

다층모형을 활용한 에너지다소비건물의 에너지사용 영향요인 분석 -서울특별시를 중심으로-

An Analysis of the Influencing Factors of Energy Generation in Energy
Consumption Buildings Using Multi-Story Model
-Focusing on Seoul-

김승훈* 김새힘** 박주현*** 조미정**** 이명훈*****
Kim,Seung-Hun Kim,Sae-Him Park,Ju-hyun Cho,Mi-Jeong Lee,Myeong-Hun

Abstract

Efforts to regulate and reduce greenhouse gas emissions and energy use are required to solve environmental problems such as drought, flooding, and air pollution worldwide.

Out of 1,367 energy-guzzling buildings nationwide in 2021, a total of 468 energy-guzzling buildings are located in Seoul. As these buildings account for 12% of the energy consumption of the building sector in Seoul, it is time to take active measures as a key energy conservation target

For the spatial scope of this study, 355 buildings located in 150 administrative dongs in Seoul were selected. As for the temporal range, panel data on energy consumption from 2017 to 2021 were composed.

Previous studies have analyzed the electricity consumption and energy characteristics of buildings, and there is a lack of research that empirically analyzes energy consumption by specifying it as an energy-guzzling building.

The method of this study used a multi-level model. Building characteristics and demographic characteristics were set as independent variables for building primary energy consumption as dependent variables.

In order to create an eco-friendly urban environment in Seoul in the future, it is expected to provide basic data on how to improve the efficiency of energy-consuming buildings and promote energy-saving policies.

색인어 : 에너지다소비건물, 다층모형, 에너지사용량
Keyword : Energy Consumption Building, Multi-Level Model, Energy Use

* 한양대 도시대학원 도시개발경영학과 석사과정(주 저자 :rlatmdgns010@hanyang.ac.kr)
** 한양대 도시대학원 박사(공 저자1 : kshim9146@hanyang.ac.kr)
*** 한양대 도시대학원 도시개발경영학과 석사과정(공 저자2 : mema1998@hanyang.ac.kr)
**** 한양대 부동산융합대학원 교수(공 저자3 : cmj2816@nate.com)
***** 한양대 도시대학원 교수(교신저자 : mhlee99@hanyang.ac.kr)

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

전 세계적으로 가뭄, 홍수, 대기오염 등과 같은 환경문제를 해결하기 위해 온실가스 배출과 에너지 사용의 규제 및 감축에 대한 노력이 요구되고 있다. 1997년 제3차 당사국총회(COP3)에서 온실가스 감축목표를 설정한 교토의정서를 채택한 이후, 국제사회는 2015년 제21차 당사국총회(COP21)에서 개발도상국까지 모두 참여하는 파리협정을 채택하며 실질적인 기후변화 체계를 성립하였다. 이에 우리나라는 2015년 2023 국가 온실가스 감축목표(NDC)를 수립하고 탄소중립 기본법을 통해 2050년까지 온실가스 배출량을 0으로 만드는 것을 목표로 온실가스 감축목표 이행 계획을 수립하고 있다. 2021년 기준 전국 1,367개 에너지 다소비 건물 중 서울특별시에 위치한 에너지 다소비 건물은 총 468개이다(에너지관리공단, 2022). 이러한 건물들이 서울특별시 건물 부문 에너지사용량 12%를 차지하고 있어, 에너지 다소비 건물은 핵심적인 에너지 절약의 주요 대상으로 적극적인 대책이 필요한 시점이다(서울특별시, 2020). 이러한 배경 속 국토교통부는 ‘그린리모델링 사업, 서울특별시는 건축물 에너지효율등급 인증제도 등을 시행하며 건물의 물리적 개선을 통해 에너지 사용을 절약하고자 하였다. 그럼에도 건물의 에너지사용량은 감소하고 있지 않다(조항훈 외 2022, 에너지관리공단 2022). 이는 에너지 다소비 건물의 실질적인 감소요인들에 대한 추가적인 검토가 필요함을 의미한다.

