

# 서울시 전동킥보드 공유서비스 이용행태의 시공간적 특성 분석\*

## Analysis of Spatio-Temporal Characteristics of Usage Patterns for Electric Scooter Sharing Service in Seoul, Korea

권준현\*\* · 이수기\*\*\*

Kweon, Junhyeon · Lee, Sugie

### Abstract

Electric scooters, as a newly emerging dockless micro-mobility option, have rapidly grown in popularity with the expansion of sharing services. Electric scooters have been established as a sustainable mode of transportation, offering various advantages that complement or substitute existing public transit systems. However, concerns regarding safety and management issues persist. While numerous studies have addressed this topic, most have focused on macroscopic factors, such as usage patterns, accidents, and the impact of illegal parking, with limited attention to detailed analyses of usage characteristics. This study aims to analyze the spatiotemporal characteristics of usage patterns for electric scooter sharing services in Seoul, a major city with high micro-mobility adoption. The findings are as follows: First, electric scooters are primarily used for shorter trips compared to other personal mobility devices and can be utilized to secure first-mile and last-mile connectivity. Second, electric scooters are heavily used not only during peak hours but also during late-night hours, with spatial variations in usage patterns. Third, differences in trip characteristics, such as trip duration, distance, and user age, were observed across different areas aside from the frequency of sharing service usage. Fourth, older users benefitted from higher discount rates, while greater discounts were evident during late-night hours. Fifth, in Seoul, electric scooters served as a mode of transportation in areas with low public transit accessibility. These findings provide valuable insights for developing strategies to improve the management and utilization of electric scooters.

**주제어** 전동킥보드, 도크리스, 개인형 이동수단, 공유 모빌리티 서비스, 교통수단

**Keywords** Electric Scooter, Dockless, Personal Mobility, Shared Mobility Service, Transportation Mode

## 1. 연구의 배경 및 목적

도크리스(Dockless) 기반의 전동킥보드 공유서비스는 새롭게 등장 후 기존 교통수단의 수요를 끌어들이며, 빠른 성장세로 시

장을 점유해 가고 있다(Abouelela et al., 2024; Clewlow, 2019). 이는 전동킥보드 공유서비스가 스마트폰을 통한 손쉬운 접근이 가능하며, 사용자가 사용하는 시간 혹은 거리에 따른 요금 지불방식이 승용차에 비해 더욱 지속가능한 교통 옵션으로 작

\* 이 논문은 한국연구재단의 지원(RS-2024-00415360)을 받아 수행된 연구임.

\*\* Master-doctoral Integrated Program Student in the Department of Urban Planning and Engineering at Hanyang University (First Author: legojun98@hanyang.ac.kr)

\*\*\* Professor in the Department of Urban Planning and Engineering at Hanyang University (Corresponding Author: sugielee@hanyang.ac.kr)

용할 수 있기 때문이다(Shaheen et al., 2016; Tirachini, 2020). 더 나아가 도크리스는 시간과 공간의 제약 없이 자유로운 주정차가 가능하게 하며, 최종적으로 도시 내 이동성 및 접근성에 대한 공간 재분배를 가능하게 하는 특징으로, 이에 기반한 전동킵보드의 활용 가능성이 주목받고 있기 때문에 판단된다(Ruhrort, 2020; 안다운 외, 2021; 홍지영 외, 2022). 구체적으로, 전동킵보드는 개인형 이동수단(Personal Mobility, PM)으로, 라스트마일 모빌리티(Last-mile Mobility)의 역할을 하며 차량 및 대중교통의 보완, 혹은 대체 수단, 그리고 친환경 수단으로 활용될 수 있다(이수일 외, 2017; James et al., 2019). 이러한 맥락에서, 한국을 비롯한 전 세계 다양한 도시에서 전동킵보드의 공급 및 이용이 계속해서 증가하는 추세이다.

그러나 이와 더불어 전동킵보드로 인한 다양한 문제점 또한 제시되고 있다. 특히 전동킵보드 공유서비스의 주 이용층인 밀레니얼 세대를 중심으로 전동킵보드 사고와 부상이 증가하고 있어 이용자의 이용행태 및 안전에 대한 염려가 심화되고 있다(Aizpuru et al., 2019; Mitchell et al., 2019). 또한 도크리스에 기인한 전동킵보드 무단 주정차로 보행자 안전, 도로 방해, 통행 관리 등 전동킵보드 비이용자에게 피해를 주는 문제들이 발생하고 있다(Fang et al., 2018; James et al., 2019; 권준현·이수기, 2024). 따라서 이를 해결하고 예방하여, 도크리스 전동킵보드 공유서비스의 이점을 극대화하고, 전동킵보드가 향후 하나의 장기적인 교통수단으로 자리 잡을 수 있도록 하는 것이 필요하다. 이를 위해 전동킵보드 통행의 특성 및 공유서비스 이용자 특성을 파악해야 할 필요가 있으며, 이에 기반하여 구체적인 문제를 도출하고, 그 발생 원인과 해결방안을 세세하게 제시해야 할 필요가 있다.

이와 관련하여 국내외 다수 연구가 진행되었다. 우선, 해외에서는 전동킵보드 이용자의 보호구 착용 여부 검토, 도크리스 주정차 밀집 지역에 따른 주차 공간 유형 디자인, 전동킵보드 이용 시간 패턴에 따른 평균 주행 속도 패턴 도출 등 다양한 연구가 진행되었고, 안전한 전동킵보드 이용 환경 조성의 필요성을 시사하였다(Allem and Majmundar, 2018; Almannaa et al., 2021; Hui et al., 2022). 국내의 경우 전동킵보드 이용 확산 및 사고 위험 증가 대응을 위한 법적 쟁점을 정리하거나 설문조사에 기반하여 향후 안전한 전동킵보드 이용환경 조성을 위한 필요사항을 도출한 연구가 진행되었다(유주선, 2021; 조항훈 외, 2021). 이러한 기존 연구는 다양한 관점에서 전동킵보드 이용행태에 대해 분석하고 주요한 결과를 도출하였지만, 실제 세계에서 발생하는 전동킵보드 통행의 시간적·공간적 특성을 구체적으로 반영하지 못했다는 한계가 존재한다. 특히, 서울특별시와 같이 고밀도 대중교통 인프라가 존재하는 대도시 규모에 대한 실증 분석은 부족한 실정이다.

이러한 맥락에서 본 연구에서는 국내 최대 규모 전동킵보드 공유서비스의 실제 통행 기록 데이터를 활용하여 서울특별시 내 공

유 전동킵보드 공유서비스 이용행태의 시공간적 특성을 분석하고자 한다. 구체적으로 통행 횟수뿐 아니라 통행시간, 통행 거리, 주행모드 및 할인금액 수혜율 등 전동킵보드 공유서비스를 통해 발생한 실제 전동킵보드 이용행태를 요일 및 시간대, 자치구 별로 도출하고, 비교하는 것을 목적으로 한다. 더 나아가 서울특별시 내 전동킵보드의 다른 이동수단 대체 가능성을 검증하기 위해 전동킵보드 통행의 출도착지점을 기준으로 다른 이동수단과의 접근성 특성을 분석하고자 한다. 최종적으로 분석된 특성을 기반으로 서울특별시 내 전동킵보드 이용행태 특징을 도출하고, 향후 전동킵보드 공유서비스의 지속적 운영 및 관리 등을 위한 시사점을 제시하고자 한다.

## II. 관련 선행연구

### 1. 도크리스 마이크로 모빌리티

도크리스는 단어 그대로, 물체의 위치가 고정된 도크(Dock)가 없는 것을 의미하며, 이는 자전거 및 킵보드와 같은 마이크로 모빌리티의 높은 유연성과 낮은 의존성 확보해 개인의 이동성 및 접근성 향상에 기여할 수 있다(Liu and Miller, 2022; Sun et al., 2018). 특히 스마트폰 기반의 공유서비스와 결합해 편리한 이용과 서비스 개선이 손쉽게 가능하며, 소유가 아닌 사용의 관점에서 새로운 교통수단으로 주목받고 있다(명모희 외, 2016; KISO, 2019). 이러한 특징을 바탕으로 2017년 전후로 중국과 미국에서 도크리스 형식의 공유 자전거 서비스가 급격히 성장하였으며, 2017년 이후로는 전동킵보드가 새로운 마이크로 모빌리티 수단으로 시장에 도입되었다(Zou et al., 2020). 도크리스 형식의 모빌리티 수단은 기존 도크 형식의 모빌리티 수단과 다른 이용특성을 보일 것으로 기대되었으며, 이에 따라 두 수단의 비교를 진행한 연구가 다수 진행되었다. 구체적으로 도크 기반의 공유자전거는 더 적은 비용의 지불을 위해, 도크리스 기반의 공유자전거는 통행의 유연성을 확보하기 위해 사용될 수 있다(Chen et al., 2020). 특히 도크리스 공유서비스는 이용 시간 및 거리에 따라 요금을 부과하는 방식으로 운영되는데, 이에 따라 기존의 도크 형식 공유서비스와는 교육수준 및 소득 수준에 따라 이용 및 접근 형평성에 차이가 나타날 수 있다(Shaheen et al., 2016; Mooney et al., 2019). 이러한 도크리스 자전거 공유서비스의 주요 이용 지역은 군집을 이루며, 오전 첨두시간의 경우 지하철 노선의 분포를 따라 주요 군집이 형성되는 것으로 나타났다(Song et al., 2021). 즉, 통근 통행을 위한 대중교통 이용 전후 수단으로 활용될 수 있으며, 이에 따라 기존 대중교통 인프라의 수요에 영향을 미칠 수 있는 것으로 판단된다. 즉, 자전거 공유 시스템과 같은 도크리스 마이크로 모빌리티는 택시, 지하철, 버스 등에 대한 수요를 일부 대체하는 모빌리티 수단으로 작동한다

(Campbell et al., 2016). 이러한 도크리스 모빌리티 공유 시스템은 비용 및 지리적 장벽을 낮추며 수단 접근성을 확보할 수 있는 기회를 제공한다. 하지만 동시에 안전, 주차 및 통행 관리 등의 문제도 유발한다(James et al., 2019; Hauf and Douma, 2019). 이는 전동킴보드 이용자뿐 아니라 비이용자에게도 큰 불편을 초래할 수 있어 지속적인 관리와 예방이 필요하다.

## 2. 전동킴보드 공유서비스

전동킴보드는 도크리스 마이크로 모빌리티의 대표적인 수단으로, 급속한 성장 추세를 보이고 있다. 특히, 전동킴보드는 먼저 등장한 도크리스 공유자전거와 다른 패턴으로 도시 내 공간을 점유하고 있다. 미국의 경우, Lime이 2017년 처음으로 캘리포니아에서 공유 전동킴보드 공유서비스를 시작하였으며, 국내의 경우 Kickgoing이 2018년 서울에서 서비스를 시작하였다(Asbouelela et al., 2023; 안다운 외, 2021). 전동킴보드는 공유서비스에 힘입어 크게 성장하였으며, 미국 내 11개 주요 도시 시민들 7,000명을 대상으로 한 설문에서 전동킴보드의 지지율이 70% 이상인 것으로 나타났다(Clewlow, 2019). 특히, 시카고에서는 전동킴보드가 0.5~2마일 사이의 통행에서 자동차의 대안으로 활용될 수 있으며, 주차가 제한 곳에서의 전동킴보드 이용률이 75% 증가할 수 있는 것으로 도출되었다. 더 나아가 대중교통이나 도로로 갈 수 있는 고용 기회 수에 비해 30분 내 거리에서 접근가능한 일자리를 16% 이상 증가시킬 수 있는 것으로 나타났다. 이는 전동킴보드가 자동차 사용을 줄이며 대중교통 수단을 보완할 수 있는 잠재적 수단으로, 최종적으로 이동성의 격차를 메우고 자동차 소유를 줄이는데 기여할 수 있음을 시사한다(Smith and Schwieterman, 2018).

