



**KENTSEL YAPILI ÇEVRE VE SOSYO-EKONOMİK ÖZELLİKLERİN
ENERJİ TÜKETİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ; ANKARA VE DUBLİN
ÖRNEKLERİ**

Aslı HAVLUCU OĞUZ

**DOKTORA TEZİ
ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2026

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Aslı HAVLUCU OĞUZ

30/01/2026

KENTSEL YAPILI ÇEVRE VE SOSYOEKONOMİK ÖZELLİKLERİN ENERJİ TÜKETİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ; ANKARA VE DUBLİN ÖRNEKLERİ

(Doktora Tezi)

Aslı HAVLUCU OĞUZ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2026

ÖZET

Bu tez çalışmasının temel amacı, kentsel yapılı çevre ve sosyoekonomik yapı bileşenlerinin mahalle ölçeğinde enerji tüketimi üzerindeki göreceli etkilerini çok ölçekli (makro–mezo–mikro) bir analitik çerçeve içinde incelemek ve bu etkiler doğrultusunda enerji etkin kentlere yönelik bir karar destek yaklaşımı geliştirmektir. Bu kapsamda çalışma; hangi mekânsal ve sosyoekonomik değişkenlerinin enerji tüketimi açısından belirleyici olduğu, bu etkilerin ölçekler arasında nasıl farklılaştığı ve farklı kentsel bağlamlarda (Ankara ve Dublin) benzer ya da bağlama duyarlı sonuçlar üretilip üretilmediği sorularını sorgulamaktadır. Araştırmanın yöntemsel çerçevesi, iki farklı kentsel bağlamı temsil eden Ankara ve Dublin örnekleri üzerinden kurgulanmıştır. Çalışmada öncelikle mahalle (Ankara) ve seçim bölgesi–Electoral Division (Dublin) ölçeğinde sosyoekonomik ve mekânsal kümelenme analizleri gerçekleştirilmiştir. Ardından, seçilen örnek alanlarda yürütülen hanehalkı anketleri aracılığıyla mikro ölçekli veriler elde edilmiş; bu veriler tanımlayıcı istatistikler, çoklu regresyon modelleri ve açıklanabilir yapay zeka (SHAP tabanlı model açıklanabilirliği) analizler ile değerlendirilmiştir. Böylece konut özellikleri ve bireysel davranışlar üzerinden sosyoekonomik ve mekânsal değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkileri nicel olarak ölçülmüştür. Sonuç olarak bu tez, enerji etkin kentlere yönelik literatüre çok ölçekli ve karşılaştırmalı bir bakış açısı sunmakta; planlama pratiği açısından ise yerel yönetimler için öncelikli müdahale alanlarını belirlemeye yardımcı olacak analitik bir çerçeve önermektedir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, mekânsal planlama kararlarının sosyoekonomik yapı ve bireysel davranışlarla birlikte değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmakta; enerji etkinliği hedeflerinin yalnızca bina ölçeğiyle sınırlı kalmadan mahalle ve kent ölçeğinde ele alınmasına yönelik öneriler sunulmuştur.

Bilim Kodu : 80218, 80213
Anahtar Kelimeler : Enerji etkin kent, kentsel yapılı çevre özellikleri, sosyoekonomik özellikler, Ankara, Dublin
Sayfa Adedi : 357
Danışman : Prof. Dr. N. Aydan SAT

THE EFFECTS OF URBAN BUILT ENVIRONMENT AND SOCIOECONOMIC
CHARACTERISTICS ON ENERGY CONSUMPTION: THE CASES OF ANKARA
AND DUBLIN

(Ph. D. Thesis)