본 연구의 목적은 에너지 사용 요인은 사람의 행동과 건물의 물리적 특성, 도시 특성 등 다양한 형태로 발생하고 있는데, 에너지다소비건물의 에너지사용요인이 어떠한 영향을 미치는지 확인하는 데 있다. 기존의 선행연구에서는 서울특별시의 건물 등에 대해서만 전기 사용량 및 에너지 특성에 대한 분석이 진행되었으며, 에너지 다소비 건물로 특정하여 에너지사용량을 실증적으로 분석한 연구는 부족한 실정이다. 이러한 연구는 서울특별시의 친환경적인 도시환경과 에너지 다소비 건물의 효율성 개선 및 건물 에너지 절약 정책의 추진방안에 대한 기초자료로 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

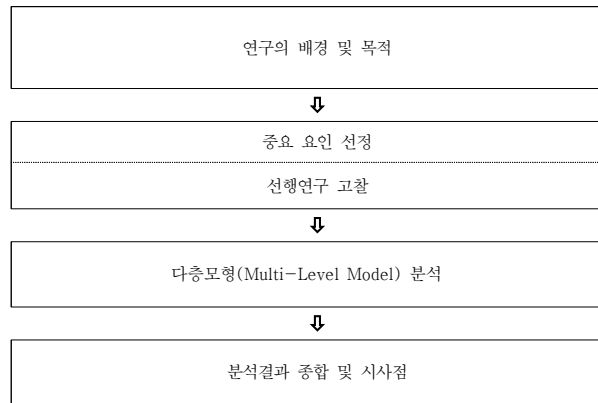
2. 연구의 범위 및 방법

본 연구의 공간적 범위는 서울특별시 150개 행정동에 위치한 에너지 다소비 건물이며, 자료 수집이 어려운 건물을 제외한 355개의 건물을 선정하였다. 시간적 범위는 2017년부터 2021년까지의 에너지사용량 데이터를 활용하여 패널데이터를 구성하였다.

연구방법은 첫째 선행연구 고찰을 통해 건물 에너지 사용의 주요 요인들을 선정하였다. 둘째 건물 에너지 주요 요인인 건물적 요인, 생활환경요인이 위계구조를 갖는지 파악하여, 건물 에너지소비에 영향을 미치는 요인을 확인하고자 하였다.

연구모형으로 다층모형(Multi-Level Model)을 사용하였다. 다층모형은 위계적 데이터를 분석할 수 있는 모형으로, 특히 위계로 나뉜 데이터에서 상관성과 분산구조를 파악하는 데 효과적으로 할 수 있다(이수진 외, 2019). 건물 1차 에너지사용량을 종속변수로 설정하고, 1단계 독립변수는 건물적 요인 2단계 독립변수에는 생활환경 요인을 포함하여 분석을 진행하였다. 마지막으로 분석 결과를 토대로 시사점과 연구의 한계를 시사하였다. 그 과정은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구 과정



II. 이론 및 선행연구 고찰

1. 에너지다소비사업자의 개념 및 현황

도시의 활동과 생활환경의 발달은 에너지소비를 증가시키고, 이에 따라 폭염, 폭우, 가뭄 등 다양한 환경피해가 발생하고 있다. 이를 방지하기 위해 에너지 공급의 안정과 효율적인 이용이 필요하다. 에너지다소비건물은 「에너지이용 합리화법」 제31조 제1항에 따라 연간 2,000TOE 이상 에너지가 발생한 사업체 및 건물을 의미한다. 또한 에너지다소비사업자로 분류가 되며 에너지다소비사업자는 산업, 건물, 수송, 발전으로 구분된다.

에너지다소비사업자는 2021년 기준 총 4,863개로 산업 3,047개 건물 1,367개 수송 408개 발전 41개로 국내 에너지소비량 46.9%를 차지하고 있다(에너지관리공단, 2022). 그러나 전년도 대비 산업부문 103개, 건물 부문 47개 증가하고, 발전 부문은 1개 감소로 149개가 증가하였다. 이는 효율적인 에너지다소비사업자의 에너지절감 정책이 필요한 시점이다.

2. 선행연구 고찰

기존 선행연구를 통해 건물 에너지 발생에 영향을 미치는 요인을 추측할 수 있다. 건물의 전기사용량 및 탄소 배출량 관련 선행연구들은 직접적으로 에너지사용량과 관련이 있기에 동일한 연구라고 볼 수 있다.

