한국조경학회지 54(5): 51~60, 2026. 10.
J. KILA Vol. 54, No. 5, pp. 51~60, October, 2026
pISSN 1225-1755 eISSN 2288-9566
https://doi.org/10.9715/KILA.2026.54.5.051

이용행태 기반 공원 매력도를 반영한 공원녹지 서비스 취약지역 진단†

- 서울시 9개 자치구의 순차적 접근성 분석 -

Diagnosing Underserved Park Green Space Access with Behavior-Based Park Attractiveness†
- A Sequential Accessibility Analysis of Nine Districts in Seoul -

이재호
서울시립대학교 도시과학대학원 조경학과 부교수

Lee, Jae Ho
Associate Professor, Dept. of Landscape Architecture, Graduate School of Urban Science, University of Seoul

Received: July 27, 2026
Revised: August 25, 2026
Accepted: August 25, 2026
3인익명 심사필

Corresponding author :
Jae Ho Lee
Associate Professor, Dept. of Landscape Architecture, Graduate School of Urban Science, University of Seoul, Seoul 02504, Korea
Tel.: +82-6490-2842
E-mail: jaeho19@uos.ac.kr

†이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2025-00517967).

국문초록

공원녹지 접근성 평가는 흔히 면적이 넓거나 주거지에서 물리적으로 가깝다는 점을 중심으로 이루어져 왔다. 그러나 면적이나 거리만으로는 공원의 형태, 이용 여건, 실제 선택 가능성을 충분히 반영하기 어렵다. 본 연구는 이러한 기존 공급 관점의 한계를 넘어서, 주민이 설문에 보고한 주말 방문 선택을 공원의 상대적 매력도에 관한 신호로 삼아 접근성 진단에 반영하고자 하였다. 서울시 9개 자치구 공원녹지 819개소와 주민 설문 유효응답 1,766명의 주말 최다 방문 지명 정보를 바탕으로 이용행태 기반 매력도를 산출하고, 이를 2단계 플로팅 캐치먼트 분석(two-step floating catchment area, 2SFCA) 공급 정의에 통합하였다. 분석은 로그면적 기준 시나리오(S0), 행태 기반 매력도를 공급에 반영한 시나리오(S1), 여기에 허프 경쟁 배분을 더한 시나리오(S2)를 순차적으로 비교하는 방식으로 진행하였다. 수요는 주말 주간 생활인구를 100m 격자 단위로 반영하였다. 연구 결과는 다음과 같다. 행태를 반영하면 단순히 가깝거나 면적이 큰 공원 중심으로 보았을 때와 달리, 방문 선택과 공원 간 경쟁을 반영한 공급-수요 불일치 지역이 면적 기준과 다르게 나타난다. 특히 면적 기준에서는 취약 후보로 분류되지 않으나 방문 선택과 경쟁 배분을 반영하면 취약 후보로 전환되는 지역과, 두 기준 모두에서 취약 후보로 분류되는 지역을 구분할 수 있었다. 이는 접근성을 물리적 근접성만으로 판단하기보다, 주민의 방문 선택에 나타난 상대적 매력도를 함께 고려할 때 공원녹지 서비스 취약지역 진단과 관리 방향이 달라질 수 있음을 시사한다. 본 연구는 이용행태를 반영한 공급 지표가 기존 면적 중심 진단의 공백을 보완하는 공원녹지 관리 도구가 될 수 있음을 제시한다.

주제어: 공간적 형평성, 생활인구, 방문 선택, 허프 모형, 이변량 공간자기상관

ABSTRACT

Park green-space accessibility is often judged by area size or physical proximity. Such supply-centered metrics, however, do not fully capture park form, quality of experience, or whether residents actually choose to visit. This study incorporates residents' self-reported weekend park choices as a proxy for relative park attractiveness in accessibility diagnosis. Using 819 parks across nine Seoul districts and weekend most-visited nominations from 1,766 survey respondents, a behavior-based attractiveness index is integrated into the supply term of the two-step floating catchment area (2SFCA) method. Three sequential scenarios are compared: log-area-based supply (S0), attractiveness-weighted supply (S1), and attractiveness-weighted supply with Huff competitive allocation (S2), with weekend daytime living population as demand. The results show that reflecting visit behavior identifies underserved areas differently from judgments based only on nearness or large park area. In particular, the analysis distinguishes areas newly classified as underserved when visit choices and competitive allocation are incorporated from those classified as underserved under both the area-based and behavior-informed scenarios. The findings suggest that incorporating relative attractiveness reflected in reported park choices can change the spatial diagnosis of park-service provision and the questions raised for its management. A behavior-informed supply indicator can therefore complement area-based assessment as a park-management tool.

Keywords: Spatial Equity, Living Population, Visit Choice, Huff Model, Bivariate Spatial Autocorrelation

1. 서론

1.1 연구 배경 및 선행연구

공원녹지(park green space)는 휴양, 신체활동, 미기후 조절, 경관과 사회교류를 지원하는 도시 기반시설이며, 그 공평한 공급과 이용 가능성은 조경계획과 공원녹지 정책의 핵심 과제이다(Hedblom et al., 2019; Lee and Song, 2019; Ke et al., 2023). 법정 도시공원을 넘어 수변 녹지, 생활권 소공원, 공공 접근이 가능한 녹지 공간을 아우르는 공원녹지 개념은 다기능 그린인프라로서 규제 서비스와 문화 서비스를 동시에 제공한다. 생활권 내 양질의 녹지에 대한 기대가 높아지면서, 접근성 측정은 1인당 면적 지표를 넘어 공급과 수요를 공간적으로 결합하는 분석으로 확장 되어왔다. 특히 면적이 넓거나 물리적으로 가깝다는 점만으로 접근성이 좋다고 보는 기존 공급 관점은, 공원의 형태와 이용 여건, 실제 선택 가능성을 충분히 담지 못한다. 접근성 진단이 정책 판단으로 이어지려면 어느 지역이 얼마나 불리한가만이 아니라, 주민이 실제로 이용할 만한 가치가 있는 공원이 존재하는지도 함께 보아야 한다. 물리적 공급만으로 진단을 고정하면, 잘 찾지 않는 공원을 유효 공급으로 간주하거나, 반대로 거점공원으로 방문이 쏠리며 주변 공원의 유효 서비스가 약해진 지역을 놓칠 수 있다.

