamu-özel sektör çalışanı, vb.), her kategorideki toplam örnek üye sayısı en az 30 olmalıdır.

Çok değişkenli bir analiz (örneğin korelasyon veya çoklu regresyon) yapılacaksa, örnek üye sayısı, çalışılan değişken sayısının en az 10 katıdır. Örneğin 5 araştırma değişkeni söz konusu ise, (bağımsız + bağımlı), bu durumda araştırmada kullanılacak örnek üye sayısı;  $10 \times 5 = 50$ 'dir.

Deney grubunu ve kontrol grubunu kullanan basit deneysel araştırmalar için örnek üye sayısı 10 ila 20 arasında alınabilir.

Popülasyonun örneklem büyüklüğünün belirlenmesi için, popülasyon örnekleme hatasını etkileyebilecek doğruluk sınırlarının dikkate alındığı Slovin formülü de kullanılabilir. Slovin formülü aşağıdaki gibidir:

$$n = \left( \frac{N}{1+N e^2} \right) \quad (2.3)$$

burada;

- n = Örneklem sayısı;
- N = Toplam nüfus;
- e = İstenen doğruluk limiti (örneğin,  $e=10\%$ );

ifade etmektedir.

## 2.8. Talep Analizi

Talep analizi, genellikle beş yıl içinde toplum taşıma yolcu sayısındaki artışların ve buna bağlı olarak sunulması gereken altyapı tesislerinin tahmin edilmesi için kullanılmaktadır. Dolayısı ile en temelde talep analizi ile gelecekteki beş yıl içinde toplum taşımacılıktaki muhtemel yolcu sayısında bir artış olup olmayacağını veya olası diğer ulaşım modlarına geçilmesinin sebep olabileceği potansiyel ilginin azalması nedeniyle taşınacak yolcuların sayısında bir azalma olup olmayacağını belirlenmesi amaçlanmaktadır. Yolcu sayısında bir artışın meydana gelmesi durumunda, sisteme sunulması gereken tesis ve altyapıların neler olduğunun

belirlenmesi gerekir. Tersine bir durumda ise, muhtemel yolcu sayısında bir azalma gerçekleşmesi durumunda da, bunun sebep veya sebeplerinin neler olduğu bu analiz çalışmasında belirlenmeye çalışılır [22]. Toplum taşıma hizmetlerinde ortaya çıkacak talep sayısının hesaplanması aşağıdaki aşamaları içermektedir (Endonezya Ulaştırma Bakanlığı, 2002):

### 2.8.1. Özel araç sahipliklerinin belirlenmesi

Özel ulaşım; otomobil, motosiklet, bisiklet gibi özel kulanıma uygun ve kişisel amaçlar için kullanılan ulaşım türüdür. Özel ulaşım, toplum taşımanın tam tersi olan bir ulaşım modudur. Özel araç sahiplik değeri (**K**, araç/kışı), kayıtlı özel araç sayısı (**V**) ile toplam nüfus (**P**) arasındaki orantısal ilişkiyi ifade etmektedir.

### 2.8.2. Özel araç kullanım etkinliğinin belirlenmesi

Endonezya Ulaştırma Bakanlığı'na göre özel araç kullanım seviyesi, potansiyel yerleşim sakinlerinin özel araçları ile seyahat etme-edebilme yetkinlikleri ile ilgilidir. Bu kullanım potansiyelinin belirlenmesinde şu formül kullanılmaktadır.

$$L = P_m * C * K \quad (2.4)$$

burada;

L = Özel araç kullanım etkinliğini;

P<sub>m</sub> = İlgili bölgede ikamet eden insan sayısını;

C = Özel araçlarla taşınan yolcu sayısını; (1 özel aracın ortalama 2 kışı taşıyabileceği varsayılabilir);

K = Özel araç sahiplik oranını;

ifade etmektedir.

### 2.8.3. Toplum taşımayı kulllanacak potansiyel yerleşim nüfusunun belirlenmesi

Sosyal varlıklar olarak kent sakinleri, her gün mutlaka hareket edecek yani günlük yolculuk yapacaklardır. Bu anlamda hareketlilik ihtiyaçlarını toplum taşımasistemini kullanarak karşılayacak olan potansiyel yerleşim sakinlerinin sayısını belirlemek için şu bağıntı önerilmektedir.

$$M = P_m - (L_1 + L_2) \quad (2.5)$$

burada;

$M$  = Potansiyel kullanıcı sayısını;

$P_m$  = Seyahat eden kişi sayısını;

$L_1$  = Özel araç kullanım etkinlik değerini;

$L_2$  = Motosiklet kullanım etkinlik değerini;

ifade etmektedir.

### 2.8.4. Yolculuk talebinin belirlenmesi

Endonezya Ulaştırma Bakanlığı'na (2002) göre toplum taşıma hizmetini kullanacak olan kişi sayısı, kentin durumuna veya türüne bağlıdır. Herkesin potansiyel olarak, her gün işe gidip gelmek için toplum taşıma sistemini kullandığı varsayılır ise, Toplum taşıma yolculuk talebinin veya toplum taşıma sistemini kullanacak kişi sayısı ( $D$ ), nüfus çoklu çarpan faktörü ( $f_{tr}=2$ ) ile yerleşim nüfusununun ( $M$ ) çarpımı ile elde edilmektedir.

### 2.8.5. Gerekli filo sayısının belirlenmesi

Vuchic (1981) en uygun filo sayısının mevcut yolcuların ihtiyaçlarına göre belirlenen filo olduğunu ve araç sayısının belirlenmesinin tüm taraflara (yolcular, işletmeciler ve resmi otoriteler) fayda sağlayacağını ifade etmektedir. Bunun temel nedeni,

güzergâhtaki hizmet seviyesini belirleyen birincil faktörün, belirli güzergâhlara hizmet veren toplum taşıma filolarının sayısı olmasıdır. İhtiyaçtan göreceli olarak daha büyük bir filo ile hizmet sunulması, yolcular açısından önemli faydalar sağlayacaktır [28]. Bir güzergâhın gereksinim duyduğu filo sayısı (N), yolculuk talep miktarının (D) her bir aracı günlük kullanacak yolcu sayısına ( $P_{min}$ ) oranı olarak ifade edilmektedir.

## 2.9. Toplum Taşıma Minimum Yolcu ve Araç Sayısı Kriterleri

2002 yılında Endonezya Ulaştırma Bakanlığı'na göre, besleyici taşıma sistemlerinin planlanmasında, minimum yolcu sayısının ve minimum araç sayısının karşılanması gereken bazı kriterler vardır. Hesaplamalarda kullanılan günlük asgari yolcu sayıları Tablo 2.1.'de verilmiştir. Besleyici sistemlere ait günlük minimum araç sayıları, 2002 yılında Endonezya Ulaştırma Bakanlığı tarafından belirlenen değerlerden fazla olacak şekilde belirlenmiş ve Tablo 2.2.'de sunulmuştur.

Tablo 2.1. Her bir otobüs için geçerli günlük minimum yolcu sayısı

Taşıma türü	Her bir otobüs için geçerli günlük minimum yolcu sayısı
Çift Katlı Otobüs	1500
Tek Katlı Otobüs	1000
Patas Otobüs (Hızlı ve Sınırlı) Tek Katlı	625
Orta Boy Otobüs	500
Küçük Otobüs	400
Toplum Taşıma Aracı	250

Kaynak: Endonezya Ulaştırma Bakanlığı, 2002

Tablo 2.2. Günlük minimum toplum taşıma araç sayısı (R)

Taşıma türü	Taşıma sayısı
Çift Katlı Otobüs	50
Tek Katlı Otobüs	50
Patas Otobüs (Hızlı ve Sınırlı) Tek Katlı	50
Orta Boy Otobüs	20
Küçük Otobüs	20
Toplum Taşıma Aracı	20

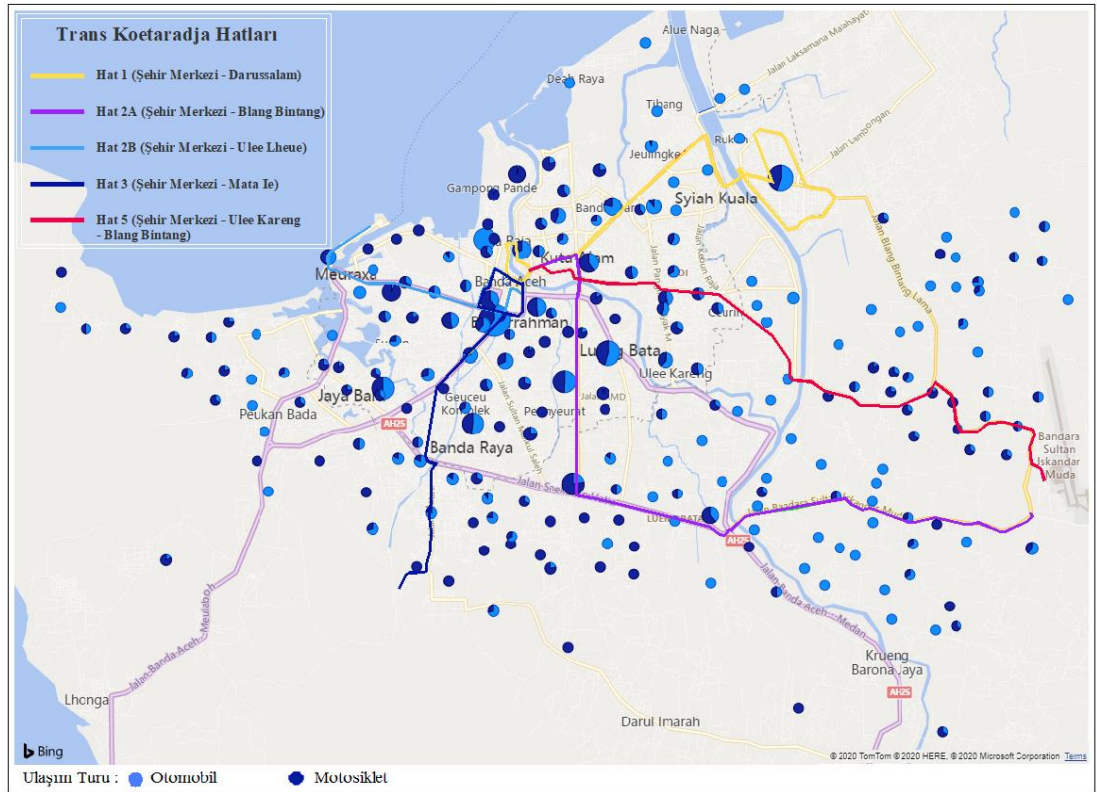
Kaynak: Endonezya Ulaştırma Bakanlığı, 2002

- $N$  (günlük ihtiyaç duyulan araç sayısı)  $<$   $R$  (günlük minimum toplum taşıma araç sayısı) ise, bu yerleşim bölgesi toplum taşıma hizmetleri alanına dahil edilemez.
- $N > R$  ise, ilgili bölge toplum taşıma hizmeti alanının bir parçası olabilir.

## BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

### 3.1. Materyal

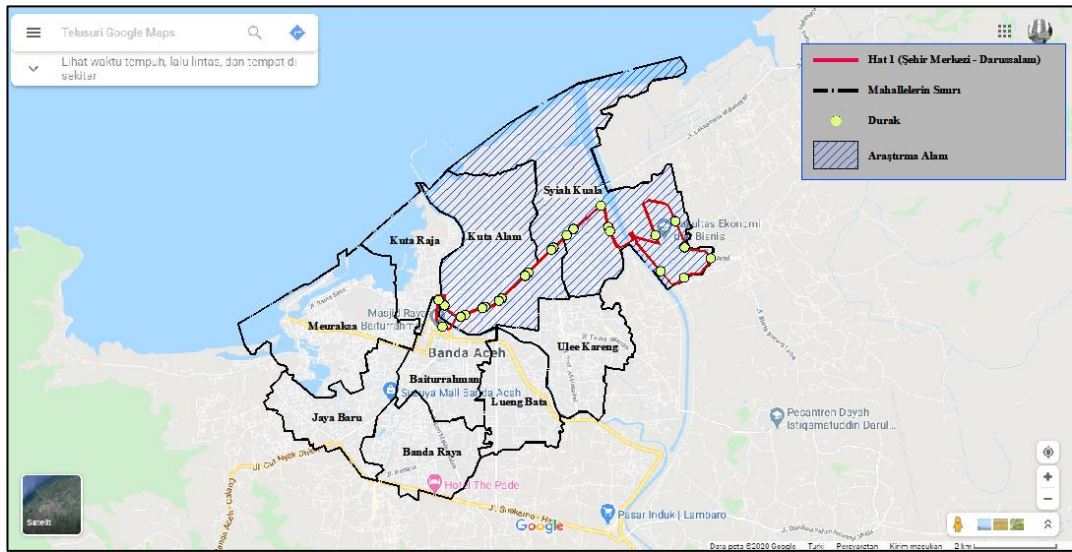
Açe Ulaşım Ajansı, 2019 yılında eyalet başkentinde bir demiryolu fizibilite araştırması gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada, Banda Aceh ve civarında yaşayanlar üzerinden ev halkı, özel otomobil kullanıcıları, motosiklet kullanıcıları ve toplum taşıma kullanıcıları ile ilgili bir anket çalışması yapılarak, dört ana hedef grup üzerinden sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 3.1. Özel araç kullanıcılarının Banda Aceh şehrinde ve çevresindeki bölgelerde yayılım haritası.

Daha sonra, Microsoft Power BI uygulaması ile veri işleme ve veri görselleştirme yapılarak, Banda Aceh ve çevresinde en yüksek sayıda özel araç kullanıcısının

(otomobil ve motosiklet) Kuta Alam ve Syiah Kuala'nin mahallelerinden geçen koridor 1 bölgesinde olduğu belirlenmiş (Şekil 3.1.) ve bu mahallelerde besleyici sistem ağı planlamasının yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçla uyumlu olmak üzere, tez içeriği ile ilgili araştırma, BRT Trans Koetaradja'nin 1. koridoru olan “Şehir Merkezi – Darussalam” çevresindeki alanda gerçekleştirilmiştir. Araştırma alanı Şekil 3.2.’de sunulmaktadır.



Şekil 3.2. Araştırma alanı (Kuta Alam ve Syiah Kuala mahalleleri).

### 3.1.1. Veri toplanması

Yolcu talep analizinde; ulaşım modlarının ve besleyici filoların yapısının belirlenmesi için gerekli olan birincil ve ikincil veriler sahadan doğrudan ve ilgili kurumlardan elde edilmiştir. Bu anlamda bu çalışmada ihtiyaç duyulan veriler:

#### a. Birincil veriler

Banda Aceh şehrindeki besleyici sistem ağı planlamasında kullanılan birincil veriler; her bir soruya ilişkin belirlenen alternatif cevaplar üzerinden hazırlanan “belirtilen tercih tekniğinin” kullanıldığı anketler ile Google Form kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen veriler, yolculuğun başlangıç ve varış noktası formundaki yolculuklar ve hareketler ile BRT Trans Koetaradja'nin 1. koridoru çevresinde bulunan bölgelerdeki



mahallelerin ilgili besleyici otobüs sistemi için potansiyel yolcu sayılarının belirlenmesi içerikli verilerdir. Örnekleme tekniği “rastgele örnekleme” (random sampling) yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

Anket katılımcıları için ana kriter olarak, katılımcıların BRT Trans Koetaradja'nin 1. koridorunun civarındaki bölgede bulunan Kuta Alam ve Syiah Kuala'nın mahallelerinde yaşayan insanlardan seçilmesi belirlenmiştir. Farklı güzergâh besleyici senaryolar ve sorular üzerinden dizayn edilen anket formu Ek A'da görülebilir.