특히 통행의 최후 목적지가 상업시설 혹은 여가시설일 경우, 라스트마일 통행을 위해 전동킴보드가 활용될 수 있다(Espinoza et al., 2019). 또한 대학가의 경우 전동킴보드 통행의 주요 도착 지점 역할을 하며, 인구 밀도와 교육 수준이 높은 곳, 환승역이 존재하는 곳 등에서 더 많은 통행이 발생할 수 있다(Bai and Jiao, 2020). 이는 전동킴보드의 주요 이용 연령대가 젊은 층일 수 있음을 시사하며, 젊은 연령대의 이용자들이 공유서비스 수익 전체의 40%를 차지한다는 연구 결과의 맥락과도 일치한다(Degele et al., 2018). 이는 서울특별시를 대상으로 진행된 국내 연구 결과의 맥락과도 일치한다(김수재 외, 2021). 해당 연구에서는 서울시 내 전동킴보드 이용 영향요인을 분석하였으며, 이용 수요와 양(+)의 관계를 갖는 요인으로 10~30대 인구수, 지하철 및 버스 및 근린생활시설, 업무시설, 교육시설의 연면적 등이 도출되었다. 더 나아가 지하철역, 대학교, 쇼핑몰 등이 전동킴보드 통행의 유발시설로 도출되었다.

종합하자면 전동킴보드 통행은 하나의 교통 옵션으로, 개인의

대중교통 접근성을 높이고 단거리 통행을 위한 수단으로 작용한다(Liu and Miller, 2022; 안다운 외, 2021). 이는 기존의 자전거 통행과 다른 패턴을 보일 수 있는데, 구체적으로 전동킴보드 통행은 자전거 통행보다 시공간적으로 더 큰 유사성을 지니며, 통근 통행에 이용되는 패턴이 적게 나타날 수 있다(McKenzie, 2019). 또한 전동킴보드 공유서비스의 경우 자전거 공유서비스에 비해 여성 및 저소득층에게 더 많이 이용될 수 있다(Clewlow, 2019). 특히, 전동킴보드는 이용 목적에 따라 이용 빈도 및 공간, 주행 속도에서 차이가 발생하며, 이용행태의 차이도 발생할 수 있다(조항훈 외, 2021).

## 3. 연구의 차별성

종합하자면, 도크리스 기반의 전동킴보드는 기존의 도크 기반 자전거 공유 시스템의 이용행태와 차이를 보일 수 있으며, 통행 목적 및 비용에 따라 그 차이가 발생할 수 있다(McKenzie, 2019). 그러나 전동킴보드의 이용행태를 분석한 기존 연구들에서는 단기간, 일부 지역에 걸친 통행 데이터만을 활용하였으며, 전동킴보드의 이용량만을 고려하여 건조환경의 영향요인만을 주로 분석하였다. 즉, 통행 및 이용에 대한 시간대별 및 공간 단위별 이용행태의 차이를 구체적으로 고려하지 못했다. 이러한 맥락에서 본 연구는 실제 전동킴보드 통행자료를 활용하여 서울특별시 내 전동킴보드 공유서비스의 이용행태를 분석하고자 한다. 구체적으로 통행 수, 통행시간, 거리, 비용 등 다양한 통행 특성에 대해 시간대 및 지역별 패턴의 차이를 도출하고자 한다. 더 나아가 전동킴보드 통행과 다른 이동수단과의 연계성을 분석하고, 이에 따른 시사점을 제시하고자 한다.

## III. 분석 방법론

### 1. 분석 자료

본 연구에서는 ㈜더스윙에서 운영 중인 전동킴보드 공유서비스인 스윙의 자료를 활용하였다. 스윙은 2019년 국내 서비스를 시작하며, 2023년 기준 약 9만 대 이상의 전동킴보드, 전기자전거, 전기스쿠터를 운영 중이다. 이는 공유킴보드 국내 시장의 30% 이상을 차지하며, 국내 공유모빌리티 서비스 중 최대 규모이다. 단일 주행 원자로는 <표 1>과 같이 구성되며, 통행 고유 ID와 매칭되는 별도의 json 파일을 통해 <그림 1>과 같이 10초마다 기록된 상세 경로를 확인할 수 있다.

분석의 공간적 범위는 서울시로, 통행 출발 및 도착 지점이 모두 서울시 내부인 통행만을 분석에 활용하였다. 시간적 범위는 요일별 기온 편차가 상대적으로 적은 2023년 4월~9월로 설정하였으며, 공휴일 및 시간당 강수량이 30mm를 초과하는 날씨는

표 1. 전동키토드 통행 원자료 예시

Table 1. Example of electric scooter trip raw data

Columns	Description	Sample data
ride_id	Unique ID	clg08wti5hc***
startat	Start time	2023-04-03 12:02:11
endat	End time	2023-04-03 12:10:40
user_id	User identifier	clfnujrvok***
vehicletype	Vehicle type	SCOOTER
smodel	Model type	S9
birth	Birth of user	2004.0
mode	Trip mode	SCOOTER_TUB
bill_amt	Total fare	2210
disc_amt	Discounted fare	1450
pg_amt	Paid fare	760
cpn_nm	Discount coupon	5분 할인 쿠폰
pass_nm	Ticket usage	NaN

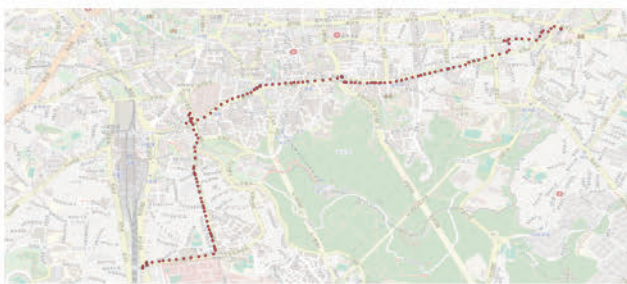


그림 1. 전동키토드 주행 기록 데이터 예시

Figure 1. Example of electric scooter trip routes

범위에서 제외하였다. 이후 선행연구를 참고하여 <표 2>와 같이 통행 이상치를 제거하였다(McKenzie, 2019; Zou et al., 2020; Hosseinzadeh et al., 2021). 최종적으로 532,759건(원자료의 13.89%)의 통행을 제거 후, 총 3,302,567건의 통행을 분석에 활용하였다. (주)터스윙에서 운영하는 전동키토드 개수는 서울시에 등록된 전동키토드의 약 33%를 차지하며, 이에 따라 서울시를 중심으로 전동키토드 이용행태의 시공간적 특성 분석을 위한 대표성을 충분히 가질 것으로 판단하였다(서울특별시, 2023).

## 2. 분석 변수

본 연구는 전동키토드 이용행태의 차이를 시공간적으로 분석하는 것을 목표로 하며, 이를 위해 원자료에 기반한 전동키토드 이용행태 특성을 <표 3>과 같이 정리하여 활용하였다.

우선, 통행 수의 경우 단위별로 집계되는 통행 수를 활용하였으며, 통행시간은 통행 종료와 시작 간의 차이를 분 단위로 계산하여 활용하였다. 이동 거리와 우회비는 통행 별 상세 경로를 기반으로 각각 실제 이동거리를 계산한 값과 이를 Origin(O)과

표 2. 분석에서 제외된 전동키토드 통행 이상치

Table 2. Outlier electric scooter trips from the analysis

Type	Criterion	Obs.
Age	Under 16	5,645
	Over 80	1,938
Moved distance	Under 100 m	117,657
	Over 10 km	703
Detoured ratio	Over 3	145,078
Average speed	Over 25 km/h	118,360
Time	Under 1 minute	93,169
	Over 1 hour	5,324
Date	Public holidays (6 days)	88,292
	Rainy days (11 days)	74,142
<b>Number of outliers</b>		<b>532,759</b>
<b>Total observations (without duplicates)</b>		<b>3,302,567</b>

표 3. 전동키토드 이용행태 특성

Table 3. Characteristics of electric scooter usage patterns

Characteristics	Description
Trips	Number of usage
Time	Trip duration (min)
Moved distance	Moved distance based on trip routes (m)
Detoured ratio	Ratio of moved distance to OD distance (%)
Age group	Age groups of user (20s, 30s, etc.)
Discounted ratio	Ratio of discounted fare to total fare (%)
Average speed	Avg. speed on trip routes (km/h)
Mode	ECO, STD, TUB (Speed limits are 15 km/h, 20 km/h, 25 km/h for each)

Destination(D) 지점 간의 직선 최단거리와 비교한 값을 활용하였다. 다음으로, 연령대는 이용자 수가 가장 많은 20대와 30대 및 기타 연령대로 구분하였다. 마지막으로 할인 수혜율은 공유서비스 이용에 대해 전체 금액 대비 할인받은 금액의 비율이며, 주행 모드는 사람들이 실제 공유서비스 이용 시 설정한 구분을 그대로 활용하였다.

구체적으로 이용행태 특성의 차이를 도출하고자, 각 특성을 1시간 단위로 집계하여 요일별 또는 주중·주말의 차이에 대해 비교하였다. 또한 자치구 단위로 통행 발생지를 집계하여, 지역별 특성을 진행하였다. 모든 분석은 Python을 활용하였으며, 분석 결과는 요일별 기술 분석과 <표 1>의 특성들에 대한 시간대별 분석과 자치구별 분석 결과를 포함한다. 더 나아가 각 통행의 OD 지점과 지하철역, 버스정류장 및 공공자전거 거치소 등 다른 이동수단 이용지점까지의 거리를 자치구별로 분석하여, 타 이동수단과의 연계성 특성을 분석하였다.

## IV. 분석결과

### 1. 기술 분석

이상치를 제외한 2023년 4월~9월 서울시 내 전동키토드 통행 3,302,567건에 대한 기초통계 분석 결과는 <표 4>와 같다.<sup>1)</sup> 우선 전동키토드 통행 수의 경우 평균적으로 평일이 주말보다 많은 것으로 나타났으며, 평일 간의 차이는 미세하나 금요일의 통행 횟수가 평균적으로는 가장 많은 것으로 나타났다. 종합할 때, 서울시 내에서 2만 건 내외의 전동키토드 통행이 발생하는 것으로 볼 수 있다. 통행시간의 경우 평일은 약 5분 15초 내외, 주말은 5분 38초 내외로, 상대적으로 주말에 더 긴 통행이 발생하는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 이동거리 및 이용금액을 통해서도 확인할 수 있다. 평균 이동거리는 평일 약 1,010m, 주말 1,070m 내외로 평일보다 주말의 평균 이동거리가 더 큰 것으로 나타났다.

또한 이용금액에 대해서도 평일 약 2,246원, 주말 2,653원으로 나타났다. 반면, 우회비는 요일 구분에 따른 차이가 크지 않았으며, 전체적으로 1.32로 수렴하는 것으로 나타났다. 즉, 전동키토드 통행에서 직선 경로 대비 우회하는 정도는 거리 및 시간 등과는 무관한 것으로 판단된다. 전동키토드 통행의 평균 속도 및 나이의 경우 각각 약 13.5km/h, 약 29세로, 요일별 편차가 크지 않은 것으로 나타났다. 마지막으로 주행모드의 경우, ECO, STD, TUB 모드의 비율이 각각 약 5.3%, 48.7%, 46.0%로 나타났다. 각 주행모드는 키토드의 주행 속도를 15km/h, 20km/h, 25km/h로 제한하며, 이에 따라 이용금액을 차등 적용한다. 요일에 따른 주행모드 이용 비율의 차이는 크게 나타나지 않았으며, 특히, 안전 및 비용 경감을 위해 설정된 ECO 모드의 경우 모든 요일에 대해 사용량이 적은 것으로 나타났다. 즉, 해당 모드의 효과는 미미한 것으로 판단된다.