2단계 플로팅 캐치먼트 분석(two-step floating catchment area, 2SFCA; Luo and Wang, 2003; Wang, 2012)은 공급 용량과 수요 압력을 유동 포착권에서 결합하는 표준 도구이다. 거리감쇠 정교화, 다수단 교통, 동적 생활인구 수요, 연령별 이동성 등 개량이 축적되었고(Hu et al., 2020; Huang et al., 2025; Lee et al., 2026a), 허프 모형(Huff, 1963)과 결합한 경쟁 배분 2SFCA는 수요를 중복하여 계상하는 문제를 완화하는 방향으로 발전하였다(Jin and Lu, 2022; Liang et al., 2023; Fu et al., 2024). 국내에서는 보행접근성과 서비스권역 관점의 공원 서비스 평가가 활발하며, 한국조경학회지에도 보행접근성 기반 공원서비스 평가 연구가 보고된 바 있다(황해권, 손용훈, 2024). 다만 국내 논의의 상당수는 물리적 거리, 면적, 네트워크 지표 중심이며, 주민의 실제 방문 선택으로 공급을 다시 정의했을 때 취약지역의 위치가 어떻게 달라지는지에 대한 실증은 상대적으로 부족하다.

공급 측의 질을 반영하려는 시도는 시설 수, 프로그램 다양성, 온라인 리뷰 감성, 전문가 가중 복합지표 등으로 확장되었으나(Hu et al., 2020; Zhang et al., 2023; Zou et al., 2024), 이러한 대리변수가 실제 방문으로 이어지는지는 검증되지 않는 경우가 많다. 공원 규모와 인기도가 반드시 일치하지 않는다는 보고(Zou et al., 2024)와, 주민이 인근 대규모 공원을 우회해 선호 공원을 방문한다는 관찰은 면적 중심 진단의 한계를 시사한다. 설문 기반 방문 지명은 연구자가 정의한 지표나 디지털 접근 편향이 큰 리뷰 데이터와 구별되는 사회적 가치 신호로, 공급 가중치로 활용될 여지가 있다. 형평성 평가에서는 인구가중 지니계수 등 전체 분포 요약 지표와 LISA 등 국소 지표가 함께 쓰인다(Liang et al., 2023; Yang et al., 2024). 전체 지표의 변화와 국소 불일치 패턴이 함께 해석되지 않으면 정책이 필요로 하는 '어디를 개선할 것인가'에 대한 답이 흐려진다. 단변량 LISA(Anselin, 1995)는 접근성 군집만을 포착하므로 수요가 낮은 저접근 지역과 수요가 높은 저접근 지역을 구분하지 못한다. 이변량 LISA(bi-LISA)는 접근성과 수요의 결합 불일치를 직접 표시하며, 특히 저접근과 고수요가 맞물린 LH 군집은 서비스 취약 후보로 해석된다. 공원녹지 연구에서 bi-LISA와 행태 기반 공급 정의를 결합한 과소공급 전환 분석은 아직 드물다.

공원 접근성 연구에서는 이동 조건과 공급 특성의 설정을 달리하여 진단 결과를 비교해 왔다. Hu et al.(2020)은 교통수단과 도달시간 조건을 달리한 공원 접근성을 비교하고, 접근성과 인구밀도의 공간적 불일치를 이변량 Local Moran's I로 분석하였다. Li et al.(2021)은 이동행태를 반영한 접근성 모형을 적용하여 교통수단별 공원 서비스 격차를 비교하였다. Fu et al.(2024)은 신체활동 선호를 반영한 공원 매력도와 선택 가능성을 통합하여 전통적 평가와 다른 서비스 소외지역을 식별하였다. 이러한 연구를 바탕으로 본 연구는 수요와 이동 조건을 고정한 상태에서 공급 가중(S0→S1)과 경쟁 배분(S1→S2)을 단계적으로 변경하여, 두 설정의 도입에 따른 취약지역 분류의 변화를 구분한다.

1.2 연구의 목적 및 질문

앞선 논의는 공통적으로 다음 물음을 남긴다. 공원이 넓거나 가깝다는 것만으로 접근성이 좋다고 볼 수 있는가. 주민의 방문 선택에 나타난 공원의 상대적 매력도를 반영하면 서비스 취약지역의 위치는 달라지는가. 또한 공급에 행태를 반영하는 것만으로 충분한가, 아니면 공원 간 경쟁을 반영한 수요 배분을 더할 때 진단이 추가로 달라지는가. 마지막으로 접근성 군집만을 보는 국소 통계와 수요를 함께 보는 국소 통계는 취약지역을 같은 방식으로 가리

키는가. 이러한 물음은 지표 선택이 곧 관리 우선순위의 위치가 되는 공원녹지 계획 맥락에서 실질적이다.

이에 본 연구는 주민 설문으로 측정한 이용행태 기반 공원 매력도를 표본 내 상대적 방문 선택을 나타내는 신호로 삼아 2SFCA 공급 항에 통합하고, 순차 시나리오와 bi-LISA 과소공급 전환 지표를 통해 서비스 취약지역 진단이 면적 중심 접근과 어떻게 달라지는지 검토한다. 연구 질문은 다음과 같다. 첫째, 이용행태 기반 매력도로 공급을 가중하면(S0에서 S1으로) 공급과 수요의 불일치 공간 패턴은 어떻게 변하는가(RQ1). 둘째, 허프 경쟁 배분을 추가하면(S1에서 S2로) 공급 가중만으로는 포착되지 않는 추가 재분포가 나타나는가(RQ2). 셋째, 단변량 LISA와 이변량 LISA는 서비스 취약을 어떻게 다르게 식별하는가(RQ3). 서울시 9개 자치구 사례를 통해 위 질문에 답하고, 국내 공원녹지 관리에 필요한 진단 언어를 구체화한다.

2. 연구 방법

2.1 연구 대상지 및 자료

연구 대상은 서울시 용산구, 성동구, 마포구, 중구, 강서구, 영등포구, 동작구, 구로구, 양천구 9개 자치구이다(그림 1 참조). 한강 연접 평지 우세 지역을 연속 블록으로 선정한 이유는 주민 이용이 행정경계를 넘나들고, 산지 비중이 큰 자치구의 대규모 산림 면적이 면적 공급을 과대 계상할 위험을 줄이기 위함이다. 생활인구 밀도와 1인당 녹지 여건이 구별로 이질적이어서 공급 정의 변화에 따른 진단 이동을 관찰하기에 적합하다. 본 연구의 결과는 9개 구에 한정되며, 25개 자치구의 일반화는 후속 과제로 남긴다.