#### b. İkincil veriler

İkincil veriler, birincil verileri desteklemek için toplanan verilerdir. Bu verilerin elde edildiği kaynaklar ve veri içerikleri;

- Açe Ulaşım Ajansı'ndan BRT Trans Koetaradja için teknik ve operasyonel veriler;
- Banda Aceh şehri Merkezi İstatistik Kurumu'ndan Banda Aceh şehri'nin mahalleleri ve yaş grubuna göre nüfus verileri;
- Açe Finansal Yönetim Ajansı'ndan Banda Aceh şehrindeki özel araç sahipliği hakkında veriler;
- Banda Aceh şehri, Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerin yerleşim haritalarına erişim sağlanan internet sitesi; ve
- Önceki çalışmalar ve ilgili literatür;

şeklinde ifade edilebilir.

İkincil veriler ayrıca Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerindeki araştırma örneklem sayısını hesaplamak için de kullanılmıştır.

### 3.1.2. Popülasyon ve örneklemin belirlenmesi

Bu çalışmada, örneklem büyüklüğünün belirlenmesi, BRT Trans Koetaradja'nin 1. koridor bölgesinde yer alan Kuta Alam ve Syiah Kuala'nın mahallelerinde yaşayan insanlar temel alınarak tasarlanmıştır.

Popülasyonun örneklem büyüklüğünün belirlenmesi için, popülasyon örnekleme hatasını etkileyebilecek doğruluk sınırlarının dikkate alındığı Slovin formülü kullanılmıştır. Slovin formülü aşağıdaki gibidir:

$$n = \left( \frac{N}{1+N e^2} \right) \quad (3.1)$$

Burada;

- n = Örneklem sayısını;
- N = Toplam nüfusu;
- e = İstenen doğruluk limitini (örneğin, e=10%).

ifade etmektedir.

Slovin formülü kullanılarak hesaplanan popülasyonun örneklem büyüklüğü değerleri Tablo 3.1.'de görülebilir.

Tablo 3.1. Popülasyonun örneklem büyüklüğünün hesaplanması

No.	Mahalle	Toplam nüfus	Örneklem plan sayısı	Kullanılan örneklem sayısı
1	Kuta Alam	53.679	100	171
2	Syiah Kuala	36.682	100	137

### 3.2. Yöntem

Birincil ve ikincil veri toplandıktan sonra, bir sonraki adım veri analizidir. Bu anlamda toplanan veriler, Endonezya Ulaştırma Bakanlığının 2002 yılında çıkardığı Kentsel Alanlarda Toplum Taşıma Uygulamaları Teknik Yönergeleri kullanılarak analiz

edilmiştir. Bu çalışmada yapılan veri analizi, yolculuk talebini ve günlük ihtiyaç duyulan toplum taşıma filolarının sayısını içermektedir.

### 3.2.1. Yolcu talep analizi

2020 ile 2024 yılları arasındaki nüfus verilerini tahmin etmek için, denklem 2.1'deki nüfus projeksiyon formülü ve 2015 ila 2019 için nüfus verilerini kullanılmıştır (nüfus artış rakamları her yıl nüfustaki % artış ortalamasından elde edilmektedir). Yaş grubuna göre nüfusu tahmin etmek için, nüfus projeksiyon formülü, 2015'ten 2019'a kadar yaş grubu başına nüfus verileriyle birlikte kullanılmıştır. 2020 ile 2024 aralığındaki özel araç sahiplik değerini belirlemek için, 2015'ten 2019'a kadar özel araç sayısı verileri kullanılmıştır.

Yolcuların ihtiyaçlarını belirlemek için yapılması gereken adımlar şunlardır:

- Yolcu isteklilik analizi

Bu analize ilişkin veriler, Google Form formatında anketler kullanılarak elde edilmiştir. Anket sonuçları, nüfusun Kuta Alam ve Syiah Kuala'nın çevre bölgelerindeki seyahatlerin yanı sıra, besleyici otobüsleri kullanmakla ilgilenen veya ilgilenmeyen yüzdeler nüfus değerlerinin belirlendiği veriler olarak ifade edilmiştir.

- Özel araç sahipliğinin belirlenmesi

Özel araç sahipliği değerleri bölüm 2 de ifade edildiği şekilde hesaplanmış ve taşıt sahipliği veri analizi sonuçları, özel araç kullanım etkinliğinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

- Özel araç kullanım etkinliğinin belirlenmesi

Seyahat veya hareket eden potansiyel nüfusun belirlenmesi amacı ile yapılan özel araç hizmetlerinin kullanım etkinliği analizi, 2.4 denklemini kullanılarak hesaplanmıştır.

- Potansiyel nüfus analizi

2002 yılında Endonezya Ulaştırma Bakanlığının çıkardığı Kentsel Alanlarda Toplum taşıma Uygulamaları Teknik Yönergeleri'ne göre, seyahat edecek potansiyel nüfus değerleri, bir diğer ifade ile 2020 ile 2024 planlama yıllarındaki 5 - 65 yaş grubunda seyahat etmesi beklenen kişi sayısı, 2015 – 2019 yıllarına ait nüfus sayılarına ilişkin veriler kullanılarak elde edilmiştir. Bununla beraber, bu çalışmada kullanılan yaş grubu, 15 ile 64 yaş arasındaki yaş grubu olarak belirlenmiştir. Bu durum, 5 – 14 yaşları arasındaki nüfusun şu anda Banda Aceh şehrinde toplum taşıma kullanma potansiyeline sahip olmamasından, ayrıca da 65 ve üstü yaş gruplarına ait verilerin elde edilememesinden kaynaklanmaktadır. Hesaplamalarda kullanılan planlama yılları, 2020 ile 2024 yılları arasında olup, bu yıllardaki potansiyel nüfus, 2015 – 2019 yaş grupları ile nüfus verileri kullanılarak nüfus projeksiyonundan elde edilmiştir..

### **3.2.2. Filo sayısını planlama**

Bu çalışmada, ihtiyaç duyulan filo sayılarını tahmin etmek için, besleyici sistem ağı planında günlük araç talep miktarının belirlenmesi gereklidir. Böylece planlanan besleyici sisteme ait araç ihtiyacı sayısı hesaplanabilecektir.

a. Besleyici filo sayısının belirlenmesi

Toplum taşıma talebi miktarı, besleyici güzergâhtaki şehir türüne bağlı olarak seyahat eden potansiyel nüfusla çarpılan bir faktördür. Yukarıda bahsedilen ilgili ilişki kullanılarak, ihtiyaç duyulan besleyici filo sayısı belirlenebilmektedir.

b. Gerekli filo sayısının belirlenmesi

Gerekli filo sayısı, besleyici filo taleplerinin sayısının her araçtaki günlük minimum nüfusa bölünmesi ile elde edilmiştir.. Filo sayısı, 2.8.5 de açıklanan yapı kullanılarak hesaplanmıştır.

## **BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI**

Bu bölümde, Bölüm 1'de ortaya konan arka plan ve sorunlara uygun olarak, Bölüm 2'deki literatür çalışmaları ile desteklenerek ve Bölüm 3'te açıklanan araştırma yöntemleri kullanılarak veri işleme, veri analizi ve araştırma sonuçları elde edilmiştir.

### **4.1. Planlanan Besleyici Güzergâhlardaki Katılımcıların Özellikleri**

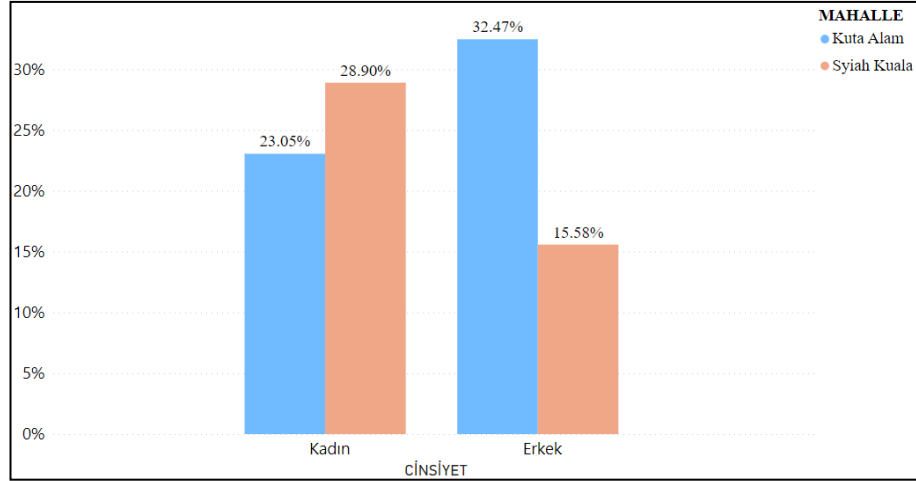
Banda Aceh şehrindeki besleyici sistem ağı planlamasında kullanılan birincil veriler; her bir soruya ilişkin belirlenen alternatif cevaplar üzerinden hazırlanan “belirtilen tercih tekniğinin” kullanıldığı anketler ile Google Form kullanılarak elde edilmiştir. Anket formu Ek B'de görülebilir. Elde edilen birincil veriler; sosyo-demografik özellikler, seyahat özellikleri ve besleyici toplum taşıma sisteminin devreye girmesi durumunda katılımcının Trans Koetaradja Otobüsünü kullanmaya istekli olup olmadığını belirlemeye ilişkin verilerdir.

Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerinin ve seyahat özelliklerine ait derlenen verilerle ilgili elde edilen sonuçlara dönük açıklamalar aşağıdaki bölümde açıklanırken, Trans Koetaradja Otobüsü besleyici sistemini kullanmayı tercih etmelerine dair isteklilik verileri Bölüm 4.4'te açıklanmıştır.

#### **4.1.1. Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri**

Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerine ait veriler olarak; cinsiyet, yaş, eğitim seviyesi, meslek durumu, hanehalkı (aile üye) sayısı, ehliyet sahipliği, aylık gelir düzeyi, aylık seyahat ücretleri, ve özel araç sayıları elde edilmiştir.

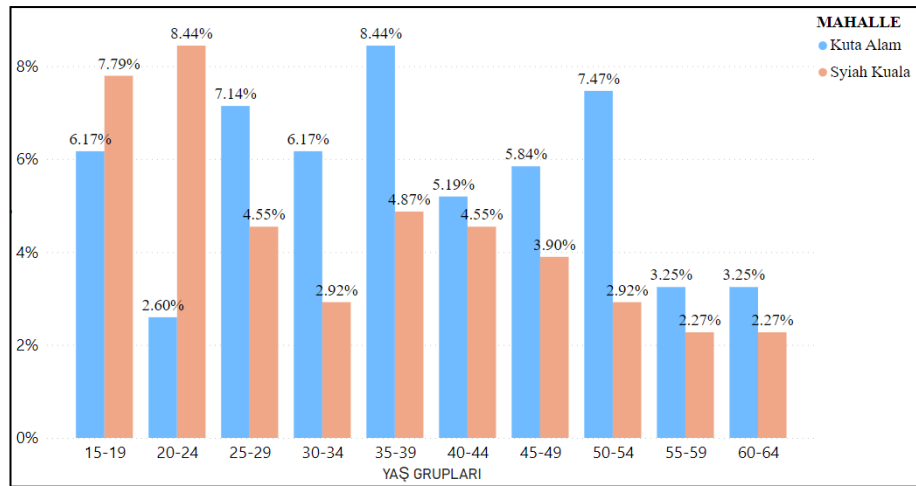
- Katılımcıların cinsiyetlerine göre sosyo-demografik özellikleri



Şekil 4.1. Katılımcıların cinsiyetlerine göre dağılımı

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü üzere tüm katılımcılar arasında, Kuta Alam mahallesindeki erkek katılımcıların kadın katılımcılardan daha fazla olduğu ve toplam katılımcıların % 32,47'sine tekabül ettiği görülmektedir. Bununla beraber, Syiah Kuala mahallesinde kadın katılımcıların ( %28,90), erkeklerden daha yüksek oranda anket katılımcısı olarak derlenen verilere katkı sundukları görülmektedir.

- Katılımcıların yaş gruplarına göre sosyo-demografik özellikleri

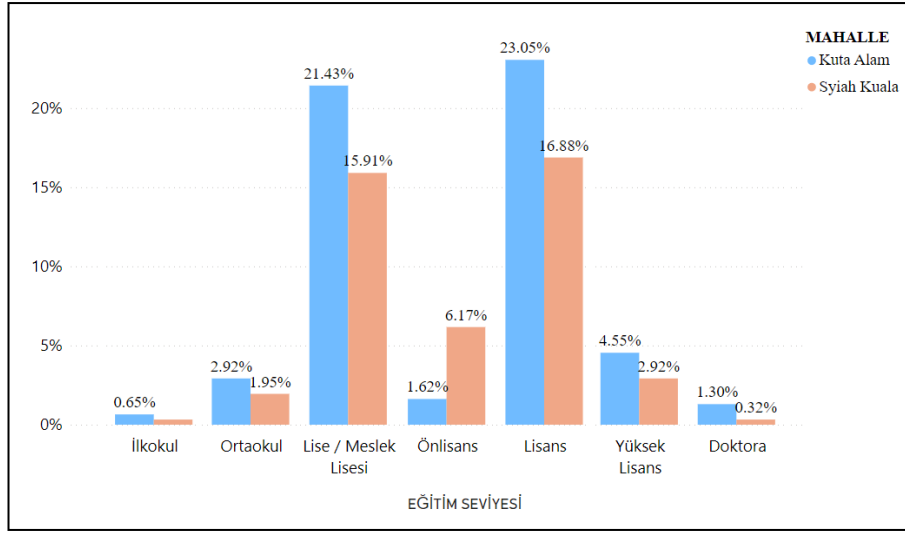


Şekil 4.2. Katılımcıların yaş gruplarına göre dağılımı

Yukarıdaki şekil, Kuta Alam mahallesinde katılımcıların çoğunun 35 – 39 (toplam katılımcıların %8,44'ü) ve 50 – 54 (%7,47) yaş gruplarında olduğunu göstermektedir. Bu arada, Syiah Kuala mahallesinde katılımcıların çoğunun 20-24 (%8,44) ve 15 – 19

(%7,79) yaş gruplarında olduğunu ortaya koymaktadır. Pik saat yolculuklarında seyahat etme potansiyeli yüksek gruplar açısından bakıldığında, Kuta Alam mahallesinde 20 – 59 yaş grubundaki oranın %46,10, Syiah Kuala mahallesinde %34,42, toplamda ise %80,52’lik bir yüzdellik değere tekabül ettiği görülmektedir. Dolayısı ile yolculuk sayıları açısından toplumun en hareketli grubunu oluşturan ilgili yaş grubuna ait bu yüksek oran, yapılan anket çalışmasının ürettiği sonuçların güvenilirliğinde önemli bir gösterge olarak değerlendirilmelidir.