표 4. 서울특별시내 전동키토드 통행의 일별 기술 분석

Table 4. Descriptive analysis of basic characteristics for electric scooter trips by date

		Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
Trips	Avg.	20,348	19,642	20,976	21,641	22,747	18,543	16,280
	Std.	5,032	5,593	5,160	5,363	5,333	4,701	3,655
	Min	11,914	10,973	10,357	9,162	11,140	9,095	9,681
	Median	21,972	22,726	23,107	23,465	25,008	20,000	17,052
	Max	28,667	27,456	27,088	28,111	29,579	24,816	22,141
Time (min)	Avg.	313.61	311.08	314.82	315.87	321.08	337.59	338.57
	Std.	259.87	254.18	259.25	258.68	264.99	284.15	289.40
	Median	243	242	244	245	248	259	258
Moved distance (m)	Avg.	1,002.14	996.52	1,007.24	1,011.38	1,016.98	1,063.93	1,078.01
	Std.	822.69	798.76	816.97	820.11	830.69	891.24	917.09
	Median	784.44	784.23	788.26	793.06	793.94	821.34	831.75
	Max	20,001.70	18,305.29	18,244.77	17,869.83	19,001.65	17,970.89	17,383.02
Detoured ratio (%)	Avg.	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.33	1.34
	Std.	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.30	0.30
	Median	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.26	1.26
Total fare (won)	Avg.	2,252.33	2,206.15	2,214.54	2,258.18	2,296.61	2,654.69	2,652.00
	Std.	1,062.27	1,052.73	1,064.33	1,063.90	1,085.64	1,158.47	1,200.73
	Median	2,000	1,980	1,980	2,000	2,000	2,400	2,400
Average speed (km/h)	Avg.	13.46	13.54	13.53	13.51	13.38	13.22	13.40
	Std.	3.81	4.09	3.80	3.80	4.06	4.19	3.95
	Median	13.58	13.66	13.66	13.63	13.49	13.34	13.55
Age	Avg.	28.66	29.10	29.08	29.16	29.16	29.11	28.66
Mode (Ratio for each mode)	ECO	5.23	5.18	5.14	5.37	5.17	5.28	5.56
	STD	48.21	48.66	48.53	48.88	48.86	48.75	48.06
	TUB	46.46	46.07	46.24	45.66	45.87	45.84	46.24

## 2. 시간대 및 연령별 이용 특성

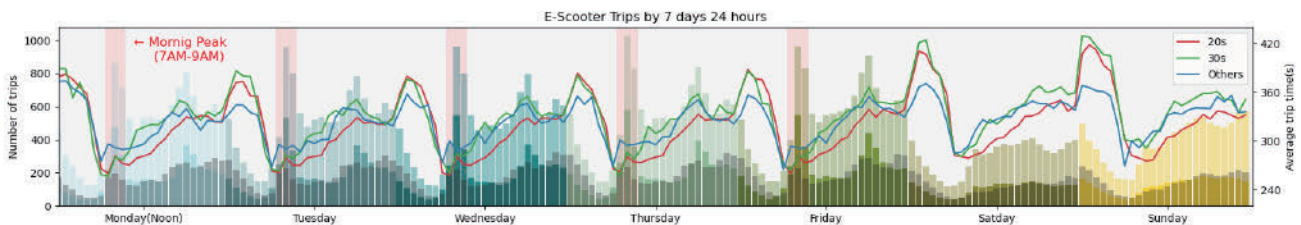
전동키토드 이용행태는 요일 및 시간대에 따라 다르게 나타날 수 있다. 또한 연령대에 따라 그 특징이 다르게 나타날 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 일주일을 시간으로 환산한 168시간에 대해 시간대별 발생한 전동키토드의 특징을 집계하여 분석하였다. 연령대 구분은 20대와 30대, 그 외(15~19세 및 40세~79세)로 구분하였다. 이는 전체 데이터에 대해 20대와 30대의 이용 비율이 각각 57.25%(1,915,401건), 21.54%(720,759건)로 가장 높기 때문이며, 이를 통해 전동키토드의 주 이용층 간의 이용행태 차이를 규명하고자 하였다. 30대 다음으로 이용 비율이 높은 40대와 10대, 50대 이용자는 각각 8.30%, 7.74%, 4.24%로 상대적으로 매우 낮은 것으로 나타났다. 이에 그 외 연령대로 병합하였다. 시간대 및 연령별 이용 특성에 대한 분석 결과는 <그림 2>와 같다.

### 1) 통행 수 및 평균 통행시간

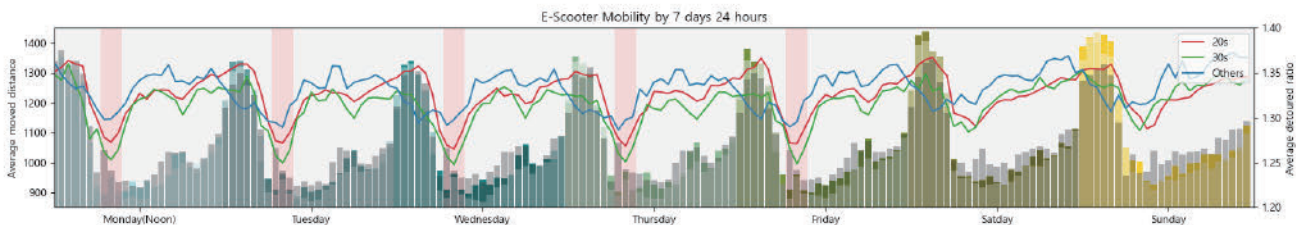
시간대와 연령대를 고려한 전동키토드 통행 수 및 평균 통행시간은 <그림 2(a)>과 같다. 우선 평일과 주말로 구분할 때, 평일간, 혹은 주말 간 유의미한 이용량 차이는 나타나지 않았다. 반면 연령대를 고려할 경우, 이용량의 침두시간에 대한 차이가 나타났다. 20대의 경우 평일 오전 침두시간대(8시)에 가장 높은 통행 수를 보였으며, 이는 오후 침두시간대(18시)의 통행 수보다 높은 것으로 나타났다. 월요일과 금요일의 경우 오전 침두시간대와 오후

침두시간대의 통행 수가 비슷하게 나타났는데, 이는 오전 혹은 오후 통근에 전동키토드를 이용하고자 하는 경향이 요일마다 다를 수 있음을 시사한다. 주말의 경우 새벽 및 오전 시간대(1~8시)를 제외하고는 종일 비슷한 통행 수가 나타났다. 다음으로 30대의 경우 모든 요일에 대해 20대의 이용패턴과 유사하게 나타났다. 20대와 비교할 경우, 통근시간대에는 약 2배, 오후 시간 및 새벽 시간대에서는 3배의 차이가 나타났다. 이는 30대 전동키토드 통행 발생의 주요 시간대가 20대에 비해 침두시간대에 더욱 밀집되어 있으며, 연령대에 따라 전동키토드 이용 수요가 다를 수 있음을 시사한다. 특히 모든 요일 심야 및 새벽 시간대에서 30대의 전동키토드 통행 수가 다른 연령대보다 적은 것으로 나타났다. 이에 30대의 전동키토드 이용은 침두시간에 수요가 큰 것으로 판단된다. 기타 연령대의 경우 침두시간보다 심야시간대 통행 수가 가장 많은 것으로 나타났으며, 오전 침두를 지나 심야시간대까지 시간의 흐름에 따라 통행 수가 조금씩 증가하는 패턴이 나타났다. 이는 침두시간 외 특정 시간대 특정 연령의 전동키토드 수요가 존재함을 의미한다.

다음으로 전동키토드 평균 통행시간의 경우 모든 연령대에 대해 오전 침두시간대에는 짧게, 새벽 시간대(1~5시)에는 길게 나타났다. 또한 오후 침두시간대에는 새벽 시간대를 제외한 다른 시간대보다 상대적으로 길게 나타났다. 이는 오전 침두와 달리 오후 침두시간대에 전동키토드 통행 특성이 다르게 나타날 수 있으며, 출퇴근에 따라 전동키토드 이용환경 및 경로선택에 차이가



(a) 요일 및 시간대에 따른 연령대별 통행 수(막대) 및 평균 통행시간(선)  
(a) Trip count by age group (bar graph) and average travel time (line graph) by day of week and time of day



(b) 요일 및 시간대에 따른 연령대별 평균 이동거리(막대그래프) 및 우회비(선그래프)  
(b) Average travel distance by age group (bar graph) and detour ratio (line graph) by day of week and time of day



그림 2. 요일 및 시간대에 따른 전동키토드 주행 특성

Figure 2. Characteristics of electric scooter usage by date and time

Note: X축은 좌측부터 순서대로 월요일부터 일요일까지의 0~23시를 의미하며, Y축은 각 그래프에 따른 지표로, 막대그래프는 좌측, 선그래프는 우측에 범주를 표시함. The X-axis shows hourly data (0-23 hours) for each day of the week, sequentially from Monday to Sunday (left to right). The Y-axis represents different metrics for each graph: bar charts refer to the left axis scale, while line charts refer to the right axis scale.

있기 때문으로 판단된다. 20대 및 30대의 경우 다른 연령대에 비해 심야 시간 통행시간이 30초에서 70초 정도 더 긴 것으로 나타났는데, 이는 해당 시간 전동킴보드를 통한 통행수단 대체 의사와 비용지불 의사가 다른 연령대보다 높기 때문으로 판단된다.

**2) 평균 이동 거리 및 직선 경로 대비 우회비**

다음으로 평균 이동 거리와 출도착지점 간의 직선 경로 대비 실제 이동 거리(우회비) 분석 결과는 <그림 2(b)>와 같다. 우선 이동 거리의 경우, 모든 연령대가 모든 요일, 심야~새벽 시간대에 가장 길게 통행하는 것으로 나타났다. 반면 오전 첨두시간의 경우 가장 짧은 이동 거리가 나타났으며, 오후 첨두시간의 경우 앞선 통행시간 분석과 같이 오전 첨두보다 더 긴 거리의 통행이 발생하는 것으로 나타났다. 이는 전동킴보드 통행 특성 중 이동 거리의 경우 요일이나 연령대보다는 시간대의 영향이 큼을 시사한다. 특히, 20대의 경우 다른 연령대와 이동 거리가 평균적으로 유사한 것으로 나타났는데, 앞선 분석에서 심야시간을 제외한 시간대에서 다른 연령대보다 평균 통행시간이 짧은 것을 볼 때, 20대가 전동킴보드를 빠른 속도의 단거리 통행에 활용하는 특성이 두드러지는 것으로 판단된다. 또한 새벽 시간대를 제외한 나머지 시간대 대부분에서 기타 연령대의 통행 거리가 다른 연령대보다 높게 나타났다. 이는 심야시간 외 20대와 30대가 단거리 전동킴보드 통행 정도가 더 크며, 심야시간의 경우 장거리 전동킴보드 통행 빈도가 큼을 시사한다. 이는 통행시간 분석의 결과와도 일치하는 패턴이다. 반면, 기타 연령대는 평일 오전(7시) 및 오후(3~4시), 타 연령대보다 최대 150m 이상의 평균 이동 거리가 나타났다. 이는 특정 시간대 기타 연령대의 전동킴보드 점유율이 높을 수 있으며, 연령 및 시간대별 전동킴보드 이용 패턴의 명확한 차이가 존재함을 시사한다.

우회비의 경우 모든 요일에 대해 비슷한 패턴이 도출되었다. 특히, 모든 연령대의 우회비가 오전 첨두시간대에 가장 짧은 것으로 나타났는데, 이는 통근시간 다른 수단을 대체하며 단거리를 이동하기 위한 전동킴보드 활용 패턴에 기인한 것으로 판단된다. 반면 오후 첨두시간대에는 오전에 비해 우회비가 더 큰 것으로 나타났는데, 이는 앞선 통행시간 분석의 결과와 같이 출근과 퇴근에 따라 전동킴보드 경로선택에 차이가 있기 때문으로 판단된다. 첨두시간을 제외한 오전~오후 시간의 경우 모든 연령대의 우회비가 비슷한 수준으로 나타났으나 기타 연령대의 우회비가 가장 큰 것으로 나타났다. 이는 이동 거리와 마찬가지로, 특정 시간대 기타 연령대의 점유율이 높을 수 있음을 시사한다. 또한 모든 연령대의 오전 첨두시간 우회비가 낮은 것에 비해, 다른 시간대에 우회비가 높은 경우는 비통근 시간대 최단 이동이 필요하지 않은 기타 목적을 위해 전동킴보드가 사용될 수 있음을 시사한다. 반면 심야 및 새벽 시간대의 경우 20대의 우회비는 가장 높게, 30대의 우회비는 오후와 비슷하게, 기타 연령대의 우회비는 가장 낮

게 나타났다. 이는 20대의 경우 대중교통 등 다른 노선을 대체하거나, 오락을 목적으로 한 통행이 야간에 발생할 수 있기 때문이며, 기타 연령대의 경우 통행 경로 혹은 주행에 대한 미숙함 때문으로 판단되나, 추후 구체적인 인과를 분석해야 할 필요가 있다.