공원녹지 목록은 법정 도시공원 571개소를 기초로 한강공원, 웹지도 검증, 설문 지명 매칭을 통해 총 819개소로 구축하였고, 실제 진입점 2,760개를 보행 네트워크에 연결하였다. 이용행태 자료는 2023년 10월 11일부터 24일까지 전문 조사업사 기관 엠브레인(embrain)의 온라인 설문으로 수집하였으며, 9개 구 거주 만 19세 이상 유효응답 1,766명(IRB: UOS 2023-07-005-001)이 주말 최다 방문 공원을 지명하였다. 매칭 후 지명이 1회 이상인 공원은 194개소이고, 625개소(76.3%)는 지명 0회였다. 표본은 여성 66.8%, 60세 이상 6.3%로 모집단 대비 고령층이 과소 표집되어 있다. 복수 후보 지명 시 거주지 최근접 사이트를 선택하는 규칙은 응답의 3.6%에 적용되었다. 지명 횟수와 지명자–공원 평균 거리의 스피어만 상관은 $\rho = .013$($p = .864$)으로, 지명이 단순 근접성을 반영한다고 보기 어렵다.

본 연구에서 이용행태는 설문 응답자가 보고한 주말 최다 방문 공원의 선택을 의미하며, 이용행태 기반 매력도는 공원별 지명 횟수에 근거한 표본 내 상대적 방문 선택의 집중 정도를 뜻한다. 이는 공원의 시설·관리 상태나 이용 경험의 질을 직접 평가한 값이 아니라, 방문 선택에 드러난 선호를 접근성 분석에 반영하기 위한 대리지표이다. 방문 선택에는 공원 규모, 접근 여건, 인지도와 응답자의 공간적 분포 등이 함께 작용할 수 있으므로, 지명 횟수만으로 공원 자체의 질이나 이용가치를 분리하여 측정했다고 해석하지 않는다. 또한 미지명은 해당 표본에서 지

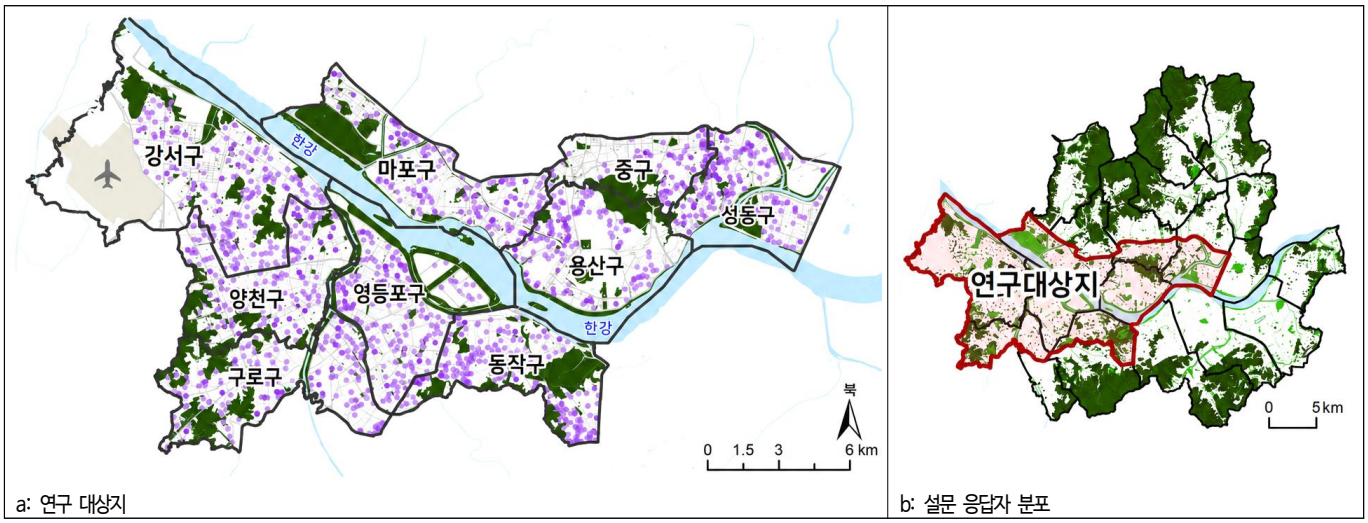


그림 1. 연구 대상지(서울시 9개 자치구)와 설문 응답자 분포
범례: 연구대상지 공원녹지 자치구 경계 수역 응답자 도로

명이 관찰되지 않았다는 뜻이며, 실제 이용이 없거나 공원의 질이 낮다는 의미는 아니다.

수요는 KT 생활인구 자료를 사용하였다. 주말 낮 시간(10–18시)의 2023년 주말 평균값을 100m 격자로 나누어 19,845개 셀로 정리하였다(Lee et al., 2026a). 설문도 주말 공원 이용을 물었기 때문에, 수요 시간대를 주말 낮으로 맞추었다. 여기서 생활인구는 주민등록 인구가 아니라, 해당 시간에 그 장소에 실제로 머문 사람으로 집계된 값이다. 따라서 본 연구의 접근성은 '그 동네에 등록된 주민'만이 아니라, 주말 낮에 그 일대에 있는 사람들이 공원을 얼마나 이용할 수 있는지를 본다.

2.2 시나리오 설계 및 분석 방법

분석은 세 단계 시나리오를 같은 조건에서 비교하는 방식으로 진행하였다(그림 2, 표 1 참조). 세 시나리오 모두 수요 자료, 거리 감쇠 방식, 보행 네트워크는 동일하다. 달라지는 것은 공원 공급을 어떻게 정의하는지, 그리고 수요를 공원 사이에 어떻게 나누는지이다. 첫 번째 시나리오(S0)는 로그 변환한 공원 면적을 공급지표로 사용한다. 두 번째 시나리오(S1)는 면적에 더해, 주민이 주말에 가장 자주 간다고 지명한 정도(이용행태 기반 매력도)를 반영해 공급을 다시 잡는다. 지명이 많은 공원은 공급을 더 크게, 지명이 없는 공원은 면적 수준을 유지하도록 매력도를 1에서 3 사이의 값으로 맞춰 두었다. 세 번째 시나리오(S2)는 S1의 공급을 유지한 채, 사람들이 여러 공원 중 어디에 갈지를 허프 모형으로 나누어 본다. 즉 S0과 S1을 비교하면 '행태를 공급에 넣었을 때의 변화'를, S1과 S2를 비교하면 '공원 간 선택 경쟁을 더했을 때의 변화'를 볼 수 있다. 지명이 한 번이라도 나온 공원은 194개소로 전체 공원 면적의 약 84.8%를 차지하고, 지명이 전혀 없는 625개소(면적 비중 약 15.2%)는 면적만으로 공급을 유지한다. 같은 행태 신호를 공급과 경쟁 배분에 함께 쓰는 점이 결과를 부풀리는지 확인하기 위해, 면적 공급에 허프 배분만 적용한 대조 시나리오(S2′)도 함께 점검하였다.