김기중 외(2016)는 서울특별시를 대상으로 도시 구성요소가 도시 열과 건물 에너지소비에 미치는 직·간접적 영향 관계를 실증분석 하였다. 해당 연구에서는 구조방정식을 사용하였다. 내생변수는 전기에너지 소비량과 도시 지표 온도이며, 외생변수는 자연환경 요인, 물리 환경요인, 사회·경제요인, 도시통행요인 변수를 선정하였다. 연구의 한계로는 내생변수에 영향을 미치는 간접적인 다른 변수를 선정하지 못한 점이다.

김기중 외(2017)는 전력 소비량이 가장 많은 08월 서울특별시를 대상으로 소득의 격차를 고려하여 도시계획과 건축물요소가 건물 에너지소비에 영향을 미치는지 분석하였다. 해당 연구에서는 다중회귀분석을 사용하였다. 종속변수로는 건물의 전력 사용량이며, 독립변수로는 건물요인과 도시요인을 선정하였다. 연구의 한계로는 단독 주택을 포함하지 못하여 주택유형별 건물 에너지 차이를 고려하지 못한 점이다.

김기중·이창효(2019)는 전력 소비량이 가장 많은 08월 서울특별시를 대상으로 건물용도 별 전기에너지 소비량 차이와 소비량에 영향을 미치는 요인을 비교분석 하였다. 해당 연구에서는 크리스칼-왈리스 검증과 감마회귀분석을 사용하였다. 종속변

수는 단위 면적당 전기에너지 소비량이며, 독립변수로는 건물의 물리적 요인, 주변 환경요인과 통제변수로는 대기온도, 공기지가를 선정하였다. 연구의 한계로는 필지 단위의 에너지소비량을 활용하여 건물사용자 개인 특성을 고려하지 못한 점이다.

이수진 외(2019)는 서울특별시의 건물을 대상으로 건물 특성과 지역 특성에 따라 건물 에너지소비량에 영향을 미치는지 분석하였다. 해당 연구에서는 다층모형 사용하였으며, 분석 결과 건물 에너지소비량은 건물·지역 요인에 모두 영향을 받으며 지표 온도, 건물나이, FAR, 건물 바닥비율, 건물층수, 건물구조가 관계가 있다. 특히 FAR(Floor Area Ratio)가 높을수록 건물 에너지소비에 효율적이지만, 건물 바닥비율이 높을수록 에너지소비량이 증가하는 것으로 분석되어 건물 특성의 대표적인 요인으로 확인하였다. 또한 지역 특성으로는 인구밀도, 평균지가가 에너지소비와 관계가 있으며, 이는 건물의 규모 및 면적과 지역별 경제적 여건에 따라 에너지 저감 정책이 상이해야 한다고 제안하고 있다.

이수진 외 b(2019)는 서울특별시를 대상으로 건물 에너지소비량과 도시 온도의 관계를 확인하여 도시 온도와 에너지소비를 효율적으로 저감하기 위하고자 하였다. 해당 연구에서는 연립방정식을 사용하였으며, 내생변수는 전력 소비량과 대기온도이며, 외생변수로는 건물 에너지 요인, 도시 온도요인, 공통요인으로 변수를 선정하였다. 연구의 한계로는 내생변수 간 관계만 고려하여 소득요인과 교통요인에 대한 관계를 고려하지 못한 점이다.

정재원 외(2015)는 서울특별시를 대상으로 행정동 별 건물 에너지와 교통 에너지 소비량을 실증분석하여 가구당 에너지 소비현황과 지역분포를 확인하고, 가구 부문의 건물 에너지와 교통 에너지소비에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 해당 연구에서는 다중회귀분석을 사용하였다. 종속변수로는 행정동별 건물 에너지와 교통 에너지이며, 독립변수는 가구 요인, 경제요인, 주택 물리적 요인, 도시공간 요인, 교통시설요인을 변수를 선정하였다.

조향훈 외(2022)는 서울특별시를 대상으로 계절적 요인을 고려하여 도시의 물리적 요인과 사회·경제적 요인이 건물의 전기에너지 사용에 미치는 영향을 분석하였다. 해당 연구에서는 위계적 회귀분석을 사용하였으며, 종속변수는 전기 에너지사용량이며, 독립변수는 물리·환경적 요소, 사회·경제적 요소, 계절적 요소로 변수를 선정하였다.