**3) 평균 할인 수혜율**

할인 수혜율의 경우 전체 이용금액 대비 할인받은 금액의 비율로, 연령대 혹은 시간대에 따라 전체 통행 중 할인받은 통행의 비율과 해당 통행들의 평균 할인 수혜율을 계산하였다. 구체적으로, 공유서비스의 누적 사용에 의한 리워드 포인트를 사용한 지불금액 차등이나, 직원 할인 등의 경우는 제외 후, 할인 유형이 포함된 1,038,545건(전체 통행 중 31.45%)의 할인 받은 통행을 분석에 포함하였다. 할인받은 통행들의 평균 할인 수혜율은 전체 이용금액의 55.15%인 약 1,218원(표준편차 3.28)으로 나타났다.

우선, 전체 통행 중 할인받은 통행의 시간대별 평균은 30.87%(표준편차 2.01), 할인 수혜율은 55.75%(표준편차 3.28) 시간대별 큰 차이가 나타나지 않았다. 반면 연령대별로 구분할 경우, 할인 통행 비율의 평균은 33.32%(표준편차 3.40), 평균 할인 수혜율은 57.39%(표준편차 5.86)로 상대적으로 높은 편차가 나타났다. 특히, 40대~60대에 대해 상대적으로 할인 받은 통행 비율과 할인 수혜율이 높게 나타났다. 이는 특정 연령대의 이용자 수요 확보를 위해 할인과 같은 대책을 제안할 수 있음을 시사하며, 이를 통해 특정 연령대의 대체 이동수단에 대한 기회를 제공할 수 있을 것으로 판단된다. 연령대별 평균 할인 수혜율의 경우 <표 5>와 같다.

추가적으로, 할인 유형을 마케팅, 대학생(대학교 제휴), 파트너십 할인(광고 및 파트너사), 고객 서비스(CX 고객응대) 네 가지 유형으로 구분하였을 때의 평균 할인율 및 금액은 <표 6>과 같다.<sup>2)</sup> 우선, 할인 통행 중 약 82%가 '회원가입 쿠폰', '친구초대 보상', '면허인증 이벤트' 등 마케팅에 관련된 할인 혜택을 받았으며, 전체 요금 중 약 58%에 해당하는 금액을 할인받았다. 대학생 할인

**표 5. 연령대별 평균 할인 수혜율**  
Table 5. Average discounted ratio by ages

Ages	Avg. discounted price % (won)	% of discounted trips from total	Max. of discounted
10s	51.87 (1,150)	28.86	14,400
20s	53.27 (1,148)	29.32	11,570
30s	57.50 (1,243)	31.14	17,180
40s	58.65 (1,359)	37.12	15,000
50s	60.89 (1,460)	41.39	18,830
60s	61.84 (1,498)	40.43	9,260
70s	57.68 (1,387)	24.99	4,031
Mean	57.39 (1,321)	33.32	12,895

표 6. 할인유형별 평균 할인 수혜율

Table 6. Average discounted ratio by discount types

Type	Obs. (%)	Avg. discounted price % (won)	Max. of discounted
Marketing	846,285	57.76 (1,269)	15,000
Student	127,568	32.59 (685)	6,102
Partnership	59,495	62.60 (1,517)	18,830
CX	1,082	91.38 (2,239)	5,448
Total	1,038,545	55.15 (1,218)	18,830

의 경우 전체 할인 통행 중, 약 12%로, 이용금액의 약 33% 정도를 할인받는 것으로 나타났다. 다음으로 파트너십과 고객 서비스의 경우 다른 할인 유형 대비 평균 할인 수혜율이 높으나, 전체 중 차지하는 비율이 매우 낮으며, 일부 고객에 한정된 것으로 판단된다.

### 3. 자치구별 이용 특성

전동킥보드 이용 특성은 지역에 따라 다를 수 있으며, 이를 고려하기 위해 자치구별 이용 특성의 차이를 분석하였다. 자치구는 통행 출발지점을 기준으로 집계하였으며, 일평균 통행 수가 100회 미만인 강동구와 은평구는 분석 결과에서 제외하였다. 자치구별 평균 할인 수혜율의 경우, 전체 통행 중 할인 통행의 비율 평균은 28.95%(표준편차 4.05), 평균 할인 수혜율은 55.75%(표준편차 4.21)로 자치구 간 편차가 크지 않아, 세부 분석은 진행하지 않았다.

#### 1) 시간대별 통행 빈도

분석에 활용한 23개 자치구에 대해, 자치구별 시간대에 따른 전동킥보드 통행 빈도는 <그림 3>과 같다. 우선 주중과 주말 모두 특정 자치구에서 전동킥보드 이용이 밀집되며, 주중과 주말 모두

상위 자치구가 동일하게 나타났다. 전반적으로 모든 자치구에서 오전 첨두시간 통행 빈도가 가장 높았으며, 오후 첨두시간, 심야 시간, 그 외 오후 시간순으로 통행 빈도가 높은 것으로 나타났다. 특히 통행 빈도 상위 자치구인 강남구, 서초구, 관악구 등의 경우 새벽시간을 제외한 나머지 시간대 중 최소 통행 빈도가 다른 자치구의 최대 통행 빈도보다 크게 나타났다. 이는 전동킥보드 이용이 일부 자치구에 과다하게 밀집되는 것으로 나타났다. 주말의 경우 주중에 비해 상대적으로 공간적 편차가 적게 나타나는 것으로 확인되었다. 이는 전동킥보드 이용빈도의 편차가 통근 등의 목적뿐만이 아니라 공간적 차이를 통해서도 나타나며, 서울시 내 전동킥보드 이용이 공간적으로 고르지 못함을 시사한다.

반면, 첨두시간 대비 비첨두시간의 통행 빈도가 다른 패턴을 보인 자치구가 나타났는데, 강서구의 경우 주중 오후 시간 이용 빈도가 다른 시간대보다 적게 나타났다. 이와 더불어 성북구의 경우 첨두시간 이용빈도가 오후 및 저녁 시간과 편차가 적으며 새벽을 제외하고 모든 시간대에서 일관된 빈도가 나타났다. 이를 통해 전동킥보드 이용 수요가 높은 시간대를 자치구별로 구분할 수 있다. 특히 주말의 경우, 중랑구, 용산구와 마포구 등 일부 자치구에서는 다른 자치구에 비해 늦은 새벽(4시~5시) 이용빈도가 상대적으로 더욱 두드러지게 나타났다. 이는 수요예측 및 공급에 모든 시간대가 아닌 특정 시간대별 이용빈도 고려가 필요함을 시사한다.

#### 2) 요일별 통행 수 및 평균 통행시간

23개 자치구에 대해 요일별 통행 수 및 평균 통행시간은 <그림 4(a)>와 같다. 통행 수의 경우, 모든 자치구에서 평일보다 주말에 더 적게 나타났으며, 가장 적은 요일은 토요일로 나타났다. 서울시 전체적으로 강남구에서 가장 많은 전동킥보드 통행이 발생하였으며, 관악구, 동대문구, 서초구 등이 그 뒤를 이었다. 이는 시

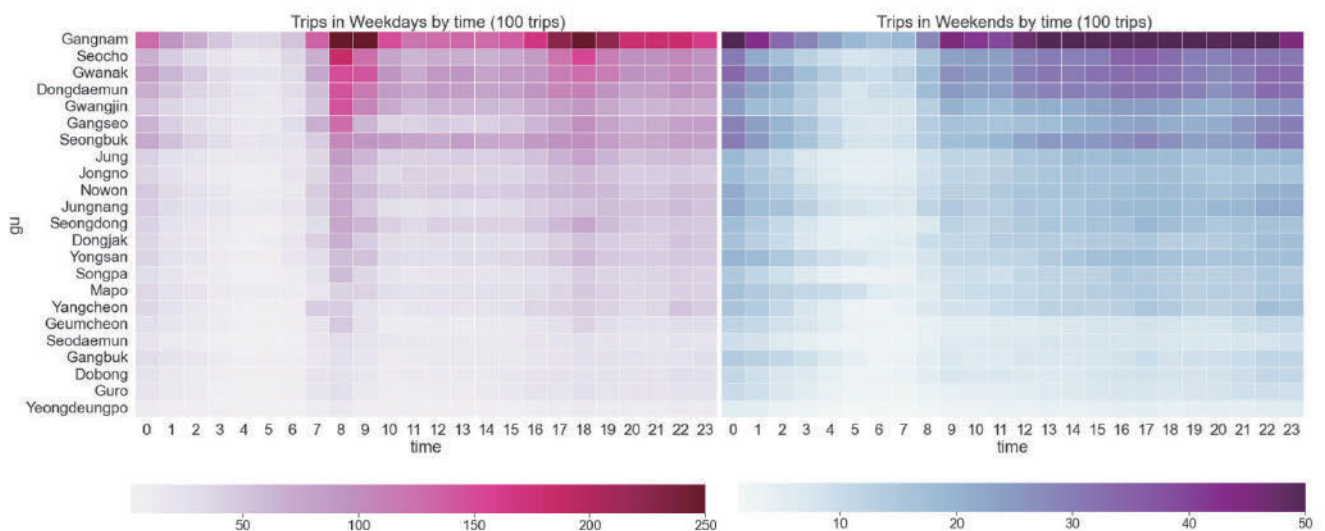
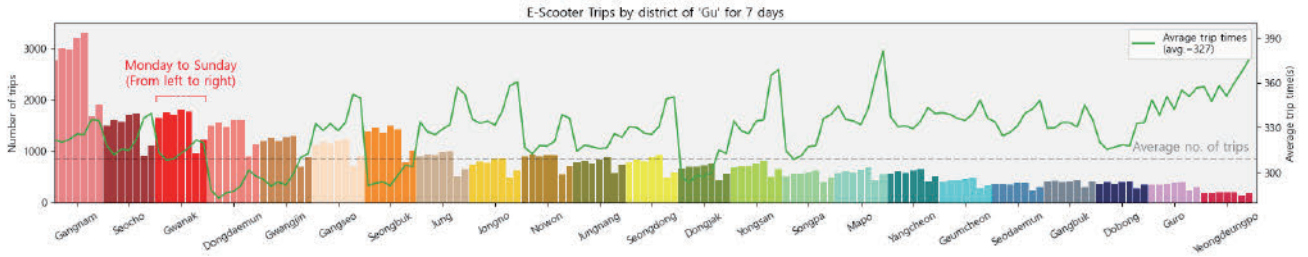
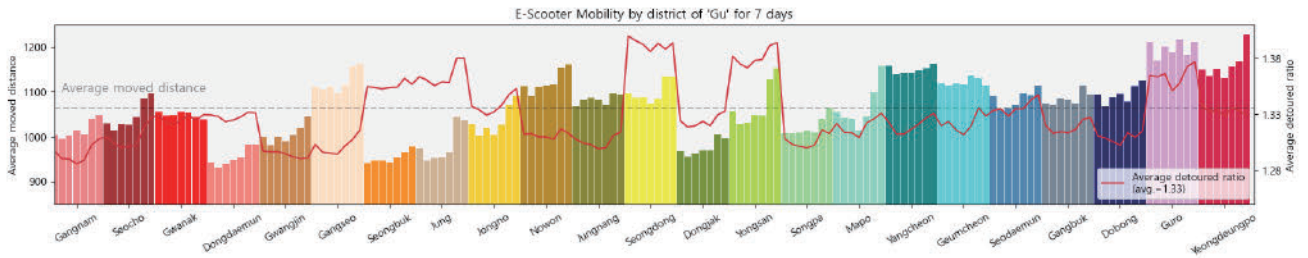


그림 3. 자치구별 시간대에 따른 전동킥보드 이용 빈도  
Figure 3. Frequency of electric scooter usage by district and time of day



(a) 자치구별 요일에 따른 평균 통행 수(막대) 및 통행시간(선)  
 (a) Average number of trips (bar graph) and average travel time by district according to day of week



(b) 자치구별 요일에 따른 평균 통행 거리(막대) 및 직선경로 대비 이동거리(선)  
 (b) Average travel distance (bar graph) and average detoured ratio by district according to day of week

그림 4. 자치구별 요일에 따른 전동킥보드 이용 특성

Figure 4. Characteristics of electric scooter usage by district 'gu' and date

Note: X축은 좌측부터 순서대로 자치구별 월요일부터 일요일까지를 의미하며, Y축은 각 그래프에 따른 지표로, 막대그래프는 좌측, 선그래프는 우측에 범주를 표시함. 자치구 나열은 이용빈도가 높은 순서로, <그림 2>에서의 순서와 같음.