본 연구의 면적 기준선은 원면적이 아니라 로그 변환 면적을 공급지표로 사용한다. 로그 변환은 공원 간 규모 차이를 압축하여 대규모 공원이 공급지표에 미치는 영향을 완화하는 설정이며, 따라서 S0는 물리적 면적 총량을 그대로 평가한 결과와 구별된다. 원면적을 사용한 민감도 분석에서는 지니계수가 0.463에서 0.549로 증가하였으므로,

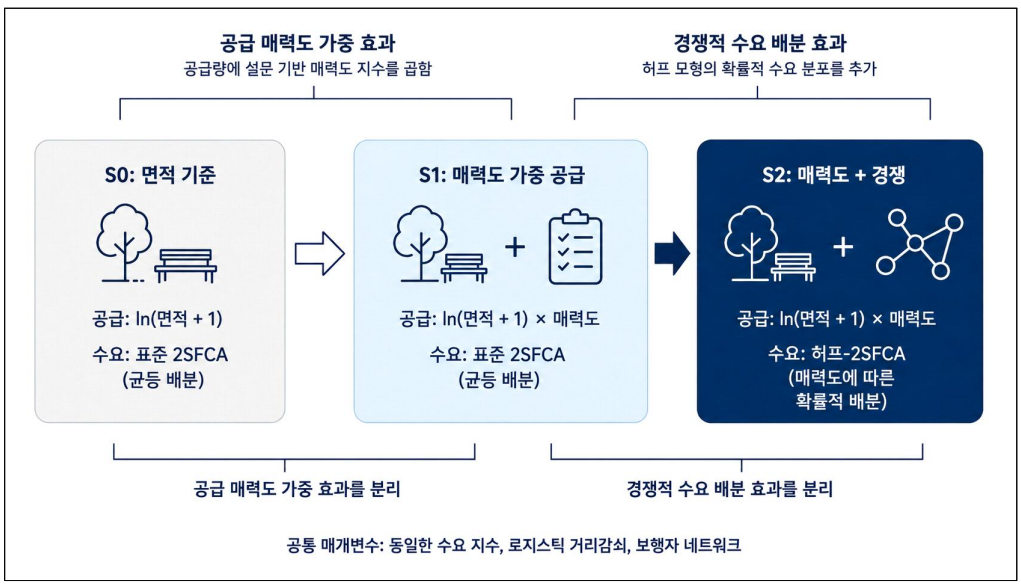


그림 2. 순차 시나리오 설계(S0 면적 공급, S1 매력도 가중, S2 허프 경쟁 배분)

표 1. 시나리오 설계 요약

시나리오	공급 정의	수요 배분	비교 목적
S0	로그 변환 면적	표준 2SFCA(균등)	면적 기준선
S1	로그 변환 면적 × 이용행태 매력도	표준 2SFCA(균등)	공급 가중 효과
S2	S1과 동일	허프 경쟁 배분	경쟁 배분 추가 효과
S2′(대조)	로그 변환 면적	허프 경쟁 배분	2 × 2 요인설계

본 분석의 지니계수 하락을 공급지표의 설정과 무관한 일반적 형평성 개선으로 해석하지 않는다.

2SFCA는 도달 가능한 공원의 공급과 주변 수요를 함께 고려할 수 있으나 공급지표와 거리감쇠 설정에 영향을 받는다. 허프 배분은 도달 가능한 공원 사이의 상대적 선택 가능성을 반영하지만, 이때의 배분값은 실제 방문량을 관측한 값이 아니라 설정된 매력도와 이동 조건에 따른 모형 추정값이다. 따라서 순차 비교는 동일한 자료에서 공급과 배분 설정을 바꾸었을 때의 진단 차이를 보여 주며, 개별 공원의 서비스가 실제로 감소했다는 인과적 증거로 해석하지 않는다.

각 시나리오에서 격자별 접근성 점수를 구한 뒤, 두 가지를 함께 보았다. 첫째는 전체적으로 접근성이 얼마나 고르게 분포하는지를 보는 인구가중 지니계수이다. 둘째는 어디에서 공급이 약하고 수요는 높은지를 지도로 보는 국소 분석이다. 이변량 LISA는 해당 격자의 접근성과 이웃 격자의 수요 사이의 국소적 공간 연관을 살펴보기 위해 사용하였다. 이때 LH는 해당 격자의 접근성이 상대적으로 낮으면서 주변 수요가 상대적으로 높은 조합으로, 공급과 수요의 공간적 불일치를 점검할 서비스 취약 후보로 해석한다. 이는 법정 공원 공급 기준의 미달이나 동일 격자 내 수요의 미충족을 직접 판정한 결과가 아니다. 또한 LH 이외의 유형과 통계적으로 유의하지 않은 격자를 모두 서비스가 충분한 지역으로 해석하지 않는다. 이어서 시나리오가 바뀔 때 이 취약 후보가 새로 생기거나 사라지는지를 추적하였다. 면적만 볼 때는 취약이 아니었는데 행태를 반영하면 취약으로 바뀌는 곳, 반대로 취약이 해소되는 곳, 비교한 시나리오에서 공통으로 LH인 곳, 그리고 그 외 지역을 구분하였다. 본문에서 특히 주목하는 수치는 두 가지이다. 하나는 면적 기준(S0)에서 행태를 모두 반영한 기준(S2)으로 바뀌며 새로 취약해진 격자 975개이고, 다른 하나는 S0, S1, S2 모두에서 취약으로 남는 격자 1,654개이다. 결과의 해석이 특정 설정에만 좌우되지 않는지 확인하기 위해 매력도 부여 방식을 바꾼 검정과 민감도 분석도 함께 수행하였다.

3. 결과

3.1 집계 형평성 지표와 공간 불일치

인구가중 지니계수는 시나리오별로 S0 = 0.2656, S1 = 0.2545, S2 = 0.2399로 나타났다(표 2 참조). 집계 지표는 전체 분포의 변화를 요약하는 보조 정보로 두되, 본 연구의 초점은 행태를 반영했을 때 서비스 취약지역의 위치가 어떻게 달라지는가에 있다. 공원 단위에서 매력도를 무작위로 재배치한 검정(p = .020)은 관찰된 공급 가중 패턴이 우연한 배치와 다름을 지지하며, 경쟁 배분만을 따로 보면 무작위와 구별되지 않는 부분(p = .99)도 있어 경로별 해석은 신중할 필요가 있다. 요컨대 행태를 반영한 공급 정의는 접근성 분포를 다시 그리며, 그 실질적 의미는 집계 수치의 등락보다 '이용할 만한 공원이 어디에 부족하게 읽히는가'의 공간 진단에 있다.