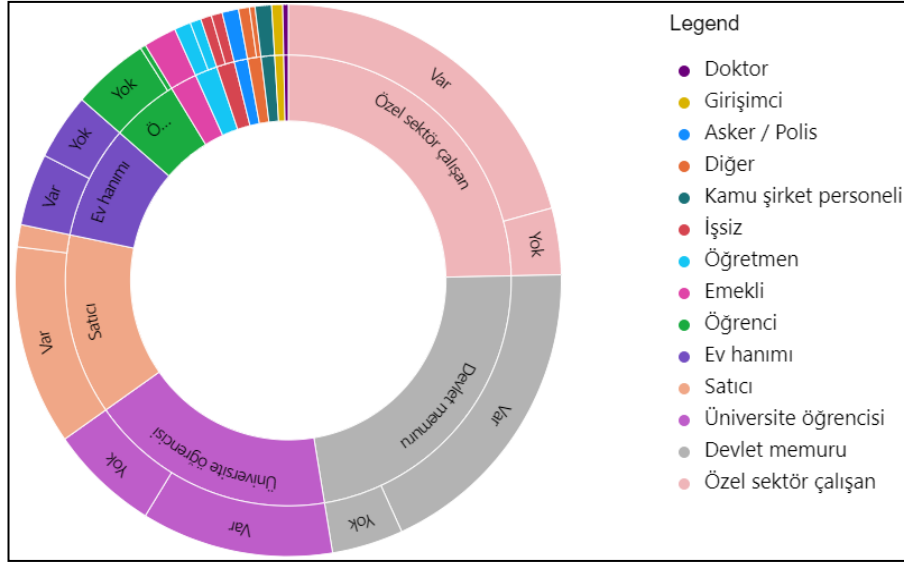
- Katılımcıların eğitim seviyesine göre sosyo-demografik özellikleri



Şekil 4.3. Katılımcıların eğitim seviyesine göre dağılımı

Yukarıdaki şekilden, Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerinin her ikisinde katılım oranı en yüksek katılımcıların Lise (%21,43 – %15,91) ve Lisans düzeyinde (%23,05 – %16,88) eğitim aldıkları görülmektedir. Hareketlilik oranı yüksek olan bu grupların sahip oldukları bu göreceli yüksek değerlerin, anket verilerinden elde edilen sonuçların sağlıklı yapıda olmalarına katkı sağladığı belirtilmelidir.

- Katılımcıların meslek ve ehliyet sahipliğine göre sosyo-demografik özellikleri

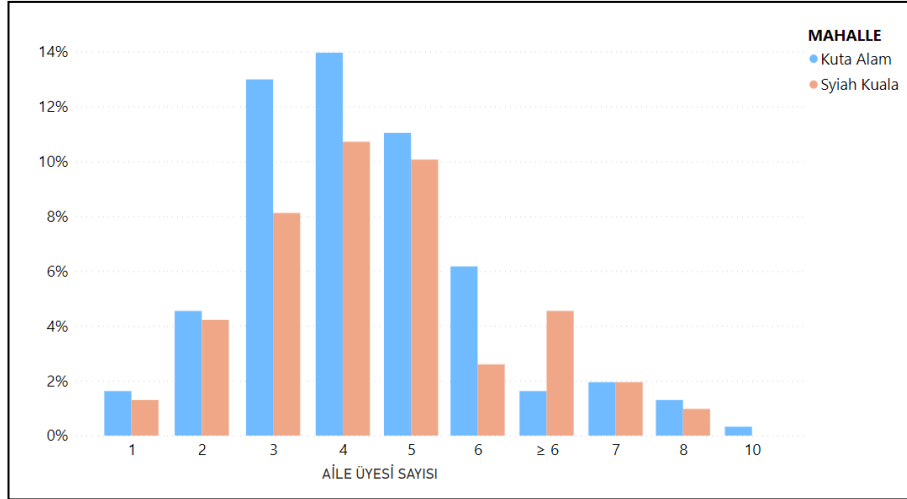


Şekil 4.4. Katılımcıların meslek ve ehliyet sahipliğine göre dağılımı

Yukarıdaki şekil, anket katılımcılarının çoğunluğunun özel sektör çalışanı %25, devlet memuru %23 ve üniversite öğrencisi %18 olduğunu göstermektedir. Gerek iş, gerek eğitim amaçlı yapılan yolculuklarda bu meslek gruplarının önemli hareketlilik oranlarına sahip oldukları dikkate alınır, besleyici hattın verimliliğini ortaya koyması bakımından bu veriler anlamlı rol oynamaktadır. Ankete katılanların çoğunun %74 oranı ile halihazırda bir ehliyet sahibi olduğu belirlenmiştir. Dolayısı ile özel araç sahiplik potansiyeli olan bu grupların, tasarlanan besleyici sistemi kullanma isteklilik yapıları oldukça önemlidir.

- Katılımcıların hanehalkı (aile üye) sayısına göre sosyo-demografik özellikleri

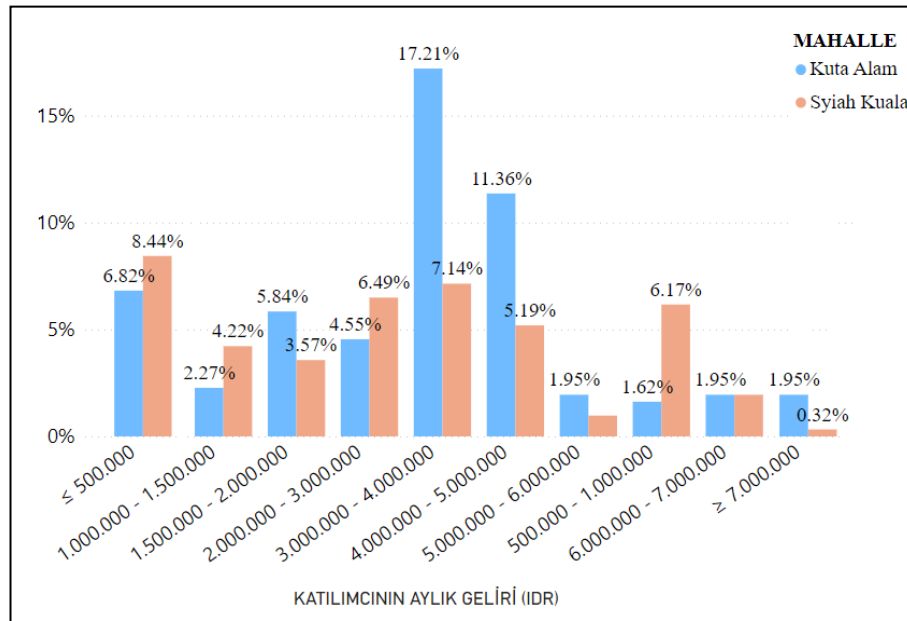




Şekil 4.5. Katılımcıların hanehalkı (aile üye) sayısına göre dağılımı

Şekilden de görüldüğü gibi, her iki mahallede de hane halkı sayısının 3, 4 ve 5 kişi olduğu aile yapısına sahip olan katılımcıların dominant yapıya sahip olduğu görülmektedir.

- Katılımcıların aylık gelirlerine göre sosyo-demografik özellikleri

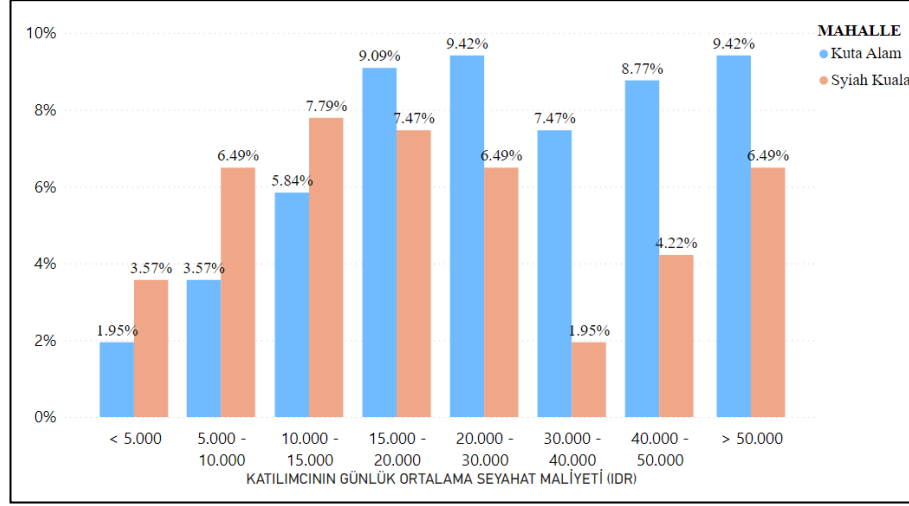


Şekil 4.6. Katılımcıların aylık gelire göre dağılımı

Kuta Alam mahallesinde ankete katılanların çoğunun aylık gelirleri en çok %17,21 ile IDR 3.000.000 – 4.000.000, sonrasında da %11,36 ile IDR 4.000.000 – 5.000.000

gruplarındadır. Syiah Kuala mahallesinde ankete katılanların çoğunluğunun aylık gelirleri ise %8,44 ile IDR 500.000'den az, %7,14 ile IDR 3.000.000 – 4.000.000 gruplarında yoğunluk göstermektedir.

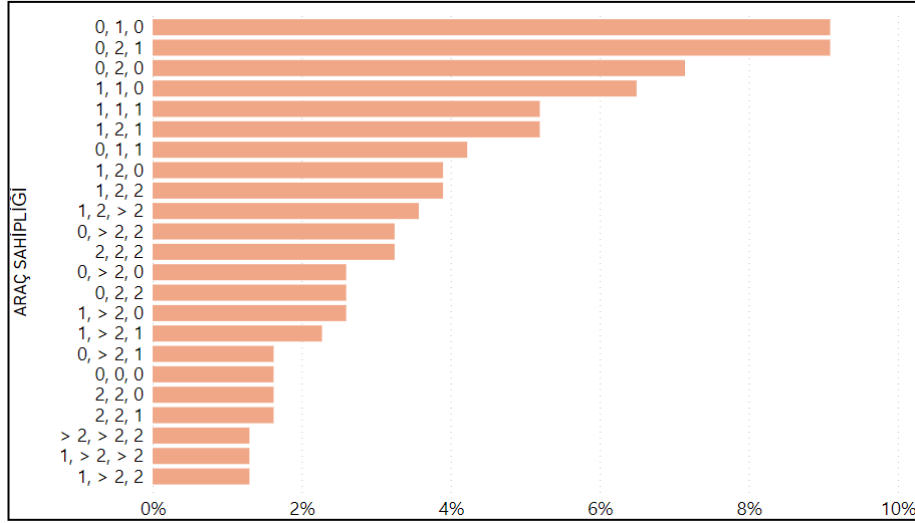
- Katılımcıların günlük seyahat ücretlerine göre sosyo-demografik özellikleri



Şekil 4.7. Katılımcıların günlük seyahat ücretlerine göre dağılımı

Yukarıdaki şekil, Kuta Alam mahallesindeki katılımcıların çoğunluğunun günlük seyahat için IDR 20.000 – 30.000 (%9,42), IDR > 50.000 (%9,42) ve IDR 15.000 – 20.000 (%9,09) harcadığını göstermektedir. Syiah Kuala mahallesindeki harcama değerlerine bakıldığında ankete katılanların çoğunluğunun günlük seyahat için, IDR 10.000 – 15.000 (%7,79) ve IDR 15.000 – 20.000 (%7,47) harcadığı görülmektedir.

- Katılımcıların özel araç sayısına göre sosyo-demografik özellikleri



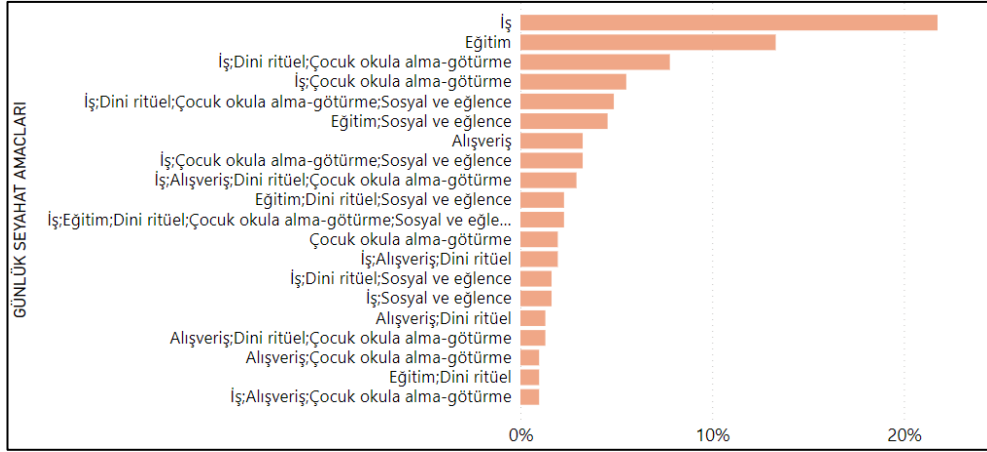
Şekil 4.8. Katılımcıların özel araç sayısına göre dağılımı (otomobil, motosiklet ve bisiklet)

Yukarıdaki şekilden, toplamda ankete katılanların çoğunluğunun bir (1) motosiklete (tüm katılımcıların %9,09'u) sonrasında iki (2) motosiklet ve bir (1) bisiklete (tüm katılımcıların %9,08'u) sahip oldukları görülmektedir. Ayrıca toplam katılımcıların %56'sının en az bir (1) arabaya, %97'sinin en az bir (1) motosiklete ve %63'ünün de en az bir (1) bisiklete sahip oldukları da belirlenmiştir.

#### 4.1.2. Katılımcıların seyahat özellikleri

Katılımcıların seyahat özellikleri; günlük seyahat amaçları, seyahatin başlangıç ve varış noktası, kullanılan taşıma türü, başlangıç noktasından varış noktasına olan mesafe ve süresi, ve günlük seyahat sayısı olarak tanımlanmıştır.

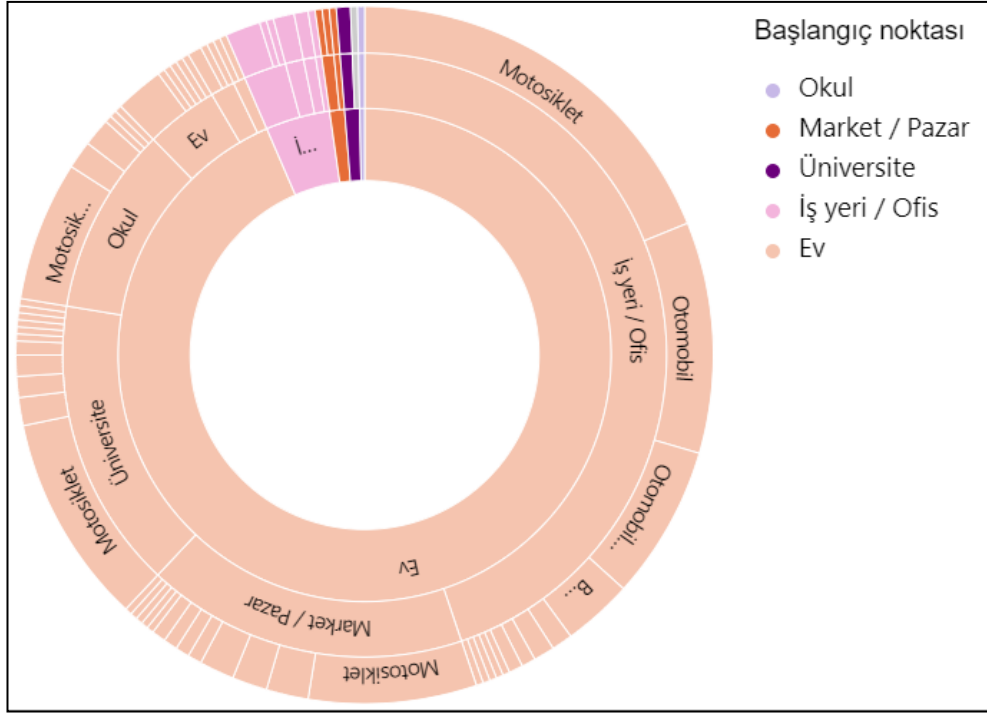
- Katılımcıların günlük seyahat amaçlarına göre seyahat özellikleri



Şekil 4.9. Katılımcıların günlük seyahat amaçlarına göre dağılımı

Yukarıdaki şekilde, ankete katılanların günlük seyahat amaçlarının iş ve eğitim yüzdelerinin sırasıyla %21,75 ve %13,31 olduğu görülmektedir. Zirve saat talebini oluşturan yolculuk amaçlarını genelde bu amaçla yolculuk yapan grupların oluşturduğu dikkate alınır, besleyici sistem kullanımı ile ilgili analiz ve değerlendirmelerin yolculukla ilgili verisel yoğunluğunun, güvenilir bir zemine oturduğu görülebilir.