조향훈·김홍훈(2023)은 2021년 서울특별시 424개 행정동을 대상으로 도시의 특성이 건물의 에너지 배출과 탄소배출에 영향을 미치는지 분석하였다. 해당 연구에서는 공간회귀분석을 사용하였다. 종속변수는 건물의 탄소 배출량을 설정하였고, 독립변수로는 건조환경요인, 인구요인, 경제요인, 교통시설요인, 환경요인 변수를 선정하였다. 연구의 한계로는 2021년을 기준으로 연구를 진행하여 코로나 팬데믹을 고려

하지 못한 점이다.

3. 연구의 차별성

기존 선행연구에서는 건물 에너지 발생에 영향을 미치는 연구는 건물의 물리적 요인, 가구 요인, 사회·경제적 요인, 도시요인 등 여러 특징에 따라 다양한 결과를 제시하였다. 그러나 기존 서울특별시의 주거용 건물 등의 에너지사용량 및 온실가스 배출량 특성에 대한 분석이 진행되었으며, 에너지 다소비 건물로 특정하여 에너지사용량을 실증적으로 분석한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구의 차별성은 서울특별시 전체건물 중 에너지 다소비 건물로 특정하였고, 건물 에너지 발생 요소를 확인하기 위해 다층모형을 활용했다는 것이다.

Ⅲ. 분석의 틀

1. 변수선정 및 자료구축

본 연구에서는 2017년부터 2021년까지 서울특별시 에너지다소비건물의 에너지 사용량을 종속변수로 하여 분석하였으며, 종속변수와 독립변수의 데이터 이상치를 제거하기 위해 IQR검사를 진행하였고, 정규화를 위해 변수에 자연로그(ln)를 사용했다. 본 연구의 분석단위는 156개의 행정동으로 행정동별 에너지 발생 요인이 다를 것으로 예상하여 분석을 실시하였다.

먼저 자료구축은 서울특별시 내 에너지다소비건물의 에너지사용량 자료를 서울특별시에 요청하여 구축하였다. 이를 통해 2017년부터 2021년까지의 에너지다소비건물의 에너지사용량 패널자료를 구축하였다.

에너지다소비건물의 에너지사용량에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 선행연구의 분석결과를 기초로 독립변수를 구축하였다. 선행연구를 검토로 구축한 변수정리는 건물적 요인, 생활환경요인으로 독립변수를 구성하였다.

건물 에너지 발생 요인은 가구 요인, 인구요인, 기후요인, 건물요인, 도시요인 등 다양한 요인들이 존재한다(santamouris, 2016). 건물적 요인의 자료는 국토교통부 건축행정시스템의 건축물대장을 통해 구축하였다. 기존 선행연구는 건물의 물리적 특성, 인구특성, 사회·경제적 특성 도시환경 등 다양한 요인들의 분석 결과를 제시하였다. 건물적 요인 중 연면적, 용적률, 건폐율, 건물지붕, 건물구조는 건물 에너지를 발생하는 중요한 요인이며, 기존 선행연구에서 널리 사용되는 요인이다. 난방면적은

건물이나 공간을 난방하는데 필요한 면적으로써 건물의 크기, 건물구조, 용도 등에 따라 다양하게 나타나며, 적절한 난방면적은 건물의 에너지를 최소화하고 효율성을 향상시킬 것으로 예상된다.

생활환경요인의 자료는 서울특별시 열린데이터 광장에서 자료를 구축하였다. 생활요인은 쾌적한 도시환경과 생활 수준을 나타내는 요인으로서 실생활이 에너지 사용에 영향을 미칠 것으로 예측할 수 있다. 기존 선행연구들에서는 평균연령, 인구밀도, 상주인구, 가구 수, 65세 이상 인구, 가구 밀도 등 다양한 인구변수들이 활용되었다(이수진, 2019; 강창덕, 2011). 최근 선행연구들은 주로 생활인구를 사용하였다(조항훈, 2023). 생활인구는 일상 출퇴근, 축제 등 특정 장소와 특정 시점 동안 생활하는 사람들의 인구를 나타내며, 기존 상주인구와 유동인구를 모두 포함하는 인구가기에 실생활에 영향요인을 고려하기 위해 생활인구를 사용하였으며, 각 년도 생활인구 데이터 총합으로 산출하였다. 사업체 밀도, 종사자 밀도는 지역의 경제활동과 소득을 대변하는 변수로서 경제활동 높을수록 에너지사용량이 높을 것으로 예상하여 고려하였고, 단위면적 밀도로 산출하였다. 자세한 변수 내용은 <표 2>와 같다.