서비스 취약 후보(접근성은 낮고 주변 수요는 높은 격자)의 수는 시나리오별로 S0 = 1,707개, S1 = 1,762개, S2 = 2,680개로 늘어났다. 전체 분포를 요약한 지니계수가 소폭 낮아지는 동안, 지도 위에서는 오히려 취약 후보 지역이 더 많이 드러난 것이다. 그림 3은 이 패턴을 시나리오별로 보여 준다. 행태를 공급에 반영하는 단계(S1)에서 이미 취약 후보의 위치가 일부 바뀌고, 공원 간 선택 경쟁을 더하는 단계(S2)에서는 거점공원 주변으로 취약 후보가 더 넓게 나타난다. 이는 방문 선호가 큰 공원의 공급 가중과 경쟁 배분을 반영할 때 주변 지역의 상대적 접근성 진단이 달라질 수 있음을 시사한다.

3.2 과소공급 전환 및 자치구 패턴

S0와 S2의 LH 분류를 비교하여 격자를 네 유형으로 구분하였다(표 3 참조). 기능적 취약은 S0에서 LH가 아니었으나 S2에서 LH로 전환된 975개 격자(4.9%)로, 방문 선택과 경쟁 배분을 반영할 때 새롭게 나타나는 상대적 공

표 2. 시나리오별 집계 형평성 지표(인구가중)

지표	S0	S1	S2	해석
지니계수	0.2656	0.2545	0.2399	보조 집계 지표(공간 진단이 핵심)
bi-LISA LH 셀 수	1,707	1,762	2,680	국소 불일치 확대
기능적 취약 (S0 → S2)	-	-	975(4.9%)	S0에서 LH 아니고 S2에서 LH
전 시나리오 공통 취약 (S0, S1, S2 모두 LH)	-	-	1,654	공통 불일치 후보

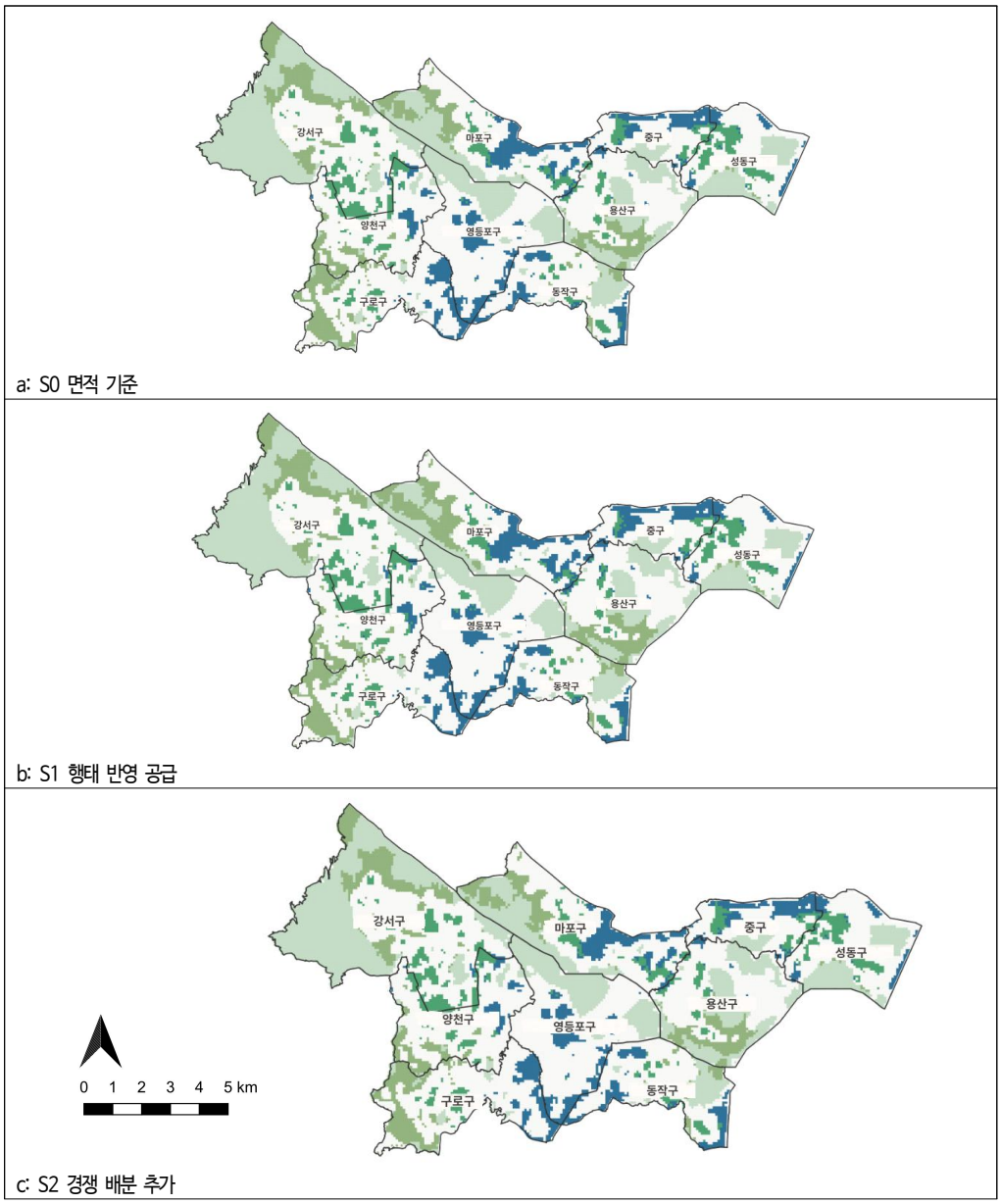


그림 3. 시나리오별 이변량 LISA 공급-수요 불일치(HH, LH 등)

범례: HH (고접근·고수요), LL (저접근·저수요), HL (고접근·저수요), 비유의, LH (저접근·고수요, 서비스 취약 후보)

표 3. 과소공급 전환 유형(S0과 S2 비교)

구분	의미	셀 수	비율(%)
기능적 취약[a]	S0에서 LH 아님 → S2에서 LH	975	4.9
취약 해소[b]	S0에서 LH → S2에서 LH 아님	2	0.0
지속 취약	S0와 S2에서 모두 LH	1,705	8.6
양 시나리오 LH 미분류	S0와 S2에서 모두 LH 아님	17,163	86.5
합계[c]		19,845	100.0

[a]'취약'은 각 시나리오의 LH 분류에 따른 서비스 취약 후보를 뜻한다.