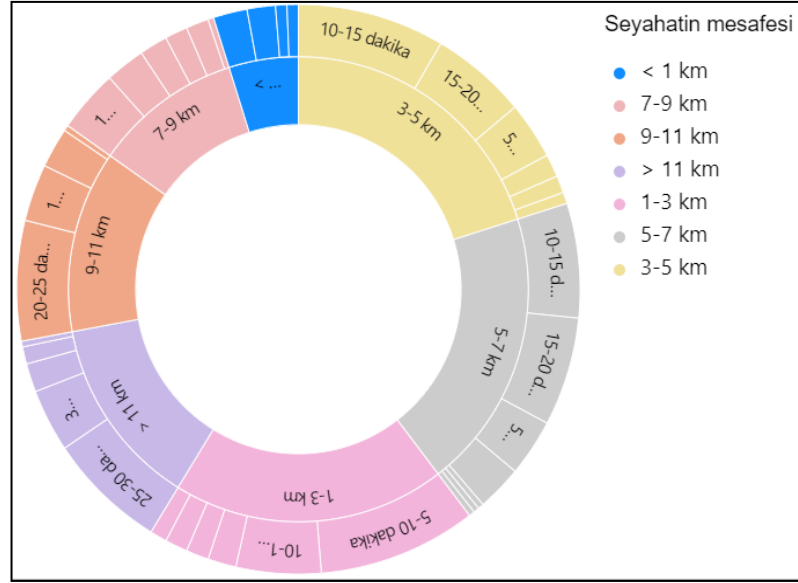
- Katılımcıların seyahatin başlangıç-varış noktası ve kullanılan taşıma türüne göre seyahat özellikleri



Şekil 4.10. Katılımcıların seyahatin başlangıç - varış noktası ve kullanılan ulaşım türüne göre dağılımı

Yukarıdaki şekilden, katılımcıların çoğunluğunun seyahatlerine başlangıç noktası olarak ev'den başladıkları varış noktalarının ise iş yeri/ofis olduğu ve kullanılan aracın genellikle motosiklet olduğu görülmektedir. Bu gruptaki katılımcılar, anket toplam katılımcılarının %19'unu teşkil etmektedir.

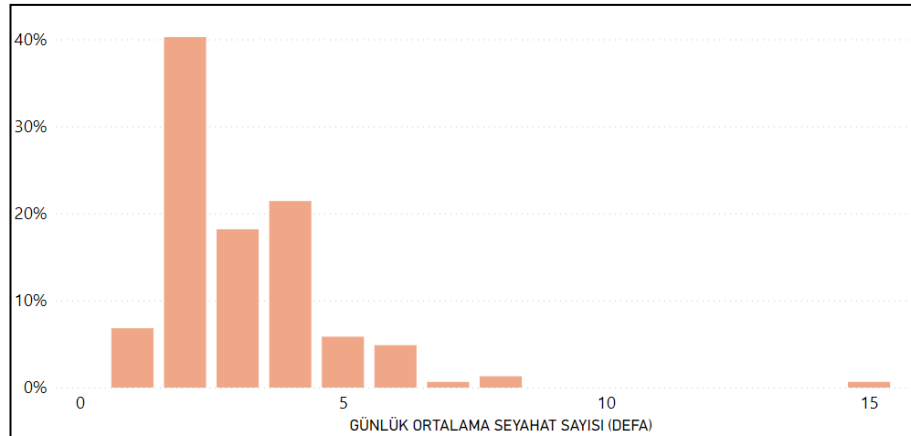
- Katılımcıların başlangıç noktasından varış noktasına olan mesafe ve yolculuk süresine göre seyahat özellikleri.



Şekil 4.11. Katılımcıların başlangıç noktasından varış noktasına olan mesafe ve yolculuk süresine göre dağılımı

Yukarıdaki şekil, katılımcıların farklı zaman dilimlerinde belirli seyahat mesafelerini kat ettiklerini göstermektedir. Katılımcıların çoğu 3 – 5 km'lik bir mesafeyi 10 – 15 dakikada, 5 – 7 km'lik mesafeyi 10 – 15 dakikada ve 1 – 3 km'lik bir mesafeyi 5 – 10 dakikada kat etmektedir.

- Katılımcıların günlük seyahat sayısına göre seyahat özellikleri

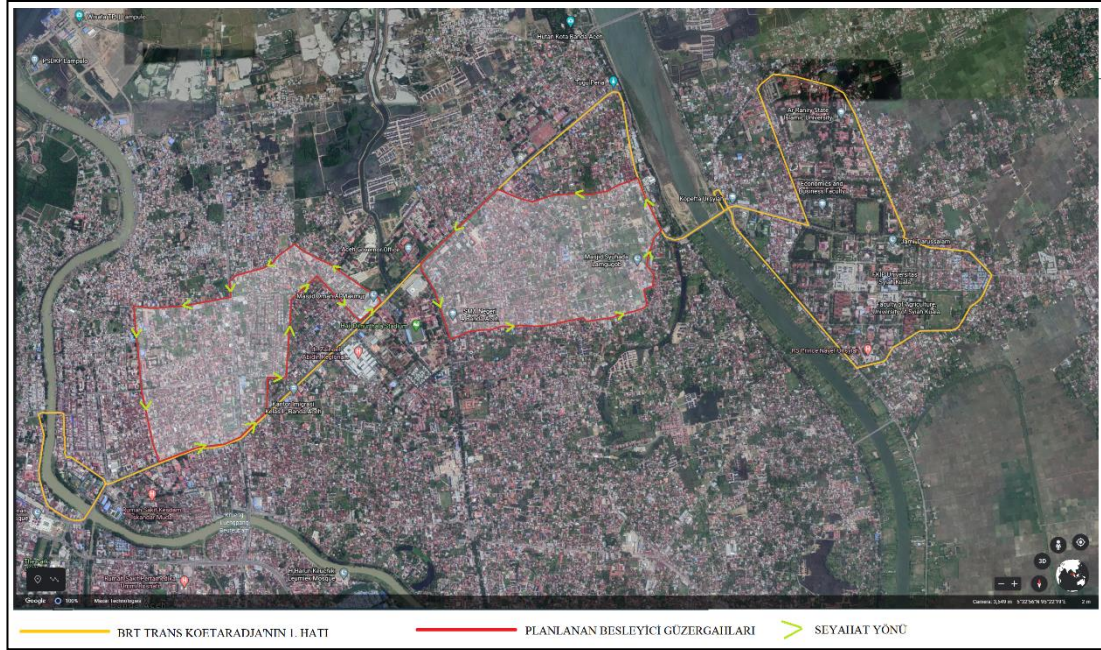


Şekil 4.12. Katılımcıların günlük seyahat sayısına göre dağılımı

Yukarıdaki şekil, ankete katılanların çoğunluğunun günlük seyahat sayısının toplam katılımcıların %40,26'sı olarak günde iki kez olduğunu göstermektedir.

## 4.2. Planlanan Besleyici Güzergâhlar

Planlanan besleyici güzergâhları, BRT Trans Koetaradja'nın 1. koridoru çevresinde yer alan Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallerinde yer almaktadır.



Şekil 4.13. Planlanan besleyici güzergâhlar

## 4.3. Nüfus Artış Modeli

Nüfus artış modeli, plan yılındaki toplam nüfusu hesaplamak için kullanılmıştır. Tablo 4.1.'deki verilere bakıldığında, Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerindeki nüfusun her yıl sürekli arttığı görülmektedir. Toplam nüfuslar, Banda Aceh şehri Merkezi İstatistik Kurumu 'ndan elde edilmiştir. Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerindeki elde edilen nüfus değerleri Tablo 4.1.'de görülebilmektedir.

Tablo 4.1. Son 5 yıldaki toplam nüfus [14]

No.	Mahalle	2015	2016	2017	2018	2019	r
1	Kuta Alam	49706	50618	51614	52645	53679	0,0194
2	Syiah Kuala	35817	36477	37193	37938	38682	0,0194

Planlanan yıl için nüfus, 2015'ten 2019'a kadar olan nüfus verilerine dayanan nüfus projeksiyon formülü kullanılarak hesap edilmiştir. 2020'deki nüfus, Kuta Alam ve

Syah Kuala mahallelerinde %1,94'lük yıllık nüfus artış hızı ile nüfus projeksiyon formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama süreci aşağıda sunulmuştur.

Kuta Alam mahallesi

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0 (1+r)^n \\
 P_{2020} &= P_{2019} (1+r)^1 \\
 &= 53.679 (1+0,0194)^1 \\
 &= 54.721 \text{ kişi}
 \end{aligned}$$

2. Syiah Kuala mahallesi

$$\begin{aligned}
 P_{2020} &= P_{2019} (1+r)^n \\
 &= 37.938 (1+0,0194)^1 \\
 &= 39.433 \text{ kişi}
 \end{aligned}$$

burada;

$$\begin{aligned}
 P_n &= n \text{ yılsonundaki toplam nüfus değerini;} \\
 P_0 &= \text{Başlangıç yılındaki mevcut toplam nüfusu;} \\
 r &= \text{Nüfus artış oranını;} \\
 n &= \text{Başlangıç ile Projeksiyon (dizayn) yılı arasındaki zaman farkını;}
 \end{aligned}$$

ifade etmektedir.

Bu hesaplama sonuçlarına göre, 2020 – 2024 planlama yılları için nüfus hesaplamalarına ait sonuçlar Tablo 4.2.'de görülebilir.

Tablo 4.2. Plan yıllarındaki toplam nüfus

No.	Mahalle	2020	2021	2022	2023	2024
1	Kuta Alam	54721	55783	56866	57970	59095
2	Syah Kuala	39433	40199	40980	41776	42588



#### 4.4. Nüfusun Besleyici Toplum Taşımayı Kullanma İstekliliği

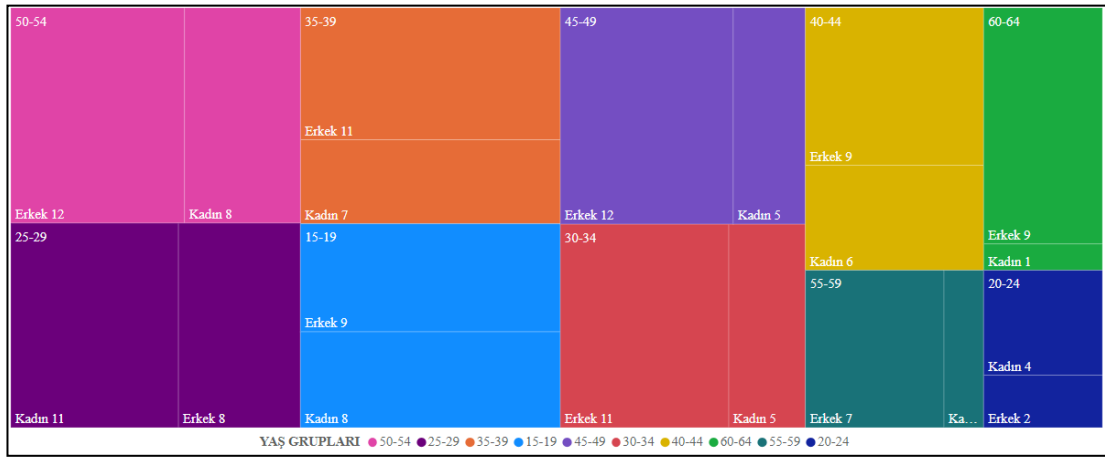
Nüfusun besleyici toplum taşımayı kullanma istekliliği, Bölüm 3'te Tablo 3.1.'de gösterilen örneklem sayısı ile Google Form yardımı ile yapılan çevrimiçi anketin sonuçlarından elde edilmiştir. Planlanan besleyici güzergâhlarındaki katılımcıların özellikleri Tablo 4.3.'te belirtilmiştir.

Tablo 4.3. Planlanan besleyici güzergâhlardaki katılımcıların özellikleri

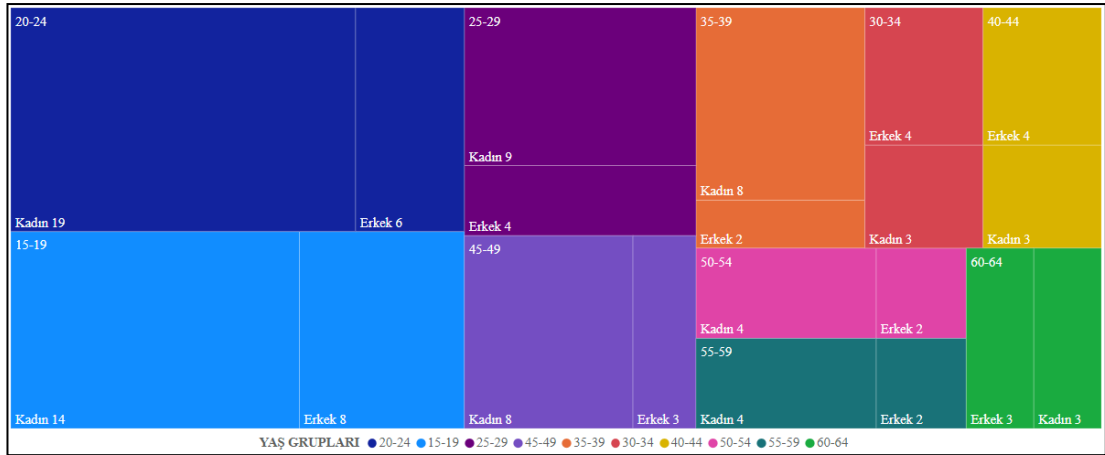
No.	Özellikler	Kuta Alam		Syiah Kuala	
		İstiyor (kişi)	İstemiyor (kişi)	İstiyor (kişi)	İstemiyor (kişi)
1	Yaş grupları				
a.	15-19	17	2	22	2
b.	20-24	6	2	25	1
c.	25-29	19	3	13	1
d.	30-34	16	3	7	2
e.	35-39	18	8	10	5
f.	40-44	15	1	7	7
g.	45-49	17	1	11	1
h.	50-54	20	3	6	3
i.	55-59	9	1	6	1
j.	60-64	10	0	6	1
2	Cinsiyet				
a.	Kadın	90	10	38	10
b.	Erkek	57	14	75	14
3	Eğitim seviyesi				
a.	İlkokul	2	0	1	0
b.	Ortaokul	8	1	5	1
c.	Lise	63	3	43	6
d.	Önlisans	4	1	17	2
e.	Lisans	57	14	38	14
f.	Yükseklisans	9	5	8	1
g.	Doktora	4	0	1	0
4	Meslek				
a.	Devlet Memuru	35	9	20	6
b.	Asker / Polis	3	0	0	0
c.	Girişimci	0	0	1	1
d.	Özel Sektörde Çalışan	40	6	24	6
e.	Öğrenci	5	2	7	1
f.	Üniversite öğrencisi	19	3	32	1
g.	Emekli	3	0	2	1
h.	Ev Hanımı	9	2	10	4
i.	Kamu şirket personeli	1	0	2	0
j.	Öğretmen	3	1	1	0
k.	Satıcı	26	0	10	4
l.	İşsiz	1	0	3	0
m.	Diğer	2	1	1	0

Ankete katılan 308 kişiden elde edilen verilere bakıldığında, Kuta Alam mahallesi nüfusunun %85,96'sının ve Syiah Kuala mahallesi nüfusunun da %82,48'inin toplum

taşıma araçlarını kullanmaya istekli olduğu tespit edilmiştir. Yukarıdaki tabloya göre, Kuta Alam mahallesinde, besleyici toplum taşıma araçlarını kullanmak isteyenlerin çoğunun erkekler, Syiah Kuala mahallesinde ise kadınlar olduğu görülmektedir. Bu iki mahallede de, lise ve üniversite öğrencileri, besleyici toplum taşıma araçlarını kullanmak isteyen nüfusun çoğunluğunu oluşturmaktadır. Katılımcıların yaşa göre besleyici toplum taşımayı kullanma istekliliğinin ayrıntıları aşağıdaki Şekil 4.14. ve 4.15.'de görülebilir.