표 2. 변수내용

구분	변수	단위	출처	
종속 변수	1차 에너지사용량	[Ln(Toe)]	서울특별시(2017 ~ 2021)	
독립 변수	난방면적	(㎡)		
	연면적	Ln(㎡)	건축물대장 (2023)	
	용적률	(%)		
	건폐율	(%)		
	건축연한	(년)		
	건물지붕	더미		
	생활환경 요인	생활인구	[Ln(명)]	서울 열린데이터광장 (2023)
		종사자 밀도	[Ln(명/㎡)]	
사업체 밀도		[Ln(명/㎡)]		

2. 연구의 모형

본 연구는 선행연구 고찰을 통해 건물 에너지사용량에 영향을 미치는 요인들을 파악하고 이를 위계적 구조에 해당하는지 파악하였다(이수진 외, 2019; 조항훈, 2022). 본 연구에서는 다층모형 분석을 위해 STATA 17을 활용하였으며, 본 연구에서는 연구에서 활용된 에너지사용량 자료는 패널데이터 성격을 가진다. 본질적으로 위계적 데이터이며, 동일한 건물들이 반복적으로 관찰된 값들이 내재되어 있다. 또한 에너지사용량 패널데이터는 에너지다소비건물의 기준치인 2,000TOE 이하인 경우 포함되지 않으므로 측정 시점이 달라지는 불균형 패널(Unbalanced Panel)의 성격을 가진다.

다층모형은 위계적 데이터로 구성될 때 활용하는 모형으로 각 위계 간의 상관관계를 고려하거나 지역별로 여러 시점을 가지고 있는 자료의 변화에서 하나의 모형으로 동시에 분석할 수 있는 모형으로 상위집단과 하위집단의 차이와 지역 간 차이를 설명할 수 있는 모형이다(김동현·정주철, 2011; 김세힘, 2023; 송경오, 2022).

본 연구에서 다층모형 분석은 총 3단계의 절차로 진행하였다. 첫 번째 분석은 무조건 모형 및 기초모형의 분석을 통해 다층모형의 활용을 판단할 수 있다. 또한 ICC 계산을 통해 건물 수준 및 행정동 수준의 비율을 분석하고, 집단 내 상관관계수 (Intraclass Correlation Coefficient) 값이 0.05 이상이면 영향이 있다는 근거가 된다(Heck et al, 2013; 홍세희, 2007).

두 번째 분석은 설명변수는 없고 상수항만을 포함하는 무조건모형을 활용하여 종속변수에 미치는 영향을 분석하였다. 무조건모형은 다층모형에서 기초가 되는 모형으로 일반적으로 무조건 모형을 통해 유의한 차이가 확인되면 조건모형을 통해 변수의 상관관계를 해석할 수 있다.

세 번째 분석은 건물적 요인 및 생활환경요인을 포함한 조건모형을 활용하여 종속변수에 미치는 영향을 분석하였다. 독립변수는 2가지 요인으로 구분되는데, 건물적 요인이 레벨 1수준의 변수로, 생활환경요인이 레벨 2수준의 변수로 설정하였다.

IV. 실증분석

1. 기초통계량

에너지다소비건물의 에너지사용량 영향요인 분석에 앞서 1수준인 건물적 요인과

2수준인 생활요인으로 선정한 변수들을 대상으로 기초통계량 분석을 실시하였다. 기초통계량 표는 <표 3>과 같다.

중속변수인 에너지사용량은 최소가 7.60TOE, 최대가 10.77TOE으로 차이 나는 것으로 보아, 에너지다소비건물 당 에너지사용량 차이가 나는 것을 의미한다. 면적의 평균은 11.67, 용적률의 평균은 452.91, 건폐율의 평균은 41.58이다. 건축연한은 평균 21년이다. 생활요인 중 생활인구의 평균은 10.49명으로 최소 8.30명 최대 11.66명으로 종사자 밀도는 9.63명 최소 6.62명 최대 11.66명, 사업체 밀도는 평균 7.63명, 최소 4.96명, 최대 10.11명으로 나타났으며 이는 행정동별로 생활환경 차이가 상이하게 나타나는 것을 알 수 있다.