The X-axis shows the days of the week (Monday to Sunday) for each district, arranged sequentially from left to right. The Y-axis represents different metrics for each graph: bar charts refer to the left axis scale, while line charts refer to the right axis scale. Districts are listed in descending order of usage frequency, which is the same as the order shown in Figure 2.

간대별 통행 빈도의 결과와 일치하는 결과로, 네 개 자치구는 모든 요일에 대해 전체 평균보다도 높은 통행 수가 나타났다. 반면 평균 통행시간의 경우 앞선 통행 수와 다른 양상이 나타났다. 이용 수가 상대적으로 적은 자치구에서의 평균 통행시간이 더 길게 나타났으며, 주말의 경우 그 경향이 더욱 크게 나타났다. 특히 구로구, 영등포구 등에서는 통행 수의 전체적으로 낮으나, 평균 통행시간은 높은 것으로 나타났다. 즉, 일부 자치구에서 상대적으로 긴 시간의 전동킥보드 이용패턴이 나타나며, 통행 수가 많은 자치구의 경우 오히려 반대의 패턴이 나타났다. 더 나아가 마포구, 영등포구, 용산구 등은 주말의 평균 통행시간이 주중 대비 급증하였으며, 이는 전동킥보드 장시간 통행의 발생이 주말 일부 자치구에 집중될 수 있음을 시사한다.

### 3) 요일별 평균 이동 거리 및 직선 경로 대비 우회비

다음으로 요일별 평균 이동 거리의 경우 <그림 4(b)>와 같이, 자치구 차이가 크지 않았으며, 대체로 평일보다 주말에 더 긴 거리를 이동하는 것으로 나타났다. 특히, 상대적으로 통행 수가 적은 영등포구, 양천구, 구로구 등에서 평균 이동 거리가 매우 높게 나타났는데, 이는 해당 지역에서 전동킥보드가 특정 거리에 대한 이동 수요를 충족시킬 수 있는 수단으로 활용될 수 있음을 나타낸다. 반면 이용 수가 많은 지역에서는 상대적으로 이동 거리가 짧

은 것으로 나타났다.

우회비의 경우 관악구, 광진구, 성동구, 영등포구를 제외한 모든 자치구에서 주말이 주중보다 미세하게 높은 것으로 나타났다. 이는 대부분의 자치구에서 일관되는 패턴으로, 주말 이용자의 경우 경로선택에 대해 주중보다 최단 직선거리에 대한 고려가 적은 것으로 판단된다. 특히, 성동구, 용산구, 구로구, 영등포구 등 일부 자치구에서는 이용량 대비 평균 우회비가 매우 높게 나타났는데, 이는 해당 지역에서 우회 횟수가 많은 단거리 경로의 이동에 있어 전동킥보드가 선호될 수 있으며, 이를 통해 이동성이 확보할 수 있는 것으로 판단된다. 더 나아가 성북구, 중구 등 평균 통행 거리에 비해 높은 우회비가 나타난 지역에서도 단거리 우회 통행에 대해 전동킥보드가 선호될 수 있을 것으로 판단된다. 다만 이는 이후 자치구별 주행 경로 특성인 경사로, 도로 인프라 등을 고려해, 구체적인 분석이 진행되어야 할 필요가 있다.

### 4) 평균 이용자 연령

자치구별 전동킥보드 이용자 특성을 보다 구체적으로 파악하기 위해, 주중과 주말 평균 이용자 연령과, 상위 10% 연령대의 평균 연령을 도출한 결과는 <그림 5>와 같다. 우선, 전동킥보드 이용자의 평균 연령은 주중과 주말에 따른 차이는 미미하나, 평균 연령이 높을수록 주중 이용자의, 평균 연령이 낮을수록 주말 이

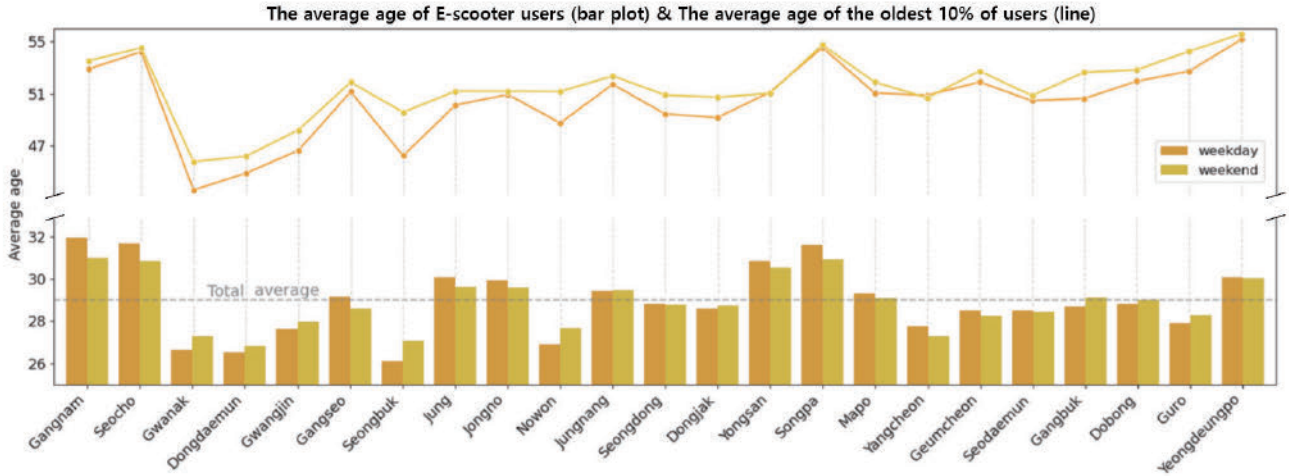


그림 5. 자치구별 주말/주중 구분에 따른 전동킴보드 평균 이용자 연령(막대) 및 상위 10% 이용자 연령 평균(선)  
 Figure 5. Average age of user by 'gu' district and weekday/weekend (bar), and the average age of the top 10% of users (line)

용자의 평균 연령이 미세하게 높게 나타났다. 특히, 다른 자치구에 비해 이용자 평균 연령이 낮게 나타난 관악구, 동대문구 성북구 등은 대학가가 존재하는 곳으로, 대학생 수요로 인해 이용자 연령이 낮게 나타난 것으로 판단된다. 이와 달리 이용 수가 높으면서 이용자 평균 연령이 높은 강남구나 서초구의 경우 직장인 수요가 높은 것으로 판단된다. 강남 외의 CBD인 시청 및 여의도 인근 자치구인 중구와 종로구, 영등포구 또한 모두 평균 이용자 연령이 높게 나타났다. 그 외 대학가는 없으나 상대적으로 이용자 연령이 낮은 노원구나 양천구는 10대 이용자의 영향으로 예상되나, 추후 구체적인 분석이 필요할 것으로 판단된다.

상위 10% 연령대 이용자의 경우, 평균 이용자 연령과 유사한 패턴이 나타났다. 단, 평일과 달리 모든 자치구에서 주말 이용자의 최대 연령대가 높은 것으로 나타났으며, 전체 주말 이용자의 평균 연령이 주중보다 높은 자치구일수록, 상위 10% 연령대의 주중 및 주말 간 차이가 크게 나타났다. 관악구, 성북구, 노원구 등 이러한 자치구의 경우, 상대적으로 높은 연령대의 주말 이용자가 존재하는 곳으로 판단되며, 이는 전동킴보드의 주 이용층인 20대 및 30대가 아닌 수요가 특정 자치구에서 발생될 수 있음을 시사한다. 또한 강북구, 구로구, 영등포구 등 전체 이용자의 평균 연령은 상대적으로 낮지만, 상위 10% 연령대의 평균은 높은 자치구가 나타났다. 이는 앞의 결과와 같은 맥락에서, 전동킴보드가 고연령층의 이동 수요를 충족시킬 수 있으며, 특정 자치구에서 이를 고려한 전동킴보드 운영 및 관리가 필요함을 시사한다. 자치구별 하위 10% 이용자 연령의 경우 최소 17.35세(구로구), 최대 19.93세(용산구)로, 전체 평균은 18.95세(표준 편차 0.68)로 나타났다. 이는 전동킴보드 이용이 가능한 최소 연령대의 범위로, 자치구별 큰 차이는 도출되지 않았다.

#### 4. 대중교통 연계 이용 특성

전동킴보드는 기존의 대중교통의 역할을 대체하거나 보완할 수 있다. 기존의 단거리 통행에 대해서는 서울시에서 운영 중인 공공자전거 '따릉이'를 대체할 수 있을 것이며, 다른 이동수단 전후 통행의 퍼스트마일 혹은 라스트마일을 충족시킬 수 있을 것이다. 이에 따라 본 연구에서는 시간대별 혹은 자치구별 기존 수단의 분포와 전동킴보드 통행의 기종점지와의 연계 특성을 분석하였다. 그러나, 전동킴보드 기종점지와 각 수단별 지점까지의 최단거리는 자치구 내 시설 밀도와 면적 등에 큰 영향을 받을 수 있다. 이에 본 연구에서는 각 수단별로 전동킴보드 기종점지와의 평균거리의 표준편차가 큰 상위 여섯 개 자치구만을 도출하여 시간대별 특징을 도출하였다. 자치구별로 전동킴보드 통행 기종점지와 지하철역, 버스정류장, 공공자전거 거치소까지의 최단거리와, 각 수단 이용시설의 자치구별 설치 밀도는 <표 7>과 같다.

##### 1) 지하철 연계 이용행태

전동킴보드 기종점지와 지하철역까지의 평균거리는 203.26m~886.49m로, 상대적으로 자치구 내 지하철역 밀도가 낮을수록, 전동킴보드 기종점지와 지하철역까지의 평균거리는 높은 것으로 나타났다(상관계수 -0.61). 그럼에도 불구하고, 일부 자치구의 경우, 다른 자치구보다 평균이 두 배 이상 높으며, 표준편차가 매우 큰 것으로 나타났다. 이는 특정 자치구 내 지하철역까지의 거리가 먼 곳에서 전동킴보드가 이동수단으로 이용될 수 있음을 시사한다. 지하철역과 전동킴보드 기종점지간의 평균거리의 표준편차가 가장 큰 상위 6개 자치구의 시간대별 평균거리는 <그림 6>과 같다. 특히, 관악구와 금천구의 경우, 평균적으로 지하철역에서 800m 이상 떨어진 지점이 전동킴보드 통행의 기종점지로 나타났는데, 두 자치구는 실제로 지하철 노선이 자치

표 7. 자치구별 전동킥보드 통행 기종점지와 타 교통수단 연계 특성(상위 값 5개 볼드 표시) 및 각 수단의 시설 밀도

Table 7. Characteristics of the connection between OD of e-scooter trips and other public transit with their density (bold for top 5)