[b]취약 해소의 0.0%는 소수 첫째 자리 반올림 값이다.

[c]S0·S1·S2 모두에서 LH인 전 시나리오 공통 취약 1,654개는 지속 취약 1,705개의 부분집합이므로 합계에 별도로 더하지 않는다.

급-수요 불일치를 의미한다. 취약 해소는 S0의 LH에서 S2의 LH 이외 유형으로 전환된 2개 격자이며, 물리적 환경이 실제 개선되었다는 의미는 아니다. 지속 취약은 S0와 S2에서 모두 LH인 1,705개 격자(8.6%)로, 두 설정에 공통으로 나타나는 불일치 후보이다. 두 시나리오 모두에서 LH로 분류되지 않은 17,163개 격자(86.5%)는 '양 시나리오 LH 미분류'로 표기하며, 이 분류만으로 서비스의 충분성을 판단하지 않는다. 별도로 S0·S1·S2 모두에서 LH인 1,654개 격자는 '전 시나리오 공통 취약'으로 구분한다. 이 중첩은 설정 변화에 걸친 일관성을 뜻하며 시간적으로 취약성이 지속되었다는 의미는 아니다. 기능적 취약 975개는 매력도를 공원에 무작위로 다시 부여했을 때보다 유의하게 많았고(p = .006), 면적과 매력의 순위를 유지한 재배치와는 큰 차이가 없었다(p = .82). 이는 기능적 취약 지역의 위치가 서울 공원 자원의 면적과 매력 구조와 깊이 연결되어 있으며, 행태 반영의 의미는 그 구조 아래에서 '어디가 이용 가치 측면에서 약하게 읽히는가'를 드러내는 데 있음을 시사한다.

자치구별로 기능적 취약과 지속 취약의 구성이 다르게 나타났다(표 4, 그림 4 참조). 성동구는 기능적 취약이 219개(12.5%)로 가장 많고, 강서구와 마포구도 각각 172개와 142개로 나타났다. 성동구 서울숲과 마포구 월드컵공원 주변의 패턴은 거점공원의 방문 선호를 공급 가중과 경쟁 배분에 반영할 때 인접 지역의 상대적 접근성이 달라질 수 있음을 보여 준다. 다만 이를 주변 소규모 공원의 실제 이용 감소로 단정하지는 않는다. 마포구에는 지속 취약도 327개 존재하므로, 거점공원 주변과 그 밖의 생활권을 구분하여 수요 분포와 보행 접근 여건을 점검할 필요가 있다. 영등포구는 기능적 취약 4개에 비해 지속 취약이 347개(14.1%)로 많아 두 설정에 공통된 공급-수요 불일치가 두드러진다. 이 결과만으로 원인을 공원 면적의 부족에 한정하기보다는 주말 주간 생활인구의 분포와 공원까지의 도달 여건을 함께 확인해야 한다. 따라서 자치구별 유형의 구성은 서로 다른 점검 과제를 제시하지만, 신규

표 4. 주요 5개 자치구별 기능적 취약과 지속 취약(S0과 S2 비교)

자치구	기능적 취약	지속 취약	해석 스케치
성동구	219	134	거점공원 주변의 선택·접근 여건 점검
강서구	172	19	행태·경쟁 반영에 따른 분류 변화 점검
마포구	142	327	두 유형의 생활권별 분포 구분
영등포구	4	347	공통 불일치 지역의 공급·수요·도달 여건 점검
양천구	133	99	두 유형을 구분한 현장 점검

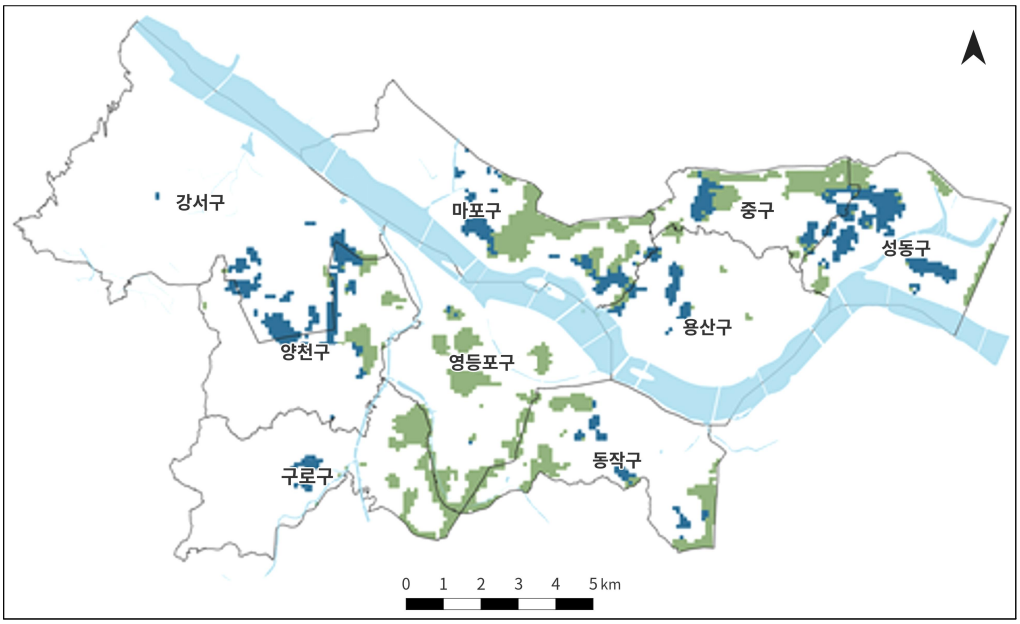


그림 4. 과소공급 전환 지도(S0에서 S2; 기능적 취약 지역 표시)

범례: 기능적 취약, 취약 해소, 지속 취약, 안정 충족

공급이나 기존 공원 개선의 우선순위를 직접 확정하지는 않는다. 참고로 S0에서 S1으로 넘어갈 때 새로 취약해진 격자수와 S1에서 S2로 넘어갈 때 새로 취약해진 격자수를 단순 합치면 최종 975개와 같아지지 않는다. 단계마다 분류가 다시 바뀌기 때문이며, 본문에서는 S0과 S2를 직접 비교한 975개를 기준으로 해석하였다.