Aslı HAVLUCU OĞUZ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2026

ABSTRACT

The main objective of this doctoral thesis is to examine the relative effects of urban built environment characteristics and socioeconomic structure on energy consumption at the neighbourhood scale within a multi-scalar analytical framework (macro–meso–micro), and to develop a decision-support approach for energy-efficient cities based on these effects. In this context, the study investigates which spatial, and socioeconomic-related variables are most influential in shaping energy consumption patterns, how these effects vary across different spatial scales, and whether similar variables produce comparable or context-sensitive outcomes in different urban settings, namely Ankara and Dublin. The methodological framework of the research is structured around the comparative analysis of two cities representing distinct urban contexts: Ankara and Dublin. At the first stage, socioeconomic and spatial clustering analyses were conducted at the neighbourhood scale for Ankara and at the Electoral Division level for Dublin. Subsequently, micro-scale data were collected through household surveys implemented in the selected sample areas. These data were analysed using descriptive statistics, multiple regression models, and explainable artificial intelligence (SHAP – shapley additive explanations) analyses. Through this approach, the effects of socio-economic and spatial variables on energy consumption were quantitatively assessed through housing characteristics and individual behaviours. Overall, this thesis contributes to the literature on energy-efficient cities by offering a multi-scalar and comparative analytical perspective. From a planning practice standpoint, it proposes an analytical framework that supports the identification of priority intervention areas for local governments. Based on the findings, it is emphasised that spatial planning decisions should be evaluated in conjunction with socio-economic structures and individual behaviours, and recommendations are put forward to address energy efficiency not only at the building scale but also at the neighbourhood and city scales.

Science Code : 80218, 8021

Key Words : Energy efficient urbanism, urban built environment characteristics, socioeconomic characteristics, Ankara, Dublin

Page Number : 357

Supervisor : Prof. Dr. N. Aydan SAT

TEŞEKKÜR

Bu doktora çalışmasının ortaya çıkmasında bilgi birikimi, eleştirel yaklaşımı ve akademik rehberliği ile yolumu aydınlatan danışmanım Prof. Dr. Necibe Aydan SAT'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Çalışmanın her aşamasında yön gösterici katkıları, sabırlı yaklaşımı ve akademik titizliği, bu tezin bilimsel çerçevesinin oluşmasında belirleyici olmuştur.

Tez İzleme Komitesi üyelerim Dr. Öğr. Üyesi Deniz ALTAY KAYA ve Prof. Dr. Çiğdem VAROL ÖZDEN'e, süreç boyunca yaptıkları yapıcı değerlendirmeler, eleştirel katkılar ve çalışmanın yönünü netleştirmeme sağladıkları katkılar için teşekkür ederim. Tez jürimde yer alan Prof. Dr. Fahriye Nihan ÖZDEMİR SÖNMEZ ve Doç. Dr. Zeynep Aslı GÜREL'e, tezimi titizlikle değerlendirerek sundukları kıymetli görüş ve önerilerle çalışmanın akademik niteliğini güçlendirdikleri için teşekkür ederim.

Araştırma sürecinde kurumsal veri ve teknik destek sağlayan Ankara Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü'ne katkılarından dolayı teşekkür ederim. Ankara'daki anket çalışmasının yürütülmesinde gönüllü olarak destek veren ODTÜ Mimarlık Fakültesi 4. sınıf öğrencileri Rojin ALTUN, Furkan ÜNALAN, Ecemnaz UÇAK, Yiğit YALINKILIÇ, Zümra ÇUHADAR, Cemre ULU ve Hande GÜNAY'a emekleri ve özverili katkıları için teşekkür ederim. Dublin ve Ankara'da anket çalışmasına katılarak araştırmaya değerli katkılar sunan tüm katılımcılara içtenlikle teşekkür ederim. Bu çalışma, onların zaman ayırarak paylaştıkları bilgiler sayesinde mümkün olmuştur.

Saha çalışmalarında Ankara'daki kurumlarla görüşmelerimde ve anket sürecinde destek olan kayınpederim Mustafa OĞUZ'a, ayrıca hem manevi desteği hem de saha sürecindeki katkıları için kayıinvalidem Müslüme OĞUZ'a teşekkür ederim. Her aşamada yanımda olan, desteğini ve inancını hiç esirgemeyen eşim Özgür OĞUZ'a minnettarım. Annem Nurdan HAVLUCU ve babam Metin HAVLUCU, koşulsuz destekleri ve her zaman hissettirdikleri güven için sonsuz teşekkür ederim. Özellikle kızım Su Ada'yı emanet ederek çalışmalarımı sürdürebilmemi mümkün kıldıkları için ayrıca şükran duyuyorum.