표 3. 기초통계량

Division	Variables	N	Mean	SD	Min	Max
구 분	에너지사용량	1,580	8.29	0.606	7.60	10.77
모형 1	난방면적	1,580	96,325.1	108,869.1	330.22	969,877
	연면적	1,580	11.67	0.922	8.64	18.96
	용적률	1,580	452,91	285,82	14,53	1182.1
	건폐율	1,580	41.58	18.58	1.68	223.22
	건축연한	1,580	21.06	11.44	1	58
	건물 지붕	1,580	3.12	1.169	1	5
모형 2	생활인구	1580	10.49	0.500	8.30	11.66
	종사자 밀도	1580	9.680	1.047	6.62	11.66
	사업체 밀도	1580	7.688	0.977	4.96	10.11

2. 분석결과

본 연구의 자세한 결과는 <표 4>와 같다. 모형의 적합도인 AIC, BIC을 이용해 분석한 결과 AIC는 2130.29에서 -1219.43로, BIC는 2210.76에서 -1133.58로 산출되어 값이 낮아질수록 적합한 모델인 것을 확인하였다. 또한 ICC는 위계로 구성되어있는 자료에서 각 위계에서의 분산 비율을 측정하는 지표이다. ICC 값을 분석한 결과, 0.9835%으로 에너지사용량과 행정동 생활환경 간의 상관관계는 98%으로 나타났다.

모형 2는 건물적 요인과 생활환경 요인을 동시에 고려한 임의절편(Random

intercept model)모형이다. 임의절편 모형은 위계 간의 변동을 고려할 때 사용하는 모형으로서 건물적 요인에서는 면적, 용적률, 건폐율, 난방면적, 철골지붕이 건물에너지 발생에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 생활환경요인에서는 종사자 밀도, 사업체 밀도가 건물에너지 발생에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

모형 3는 고정효과(Fixed part)모형을 활용하였다. 고정효과모형 패널 및 그룹에 속하는 모든 개체에 동일한 효과가 있다고 가정할 때 사용하는 모형으로서 모형 2와 비교하였을 때, 대부분 결과값이 유사하게 나타났으며, 다만 건물지붕과 생활인구가 유의하게 나타났다.

표 4. 변수내용

		모형 1		모형 2		모형 3		
		Coef.	S.E	Coef.	S.E	Coef.	S.E	
건물적 요인	에너지사용량	8.299***	0.015	8.287***	0.413	8.272***	0.319	
	면적 (LN)			0.175***	0.024	0.119***	0.027	
	용적률			-5E-04***	6.87E-05	-4E-04***	1.E-04	
	건폐율			0.008***	1.E-03	7.E-03***	2.E-03	
	난방면적			1.9E-06***	2.05E-07	9.6E-07***	2.05E-07	
	건축연한			0.001	0.001	-4.E-04	2.E-03	
	건물지붕	슬라브			-0.087	0.059	-0.099*	0.054
		철골지붕			0.138*	0.080	0.040	0.007
		철근지붕			-0.001	0.056	-0.043	0.056
		콘크리트			0.063	0.076	-0.040	0.061
생활환경 요인	생활인구			0.058	0.061	0.119***	0.023	
	종사자 밀도			0.226***	0.051	0.055***	0.018	
	사업체 밀도			-0.218***	0.048	-0.103***	0.013	
AIC		2909.12		2130.29		-1219.43		
BIC		2919.85		2210.76		-1133.58		

V. 결론

1. 시사점 및 연구의 한계

본 연구에서는 에너지다소비건물의 에너지 사용요인에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다. 에너지다소비건물의 사용요인에 대해 살펴보기 위해 건물적 요인과 행정동별 생활요인으로 구분하여 사용요인의 영향을 살펴보았다.

분석결과는 다음과 같다. 첫째, 건물적 요인 중 면적, 용적률, 난방면적이 에너지사용량에 유의한 영향이 있음을 확인하였다. 건축연한은 유의미하지 않았는데 이는 최근 제로건축물과 리모델링을 통한 에너지효율 향상 등의 영향이 있다고 생각한다. 둘째, 생활환경별로 에너지사용량에 영향을 비교했을 때 생활인구, 사업체 밀도, 종사자 밀도가 유의한 영향이 있음을 확인하였다.

분석결과를 통해 나타낼 수 있는 시사점을 다음과 같다. 첫째, 에너지다소비건물의 분석을 면적이 에너지사용에 영향을 미치는 것 확인할 수 있었으며, 이는 단위면적당 에너지사용 목표량이 필요하다는 점을 시사한다. 현재 에너지 합리화법에 건물의 단위면적당 에너지사용 목표량을 고시하고 있지만, 에너지사용 목표량이 정해져 있지 않아, 에너지절감 의무규정이 필요하다.