3.3 단변량과 이변량 LISA 비교 및 강건성

단변량 LISA의 저접근 공간 이상치(LH)는 시나리오별로 38–42셀에 불과한 반면, 저접근 군집(LL)은 5,678–5,874셀 규모이다. bi-LISA LH(1,707–2,680)는 단변량 LL과 같은 자릿수이며, 단변량 LH 이상치와 직접 비교하면 범주가 어긋난다. 요컨대 두 지표는 규모 차이가 아니라 종류 차이이다. 단변량은 접근성 군집을, bi-LISA는 저공급과 고수요의 결합 불일치를 포착하므로 서로를 대체할 수 없다. 스케일 상수, 매력 지수, 지명률 정규화, 이름 매칭 대안 규칙 등 민감도 분석에서 기능적 취약 지역의 존재는 대체로 유지되고(837–1,156 범위), 지니는 모형 설정에 따라 방향이 달라질 수 있다. 원면적 공급 명세에서는 지니가 오히려 상승(0.463에서 0.549)하여 로그 변환과 매력 조정의 결합이 집계 결과에 중요함을 재확인한다.

4. 고찰 및 결론

본 연구의 목적은 기존에 면적이 넓거나 물리적으로 가깝다는 점만으로 접근성이 좋다고 보던 공급 관점을 넘어서, 주민이 보고한 방문 선택을 상대적 매력도로 반영했을 때 서비스 취약지역 진단이 어떻게 달라지는지를 밝히는 데 있다. 공원의 형태와 이용 여건을 놓친 채 근접성만 강조하면, 실제로 찾을 만한 공원이 부족한 지역을 놓치거나 반대로 면적상 충족되어 보이는 지역을 과대평가할 수 있다. 이에 본 연구는 S0(면적 공급), S1(행태 기반 매력도 가중 공급), S2(허프 경쟁 배분 추가)의 순차 설계와 bi-LISA 과소공급 전환을 결합해 RQ1부터 RQ3까지 검토하였다. 아래에서는 질문 순서에 따라 결과를 해석하고 선행연구와 연결한다.

연구 질문 1과 관련하여, 공급에 이용행태 기반 매력도를 반영하면 서비스 취약으로 읽히는 위치가 다시 배치된다. S0에서 S1로 전환할 때 LH 격자 수는 1,707개에서 1,762개로 55개 순증하였다. 경쟁 배분까지 포함한 S0 → S2 비교에서는 새롭게 LH로 전환된 격자가 975개였다. 이는 면적, 시설, 리뷰 등 연구자가 정의한 질 지표에 의존해 온 선행연구(Hu et al., 2020; Zou et al., 2024)와 달리, 주민의 주말 방문 지명이 공급을 다시 평가하는 신호가 될 수 있음을 보여 준다. 국내 보행과 서비스권역 연구(황해권과 손용훈, 2024)가 얼마나 가까운지, 얼마나 덮는지를 중심으로 한다면, 본 연구는 가까이 있어도 잘 선택되지 않는 공급을 기능적 취약으로 드러낸다. 방문 선택을 반영한 공급 정의가 면적 기준과 다른 진단을 제시할 수 있다는 점은 공원 매력도와 선택 가능성을 고려한 선행연구(Fu et al., 2024)와 연결된다. 본 연구에서 나타난 거점공원 주변의 분류 변화는 이러한 차이를 지역적으로 점검할 필요성을 보여 준다. 다만 면적과 매력의 순위 관계를 유지한 재배치 검정(p = .82)이 보여 주듯, 이러한 기능적 취약 지역의 배치는 면적과 매력이 함께 만드는 공원 자원 구조와 깊이 연결되어 있으므로, 면적과 무관한 순수 행태 효과로만 과장해서는 안 된다.

기능적 취약은 면적 기준에서 LH로 분류되지 않았으나 방문 선택과 경쟁 배분을 반영하면 LH로 전환되는 지역을 뜻한다. 따라서 물리적인 공원 환경의 열악함이나 주변 공원의 실제 서비스 감소를 직접 의미하지 않으며, 공급 규모와 주민의 선택, 공원 간 경쟁관계가 결합되어 나타난 상대적 진단 결과로 이해할 필요가 있다. 이러한 지역에서는 기존 공원의 인지·프로그램·시설과 보행 접근 여건을 점검할 수 있다. 지속 취약과 전 시나리오 공통 취약 지역에서는 수요 대비 공급과 연결망의 공백을 우선 확인하되, 신규 공급의 필요성은 현장 여건과 기존 공원의 개선 가능성을 함께 검토하여 판단해야 한다. 각 유형은 투자 순위를 자동으로 결정하는 기준이 아니라 후속 조사와 계획 검토의 출발점이다.

한강공원·용산가족공원과 같은 녹지자원의 존재만으로 주변 격자의 서비스 수준을 판단할 수 없으며, 용산구를 포함한 개별 생활권의 결과는 실제 진입점까지의 보행 경로와 주말 생활인구의 공간적 중첩을 함께 확인하여 해석할 필요가 있다.

연구 질문 2와 관련하여, S1에서 S2로 갈 때 LH 증가의 상당 부분이 발생하여 경쟁 배분은 공간 패턴을 추가로 재편한다. 순차 분해상 공급 가중과 배분 경로가 서로 다른 일을 하며 서로를 대체할 수 없다는 점은, 한 경로만 강조해 온 선행연구(Jin and Lu, 2022; Liang et al., 2023; Zou et al., 2024)를 보완한다. 다만 배분 경로만을 무작위로 다시 부여한 검정은 관찰값과 구별되지 않았고(p = .99), 요인설계상의 경로별 비중도 지명률 명세에서는 달라진다. 따라서 행태적으로 완전히 독립된 배분 효과를 단정하기보다, S2를 종합 진단 시나리오로 쓰되 정책 설

명에서는 공급 가중(S1)과 경쟁 배분(S2)을 나누어 말하는 편이 안전하다. 집계 지니의 소폭 하락과 bi-LISA LH 증가(973셀)가 함께 나타나는 것도 모순이 아니다. 지니는 셀 접근성 분포 전체의 균등성을, bi-LISA LH는 국소적인 공급-수요 불일치 지역을 요약하므로 정책 신호는 집계 방향보다 국소 위치에 있다(Yang et al., 2024).