Ve son olarak, canım kızım Su Ada'ya... Bu zorlu süreci hafifleten, hayata her koşulda oyun ve neşe katmayı bana yeniden öğreten varlığı için teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xvi
HARİTALARIN LİSTESİ.....	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xviii
1. GİRİŞ.....	1
2. ENERJİ ETKİN KENT: TEMEL KAVRAMLAR, YAKLAŞIMLAR VE TARİHSEL GELİŞİM	11
2.1. Enerji Etkin Kent Kavramı ve Önemi	11
2.2. Enerji Etkin Kent Kavramının Tarihsel Gelişimi.....	13
2.3. Enerji Etkin Kentin Literatürde Konumlanması	16
2.4. Enerji Etkin Kentin Mekansal Değişkenler Üzerinden Tartışılması.....	17
2.5. Enerji Etkin Kentin Sosyoekonomik Değişkenler Üzerinden Tartışılması.....	20
2.6. Enerji Etkin Kentin Hareketlilik ve Davranışsal Boyutu Üzerinden Tartışılması.....	24
2.7. Mekansal ve Sosyo-ekonomik Değişkenlerinin Beraber Ele Alınması	25
2.8. Enerji Etkin Kente Yönelik Literatürün Değerlendirilmesi	27
2.9. Enerji Etkin Kent Politikalarının Uygulamadaki Yansımaları.....	46
2.10. İrlanda ve Türkiye’de Enerji Etkin Kent Politikalarına Yönelik Değerlendirme.....	49
2.11. Enerji Etkin Kent Literatüre Yönelik Genel Değerlendirme	52
3. YÖNTEM.....	55
3.1. Araştırmanın Kapsamı ve Analitik Çerçevesi	55

	Sayfa
3.1.1. Araştırma soruları ve hipotezleri.....	56
3.1.2. Yöntemsel kurgunun gerekçelendirilmesi ve analitik strateji.....	58
3.2. Çalışma Alanı ve Analiz Birimi	60
3.2.1. Örnek çalışma alanlarının belirlenmesi ve gerekçelendirilmesi	61
3.2.2. Analiz birimi	66
3.3. Veri Toplama ve Mikro Ölçek Analizler	66
3.4. Mahalle ve Örneklem Seçimi.....	68
3.4.1. Ankara için mahalle bazında sosyo-ekonomik ve mekansal kümelenme analizi	68
3.4.2. Dublin için seçim bölgesi (electoral division) düzeyinde sosyo-ekonomik ve mekansal kümelenme analizi	71
3.5. Mikro Ölçekli Veri Toplama: Hanehalkı Anket Çalışması.....	74
3.5.1. Anketin uygulanma yöntemi ve alan çalışması.....	75
3.6. Veri Düzenleme ve Analiz Süreci.....	76
3.6.1. Veri temizleme, kodlama ve tanımlayıcı istatistikler.....	76
3.6.2. Analitik yaklaşımın kuramsal temellendirilmesi	78
3.6.3. Analiz sürecinin genel akışı ve yöntemsel aşamalar (Ankara ve Dublin)	80
3.6.4. Dublin örneğinde çok aşamalı regresyon analizleri ve mezo ölçekle bütünleşik değerlendirme	84
3.6.5. Ankara örneğinde çok aşamalı regresyon analizleri ve mezo ölçekle bütünleşik değerlendirme	96
3.6.6. Ankara ve Dublin için kantil tüketim rejimleri, mezo ölçek kentsel bağlam ve SHAP tabanlı mekanizma baskınlığının bütünleşik analizi	108
3.6.7. Makro ölçek: kentler arası karşılaştırmalı sentez yaklaşımı	109
3.7. Beklenen Sonuçlar ve Yöntemsel Kısıtlar	110
3.8. Bölüm Değerlendirmesi	111
4. BULGULAR	115