Gu	Average distance from OD point of e-scooter trip (within each 'gu')									Density of (per km <sup>2</sup> )		
	To subway station (m)			To bus stop (m)			To public bike dock (m)			Subway station	Bus stop	Bike dock
	Mean	Std.	Max	Mean	Std.	Max	Mean	Std.	Max			
Gangnam	314	229	3,420	<b>111</b>	74	<b>1,049</b>	165	99	986	5.39	15.67	4.35
Seocho	331	254	2,609	90	67	833	167	107	1,338	2.85	15.29	3.13
Gwanak	<b>886</b>	<b>750</b>	<b>3,530</b>	102	<b>76</b>	820	<b>307</b>	<b>306</b>	<b>2,245</b>	1.42	17.18	2.67
Dongdaemun	467	321	3,496	<b>128</b>	<b>121</b>	837	183	110	1,037	4.57	24.40	5.84
Gwangjin	341	238	2,279	<b>111</b>	<b>82</b>	767	167	131	956	3.22	18.87	5.04
Gangseo	349	277	2,151	92	68	849	147	120	<b>1,819</b>	2.51	16.84	4.56
Seongbuk	<b>550</b>	<b>587</b>	<b>3,669</b>	97	73	819	<b>224</b>	<b>167</b>	1,359	2.73	26.53	3.38
Jung	203	161	3,441	<b>116</b>	<b>82</b>	528	156	111	920	15.86	24.80	8.84
Jongno	<b>409</b>	<b>509</b>	<b>3,899</b>	94	78	<b>1,625</b>	159	<b>141</b>	<b>1,706</b>	4.52	19.87	4.31
Nowon	413	337	3,250	92	71	<b>903</b>	147	102	1,024	2.48	16.53	3.81
Jungnang	348	266	3,054	94	64	642	158	108	976	3.51	21.46	5.03
Seongdong	282	207	1,633	87	66	655	167	114	907	5.41	30.44	5.41
Dongjak	331	249	2,532	94	<b>82</b>	550	<b>194</b>	<b>150</b>	1,235	5.44	29.40	4.52
Yongsan	368	257	2,153	92	68	709	<b>188</b>	<b>136</b>	947	3.80	17.38	4.21
Songpa	350	279	2,105	<b>114</b>	<b>87</b>	832	153	99	831	3.81	15.26	6.38
Mapo	299	259	2,958	79	57	<b>991</b>	164	113	<b>1,447</b>	4.15	25.58	5.03
Yangcheon	456	336	2,266	95	65	542	158	115	874	2.35	23.38	6.43
Geumcheon	<b>836</b>	<b>518</b>	2,813	81	68	617	175	132	1,037	0.69	30.18	5.84
Seodaemun	471	402	<b>3,546</b>	84	67	572	182	130	827	2.50	29.84	4.59
Gangbuk	<b>660</b>	<b>543</b>	<b>3,732</b>	86	74	<b>1,835</b>	<b>193</b>	<b>142</b>	<b>1,926</b>	1.06	20.64	2.58
Dobong	<b>546</b>	<b>457</b>	3,171	90	64	889	164	113	931	1.16	20.77	3.68
Guro	501	339	2,515	78	66	568	169	114	936	2.78	30.72	5.72
Yeongdeungpo	393	263	2,494	72	50	640	148	100	808	4.48	24.89	6.27
Average	439	349	2,901	95	73	829	175	129	1,177	3.77	22.43	4.85

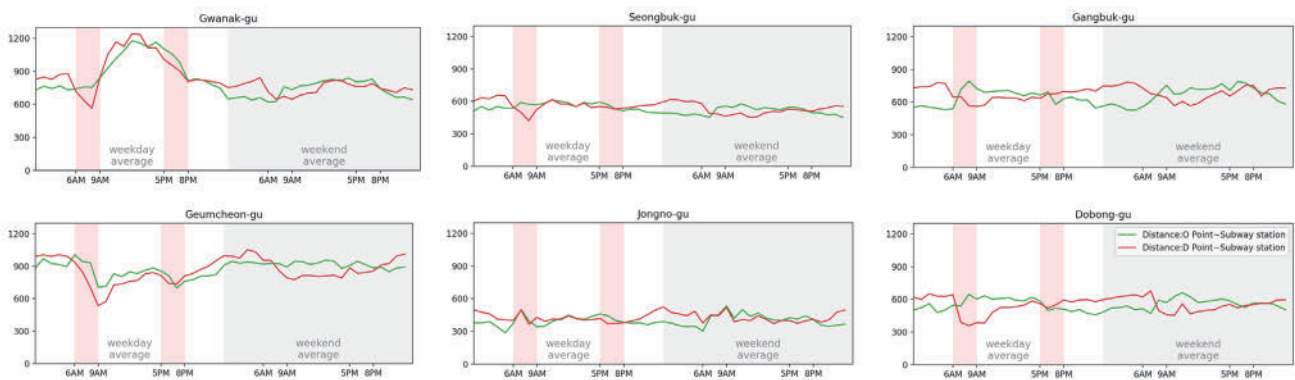


그림 6. 주중 및 주말 시간대별 전동킥보드 통행 출발지/도착지로부터의 지하철역까지의 평균 거리(표준편차 최대 6개 자치구)

Figure 6. Distance from OD points of electric kickboard trip to the nearest subway station by time and 'gu' district (Top 6 Std. 'gu')

구 경계부근에 인접하여 존재하며, 지리적으로 중심지에 가까울수록 지하철 노선이 거의 존재하지 않는다. 이러한 패턴은 자치

구별, 시간대에 따라 다르게 나타났다. 우선 관악구의 경우, 주중 주간 시간대 지하철역 1,200m 안팎의 지점에서 전동킥보드 통행

이 발생했으나 이를 제외한 시간대의 경우 차이가 크지 않았다. 이는 해당 시간 관악구 내의 이동성 확보를 위해 전동킥보드가 활용될 수 있음을 의미한다. 금천구의 경우 주중과 주말 모두 심야 및 새벽시간대에 이런 패턴이 나타났으며, 그 외 자치구에서는 특정한 시간대 패턴이 나타나지 않았다.

또한, 관악구를 포함하여 대부분의 자치구에서 주중 오전 침두 시간 지하철역으로부터 전동킥보드 통행 종점까지의 거리가 기점까지의 거리보다 짧게 나타났다. 이는 지하철을 이용하기 위한 퍼스트마일 통행으로 전동킥보드를 이용하는 패턴으로 판단되며, 전동킥보드를 이용해 지하철역과 가까운 곳으로 이동하는 특성이 나타난 것으로 추정된다. 이러한 패턴은 주말 주간 시간대에서도 나타났으며, 심야시간 및 새벽시간의 경우 반대의 패턴이 나타났다. 더 나아가 대부분의 자치구에서 오후 침두시간, 지하철역과 전동킥보드 통행 기점까지의 거리와 종점까지의 거리의 차가 가장 적게 나타났다. 오후 침두시간의 경우 상대적으로 장거리 및 우회비가 높은 전동킥보드 통행이 발생하며, 이러한 통행 목적 특성으로 인해 두 값의 평균이 서로 수렴하는 것으로 판단된다.

2) 버스 연계 이용행태

전동킥보드 기종점지와 버스정류장까지의 평균거리는 78.06m~121.40m로, 세 수단 중 가장 낮은 평균 및 밀도와의 상관관계가 나타났다(상관계수 -0.38). 버스정류장의 경우 다른 대중교통 시설보다 공간적 편차가 적으며, 자치구간 밀도의 차이가 작기 때문에 판단된다. 버스정류장과 전동킥보드 기종점지간의 평균거리의 표준편차가 가장 큰 상위 6개 자치구의 시간대별 평균거리는 <그림 7>과 같다. 우선, 주중 오전 침두시간 및 새벽시간의 경우 지하철의 경우와 유사한 패턴이 나타났다. 그러나 일부 자치구를 제외하면, 기점까지의 거리와 종점까지의 거리 차이가 크지 않아 지하철역과 같이 퍼스트마일로서 전동킥보드가 이용될 수 있는지에 대한 근거는 부족한 것으로 판단된다. 반면 동작구나 관악구의 경우 상대적으로 기점까지의 거리와 종점까지의 거리 차이가 크게 나타났는데, 주중 및 주말의 오전 시간대와 그

외 시간대가 상반되게 나타났다. 이는 오전 시간대는 버스정류장과 먼 곳이 전동킥보드 통행의 주 기점이며, 그 외 시간의 경우 버스정류장과 먼 곳이 전동킥보드 통행의 종점이 될 수 있음을 의미한다. 이는 전동킥보드가 일부 자치구에서 버스정류장과 먼 곳에서 이동수단으로 활용될 수 있음을 의미하며, 특정 시간대 이동에 대한 수요를 충족시킬 수 있음을 시사한다.

반면 송파구, 광진구, 중구 등의 경우 시간대에 따른 기종점 간 거리 간 차이가 크지 않으며, 편차도 적은 것으로 나타났다. 해당 자치구들의 경우 상대적으로 버스정류장 밀도가 높으며, 공간적으로 고르게 분포되어 있기 때문에 판단되나, 이후 구체적인 분석이 필요할 것이다.

3) 공공자전거 연계 이용행태

마지막으로 전동킥보드 기종점지와 공공자전거 거치소까지의 평균거리는 147.33m~307.19m로, 평균거리와 밀도와의 상관관계 모두 지하철보다 낮게, 버스정류장보다는 높게 나타났다(상관계수 -0.49). 공공자전거 거치소와 전동킥보드 기종점지간의 평균거리의 표준편차가 가장 큰 상위 6개 자치구의 시간대별 평균거리는 <그림 8>과 같다. 전동킥보드 기종점지와 공공자전거 거치소까지의 거리의 경우, 앞서 지하철역 혹은 버스정류장까지의 거리와 유사한 패턴이 나타났다. 우선 시간대별 편차가 가장 높은 관악구의 경우, 지하철역까지의 거리와 같은 패턴이 나타났으며, 이는 관악구 내에서 특정 시간대에 실제 수요가 발생함을 의미하며, 다른 수단에 비해 전동킥보드가 이동성 확보를 위해 사용되기 용이함을 입증한다. 다음으로 동작구의 경우, 버스정류장까지의 거리와 같은 패턴이 나타났다. 마찬가지로, 활용가능한 다른 수단이 적은 지역에서 전동킥보드 기점 혹은 종점의 밀집지가 발생할 수 있으며, 전동킥보드가 특정한 시간대의 이동 수요 충족에 활용될 수 있음을 시사한다. 그 외 성북구, 강북구, 종로구, 용산구 등의 경우, 일부 시간대에서 이러한 패턴이 나타났으나, 그 차이가 크지 않으며 전체 시간대에 대한 기종점까지의 거리 편차가 크지 않은 것으로 나타났다. 이는 전동킥보드 이용에 대한 수요는

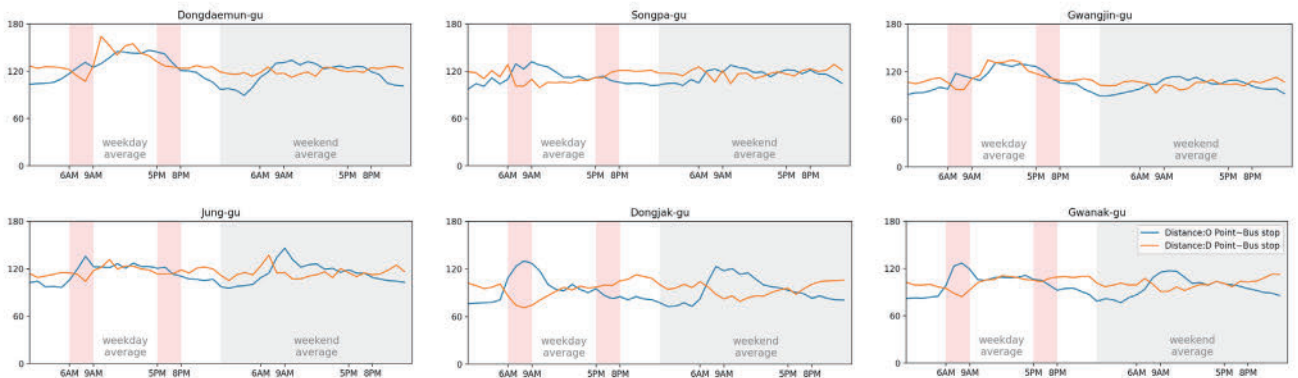


그림 7. 주중 및 주말 시간대별 전동킥보드 통행 출발지/도착지로부터의 버스정류장까지의 평균 거리(표준편차 최다 6개 자치구)  
 Figure 7. Distance from OD points of electric kickboard trip to the nearest bus stop by time and 'gu' district (Top 6 Std. 'gu')

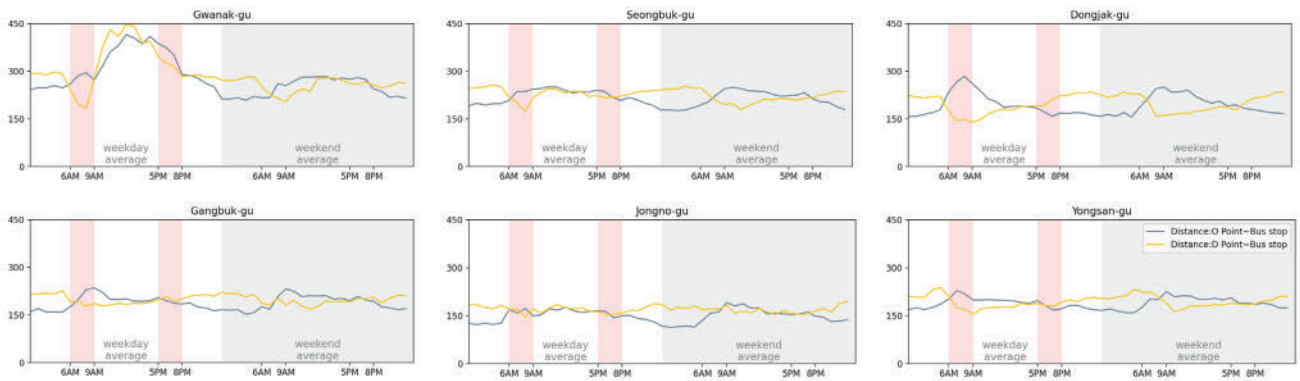


그림 8. 주중 및 주말 시간대별 전동킥보드 동행 출발지/도착지로부터의 따름이 거처소까지의 평균 거리(표준편차 최대 6개 자치구)

Figure 8. Distance from OD points of electric kickboard trip to the nearest public bike dock by time and 'gu' district (Top 6 Std. 'gu')

일부 자치구, 특정 시간대에서 크게 나타날 수 있으며, 그렇지 않은 자치구들의 경우 같은 패턴을 공유함을 시사한다. 이를 통해 자치구별 차별화된 관리 전략 마련이 가능할 것이다.