Şekil 4.14. Kuta Alam mahallesindeki nüfusun besleyici toplum taşımayı kullanma istekliliği

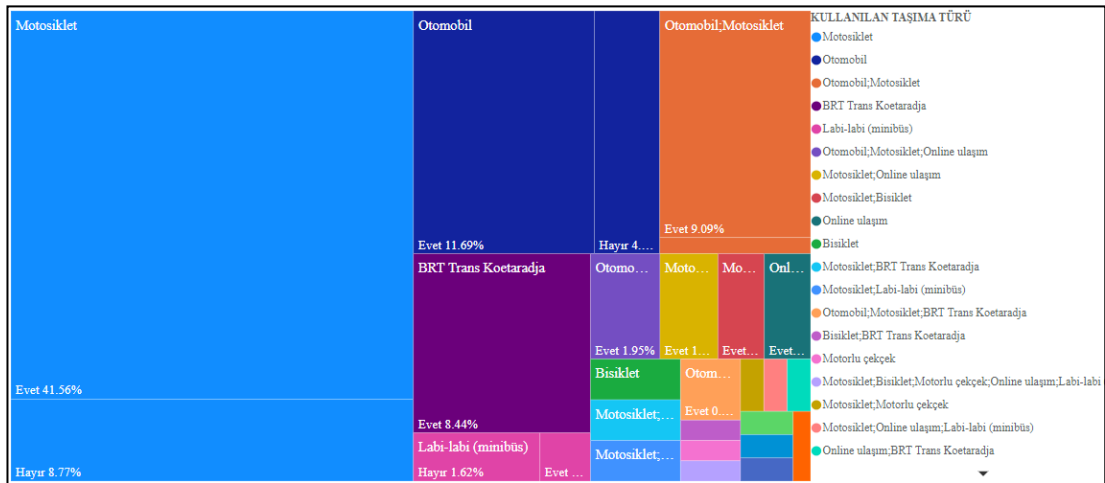


Şekil 4.15. Syiah Kuala mahallesindeki nüfusun besleyici toplum taşımayı kullanma istekliliği

Şekil 4.14. ve 4.15.'ten, Kuta Alam mahallesinde 50 – 54, 25 – 29 ve 35 – 39 yaş grubunun besleyici toplum taşımayı kullanmak için en fazla istekli olan yaş grupları olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, Syiah Kuala mahallesinde, 20 – 24, 15 – 19 ve

25 – 29 yaş grupları, besleyici toplum taşıma sistemini kullanmak için en fazla istek duyan yaş grupları olarak öne çıkmaktadır.

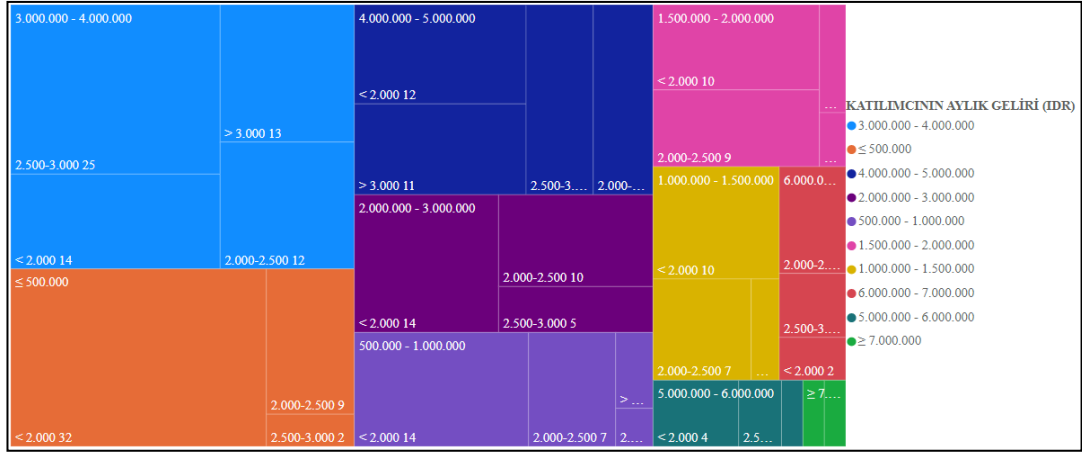
Aşağıdaki Şekil 4.16.'da, toplum taşıma sisteminin çalışıyor olması durumunda insanların BRT Trans Koetaradja'yı kullanmayı tercih etme istekliliği görülebilmektedir.



Şekil 4.16. Besleyici toplum taşıma sisteminin çalışması durumunda, insanların mevcut kullanılan araç türüne göre BRT Trans Koetaradja'yı kullanmayı tercih etme isteklilikleri

Yukarıdaki şekilden, motosiklet kullananların %41,56'lık toplam katılımcı yüzdesi ile, Trans Koetaradja otobüs sistemine geçiş yapmak için en yüksek isteklilik yüzdesine sahip oldukları görülmektedir. Ayrıca otomobil kullanıcıları %11,69 ile ikinci en büyük yüzdeye sahip kategoridir. Ardından Trans Koetaradja otobüsü kullanıcıları %8,44 ile üçüncü en büyük yüzdeye sahip kategoriye teşkil etmektedir.

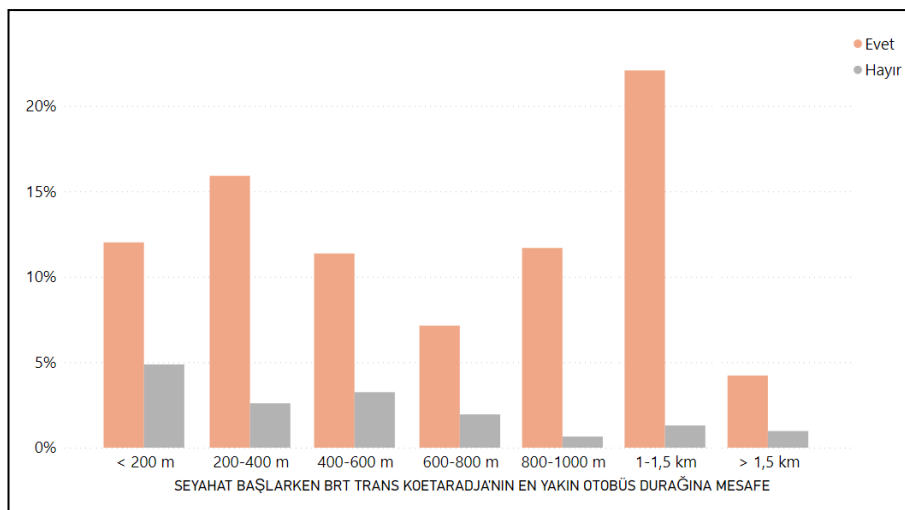
Aşağıdaki şekil, insanların sahip oldukları gelirlere bağlı olarak BRT Trans Koetaradja'yı tercih etme düzeylerini göstermektedir.



Şekil 4.17. İnsanların aylık gelire ve ödemek istedikleri besleyici sistem ücretine göre BRT Trans Koetaradja'yı tercih etme isteklilikleri

Yukarıdaki Şekil 4.17.'ye göre, IDR 3.000.000 – 4.000.000 gelir grubuna sahip katılımcıların en büyük istek yüzdesine sahip kategori olduğu görülebilir. Bu gelir grubundan 25 kişi besleyici toplum taşımayı kullanırken ödeyecekleri ücretler için IDR 2.500 – 3.000 aralığını makul gördüklerini beyan ederken, tüm katılımcılardan 113 kişi besleyici toplum taşımayı kullanırken ödemek istedikleri ücret olarak IDR 2.000'i en yüksek ücret olarak belirtmişlerdir.

Aşağıdaki şekil, insanların seyahate başlarken otobüs durağına olan uzaklığa bağlı olarak BRT Trans Koetaradja'yı tercih etme düzeylerini göstermektedir.



Şekil 4.18. İnsanların seyahate başlarken otobüs durağına olan uzaklığa bağlı olarak BRT Trans Koetaradja'yı tercih etme düzeyleri.

Yukarıdaki şekilden, seyahat sırasında otobüs durağına 1 – 1,5 km ve 200 – 400 m mesafede olan katılımcıların büyük çoğunluğunun, besleyici toplum taşıma olması halinde BRT Trans Koetaradja'yı tercih etmeye istekli olduklarını göstermektedir. Rakamsal değerler, otobüs durağına olan mesafelerin, insanların BRT Trans Koetaradja'yı kullanma isteğini belirleyebilecek etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Duraklara olan mesafeler haricinde, emniyet, konfor, düşük kullanım maliyeti ve dakiklığın, katılımcılar için, BRT Trans Koetaradja hizmetinin kullanılması için diğer öne çıkan önemli kriterler olduğu belirtilmelidir.

#### 4.5. Besleyici Toplum Taşımayı Kullanan Potansiyel Nüfus Sayısı

Bu çalışmada, besleyici toplum taşıma araçlarını kullanan potansiyel nüfus sayısı, 15 – 64 yaş aralığındaki gruba sahip nüfus sayısına dayanmaktadır. Bu yaş grubu aralığı, Ulaştırma Bakanlığı'nın 2002'de belirlemiş olduğu yaş aralık değeri olan 5 ile 65 yaş arası kriterinden farklılık göstermektedir. Bu fark, araştırmacıların, 5 – 14 yaşları arasındaki nüfusun şu anda Banda Aceh şehrinde toplum taşıma kullanma potansiyeline sahip olmaması ve 65 yaş üstü grup için veri bulunmamasından kaynaklanmaktadır. Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerinde planlanan besleyici güzergâhlarında yaş gruplarına düşen nüfus sayısı Tablo 4.4. ve 4.5.'te görülmektedir.

Tablo 4.4. Kuta Alam mahallesinde yaş grubuna göre toplam nüfus [14]

Yaş grupları	2015	2016	2017	2018	2019	r
15-19	4772	4794	4838	4904	4987	0,0111
20-24	8031	8019	8019	8020	8025	-0,0002
25-29	6189	6288	6377	6437	6473	0,0113
30-34	4293	4394	4495	4601	4714	0,0237
35-39	3630	3722	3838	3958	4060	0,0284
40-44	3076	3169	3256	3348	3459	0,0298
45-49	2466	2564	2669	2775	2876	0,0392
50-54	1816	1881	1956	2040	2126	0,0402
55-59	1432	1506	1578	1647	1719	0,0467
60-64	1022	1084	1155	1230	1302	0,0624
Toplam	36727	37421	38181	38960	39741	0,0293

Tablo 4.5. Syiah Kuala mahallesinde yaş grubuna göre toplam nüfus [14]

Yaş grupları	2015	2016	2017	2018	2019	r
15-19	4411	4446	4500	4575	4666	0,0141
20-24	9362	9378	9403	9426	9455	0,0025
25-29	3964	4039	4108	4158	4194	0,0142
30-34	2619	2688	2759	2833	2906	0,0263
35-39	1977	2034	2102	2175	2236	0,0313
40-44	1673	1728	1781	1836	1902	0,0326
45-49	1452	1514	1581	1648	1714	0,0423
50-54	1186	1233	1287	1345	1405	0,0433
55-59	1064	1122	1179	1233	1291	0,0495
60-64	657	700	745	796	843	0,0643
Toplam	28365	28882	29445	30025	30612	0,0320

Nüfus artış hızı, 2015'ten 2019'a kadar olan nüfus verilerine dayanan ortalama nüfus artış hızı yüzdelerik değeri esas alınarak hesaplanmıştır.

15 – 19 yaş grubuna göre Kuta Alam mahallesi için hesaplama

$$\begin{aligned}
 r &= \left( \frac{P_t}{P_0} \right)^{1/t} - 1 \\
 &= \left( \frac{P_{2019}}{P_{2015}} \right)^{1/4} - 1 \\
 &= \left( \frac{4.987}{4.772} \right)^{1/4} - 1 \\
 &= \%1,11
 \end{aligned}$$

15 – 19 yaş grubuna göre Syiah Kuala mahallesi için hesaplama

$$\begin{aligned}
 r &= \left( \frac{P_t}{P_0} \right)^{1/t} - 1 \\
 &= \left( \frac{P_{2019}}{P_{2015}} \right)^{1/4} - 1 \\
 &= \left( \frac{4.666}{4.411} \right)^{1/4} - 1 \\
 &= \%1,41
 \end{aligned}$$

Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerinde elde edilen ortalama nüfus artış oranları sırasıyla yılda %2,93 ve %3,20'dir. Kuta Alam ve Syiah Kuala mahalleleri için gelecekteki 5 yıl için, yani 2020 ila 2024 için nüfus projeksiyonu hesaplanma sonuçları aşağıdaki Tablo 4.6. ve 4.7.'de görülebilmektedir.

Tablo 4.6. Kuta Alam mahallesindeki besleyici toplum taşımayı kullanacak potansiyel nüfus sayısı

Yaş grupları	2020	2021	2022	2023	2024	r
15-19	5042	5098	5155	5212	5269	0,0111
20-24	8024	8022	8021	8019	8018	-0,0002
25-29	6546	6620	6695	6770	6846	0,0113
30-34	4826	4940	5057	5176	5299	0,0237
35-39	4175	4294	4416	4541	4670	0,0284
40-44	3562	3668	3777	3890	4005	0,0298
45-49	2989	3106	3228	3354	3486	0,0392
50-54	2211	2300	2393	2489	2589	0,0402
55-59	1799	1883	1971	2064	2160	0,0467
60-64	1383	1470	1561	1659	1762	0,0624
Toplam	40557	41401	42272	43173	44104	0,0293

Tablo 4.7. Syiah Kuala mahallesindeki besleyici toplum taşımayı kullanacak potansiyel nüfus sayısı

Yaş grupları	2020	2021	2022	2023	2024	r
15-19	4732	4799	4867	4936	5006	0,0141
20-24	9478	9502	9525	9549	9573	0,0025
25-29	4254	4314	4375	4437	4500	0,0142
30-34	2983	3061	3142	3224	3309	0,0263
35-39	2306	2378	2452	2529	2608	0,0313
40-44	1964	2028	2094	2162	2233	0,0326
45-49	1787	1862	1941	2023	2109	0,0423
50-54	1466	1529	1595	1664	1736	0,0433
55-59	1355	1422	1493	1566	1644	0,0495
60-64	897	955	1016	1082	1151	0,0643
Toplam	31221	31850	32501	33174	33869	0,0320

#### 4.6. Özel Araç Sayısı

Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerinde planlanan besleyici güzergâhların etrafındaki yerleşimlere ait özel araçların sayısı Açe Finansal Yönetim Ajansı'ndan elde edilmiş ve aşağıdaki Tablo 4.8.'de sunulmuştur. Sahip olunan özel araç sayısına ilişkin aşağıdaki veriler, her bir mahallede kayıtlı araç plakalarına göre toplam araç sayısı olup, otomobil, motosiklet ve diğerleri gibi araç türleri arasında ayırım yapılmamıştır.

Tablo 4.8. Son 5 yılda özel araç sayısı [29]

No.	Mahalle	2015	2016	2017	2018	2019	r
1	Kuta Alam	26648	26243	28450	26989	26955	0,0029
2	Syiah Kuala	18663	18094	19435	18661	18945	0,0038

2020 – 2024 yıllarındaki araç sayısı geometrik bir formül kullanılarak elde edilmiştir. Aşağıdaki, plan yılındaki araç sayısını tahmin etmek için geometrik bir hesaplamadır.