Sayfa

4.1. Mikro Ölçek Örnekleminin Belirlenmesine Yönelik Mezo Ölçekli Kümelenme Bulguları	117
4.1.1. Ankara çalışma alanı mezo ölçekte sosyoekonomik ve mekansal küme grupları ve tanımları	118
4.1.2. Dublin çalışma alanı mezo ölçekte sosyoekonomik ve mekansal küme grupları ve tanımları	123
4.2. Anket Verilerine İlişkin Tanımlayıcı Bulgular	128
4.2.1. Sosyoekonomik göstergeler	129
4.2.2. Mekansal / yapılı çevre göstergeleri	131
4.2.3. Bireysel tutum ve davranışlar	134
4.2.4. Değişkenlerin tanımlayıcı analizlerinin değerlendirilmesi	136
4.3. Konut Ölçeğinde Enerji Tüketiminin Belirleyicilerine İlişkin Çok Yöntemli (Regresyon, Kantil ve SHAP) Analiz Bulguları	138
4.3.1. Ankara çalışma alanı bulguları	138
4.3.2. Dublin çalışma alanı bulguları	191
4.3.3. Mezo ölçekte analizlerin değerlendirilmesi	217
4.4. Bulguların Genel Değerlendirilmesi: Ankara ve Dublin Karşılaştırmalı Okuma	230
4.5. Bulguların Değerlendirilmesi: Çok Ölçekli Analiz Sürecinin Ankara ve Dublin Üzerinden Karşılaştırmalı Okuması	232
4.5.1. Mezo ölçek bulguları: kentsel bağlamın ayrıştırılması	232
4.5.2. Mikro ölçek tanımlayıcı bulgular: hanehalkı profillerinin çerçevelenmesi	233
4.5.3. Mikro ölçek çok yöntemli analiz bulguları: mekanizmaların çözülmesi ..	233
4.5.4. Mezo ölçek ile mikro ölçeğin bütünleşik okuması	234
4.5.5. Ankara–Dublin karşılaştırmalı bulguların sentezi	234
5. TARTIŞMA	235
5.1. Kentsel Yapılı Çevre ve Sosyoekonomik Özelliklerin Enerji Tüketimi Üzerindeki Etkisi	235
5.2. Ortalama Hanehalkı Varsayımının Sınırları ve Rejim-Temelli Yaklaşım Geçiş	236

Sayfa

5.3. Enerji Tüketiminde Bağlam Bağımlılığı ve Planlama Açısından Sonuçları.....	238
5.3.1. Enerji tüketiminde mekansal ve sosyoekonomik belirleyicilerin görelî rolü	240
5.3.2. Doğrusal olmayan ilişkiler ve eşik etkileri: enerji tüketiminin niceliksel duyarlılıkları	243
5.3.3. Konut bazlı enerji tüketim rejimleri: enerji yoksulluğu, yaşam tarzı ve rejimsel ayrışma.....	245
5.3.4. Mezo ölçekte sosyo-mekânsal kümeler ve enerji tüketim rejimleri.....	246
5.4. Açıklanabilirlik, Ölçekler Arası Geçiş ve Planlama Açısından Yorumlanabilirlik.....	248
5.5. Enerji Etkin Kentler İçin Bağlama Duyarlı Karar Destek Yaklaşımının Mevcut Politika Araçları ile Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi	250
5.5.1. Tek tip politika araçlarının bağlamsal sınırlılıkları.....	250
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	253
KAYNAKLAR	261
EKLER.....	271
EK-1. Regresyon Analizi Öncesi Tanımlayıcı ve İlişkisel Analizler (Dublin)	272
EK-2. Regresyon Analizi Öncesi Tanımlayıcı ve İlişkisel Analizler - Ankara	275
EK-3. Ankara ve Dublin Sosyoekonomik ve Mekansal Küme Dağılımı	280
EK-4. Ankara ve Dublin Anket Yapılan Mahalle ve Seçim Bölgeleri	282
EK-5. Ankara Örneğinde Doğrusal OLS Regresyon Modellerine Ait Ayrıntılı Sonuçlar.....	285
EK-6. Ankara Örneğinde Polinomsal Regresyon Analizi Sonuçları (2. ve 3. Derece Modeller).....	289
EK-7. Etkileşimli OLS Regresyon Sonuçları	295
EK-8. Ankara için Eşik (Threshold) Regresyonu Katsayı Tahminleri (Yaz Dönemi Toplam Enerji Tüketimi).....	301
EK-9. Ankara İçin Kantil Regresyon Analizi Ham Sonuçları (Kış Toplam Enerji Tüketimi).....	302
EK-10. Ankara Örneği için SHAP Analizine Ait Bulgular	309