## V. 결론

본 연구는 서울시 공유 전동킥보드의 실제 주행자료를 바탕으로 전동킥보드 공유서비스 이용행태를 시공간적으로 분석하였다. 구체적으로 요일에 따른 전동킥보드 통행수, 통행시간, 이동거리, 우회비, 이용금액, 속도, 이용자 평균 나이 및 주행모드 비율 등을 확인하였으며, 더 나아가 이를 시간대 및 연령별로 나누고 기술분석을 통해 특성 차이를 비교하였다. 또한 공간적 범위에 따라 다르게 나타날 수 있는 특성을 파악하고자, 자치구 단위로 나타나는 이용행태의 차이를 상세히 분석하였다. 마지막으로 다른 이동수단과의 연계 이용행태를 확인하고자, 전동킥보드 출도착지점에서 다른 교통수단 이용지점까지의 거리를 다양한 범주에서 비교하였다. 이를 통해 도출된 본 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 전동킥보드 통행은 평균적으로 6분 내의 혹은 1km 내의 단거리 통행에 이용되는 것으로 나타났다. 주말의 경우 주중에 비해 미세하게 평균 통행시간 및 거리가 더 크게 나타났다. 이는 기존에 운영 중인 공유자전거와 비교할 때, 전동킥보드가 단거리 주행을 위해 적합한 공유 모빌리티임을 입증한다. 서울시가 운영 중인 공공자전거 따릉이의 경우, 동일 기간 평균 통행시간 및 거리가 단일 통행 기준 각각 약 20분 및 2.4km로 나타났다. 즉, 전동킥보드의 통행 특성은 기존에 운영 중인 공공자전거와 다르게 나타나며, 전동킥보드 공유서비스를 통해 도시 내 단거리 통행을 확보할 수 있다. 그러나 전동킥보드의 평균 이용금액의 경우 평균 약 2,300원으로, 1시간 이용권이 1,000원인 공공자전거와 비교할 때 상당히 높은 것으로 나타났다. 특히 전동킥보드는 이용 시간에 비례하여 이용금액이 책정되기 때문에, 이용 시간 대비 높은 비용이 든다. 이용금액의 경우 전동킥보드 공유서

비스의 이용 및 만족도의 주 영향요인으로 작용한다(안다는 외, 2021; 홍지영 외, 2022). 따라서, 향후 전동킥보드 이용량 제고 및 활성화를 위해 비용 차원의 지원이 필요할 것이다.

둘째, 오전 및 오후 첨두시간과 심야시간대에 전동킥보드 이용행태에 큰 차이가 도출되었다. 우선 평일 첨두시간 중 오전은 8시, 오후는 18시에 가장 많은 이용량이 나타났으며, 해당 시간대의 경우 다른 시간대에 비해 2배 이상의 이용량이 도출되었다. 심야시간의 경우, 오전 및 오후 첨두시간 다음으로 가장 많은 이용량이 도출되었다. 반면 주말의 경우 아침 시간대를 제외하고는 모든 시간대에 대해 비슷한 이용량이 나타났다. 또한 2-30대 외 연령대의 경우, 시간대에 따른 이용량의 큰 차이가 나타나지 않았다. 다음으로, 오전 첨두시간에 가장 짧은 평균 통행시간과 거리가 나타났다. 이는 해당 시간에 통근을 목적으로, 전동킥보드를 활용한 퍼스트마일 혹은 라스트마일 단거리 통행이 주로 발생함을 시사한다. 반면 오후 첨두시간에는 이러한 패턴이 나타나지 않았으며, 심야시간의 경우 하루 중 가장 긴 평균 통행시간과 거리가 나타났다. 이는 심야시간대에 전동킥보드를 활용한 퍼스트마일 혹은 라스트마일 통행이 비교적 장거리임을 시사하며, 전동킥보드가 심야시간대 다른 이동수단의 대체재 역할을 할 수 있음을 시사한다. 구체적으로, 자치구별로 시간대별 이용 빈도를 살펴볼 경우, 대부분의 자치구에서 주중 첨두 시간 전동킥보드 이용이 밀집됨을 확인할 수 있었으며, 주말의 경우 별도로 밀집되는 시간대는 없는 것으로 나타났다. 또한, 첨두시간 및 첨두시간 외 이용 패턴은 자치구별로 차이가 발생할 수 있는데, 강서구의 경우 오전 첨두시간 이후 통행 빈도는 급격히 감소하며, 성북구의 경우 첨두시간을 포함하여, 하루 종일 통행 빈도가 비슷하게 나타났다. 이는 첨두시간 전동킥보드의 수요가 자치구별 다르게 나타나며, 이를 수요예측 및 공급에 고려할 필요가 있음을 시사한다.

셋째, 전동킥보드 이용행태에 대한 자치구 별 차이는 통행 수뿐이 아니라, 통행시간, 통행거리 및 평균 이용 연령 등 다양한 특성에 대해 나타났다. 또한 각 특성에 대해 자치구 간 편차가 크

게 나타났다. 우선, 전동킵보드 이용량 최다 자치구는 강남구, 서초구, 관악구 순으로 나타났는데, 강남구의 경우 관악구보다 두 배 이상 높은 이용량이 나타났다. 이와 더불어 반면 전동킵보드 통행시간이 가장 긴 자치구는 이용량이 상대적으로 적은 구로구, 영등포구, 금천구로 나타났으며, 주말만 한정하여 볼 경우, 마포구와 영등포구의 평균 통행시간이 가장 높은 것으로 나타났다. 일부 통행시간이 긴 자치구의 경우 전동킵보드를 대체할 수 있는 다른 수단의 경우의 수가 적기 때문에 유추할 수 있으나, 추후 이에 대한 구체적인 분석이 추가로 필요할 것으로 판단된다. 더 나아가 자치구에 따라 이동 효율성이 다르게 나타났는데, 이동 효율성이 높은 곳은 상대적으로 전동킵보드 이용 인프라가 좋은 곳, 이동 효율성이 낮은 곳은 이용 인프라가 좋지 않음에도 이를 이동성 확보가 이루어지는 것으로 판단된다. 향후 지속적인 전동킵보드 이용 및 안전 확보를 위해 이용량 및 이용 효율성에 따른 전략 수립이 필요하며, 자치구별 평균 이용자 연령 및 할인 수혜율을 고려하여 자치구에 맞는 규제 혹은 할인이 필요할 것이다.

넷째, 이용자 수 대비 고연령 이용자의 이용요금 대비 할인 수혜율이 높은 것으로 나타났으며, 일부 자치구에서 상위 연령 이용자들의 평균 연령이 50세 이상으로 나타났다. 특히 50대 이용자의 경우 20대 이용자에 비해 평균적으로 전체 금액의 12% 정도 더 할인을 받는 것으로 나타났다. 그러나 일부 자치구에서 이용자 평균 연령은 낮으나, 상대적으로 높은 할인 수혜율이 나타났다. 동대문구와 성북구의 경우, 평균 이용자 연령 및 상위 10% 연령대가 가장 낮게 나타났는데, 할인 수혜율의 경우 각 평균 37%, 35%로 가장 높게 나타났다. 반면 영등포구의 경우 평균 이용자 연령이 전체 평균보다 높으며, 상위 10% 연령대가 가장 높으나, 평균 할인 수혜율은 24%로 가장 낮게 나타났다. 이는 할인에 대해 고연령 이용자 수요 대비 할인 수혜가 공간적으로 형평성 있게 제공되지 않을 수 있음을 시사한다. 따라서 특정 연령대의 이용 수요 확보를 위한 금액 할인 등의 대책이 필요할 것이다. 또한 평균 할인 수혜율은 새벽시간대에 더 높게 나타났다. 이는 심야시간대 전동킵보드 활용에 대한 수요를 대변하며, 전동킵보드가 심야시간에 비용지불을 통해서라도 하나의 이동수단으로 활용될 수 있음을 의미한다.

다섯째, 전동킵보드는 지하철역, 버스정류장, 공공자전거 거치소와의 접근성이 떨어지는 지역에서 이동수단으로 활용될 수 있으며, 특정 시간 이동성을 확보하는 데 활용될 수 있다. 특히 관악구와 금천구 등에서는 지하철역으로부터 600m 이상 떨어진 지점에서 전동킵보드 통행의 기종점지가 발생하였으며, 이는 다른 자치구보다 최대 2배 이상 차이가 나는 수치이다. 또한 평일 오전 첨두시간 지하철역으로부터 전동킵보드 통행의 종점까지의 거리가 다른 시간대에 비해 짧게 나타났으며 이는 지하철역을 이용하기 위한 퍼스트마일 통행에 전동킵보드가 활용될 수 있음을 시사한다. 버스정류장의 경우 해당 시간 버스정류장과 전동킵보드 통

행 종점과의 거리와 기점으로부터의 거리 간 차이가 지하철의 경우보다 더 크게 나타나 이러한 패턴이 존재할 수 있음을 입증한다. 공공자전거의 경우 유사한 패턴이 나타났으며, 특정 자치구에서 전동킵보드를 통한 이동 수요를 충족시키며, 이동성이 확보되지 않은 지역에 전동킵보드를 통한 이동성 확보가 가능할 수 있음을 시사한다. 더 나아가 이러한 전동킵보드 공유서비스는 <그림 4(a)>와 같이 특정 자치구에 밀집될 수 있으며 향후 이동성 확보의 형평성을 위해, 지속적인 공급과 수요 관리를 위한 서비스 영역의 차별화가 필요함을 시사한다.

한편, 본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서 사용한 전동킵보드 주행자료는 서울시 내 발생한 모든 전동킵보드 통행을 포함하지 않으며, 전동킵보드 공유서비스는 서울 내 모든 지역에 균등하게 제공되지 않는다는 한계를 가진다. (주)더스윙의 경우, 서울시 내 30% 이상의 전동킵보드를 운영 중이나, 더스윙 외 다수의 전동킵보드 공유서비스 업체가 서울시 내에서 사업을 운영 중이다. 따라서 업체별 주 서비스 공급 지역이 다를 수 있으며, 추후 연구에서는 이로 인한 공간적 편차를 고려한 분석이 필요할 것이다. 둘째, 본 연구에서는 전동킵보드 통행 자체의 특성만을 중심으로 분석을 진행하였다는 한계가 존재한다. 전동킵보드 이용 특성은 개인의 선호 및 수단의 익숙함, 경로 특성에 따라 다를 수 있다. 구체적으로 10대 및 60세 이상의 고령자의 경우, 주 이용층인 20-30대와 다른 이용패턴이 나타날 수 있으며, 이용 지역의 도로 인프라, 경사와 같은 도시공간의 구조적 특성에 따라 이용패턴에 큰 차이가 발생할 수 있다. 뿐만 아니라 퍼스트마일(First-mile) 및 라스트마일(Last-mile) 주행 혹은 그 외 등 통행 목적에 따른 차이도 존재할 것으로 판단된다. 향후 연구에서는 주행자의 개인 특성, 이용 경로 특성 및 목적 등을 고려한 종합적인 분석이 필요할 것이다. 그럼에도 본 연구는 실제 주행자료를 활용하여 전동킵보드 공유서비스의 이용행태에 대해 구체적으로 분석하고, 시공간적으로 그 차이를 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 추후 이러한 이용행태와 시공간적 특성을 바탕으로 다양한 도시환경 요인과 전동킵보드 공유서비스 이용과의 인과관계 등을 구체적으로 분석하여 전동킵보드에 대한 보다 종합적인 분석이 가능할 것이다.