Kuta Alam mahallesinde 2020 planlama yılına ait araç sayısı

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0 (1+r)^n \\
 P_{2020} &= P_{2019} (1+r)^n \\
 &= 26.955 (1+0,0029)^1 \\
 &= 27.032 \text{ araç}
 \end{aligned}$$

Syah Kuala mahallesinde 2020 planlama yılına ait araç sayısı

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0 (1+r)^n \\
 P_{2020} &= P_{2019} (1+r)^n \\
 &= 18.945 (1+0,0038)^1 \\
 &= 19.016 \text{ araç}
 \end{aligned}$$

burada;

$$\begin{aligned}
 P_n &= n \text{ yıl sonundaki toplam araç sayısını;} \\
 P_0 &= \text{başlangıç yılındaki mevcut araç sayısını;} \\
 r &= \text{araç artış oranını;} \\
 n &= \text{başlangıç ile projeksiyon (dizayn) yılı arasındaki zaman farkını;}
 \end{aligned}$$

ifade etmektedir.

Geometrik formülün hesaplanmasına göre 2020 ila 2024 plan yılındaki araç sayısı

Tablo 4.9.'da görülebilir.

Tablo 4.9. Plan yılındaki özel araç sayısı

No.	Mahalle	2020	2021	2022	2023	2024	r
1	Kuta Alam	27032	27110	27188	27266	27344	0,0029
2	Syah Kuala	19016	19088	19159	19231	19303	0,0038



#### 4.7. 2019 Yılı Yolcu Talep Miktarı

Planlanan güzergâhta ki yolcu talebini hesaplama aşamaları aşağıdaki gibidir.

1. Araç sahiplik sayısının hesaplanması;
2. Seyahat edecek potansiyel nüfus sayısının hesaplanması;
3. Besleyici toplum taşıma için toplam talebin hesaplanması;
4. Gerekli besleyici toplum taşıma sayısının hesaplanması.

##### 4.7.1. Özel araç sahipliğinin belirlenmesi

Özel araç sahiplik oranı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Kuta Alam mahallesi için;

$$\begin{aligned} K &= \left( \frac{V}{P} \right) \\ &= \frac{26.955}{53.679} \\ &= 0,502 \text{ araç/kişi} \end{aligned}$$

Syah Kuala mahallesi için ise;

$$\begin{aligned} K &= \left( \frac{V}{P} \right) \\ &= \frac{18.945}{38.682} \\ &= 0,490 \text{ araç/kişi} \end{aligned}$$

burada;

K = özel araç sahiplik değerini (araç/kişi);

V = kayıtlı özel araç sayısını;

P = toplam nüfusu;

ifade etmektedir.

Tablo 4.10. 2019 yılındaki özel araç sahiplik oranları

No.	Mahalle	P (kişi)	V (araç)	K (araç/kişi)
1	Kuta Alam	53679	26955	0,502
2	Syah Kuala	38682	18945	0,490
Toplam ve ortalama		92361	45900	0,496

#### 4.7.2. Seyahat edecek potansiyel nüfusun belirlenmesi

Seyahat edecek ve toplum taşıma hizmetlerine ihtiyaç duyan potansiyel nüfus (M) değerinin hesaplaması aşağıdaki gibidir.

Kuta Alam mahallesi için hesaplama

Seyahat edecek potansiyel kişi sayısı, 15 – 64 yaş arası nüfus sayısının, besleyici toplum taşıma araçlarını kullanmak isteyen nüfus yüzdesiyle çarpımıdır.

$$P_m = 39.741 \times \%85,96 = 34.163 \text{ kişi}$$

$$\begin{aligned} L &= P_m \times C \times K \\ &= 34.163 \times 2 \times 0,502 \\ &= 34.310 \text{ kişi} \end{aligned}$$

Açe Finansal Yönetim Ajansından alınan özel araçlar şeklindeki ikincil veriler, kayıtlı araç plakalarına dayandığından ve her araç tipi arasında ayırım yapılmadığından  $L = L1 + L2$  olacaktır.

Bu durumda, Kuta Alam mahallesi'ndeki potansiyel kullanıcı nüfusun değeri aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned} M &= P_m - L \\ &= 39.741 - 34.310 \\ &= 5.431 \text{ kişi} \end{aligned}$$

Syah Kuala mahallesi için hesaplama

Seyahat edecek potansiyel yolcu sayısı, bu mahallede yaşayan 15 – 64 yaş arası nüfus değerinin, besleyici toplum taşıma araçlarını kullanmak isteyen nüfus yüzdesiyle çarpımı olacaktır.

$$P_m = 30.612 \times \%82,48 = 25.249 \text{ kişi}$$

$$\begin{aligned} L &= P_m \times C \times K \\ &= 25.249 \times 2 \times 0,490 \\ &= 24.732 \text{ kişi} \end{aligned}$$

Dolayısı ile, Syiah Kuala mahallesi'ndeki potansiyel kullanıcı nüfusun değeri,

$$\begin{aligned} M &= P_m - L \\ &= 30.612 - 24.732 \\ &= 5.880 \text{ kişi olacaktır.} \end{aligned}$$

burada;

- M = potansiyel kullanıcı sayısı;
- L = özel araç kullanım etkinliğini;
- $P_m$  = ilgili bölgede ikamet eden insan sayısını;
- C = özel araçlarla taşınan yolcu sayısını; (1 özel ulaşımın 2 kişi taşıyabileceği varsayımı ile);
- K = özel araç sahiplik oranını;

ifade etmektedir.

Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerinde potansiyel kullanıcı sayısının hesabı ve elde edilen değerler aşağıdaki Tablo 4.11.'de görülebilir.

Tablo 4.11. 2019 yılındaki seyahat edecek potansiyel nüfus sayısı

No.	Mahalle	$P_m$ (kişi)	İsteklilik (%)	$P_m$ (kişi)	L (kişi)	M (kişi)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]=[3]x[4]	[6]	[7]=[3]-[6]
1	Kuta Alam	39741	85.96	34163	34310	5431
2	Syiah Kuala	30612	82.48	25249	24732	5880

### 4.7.3. Besleyici toplum taşıma için toplam talebin belirlenmesi

Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerindeki besleyici toplum taşıma için toplam talep miktarı şu şekilde hesaplanmıştır.

Kuta Alam mahallesi için hesaplama

$$\begin{aligned} D &= F_{tr} \times M \\ &= 2 \times 5.431 \\ &= 10.861 \text{ kişi} \end{aligned}$$

Syiah Kuala mahallesi için hesaplama

$$\begin{aligned} D &= F_{tr} \times M \\ &= 2 \times 5.880 \\ &= 11.759 \text{ kişi} \end{aligned}$$

burada;

$D$  = toplum taşıma sistemini kullanacak kişi sayısını,

$f_{tr}$  = nüfus çoklu çarpan faktörünü;

$M$  = yerleşim nüfusunu;

ifade etmektedir.

Besleyici toplum taşıma için hesaplanan toplam talep miktarları Tablo 4.12.'de sunulmuştur.

Tablo 4.12. 2019 yılındaki besleyici toplum taşıma için toplam talep miktarı

No.	Mahalle	F <sub>tr</sub>	M (kişi)	D (kişi)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]=[3]x[4]
1	Kuta Alam	2	5431	10861
2	Syiah Kuala	2	5880	11759

#### 4.7.4. Besleyici toplum taşıma için gerekli araç sayısının hesaplanması

Her bir otobüs için geçerli günlük minimum yolcu sayısı Tablo 2.1.'de verilmiştir. Bu tablodan, toplum taşıma aracı için geçerli günlük minimum yolcu sayısının 250, küçük otobüs için ise 400 kişi olduğu görülmektedir.

Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerinde planlanan güzergâhlar üzerinde gerekli besleyici toplum taşıma araç sayılarının hesabı aşağıda verilmiştir.

Kuta Alam mahallesindeki yolculuk talebini karşılamak üzere besleyici güzergâhta servis yapması gereken toplum taşıma araç sayısı,

$$\begin{aligned} N &= \frac{D}{P_{\min}} \\ &= \frac{10.861}{250} \\ &= 43 \text{ araç/gün olarak belirlenmiştir.} \end{aligned}$$

Kuta Alam mahallesindeki küçük otobüs türü için gerekli besleyici toplum taşıma araç sayısı ise,

$$\begin{aligned} N &= \frac{D}{P_{\min}} \\ &= \frac{10.861}{400} \\ &= 27 \text{ araç/gün olarak elde edilmiştir.} \end{aligned}$$

Syiah Kuala mahallesindeki toplum taşıma aracı miktarı,

$$\begin{aligned} N &= \frac{D}{P_{\min}} \\ &= \frac{11.759}{250} \\ &= 47 \text{ araç/gün olarak hesaplanmıştır.} \end{aligned}$$

Syiah Kuala mahallesindeki küçük otobüs türü için gerekli besleyici toplum taşıma hizmet aracı sayısı,

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{D}{P_{\min}} \\
 &= \frac{11.759}{400} \\
 &= 29 \text{ araç/gün olarak tespit edilmiştir.}
 \end{aligned}$$

Bu fomüllerde kullanılan,

$N$  = ihtiyaç duyulan araç sayısını;

$D$  = yolculuk talep miktarını;

$P_{\min}$  = her bir aracı günlük kullanacak minimum yolcu sayısını;

ifade etmektedir.

2019 yılı için Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerindeki besleyici hatlardaki toplum taşıma aracı ve küçük otobüs türleri için gerekli olan araç sayıları Tablo 4.13.'de belirtilmiştir.

Tablo 4.13. 2019 yılındaki besleyici hatlarda kullanılacak araç sayıları

No.	Mahalle	D (kişi)	Gerekli besleyici toplum taşıma sayısı	
			Toplum taşıma aracı (araç/gün)	Küçük otobüs (araç/gün)
1	Kuta Alam	10861	43	27
2	Syiah Kuala	11759	47	29

Tablo 4.13.'te verilen hesaplama sonuçları, besleyici güzergâhlara ait talebin karşılanması için gerekli toplum taşıma araç sayılarının, toplum taşıma hizmetlerinin finansal olarak uygulanabilir ve karlı olduğunu göstermesi açısından 2002 Ulaştırma Bakanlığı Standardına göre olması gereken en az 20 araçlık filo değerinin sağladığını göstermektedir. Analiz süreci ile elde edilen sonuçlar, planlanan besleyici güzergâhların işletilmesinin uygunluğunu ortaya koymaktadır.

#### 4.8. 2024 Yılındaki Öngörülen Yolcu Talep Miktarı

Planlanan besleyici güzergâhlarda yolcu talebinin hesaplanma aşamaları aşağıdaki gibidir.

1. Araç sahiplik oranının hesaplanması;
2. Seyahat edecek potansiyel nüfus sayısının hesaplanması;
3. Besleyici hat için toplam talebin hesaplanması;
4. Besleyici hat için gerekli toplum taşıma araç sayısının hesaplanması.

##### 4.8.1. Özel araç sahipliğinin belirlenmesi

2024 yılındaki özel araç sahiplik oranı şu şekilde hesaplanmıştır.

Kuta Alam mahallesi için hesaplama

$$\begin{aligned}
 K &= \left( \frac{V}{P} \right) \\
 &= \frac{27.344}{59.095} \\
 &= 0,463 \text{ araç/kişi}
 \end{aligned}$$

Syah Kuala mahallesi için hesaplama

$$\begin{aligned}
 K &= \left( \frac{V}{P} \right) \\
 &= \frac{19.303}{42.588} \\
 &= 0,453 \text{ araç/kişi}
 \end{aligned}$$

burada;

K = özel araç sahiplik oranını (araç/kişi);

V = kayıtlı özel araç sayısını;

P = toplam nüfusu;

ifade etmektedir.

2024 yılındaki özel araç sahiplik oranları ile ilgili hesaplanan değerler Tablo 4.14.'de görülebilir.

Tablo 4.14. 2024 yılındaki özel araç sahiplik oranları

No.	Mahalle	P (kişi)	V (araç)	K (araç/kişi)
1	Kuta Alam	59095	27344	0,463
2	Syah Kuala	42588	19303	0,453
Toplam ve ortalama		101682	46647	0,458

#### 4.8.2. Seyahat edecek potansiyel nüfus sayısının belirlenmesi

Toplum taşıma hizmetlerine ihtiyaç duyup seyahat edecek potansiyel nüfus sayısının hesaplaması aşağıdaki gibidir.

Kuta Alam mahallesi için hesaplama;

Seyahat edecek potansiyel yolcu sayısı, 15 – 64 yaş arası nüfus sayısının, besleyici toplum taşıma araçlarını kullanmak isteyen nüfusun yüzdesiyle çarpımıdır.

$$P_m = 44.104 \times \%85,96 = 37.914 \text{ kişi}$$

$$\begin{aligned} L &= P_m \times C \times K \\ &= 37.914 \times 2 \times 0,463 \\ &= 35.086 \text{ kişi} \end{aligned}$$

Açe Finansal Yönetim Ajansından alınan özel araçlar şeklindeki ikincil veriler, kayıtlı araç plakalarına dayandığından ve her araç tipi arasında ayırım yapmadığından  $L = L1 + L2$  olarak alınıp, hesaplamalar yapılmıştır. Dolayısı ile, Kuta Alam mahallesi'ndeki potansiyel yolcu sayısı değeri,

$$\begin{aligned} M &= P_m - L \\ &= 44.104 - 35.086 \\ &= 9.018 \text{ kişi olarak belirlenmiştir.} \end{aligned}$$



Syah Kuala mahallesi için hesaplama

Seyahat edecek potansiyel yolcu sayısı, benzer şekilde 15 – 64 yaş arası nüfus değerinin, besleyici toplum taşıma araçlarını kullanmak isteyen nüfusun yüzdesiyle çarpımı şeklinde elde edilmiştir. Dolayısı ile,

$$P_m = 33.869 \times \%82,48 = 27.936 \text{ kişi}$$

$$\begin{aligned} L &= P_m \times C \times K \\ &= 27.936 \times 2 \times 0,453 \\ &= 25.325 \text{ kişi} \end{aligned}$$

O halde Syiah Kuala mahallesi'ndeki potansiyel yolcu sayısı aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned} M &= P_m - L \\ &= 33.869 - 25.325 \\ &= 8.544 \text{ kişi} \end{aligned}$$

burada;

- M = potansiyel kullanıcı sayısını;
- L = özel araç kullanım etkinliğini;
- $P_m$  = ilgili bölgede ikamet eden insan sayısını;
- C = özel araçlarla taşınan yolcu sayısını; (1 özel ulaşım aracının 2 kişi taşıyabileceği varsayılarak )
- K = özel araç sahiplik oranını;

ifade etmektedir.

Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerinde potansiyel yolcu sayılarına ait hesaplanan değerler aşağıdaki Tablo 4.15.'de görülebilir.

Tablo 4.15. 2024 yılındaki seyahat edecek potansiyel yolcu sayısı

No.	Mahalle	Pm (kişi)	İsteklilik (%)	Pm (kişi)	L (kişi)	M (kişi)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]=[3]x[4]	[6]	[7]=[3]-[6]
1	Kuta Alam	44104	85.96	37914	35086	9018
2	Syah Kuala	33869	82.48	27936	25325	8544

#### 4.8.3. Besleyici toplum taşıma için toplam talebin belirlenmesi

Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerindeki besleyici toplum taşıma için toplam talep miktarının hesabı aşağıdaki gibi yapılmıştır.

Kuta Alam mahallesi için hesaplama

$$\begin{aligned}
 D &= F_{tr} \times M \\
 &= 2 \times 9.018 \\
 &= 18.035 \text{ kişi}
 \end{aligned}$$

Syah Kuala mahallesi için hesaplama

$$\begin{aligned}
 D &= F_{tr} \times M \\
 &= 2 \times 8.544 \\
 &= 17.089 \text{ kişi}
 \end{aligned}$$

burada;

$D$  = toplum taşıma sistemini kullanacak kişi sayısını

$f_{tr}$  = nüfus çoklu çarpan faktörünü;

$M$  = yerleşim nüfusunu;

ifade etmektedir.