연구 질문 3과 관련하여, 단변량 LISA와 이변량 LISA는 규모가 아니라 종류에서 갈린다. 단변량 LH 이상치는 거의 비어 있고(38-42셀), 실질적 저접근 군집은 LL(약 5,700셀대)이다. bi-LISA LH는 이와 같은 자릿수에서 저공급과 고수요의 결합을 포착한다. 기존 공원 형평 연구가 단변량 LISA에 의존하거나 국소 분석을 생략한 경우(Zhang et al., 2023; Yang et al., 2024; Zou et al., 2024), 수요가 낮은 저접근 지역을 취약과 동일시하거나 수요가 높은 중간 접근 지역을 놓칠 위험이 있다. 공원 접근성과 인구밀도의 불일치를 분석한 선행연구(Hu et al., 2020)를 참고할 때, 이변량 LISA는 접근성만의 군집 분석에 주변 수요의 공간적 맥락을 더하는 탐색적 보완 도구로 활용할 수 있다. 다만 이변량 공간통계만으로는 면적 기준에서 놓친 기능적 취약 지역을 만들 수 없고, 행태 기반 공급과 경쟁 배분과 결합될 때 진단력이 생긴다. 즉 이변량 공간통계와 행태 공급 정의의 결합이 본 연구의 방법적 요체이다.

방법, 자료, 정책 측면에서 시사점은 다음과 같다. 방법적으로는 하나의 사회적 가치 신호(방문 지명)가 공급 가중과 경쟁 배분이라는 두 경로로 나뉘어 기여할 수 있다는 점, 자료적으로는 무작위 재배치 검정이 관찰된 방문 지명의 공간적 배치와 관련된 진단 차이를 시사한다는 점, 정책적으로는 기능적 취약과 지속·공통 취약의 유형에 따라 기존 공원 이용 여건과 공급·연결망의 공백을 구분하여 점검할 수 있다는 점이다. 한계로는 지명이 방문빈도가 아니라는 점, 미지명 공원 625개소(면적 15.2%)의 행태 정보 공백, 온라인 패널의 성 연령 편향, 생활인구와 주민 설문의 모집단 불일치, 진술 기반 거리감쇠, 9개 구와 보행 단일 모드, 격자 수준과 공원 수준 사이의 추론 간격, 로그 공급 명세 의존성 등이 있다. 향후 전 시 확장, 이동 카드 리뷰 등 다중 행태 자료, 인구 재가중, 다수단 접근, 타 도시 비교가 필요하다. 방문 지명은 공원 규모·접근성·인지도 및 응답자 분포의 영향을 함께 포함하므로, 본 연구의 매력도는 이들 요인을 통제한 공원 고유의 질로 해석할 수 없다. 또한 자치구별 토지이용과 생활인구의 영향을 별도로 분해하지 않았으므로, 지역별 취약 패턴의 발생 원인과 구체적인 사업 우선순위는 후속 검증이 필요하다.

종합하면, 면적 기준에 주민의 방문 선택과 공원 간 경쟁을 반영할 때 서비스 취약 후보의 공간적 분류는 달라진다. S0에서는 LH가 아니었으나 S2에서 LH로 전환된 975개 격자와 S0·S1·S2 모두에서 LH로 분류된 1,654개 격자는 각각 행태·경쟁 반영에 따른 분류 변화와 비교 시나리오에 공통된 공급-수요 불일치를 보여 준다. 이는 기존 공원의 이용 여건과 공급·연결망의 공백을 구분하여 점검할 필요성을 제기한다. 본 연구의 행태 기반 공급지표는 면적 중심 진단을 보완하는 도구이며, 공원의 질이나 투자 우선순위를 직접 확정하는 척도는 아니다. 전 자치구 확장, 방문빈도 자료를 통한 검증, 인구 재가중과 현장조사를 결합한 후속 검토가 필요하다.

References

1. 김민영, 강민구, 윤희연(2026) 도시공원의 입지 및 내부요인과 이용자 수의 연관성: 서울시 근린공원과 어린이공원 비교 분석. 한국조경학회지 54(4): 46-61.
2. 황해권, 손용훈(2024) 보행접근성 분석에 기반한 근린공원의 공원서비스 평가: 성남시 분당구를 대상으로. 한국조경학회지 52(1): 59-70.
3. Anselin, L.(1995) Local indicators of spatial association—LISA. Geographical Analysis 27(2): 93-115.
4. Cai, Z., H. Lan, Z. Ouyang and B. Han(2026) A Comprehensive Assessment of Urban Greenspace Accessibility and Supply-Demand Characteristics in Beijing. Environmental and Sustainability Indicators: 101394.
5. Chu, M., D. Tian, Y. Zhang, J. Zhang and Y. Wang(2025) Coupling mechanisms and optimization of urban green space equity and income distribution based on multi-source big data: A case study of beijing. Trees, Forests and People: 101136.
6. Fu, Y., J. Yang, Z. Wang, B. Zhang, J. Xue, Y. Zeng and F. Li(2024) Reassessing urban park accessibility: An improved two-step floating catchment area method based on the physical activity services perspective. Urban Forestry & Urban Greening 101: 128446.
7. Hedblom, M., B. Gunnarsson, B. Iravani, I. Knez, M. Schaefer, P. Thorsson and J. N. Lundström(2019) Reduction of physiological stress by urban green space in a multisensory virtual experiment. Scientific

Reports 9: 10113.
8. Hu, S., W. Song, C. Li and J. Lu(2020) A multi-mode Gaussian-based two-step floating catchment area method for measuring accessibility of urban parks. Cities 105: 102815.
9. Huang, Z., Q. Jia, S. Luo, Z. Tu, L. Zhao, S. Li and Z. Lu(2025) Static and dynamic assessments of park accessibility and equity across different living circles in Shenzhen's core area. Environmental Research Communications 7(2): 025011.
10. Huff, D. L.(1963) A probabilistic analysis of shopping center trade areas. Land Economics 39(1): 81-90.
11. Jin, M. and X. Lu(2022) Towards improved park accessibility measurement under competitive demand allocation. Landscape and Urban Planning 225: 104456.
12. Lee, J. H. and Y. Song(2019) Ecological landscape planning and equitable green infrastructure provision. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 47(6): 1-12.
13. Li, Y., W. Qi, H. Yang, S. Wang, M. Yang, Z. Zhang, X. Maqiang, P. Wenong, C. Guangchao and Y. Wang(2024) Measuring the Spatial Accessibility of Urban Healthcare Services on the Tibetan Plateau Based on an Improved 3SFCA: A Case Study of Xining City, China.
14. Li, Z., Z. Fan, Y. Song and Y. Chai(2021) Assessing equity in park accessibility using a travel behavior-based G2SFCA method in Nanjing, China. Journal of Transport Geography 96: 103179.
15. Luo, W. and F. Wang(2003) Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: Multiple-step floating catchment area method. Environment and Planning B: Planning and Design 30(6): 865-884.
16. Wang, F.(2012) Measurement, optimization, and impact of health care accessibility: An integrative review. Annals of the Association of American Geographers 102(5): 1104-1112.
17. World Health Organization Regional Office for Europe(2016) Urban green spaces and health: A review of evidence. World Health Organization Regional Office for Europe.