둘째, 대형건물과 에너지다소비건물의 에너지효율을 위한 지원이 필요하다. 현재 국토교통부 및 서울특별시에서 진행하는 그린 리모델링사업, 건축물 에너지효율등급을 통한 민간건물의 지원확장이 필요하다(손인성·김동구, 2022). 이는 지방세 감면 및 지원 혜택을 통한 민간건물의 에너지 절감이 필요하고 판단된다.

셋째, 대형건물에 대한 에너지 관리강화를 위해 지자체가 관리·감독할 권한이 필요하다. 현재 에너지다소비건물의 에너지 진단 및 관리권한은 중앙정부 및 한국에너지공단에서 위탁운영 하고 있으며, 지자체에서 관리·감독 시 에너지절감 혜택 및 효율적인 관리가 될 것으로 판단된다.

연구의 한계점으로는 에너지다소비건물의 에너지사용량만을 활용한 점과 건물설비요인을 고려하지 못한 점이다. 향후 건물의 실질적인 에너지사용을 담당하는 건물설비 및 생활환경을 고려한 연구를 진행한다면 서울특별시 에너지 사용 및 효율 정책에 더욱 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

1. 한국에너지공단(2022) “에너지사용량통계”.
2. 서울특별시(2020). “제5차 서울특별시 지역에너지계획”.
3. 강창덕(2011). “공간계량모형에 의한 서울시 에너지 소비 분석과 정책과제”. 『서울도시연구』 12(4):1-22
4. 김기중·안영수·이승일(2017). “소득격차를 고려한 조건에서 건물과 도시계획 요소 건물에너지 소비에 미치는 영향요인 분석 -서울시 8월 전기사용량을 중심으로-”. 『서울도시연구』 20(1): 33-44
5. 김기중·이창효(2019). “건물용도별 냉방에너지 소비량 차이에 관한 연구”. 『서울도시연구』 20(1): 33 -44
6. 김동현·정주철(2011). “다층모형을 활용한 상수원 관리지역 주민지원 평가에 관한 연구”. 『대한토목학회』. 31(3):469-476.
7. 손인성·김동구(2022). “그린리모델링 사업의 온실가스 감축효과분석:정책효과를 중심으로” 『에너지경제연구』21(2):133-160
8. 송경오(2022). “교육행정학. 연구에서 다층모형 활용실태와 비판적 성찰”. 『교육행정학연구』 40(5):1-28
9. 이수진·김기중·이승일(2019). “건물과 지역요인을 고려한 서울시 건물에너지 소비 실증분석”. 『국토계획』 54(5):129-138
10. 이수진·김기중·이승일(2019). “연립방정식을 이용한 도시온도와 건물에너지 소비의 상호영향관계 실증분석 -서울시를 중심으로-”. 『서울도시연구』 20(1):33-44
11. 정재원·이창효(2015). “서울시 행정동별 가구의 에너지 소비량에 영향을 미치는 요인의 통합적 분석”. 『국토계획』 50(8):75 -94
12. 조항훈·김홍순(2023). “도시특성이 건축물 탄소배출에 미치는 영향에 관한 연구: 서울시 424개 행정동에 대한 공간회귀분석 적용”. 『LHI Journal』 14(3):77-92
13. 조항훈·오창호·박예진·신민경·안진경·김홍순(2022). “계절적 요인을 고려한 건물 전기에너지 사용에 영향을 미치는 요인분석 - 서울특별시를 대상으로-”. 『국토지리학회』 56(2):113-124
14. 홍세희 (2007). “위계적, 중단적 자료에 대한 다층모형”. 『연세대학교 사회복지 대학원 워크샵 자료집: 고급연구방법론 워크샵 시리즈 II』 18-30.
15. 김세힘(2023). “주거지원프로그램이 가구특성별 임차가구의 주거비부담과 주거만족도에 미치는 영향에 관한 연구”. 한양대학교 도시대학원 박사학위 논문
16. HECK, Ronald H., THOMAS, Scott L., TABATA, Lynn N(2013). “Multilevel and longitudinal modeling with IBM SPSS”. 『Routledge』