Besleyici toplum taşıma için hesaplanan toplam yolculuk talep değerleri, Tablo 4.16.'da verilmiştir.

Tablo 4.16. Besleyici hatlarda 2024 yılı için hesaplanan talep miktarları

No.	Mahalle	Ftr	M (kişi)	D (kişi)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]=[3]x[4]
1	Kuta Alam	2	9018	18035
2	Syah Kuala	2	8544	17089

#### 4.8.4. Besleyici güzergâhlar için gerekli araç sayısının hesaplanması

Her bir otobüs için geçerli minimum günlük yolcu değerleri Tablo 2.1.'de daha önce verilmiştir. Bu tabloda, her toplum taşıma aracı için geçerli günlük minimum yolcu sayısının 250, küçük otobüs için ise 400 kişi olduğu belirtilmektedir.

Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerinde planlanan besleyici güzergâhlar üzerinde kullanılması gereken araç sayılarının hesabı aşağıdaki gibidir.

Kuta Alam mahallesindeki besleyici hatta kullanılacak araç türü için yapılan hesaplama göre,

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{D}{P_{\min}} \\
 &= \frac{18.035}{250} \\
 &= 72 \text{ araç/gün olacaktır.}
 \end{aligned}$$

Kuta Alam mahallesindeki besleyici hatta kullanılacak küçük otobüs türü için gerekli araç sayısı

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{D}{P_{\min}} \\
 &= \frac{18.035}{400} \\
 &= 45 \text{ araç/gün olarak elde edilmiştir.}
 \end{aligned}$$

Syah Kuala mahallesindeki besleyici hatta kullanılacak toplum taşıma aracı sayısı,

$$N = \frac{D}{P_{\min}}$$

$$= \frac{17.089}{250}$$

$$= 68 \text{ araç/gün olarak belirlenmiştir.}$$

Syiah Kuala mahallesindeki besleyici toplum taşıma sistemi için küçük otobüs türü araç sayısı ise,

$$N = \frac{D}{P_{\min}}$$

$$= \frac{17.089}{400}$$

$$= 43 \text{ araç/gün olarak elde edilmiştir.}$$

burada;

- N = ihtiyaç duyulan araç sayısını;  
D = yolculuk talep miktarını;  
P<sub>min</sub> = her bir aracı günlük kullanacak yolcu sayısını;

ifade etmektedir.

Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerindeki besleyici hatlarda kullanılacak toplum taşıma aracı ve küçük otobüs türleri için gerekli araç sayıları Tablo 4.17.'de görülebilir.

Tablo 4.17. Besleyici hatlarda kullanılmak üzere 2024 yılı için gerekli araç sayıları

No.	Mahalle	D (kişi)	Gerekli besleyici toplum taşıma sayısı	
			Toplum taşıma aracı (araç/gün)	Küçük otobüs (araç/gün)
1	Kuta Alam	18035	72	45
2	Syiah Kuala	17089	68	43

Tablo 4.17.'deki hesaplama sonuçları, 2002 yılında Ulaştırma Bakanlığı tarafından belirlenen standartların, toplum taşıma aracı ve küçük otobüs araç türleri için gerekli kıldığı 20 araç sınır değerinin ve şartının sağlandığını ortaya koymaktadır.

2020 – 2023 zaman aralığına ait yıllar için yolcu talep sayısının hesaplanması da aynı yöntemle yapılmaktadır. Bununla beraber verilerde yerleşim nüfusu, besleyici hatları kullanacak potansiyel nüfus ve araç sayısı gibi bazı veri değerlerine ait değişiklikler söz konusudur. Hesaplamanın sonuçları Ek B Tablo B.4.1. – Tablo B.4.6.’da görülebilir.

## **BÖLÜM 5. DEĞERLENDİRME**

Daha önce açıklanan veri analizleri ışığında, 2002 Ulaştırma Bakanlığı yöntemi kullanılarak, Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerinde planlanan besleyici hatlara ait yolcu talebinin ve gerekli araç sayılarının hesaplanmasından elde edilen sonuçlar hakkında bir değerlendirme yapılmıştır. Nüfus büyüklüğü tahmini, yaş grubu başına tahmini nüfus ve araç sayısı tahminleri için yapılan hesaplamalardan Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerinde her yıl nüfus artışının yaşanacağı görülmektedir. Yıllık bazdaki bu nüfus artışıyla birlikte; Kuta Alam mahallesinde 2019'da 53.679 kişi olan nüfusun, 2020'de 54.721 kişiye, 2024 yılı için ise 59.095 kişiye ulaşması beklenmektedir.

Benzer şekilde, planlanan besleyici güzergâhlar da bulunan mahalle sakinlerine ait toplam özel araç sayısı; Kuta Alam mahallesinde 2019 yılında 26.955 iken bu değer 2020'de 27.032, 2024'de ise 27.344 araca ulaşacağı hesaplanmıştır. Özel araç sahipliğinin sayısında zaman içinde belirgin bir yükselişin olmaması doğru yorumlanmalı ve sebeplerinin ortaya konulması gereklidir. Bu sebeplerden biri olarak, besleyici toplum taşıma hatlarının işleme alınmasına bağlı olarak ortaya çıkması beklenen durumdur. Devreye sokulan bu hatlar sayesinde insanlara hareketlilik ihtiyaçlarının karşılanması için oldukça etkin bir imkan sunulması ile, özel araç sayılarındaki artış kontrol altına alınmıştır. 2019 yılında özel araç sahiplik değeri 0,502 araç/kişi iken, 2024 yılında bu rakam 0,463 araç/kişi olacaktır. Dolayısıyla nüfusa bağlı özel araç sahiplik oranlarında belli bir düşüş söz konusudur.

Trans Koetaradja Otobüsünün 1. koridoru etrafındaki mahallelerde yapılan Çevrimiçi Anket sonuçları incelendiğinde, Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerindeki katılımcıların sırasıyla %85,96 ve %82,48 oranlarında besleyici toplum taşımayı benimseyip kullanmak istedikleri, buna karşılık katılımcıların sadece %14,04 ve

%17,52'sinin çeşitli nedenlerle besleyici sistemlere ait toplum taşıma hizmetlerini kullanmak istemedikleri belirlenmiştir.

Trans Koetaradja Otobüsünün 1. koridoru çevresinde besleyici toplum taşıma isteyen ve bunlara ihtiyaç duyanların göreceli olarak daha fazla olduğu ifade edilebilir. Seyahat süresi güvenilirliği, güvenlik, konfor, düşük tarifeler ve erişim kolaylığı, ilgili sakinlerin Trans Koetaradja BRT hizmetlerini tercih etme nedenleri olarak sıralanabilir.

2002 yılında Ulaştırma Bakanlığı yöntemiyle yapılan veri analizi hesaplamalarının sonuçlarına göre planlanan güzergâhların, besleyici güzergâhlar olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir. 2019 – 2024 yıllarında toplum taşıma yolculuk talep miktarlarında belirlenen artışların, Ulaştırma Bakanlığı'nın toplum taşıma güzergâhlarının planlanmasında 2002 yılında belirlediği gereksinimleri karşıladığı ortaya konulmuştur.

Tablo 5.1., Ulaştırma Bakanlığının önerdiği yönteme göre yapılan veri analizlerine göre elde edilen, Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerinde 2019 – 2024 yıllarında besleyici toplum taşıma sistemini kullanacakların sayılarını göstermektedir.

Tablo 5.1. Besleyici toplum taşıma sistemini kullanacakların sayısı (D)

Yıl	D (kişi)	
	Kuta Alam	Syiah Kuala
2019	10.861	11.759
2020	12.221	12.769
2021	13.616	13.805
2022	15.049	14.869
2023	16.522	15.964
2024	18.035	17.089

Bu tablodan her yıl besleyici toplum taşıma sistemini kullanacak kişi sayısının arttığı görülmektedir. Kuta Alam mahallesinde 2019'da besleyici toplum taşıma sistemini kullanan kişi sayısı nüfusun %20'si iken, bu rakamın 2024 yılı için %30'luk bir değere ulaşacağı belirlenmiştir. Benzer şekilde, Syiah Kuala mahallesinde, 2019'a ait besleyici toplum taşıma sistemini kullanan kişi sayısı nüfusun %30'una tekabül ederken, bu rakamın 2024'te %40'a ulaşacağı öngörülmektedir.

2019 – 2024 yılları aralığında ihtiyaç duyulan araç sayısı Tablo 5.2.'de sunulmuştur.

Tablo 5.2. İhtiyaç duyulan besleyici güzergâha ait araç sayısı (N)

Yıl	N (araç/gün)			
	Kuta Alam		Syiah Kuala	
	Toplum taşıma aracı	Küçük otobüs	Toplum taşıma aracı	Küçük otobüs
2019	43	27	47	29
2020	49	31	51	32
2021	54	34	55	35
2022	60	38	59	37
2023	66	41	64	40
2024	72	45	68	43

Besleyici toplum taşıma sistemini kullanacak yolcu sayısına benzer şekilde, ihtiyaç duyulan araç sayısı da her yıl artmaktadır. Yukarıdaki tabloda belirtilen rakamlar, 2002 yılında Ulaştırma Bakanlığı yöntemiyle veri analizi hesaplamalarının sonuçları üzerine yapılan değerlendirmelere göre planlanan güzergâhların, besleyici güzergâhlar olarak kullanılabilceğini göstermektedir.

BRT olarak tasarlanmış olmasına rağmen, şu anda Trans Koetaradja Otobüsü, "BRT-Lite" özel otobüs şeritleri olmaksızın ve yol kenarına yerleştirilmiş durak yerleşimi ile Banda Aceh şehrinde bir "BRT-Lite" olarak çalışmaktadır. Bunun nedenlerinden biri, Banda Aceh şehrinde hizmete sunulan toplum taşıma araçlarının, özel araç kullanıcılarının mod değiştirmesine olanak sağlayacak hizmet kalitesinden uzak oluşudur. Bu nedenle, iyi hizmet kalitesi standartlarına sahip bir besleyici toplum taşıma sistemini işleterek, Trans Koetaradja otobüslerinin taşıma faktörünü maksimize edebileceği düşünülmektedir. Bu aşamayı müteakiben, Banda Aceh'deki BRT sistemi bir sonraki planlama adımında uygulanabilecektir.



## **BÖLÜM 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

Veri işleme ve yapılan değerlendirmelere dayanarak, bu araştırmanın nihai neticesi olarak aşağıda belirtilen sonuçlar ve öneriler sunulmaktadır..

### **6.1. Sonuçlar**

Yapılan araştırma bulgularından aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Planlanan besleyici güzergâhlardaki nüfus, besleyici toplum taşımayı kullanmak için önemli bir potansiyele karşılık gelmektedir. Anket sonuçlarına göre, besleyici toplum taşımanın işletilmesi durumunda, Trans Koetaradja Otobüsünü ulaşım türü olarak kullanabilecek nüfus yüzdeleri, Kuta Alam mahallesinde %85,96 ve Syiah Kuala mahallesinde %82,48'dir.
2. Planlanan güzergâhlarda ihtiyaç duyulan besleyici hizmeti sunacak toplum taşıma araç sayısı, kılavuzun belirttiği 20 araç/gün değerinden fazladır. Bu da, Kuta Alam ve Syiah Kuala mahallelerindeki besleyici güzergâhların işletilebilir bir talep değerine sahip olduklarını ortaya koymaktadır

### **6.2. Öneriler**

Yapılan araştırma ve veri analizleri sonuçlarına göre aşağıdaki öneriler belirlenmiştir.

1. Kuta Alam mahallesinde ve Banda Aceh şehrindeki Syiah Kuala'da, besleyici toplum taşımanın işletimi hakkında ekonomik ve finansal analiz gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada yolculuk değerlerine ait sonuçlar elde edilmiş, planlanan sistem ve işletmenin 2002 kılavuzunda istenen standartlara göre uygun olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber, ekonomik olarak kârlılık

seviyesinin daha detaylı olarak ortaya konulmasına dönük çalışmalar yapılabilir.

2. Trans Koetaradja BRT sisteminin diğer hatlarında da besleyici toplum taşıma potansiyel talep analizlerinin yapılması, sistemin bütüncül yapısının etkinliğinin ortaya konulmasında önemli bir rol oynayacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] Wright, L. and Hook, W., 2007, *Bus Rapid Transit Planning Guide*, New York: Institute of Transportation & Development.
- [2] Hensher D. A., *Sustainable Public Transport Systems: Moving Towards a Value for Money and Network-based Approach and Away from Blind Commitment*, *Transp. Policy* 14 (2007) 98–102.
- [3] Levinson H., Zimmerman S., Clinger J., Rutherford S., Smith R.L., Cracknell J., Soberman R. *Transit cooperative research program report 90, Bus Rapid Transit, Volume 1: case studies in Bus Rapid Transit*, TRB, National Research Council, Washington, DC, 2003.
- [4] Cervero, R., 1998, *The Transit Metropolis: A Global Inquiry*. Washington, D.C.: Island Press.
- [5] Deng, T. and Nelson, J., 2011, *Recent Developments in Bus Rapid Transit: A Review of The Literature*, *Transport Reviews*, Vol. 31, No. 1, pp. 69- 96.
- [6] S. Jaensirisak, P. Klungboonkrong, *Why Bus Rapid Transit (BRT) is interested by transport planners and travelers in Thailand*, *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 7, 2009.
- [7] T. Satiennam, P. Tankasem, W. Satiennam, P. Jantosut, S. Detdamrong, *A potential study of Bus Rapid Transit (BRT) supporting low carbon Asian developing city*, *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 9, 2013.
- [8] H. Kikuchi, A. Fukuda, T. Ishizaka, H. Ito, T. Satiennam, *Possibility to realize low carbon city in medium-sized city of Asia: case study in Khon Kaen City, Thailand*, *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 9, 2013.
- [9] Satiennam, T., Jaensirisak S., Satiennama, W., Detdamrong, S., *Potential for Modal Shift by Passenger Car and Motorcycle Users Towards Bus Rapid Transit (BRT) in An Asian Developing City*, *IATSS Research*, 39 (2016) 121–129.

- [10] Hukmia, Heryanto, B., Hamzah, B., Development of feeder infrastructure leading to bus stop of bus rapid transit (BRT) of corridor 2 Mamminasata. Journal of Hasanuddin University, 2014.
- [11] Alvinsyah, Public transport user attitude based on choice model parameter characteristics (Case study: Cakarta Busway System), J. East. Asia Soc. Transp. Stud. 6 (2005) 480–491.
- [12] J.P. Ernst, Initiating Bus Rapid Transit in Cakarta, Indonesia, J. Transp. Res. Board 1903 (2006) 20–26.
- [13] <https://tr.wikipedia.org/wiki/Açe>, Erişim Tarihi: 02.03.2021.
- [14] Statistical Year Book of Banda Aceh, Bureau of Statistics, Government of Aceh, 2018.
- [15] Bidang LLAJ Diskomintel Kota Banda Aceh, 2014
- [16] <https://dishub.acehprov.go.id/aceh-transit/mengapa-trans-koetaradja-gratis/>, Erişim Tarihi: 02.06.2019.
- [17] CDIA Team, Improvement of BRT-Based Transportation Networks in Banda Aceh city, 2017.
- [18] Balya, M. I., Kumar, R. Gundaliya, P. J., Bus Stop Network Catchment Analysis of Integrated Feeder Service for Public Bus Transit System – A Case Study of Ahmedabad City, World Review of Intermodal Transportation Research, Vol. 7, No. 1, pp.80–98, 2018.
- [19] Murray, A.T. and Wu, X., Accessibility tradeoffs in public transit planning, Journal of Geographical Systems, Vol. 5, No. 1, pp.93–107, 2003.
- [20] Vuchic, V. R., Urban Transit Systems and Technology, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, ISBN: 978-0-471-75823-5, 2007.
- [21] Kutani, I. and Sado Y., Design and Analysis of Feeder-Line Bus, Addressing Energy Efficiency in the Transport Sector through Traffic Improvement. ERIA Research Project Report 2015-10, Cakarta: ERIA, pp.60-76, 2016.
- [22] Tamin, O. Z., Ulaşım Planlama ve Modelleme, ITB Yayınları, Endonezya, 2000.
- [23] Endonezya Ulaştırma Bakanlığı, Kentsel Alanlarda Toplum Yolcu Taşımacılığının Sabit ve Düzenli Yollarda Uygulanmasına İlişkin Teknik Kılavuz, Kara Ulaştırması Genel Müdürlüğü, 2002.
- [24] <https://www.bps.go.id>, Erişim Tarihi: 02.06.2019.