주1. 일부 특성의 최솟값, 최댓값은 이상치 기준에 의해 결정되어 (표 4)에서는 생략됨. 예를 들어, 시간의 최솟값, 최댓값은 각각 1분, 1시간임. 이용요금의 경우 0이 최솟값임.

주2. 원자료에는 별도 유형이 구분되어 있지 않으나, 할인 세부 내용을 바탕으로 연구자가 임의로 분류함.

## 인용문헌 References

1. 권준현·이수기, 2024. “서울시 전동킥보드 무단 주차차 유형별 영향요인 분석”, 『국토계획』, 59(2): 104-120.  
Kweon, J. and Lee, S., 2024. “Analysis of Influencing Factors of Unauthorized Electric Kickboard Parking by Type in Seoul, Korea”, *Journal of Korea Planning Association*, 59(2): 104-120.
2. 김수재·곽민정·추상호·김상훈, 2021. “공유 전동킥보드 이용의 공간적 상관성에 관한 연구”, 대한교통학회 제84회 학술발표회, 서울.  
Kim, S., Kwak, M., Chu, S., and Kim, S., 2021. “A Study on the Spatial Association of E-Scooter Sharing Service Usage”, Paper presented at The 84th Conference of Korean Society of Transportation, Seoul.
3. 명묘희·송수연·최미선, 2016. 「새로운 교통수단 이용에 대한 안전대책연구 -개인형 이동수단(Personal Mobility)을 중심으로-」, 원주: 도로교통공단.  
Myeong, M.H., Song, S.H., and Choi, M.S., 2016. *A Study on Safety Measures for the Use of New Transportation -Mainly about Personal Mobility-*, Wonju: Korea Road Traffic Authority Traffic Science Institute.
4. 안다은·이경환·고은정, 2021. “공유 전동킥보드 이용환경만족도 영향요인 분석 - 서울시를 대상으로 -” 『대한건축학회논문집』, 37(7): 3-11.  
Ahn, D., Lee, K., and Ko, E., 2021. “Analysis of Factors Influencing the Satisfaction of Use Environment of Shared Electric Kickboard - The Case of Seoul, South Korea -”, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 37(7): 3-11.
5. 유주선, 2021. “전동킥보드와 관련된 법적 쟁점 연구- 주요 판례를 중심으로”, 『보험법연구』, 15(3): 29-54.  
Yoo, J., 2021. “A Study on the Legal Issues Related to Electric Kickboards - Focusing on Key Precedents -”, *Korea Insurance Law Journal*, 15(3): 29-54.
6. 이수일·김승현·김태호, 2017. “개인이동형 교통수단(PM) 유형별 사고특성 및 위험도 비교연구”, 『한국안전학회지』, 32(3): 151-159.  
Lee, S., Kim, S., and Kim, T., 2017. “A Comparison Study on the Risk and Accident Characteristics of Personal Mobility”, *Journal of the Korean Society of Safety*, 32(3): 151-159.
7. 조항훈·노홍승·유호찬·강지은·정지은·김홍순, 2021. “전동킥보드 이용행태 및 안전에 관한 연구 - 전동킥보드 소유자에 대한 설문을 중심으로 -”, 『국토지리학회지』, 55(1): 43-55.  
Jo, H., Noh, H., Yoo, H., Kang, J., Jung, J., and Kim, H., 2021. “A Study on the Use Behavior and Safety of Electric Scooters - Focused on the Survey of E-Scooter Owners -”, *The Geographical Journal of Korea*, 55(1): 43-55.
8. 홍지영·소영인·이경영·김진만·이수기, 2022. “공유 전동킥보드 이용행태와 만족도 영향요인분석: IPA 방법론을 중심으로”, 『국토계획』, 57(2): 92-107.  
Hong, J., So, Y., Lee, G., Kim, J., and Lee, S., 2022. “Analysis of Shared Electric Scooter Usage Behavior and Determining Factors of User Satisfaction: Focused on IPA Method”, *Journal of Korea Planning Association*, 57(2): 92-107.
9. KISO, 2019. “공유 전동킥보드’ 국내 동향과 그 기대효과”, 『KISO 저널』, 36: 31-36.  
KISO, 2019. “Trends and Expected Effects of Shared Electric Kickboards in South Korea”, *KISO Journal*, 36: 31-36.
10. Abouelela, M., Durán-Rodas, D., and Antoniou, C., 2024. “Do We All Need Shared E-scooters? An Accessibility-centered Spatial Equity Evaluation Approach”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 181: 103985.
11. Aizpuru, M., Farley, K.X., Rojas, J.C., Crawford, R.S., Moore Jr., T.J., and Wagner, E.R., 2019. “Motorized Scooter Injuries in the Era of Scooter-Shares: A Review of the National Electronic Surveillance System”, *The American Journal of Emergency Medicine*, 37(6): 1133-1138.
12. Allem, J.P. and Majmundar, A., 2018. “Are Electric Scooters Promoted on Social Media with Safety in Mind? A Case Study on Bird’s Instagram”, *Preventive Medicine Reports*, 13: 62-63.
13. Almannaa, M.H., Ashqar, H.I., Elhenawy, M., Masoud, M., Rakotonirainy, A., and Rakha, H., 2021. “A Comparative Analysis of E-scooter and E-bike Usage Patterns: Findings from the City of Austin, TX”, *International Journal of Sustainable Transportation*, 15(7): 571-579.
14. Asbouelela, M., Chaniotakis, E., and Antoniou, C., 2023. “Understanding the Landscape of Shared-e-scooters in North America; Spatiotemporal Analysis and Policy Insights”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 169: 103602.
15. Bai, S. and Jiao, J., 2020. “Dockless E-scooter Usage Patterns and Urban Built Environments: A Comparison Study of Austin, TX, and Minneapolis, MN”, *Travel Behaviour and Society*, 20: 264-272.
16. Campbell, A.A., Cherry, C.R., Ryerson, M.S., and Yang, X., 2016. “Factors Influencing the Choice of Shared Bicycles and Shared Electric Bikes in Beijing”, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 67: 399-414.
17. Chen, Z., van Lierop, D., and Ettema, D., 2020. “Dockless Bike-sharing Systems: What Are the Implications?”, *Transport Reviews*, 40(3): 333-353.
18. Clewlow, R.R., 2019. “The Micro-mobility Revolution: The Introduction and Adoption of Electric Scooters in the United States”, Paper presented at the Transportation Research Board 98th Annual Meeting, Washington, DC, United States.
19. Degele, J., Gorr, A., Haas, K., Kormann, D., Krauss, S., Lipsinski, P., Tenbih, M., Koppenhoefer, C., Fauser, J., and Hertweck, D., 2018. “Identifying E-scooter Sharing Customer Segments Using Clustering”, Paper presented at the 2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), 1-8, Stuttgart, Germany.
20. Espinoza, W., Howard, M., Lane, J., and Van Hentenryck, P., 2019. “Shared E-scooters: Business, Pleasure, or Transit?”, *arXiv preprint*, aXiv:1910.05807.
21. Fang, K., Agrawal, A.W., Steele, J., Hunter, J.J., and Hooper, A.M., 2018. *Where Do Riders Park Dockless, Shared Electric Scooters? Findings from San Jose, California*, Mineta Transporta-

- tion Institute Publications.
22. Hauf, A. and Douma, F., 2019. "Governing Dockless Bike Share: Early Lessons for Nice Ride Minnesota", *Transportation Research Record*, 2673(9): 419-429.
  23. Hosseinzadeh, A., Algomaiah, M., Kluger, R., and Li, Z., 2021. "Spatial Analysis of Shared E-scooter Trips", *Journal of Transport Geography*, 92: 103016.
  24. Hui, Y., Xie, Y., Yu, Q., Liu, X., and Wang, X., 2022. "Hotspots Identification and Classification of Dockless Bicycle Sharing Service Under Electric Fence Circumstances", *Journal of Advanced Transportation*, 5218254.
  25. James, O., Swiderski, J.I., Hicks, J., Teoman, D., and Buehler, R., 2019. "Pedestrians and E-scooters: An Initial Look at E-scooter Parking and Perceptions by Riders and Non-riders", *Sustainability*, 11(20): 5591.
  26. Liu, L. and Miller, H.J., 2022. "Measuring the Impacts of Dockless Micro-mobility Services on Public Transit Accessibility", *Computers, Environment and Urban Systems*, 98: 101885.
  27. McKenzie, G., 2019. "Spatiotemporal Comparative Analysis of Scooter-Share and Bike-Share Usage Patterns in Washington, D.C.", *Journal of Transport Geography*, 78: 19-28.
  28. Mitchell, G., Tsao, H., Randell, T., Marks, J., and Mackay, P., 2019. "Impact of Electric Scooters to a Tertiary Emergency Department: 8-Week Review after Implementation of a Scooter Share Scheme", *Emergency Medicine Australasia*, 31(6): 930-934.
  29. Mooney, S.J., Hosford, K., Howe, B., Yan, A., Winters, M., Bassok, A., and Hirsch, J.A., 2019. "Freedom from the Station: Spatial Equity in Access to Dockless Bike Share", *Journal of Transport Geography*, 74: 91-96.
  30. Ruhrort, L., 2020. "Reassessing the Role of Shared Mobility Services in a Transport Transition: Can They Contribute the Rise of an Alternative Socio-technical Regime of Mobility?", *Sustainability*, 12(19): 8253.
  31. Shaheen, S., Cohen, A., and Zohdy, I., 2016. *Shared Mobility: Current Practices and Guiding Principles*, Federal Highway Administration.
  32. Smith, C.S. and Schwieterman, J.P., 2018. *E-scooter Scenarios: Evaluating the Potential Mobility Benefits of Shared Dockless Scooters in Chicago*, Chaddick Institute for Metropolitan Development, DePaul University.
  33. Song, J., Zhang, L., Qin, Z., and Ramli, M.A., 2021. "A Spatiotemporal Dynamic Analyses Approach for Dockless Bike-share System", *Computers, Environment and Urban Systems*, 85: 101566.020.4
  34. Sun, F., Chen, P., and Jiao, J., 2018. "Promoting Public Bike-sharing: A Lesson from the Unsuccessful Pronto System", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 63: 533-547.
  35. Tirachini, A., 2020. "Ride-hailing, Travel Behaviour and Sustainable Mobility: An International Review", *Transportation*, 47(4): 2011-2047.
  36. Zou, Z., Younes, H., Erdoğan, S., and Wu, J., 2020. "Exploratory Analysis of Real-time E-scooter Trip Data in Washington, DC", *Transportation Research Record*, 2674(8): 285-299.
  37. 서울특별시, 2023.12.22. "서울시 공유 전동킥보드 운영 현황", 서울열린데이터광장, <https://data.seoul.go.kr/dataList/OA-22199/F/1/datasetView.do>  
Seoul Metropolitan Government, 2023, December 22. "Operation Status of Shared Electric Scooter in Seoul", Seoul OpenData Plaza, <https://data.seoul.go.kr/dataList/OA-22199/F/1/datasetView.do>

Date Received	2025-01-11
Reviewed(1 <sup>st</sup> )	2025-04-10
Date Revised	2025-07-14
Reviewed(2 <sup>nd</sup> )	2025-07-15
Date Accepted	2025-07-15
Final Received	2025-07-29