- [25] Subri, M., Kalkınma Perspektifinde İnsan Kaynakları Ekonomisi, PT Raja Grafindo Persada Yayınları, Cakarta, Endonezya, 2003.
- [26] Soegimono, vd., Lise 3. Sınıf için Coğrafya, CV Mefi Caraka Yayınları, Solo, Endonezya, 2009.
- [27] Sugiyono, İdari Araştırma Yöntemleri: Nicel Yaklaşımlar, Nitel ve R&D, Alfabeta Yayınları, Bandung, Endonezya, 2010.
- [28] Vuchic, V.R., Urban Public Transportation Systems and Technology, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1981.
- [29] Açe Finansal Yönetim Ajansı, 2020.

## **EKLER**

**Ek A.** Endonezya ve Banda Aceh şehri'nin Haritası



Şekil Ek 1. Endonezya ve Banda Aceh şehri'nin Haritası

**Ek B. Anket Formu****ANKET**

**HIZLI OTOBÜS TAŞIMACILIĞININ (BRT) OTOBÜS DURAKLARINA  
GIDEN BESLEYİCİ ALTYAPISININ GELİŞTİRİLMESİ –  
ENDONEZYA’DA BANDA ACEH ŞEHRİNDEKİ BİR ÖRNEK ÇALIŞMA**

Anket No.	:		Giriş Veri Kodu	:	
Tarih	:		Katılımcıların İmzası	:	

Ben Meutia Ayuni Yose, BRT Trans Koetaradja besleyici sistem ağı ile ilgili tez araştırması yapıyorum. Araştırma hedefi Banda Aceh şehrindeki BRT Trans Koetaradja sistem ağı analiz etmek ve planlamaktır. Analizimiz için ekli anketi doldurmanız için yardımınızı rica ediyoruz. Nazik işbirliğiniz için teşekkür ederim.

*\* Besleyici otobüs hizmetleri, belirli bir bölgedeki yolcuları almak ve onları bir ana hat servisine devam eden bir aktarma noktasına götürmek için tasarlanmıştır.*

- DEMOGRAFİKLER**

(Lütfen seçtiğiniz cevaba bir işaret (√) koyun ve boş alanları doldurun)

1	Ad Soyad (Zorunlu Değil)	:	
2	Cinsiyet	:	Erkek Kadın
3	Yaş	:	10-14 15-19 20-24 25-29 30-34 35-39 40-44 45-49 50-54 55-59 60-64 ≥ 65
4	Adres	:	
	Köy	:	
	Mahalle	:	
5	Eğitim Seviyesi	:	İlkokul Ortaokul Lise



			Önlisans Lisans Yükseklisans Doktora
6	Meslek	:	Profesyonel Devlet Memuru Asker / Polis Girişimci Özel Sektörde Çalışan Öğrenci Emekli Ev Hanımı İşsiz Diğer:...
7	Aile Üyesi Sayısı	:	1 2 3 4 5 ≥ 6
8	Ehliyet Sahiplik	:	Var Yok
9	Aylık Geliri (IDR)* (Çalışıkları takdirde diğer üyelerinin gelirleri dahil)  *Indonesian Rupiah (IDR): 2.122 IDR ≈ 1 TL	:	(1) ≤ 1.000.000 (2) 1.000.000 - 1.500.000 (3) 1.500.000 - 2.000.000 (4) 2.000.000 - 3.000.000 (5) 3.000.000 - 4.000.000 (6) 4.000.000 - 5.000.000 (7) 5.000.000 - 7.500.000 (8) ≥ 7.500.000
10	Sizin ve diğer aile üyelerinizin aylık seyahat ücretleri	:	(1) < 250.000 (2) 250.000 - 500.000 (3) 500.000 - 750.000 (4) 750.000 - 1.000.000 (5) 1.000.000 - 1.500.000 (6) 1.500.000 - 2.000.000 (7) 2.000.000 - 3.000.000 (8) 3.000.000 - 4.000.000 (9) > 4.000.000
11	Özel Araç Sayısı		
	Otomobil	:	1 2 > 2
	Motosiklet	:	1 2 > 2
	Bisiklet	:	1 2 > 2

• **SEYAHAT DAVRANIŞI**

(Lütfen seçtiğiniz cevaba bir işaret (√) koyun ve boş alanları doldurun)

1	Günlük seyahat amacı (birden fazla seçebilirsiniz)	:	Alışveriş Eğitim Dini Ritüel İş Sosyal ve Eğlence Diğer: ...
2	Seyahatin başlangıç noktası (arazi kullanımı)	:	Ev İş yeri/Ofis Okul/Üniversite Market/Pazar Diğer: ...
3	Seyahatin başlangıç noktası (adres)	:	
	Köy	:	...
	Mahalle	:	...
4	Seyahatin varış noktası (arazi kullanımı)	:	Ev İş yeri/Ofis Okul/Üniversite Market/Pazar Diğer: ...
5	Seyahatin varış noktası (adres)	:	
	Köy	:	...
	Mahalle	:	...
6	Kalkış saati	:	06.30-07.00 07.00-08.00 08.00-09.00 ... 20.00-21.00
7	Varış saati	:	06.30-07.00 07.00-08.00 08.00-09.00 ... 20.00-21.00
8	Başlangıç noktasından varış noktasına mesafe	:	< 1 km 1-3 km 3-5 km 5-7 km > 7 km
9	Başlangıç noktasından varış noktasına yolculuk süresi	:	< 5 dakika 5-10 dakika 10-15 dakika 15-20 dakika 20-25 dakika 25-30 dakika 30 dakika – 1 saat > 1 saat
10	Kullanılan taşıma türü	:	Otomobil Motosiklet Bisiklet Triportör Online Ulaşım Labi-labi (minibüs) Trans Koetaradja (BRT) Yürüme Diğer: ...

11	BRT Trans Koetaradja kullanıyorsanız, otobüs durağına ulaşmak için hangi ulaşım araçlarını kullanırsınız	:	Otomobil Motosiklet Bisiklet Triportör Online Ulaşım Labi-labi (minibüs) Yürüme Diğer: ...
12	Günlük seyahat sayısı	:	... defa

**• BESLEYİCİ OTOBÜSÜ ÇALIŞIYORSA, ÖZEL ARAÇ KULLANICISININ BRT TRANS KOETARADJA KULLANIMINA DÖNÜŞTÜRME İSTEKLİLİĞİ**

(Lütfen seçtiğiniz cevaba bir işaret (√) koyun ve boş alanları doldurun)

1	En yakın BRT Trans Koetaradja'nin durağına mesafe	:	< 200 m 200-400 m 400-600 m 600-800 m 800-1000 m 1-1,5 km > 1,5 km
2	Besleyici otobüsü varsa, seyahat etmek için BRT Trans Koetaradja'yı kullanmayı seçer misiniz?	:	Evet Hayır
3	"Evet"i seçerseniz, ödenebilecek besleyici otobüs maliyeti	:	< 2.000 2.000-2.500 2.500-3.000 > 3.000
4	"Hayır"ı seçerseniz bunun nedeni	:	Hız / zaman sorunu Seyahat maliyeti sorunu Konfor sorunu Diğer: ...

### Ek C. 2019-2024 Yılında Hesaplamalarının Özetlenmesi

Tablo C.1. 2019 yılında hesaplamalarının özetlenmesi

No.	Mahalle	P (kişi)	Pm (kişi)	İsteklilik (%)	Pm" (kişi)	V (araç)	K (araç/kişi)	L (kişi)	M (kişi)	D (kişi)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]=[4]x[5]	[7]	[8]=[7]/[3]	[9]=[8]x[6]x2	[10]=[3]-[9]	[11]=2x[10]
1	Kuta Alam	53679	39741	85,96	34163	26955	0,502	34310	5431	10861
2	Syah Kuala	38682	30612	82,48	25249	18945	0,490	24732	5880	11759

No.	Mahalle	D (kişi)	Pmin toplum taşıma aracı (kişi)	N (araç)	Açıklama $N \geq R(R=20) \rightarrow$ nitelikli	Pmin küçük otobüs (kişi)	N (araç)	Açıklama $N \geq R(R=20) \rightarrow$ nitelikli
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]=[3]/[4]	[6]	[7]	[8]=[7]/[3]	[9]=[8]x[6]x2
1	Kuta Alam	10861	250	43	Nitelikli	400	27	Nitelikli
2	Syah Kuala	11759	250	47	Nitelikli	400	29	Nitelikli

Tablo C.2. 2020 yılında hesaplamalarının özetlenmesi

No.	Mahalle	P (kişi)	Pm (kişi)	İsteklilik (%)	Pm" (kişi)	V (araç)	K (araç/kişi)	L (kişi)	M (kişi)	D (kişi)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]=[4]x[5]	[7]	[8]=[7]/[3]	[9]=[8]x[6]x2	[10]=[3]-[9]	[11]=2x[10]
1	Kuta Alam	54721	40557	85,96	34865	27032	0,494	34447	6110	12221
2	Syah Kuala	39433	31221	82,48	25752	19016	0,482	24837	6384	12769

No.	Mahalle	D (kişi)	Pmin toplum taşıma aracı (kişi)	N (araç)	Açıklama $N \geq R(R=20) \rightarrow$ nitelikli	Pmin küçük otobüs (kişi)	N (araç)	Açıklama $N \geq R(R=20) \rightarrow$ nitelikli
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]=[3]/[4]	[6]	[7]	[8]=[7]/[3]	[9]=[8]x[6]x2
1	Kuta Alam	12221	250	49	Nitelikli	400	31	Nitelikli
2	Syah Kuala	12769	250	51	Nitelikli	400	32	Nitelikli

Tablo C.3. 2021 yılında hesaplamalarının özetlenmesi

No.	Mahalle	P (kişi)	Pm (kişi)	İsteklilik (%)	Pm" (kişi)	V (araç)	K (araç/kişi)	L (kişi)	M (kişi)	D (kişi)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]=[4]x[5]	[7]	[8]=[7]/[3]	[9]=[8]x[6]x2	[10]=[3]-[9]	[11]=2x[10]
1	Kuta Alam	55783	41401	85,96	35590	27110	0,486	34593	6808	13616
2	Syah Kuala	40199	31850	82,48	26271	19088	0,475	24948	6902	13805

No.	Mahalle	D (kişi)	Pmin toplum taşıma aracı (kişi)	N (araç)	Açıklama $N \geq R(R=20) \rightarrow$ nitelikli	Pmin küçük otobüs (kişi)	N (araç)	Açıklama $N \geq R(R=20) \rightarrow$ nitelikli
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]=[3]/[4]	[6]	[7]	[8]=[7]/[3]	[9]=[8]x[6]x2
1	Kuta Alam	13616	250	54	Nitelikli	400	34	Nitelikli
2	Syah Kuala	13805	250	55	Nitelikli	400	35	Nitelikli

Tablo C.4. 2022 yılında hesaplamalarının özetlenmesi

No.	Mahalle	P (kişi)	Pm (kişi)	İsteklilik (%)	Pm" (kişi)	V (araç)	K (araç/kişi)	L (kişi)	M (kişi)	D (kişi)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]=[4]x[5]	[7]	[8]=[7]/[3]	[9]=[8]x[6]x2	[10]=[3]-[9]	[11]=2x[10]
1	Kuta Alam	56866	42272	85,96	36339	27188	0,478	34748	7525	15049
2	Syah Kuala	40980	32501	82,48	26807	19159	0,468	25066	7435	14869

No.	Mahalle	D (kişi)	Pmin toplum taşıma aracı (kişi)	N (araç)	Açıklama $N \geq R(R=20) \rightarrow$ nitelikli	Pmin küçük otobüs (kişi)	N (araç)	Açıklama $N \geq R(R=20) \rightarrow$ nitelikli
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]=[3]/[4]	[6]	[7]	[8]=[7]/[3]	[9]=[8]x[6]x2
1	Kuta Alam	15049	250	60	Nitelikli	400	38	Nitelikli
2	Syah Kuala	14869	250	59	Nitelikli	400	37	Nitelikli

Tablo C.5. 2023 yılında hesaplamalarının özetlenmesi

No.	Mahalle	P (kişi)	Pm (kişi)	İsteklilik (%)	Pm" (kişi)	V (araç)	K (araç/kişi)	L (kişi)	M (kişi)	D (kişi)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]=[4]x[5]	[7]	[8]=[7]/[3]	[9]=[8]x[6]x2	[10]=[3]-[9]	[11]=2x[10]
1	Kuta Alam	57970	43173	85,96	37114	27266	0,470	34912	8261	16522
2	Syah Kuala	41776	33174	82,48	27362	19231	0,460	25192	7982	15964

No.	Mahalle	D (kişi)	Pmin toplum taşıma aracı (kişi)	N (araç)	Açıklama $N \geq R(R=20) \rightarrow$ nitelikli	Pmin küçük otobüs (kişi)	N (araç)	Açıklama $N \geq R(R=20) \rightarrow$ nitelikli
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]=[3]/[4]	[6]	[7]	[8]=[7]/[3]	[9]=[8]x[6]x2
1	Kuta Alam	16522	250	66	Nitelikli	400	41	Nitelikli
2	Syah Kuala	15964	250	64	Nitelikli	400	40	Nitelikli

Tablo C.6. 2024 yılında hesaplamalarının özetlenmesi

No.	Mahalle	P (kişi)	Pm (kişi)	İsteklilik (%)	Pm" (kişi)	V (araç)	K (araç/kişi)	L (kişi)	M (kişi)	D (kişi)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]=[4]x[5]	[7]	[8]=[7]/[3]	[9]=[8]x[6]x2	[10]=[3]-[9]	[11]=2x[10]
1	Kuta Alam	59095	44104	85,96	37914	27344	0,463	35086	9018	18035
2	Syah Kuala	42588	33869	82,48	27936	19303	0,453	25325	8544	17089

No.	Mahalle	D (kişi)	Pmin toplum taşıma aracı (kişi)	N (araç)	Açıklama $N \geq R(R=20) \rightarrow$ nitelikli	Pmin küçük otobüs (kişi)	N (araç)	Açıklama $N \geq R(R=20) \rightarrow$ nitelikli
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]=[3]/[4]	[6]	[7]	[8]=[7]/[3]	[9]=[8]x[6]x2
1	Kuta Alam	18035	250	72	Nitelikli	400	45	Nitelikli
2	Syah Kuala	17089	250	68	Nitelikli	400	43	Nitelikli

## ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise eğitimini Banda Aceh şehri'nde da tamamladı. SMAN 3 Lisesi'nden mezun oldu. Syiah Kuala Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nü bitirdi. Türk hükümetinden aldığı burs ile Sakarya Üniversitesi'nde İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma bilim dalı'nda yüksek lisans yapmaya başladı.