Sayfa

EK-11. Mezo Ölçek Kümelerde Kış Toplam Enerji Tüketimine Göre Kantil Düzeylerinde Medyan Değerler	321
EK-12. Dublin Doğrusal OLS Regresyon Sonuçları – Tüm Modeller	322
EK-13. Dublin Örneğinde Polinomsal Regresyon Analizi Sonuçları 2. ve 3. Derece Modeller	325
EK-14. Dublin Örneğinde Etkileşimli Regresyon Analizi Ayrıntılı Sonuçları (Kış Toplam)	326
EK-15. Dublin Örneğinde Johnson–Neyman Analizi Ayrıntılı Çıktıları	327
EK-16. Dublin Örneği için SHAP Yerel Değişken Katkı Değerleri Tüm Gözlemler	339
EK-17. Dublin Mezo Ölçek Kümeleri İçin Ortalama Mutlak SHAP Değerleri ve Sıralamaları	344
EK-18. Dublin Örneğinde Mezo Ölçekte Kümelere Göre Kantil–SHAP Mekanizma Özeti	345
EK-19. Anket Çalışması	348
ÖZGEÇMİŞ	356

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Enerji etkin kent kavramının tarihsel gelişiminde temel kavramlar	16
Çizelge 2.2. Makro ölçekte enerji tüketimine etki eden kent bileşenleri	31
Çizelge 2. 3. Mezo ölçekte enerji tüketimine etki eden kent bileşenleri	37
Çizelge 2.4. Mikro ölçekte enerji tüketimine etki eden kent bileşenleri	43
Çizelge 3.1. Tezin çok ölçekli analitik yapısı	59
Çizelge 3.2. Ankara ve Dublin'in makro ve mezo ölçekte karakter analizi	63
Çizelge 3.3. Anket yapısı ve hipotezlerle ilişkisi	74
Çizelge 3.4. Anket soruları ve değişken ilişkisi	77
Çizelge 3.5. Hane bazlı enerji tüketim analizlerinden mezo ölçekte farklı bağlamların yorumlanması sürecine uzanan yöntemsel aşamaların özeti	83
Çizelge 3.6. Dublin örneği için ols regresyon model kurguları	87
Çizelge 3.7. Polinomsal regresyon analizinde test edilen değişkenler ve terimler (Dublin)	89
Çizelge 3.8. Etkileşimli regresyon ve johnson–neyman analizinde test edilen yapı (Dublin)	91
Çizelge 3.9. Dublin örneği için kantil regresyon analizinin yöntemsel kurgusu	93
Çizelge 3.10. Dublin örneğinde SHAP analizinde kullanılan değişkenler ve roller.....	95
Çizelge 3.11. Ankara örneğinde polinomsal regresyon analizinde test edilen değişkenler ve terimler	100
Çizelge 3.12. Etkileşimli Ols ve Johnson–Neyman analizinde test edilen yapı (Ankara)	103
Çizelge 3.13. Ankara örneği için kantil regresyon analizinin yöntemsel kurgusu	105
Çizelge 3.14. Ankara örneğinde SHAP analizinde kullanılan değişkenler ve roller	107
Çizelge 4.1. Anket temelli çok ölçekli analiz sürecinde amaç ve temel bulguların ölçekler arası özeti	117
Çizelge 4.2. Ankara çalışma alanı küme grupları değişken ortalama değerleri.....	121

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.3. Dublin çalışma alanında belirlenen küme gruplarına ait değişken ortalama değerleri	126
Çizelge 4.4. Ankara ve Dublin anket katılımcı profili - eğitim	129
Çizelge 4.5. Ankara ve Dublin anket katılımcı profili - hane geliri	130
Çizelge 4.6. Ankara ve Dublin anket katılımcı profili - mülkiyet	131
Çizelge 4.7. Ankara ve dublin anket katılımcı profili - konut tipi	132
Çizelge 4.8. Ankara ve Dublin anket katılımcı profili - bina yaşı	133
Çizelge 4.9. Ankara ve Dublin anket katılımcı profili - ısı yalıtımı	133
Çizelge 4.10. Ankara ve Dublin anket katılımcı profili - konut büyüklüğü	134
Çizelge 4.11. Ankara ve Dublin anket katılımcı profili - gönüllülük	135
Çizelge 4.12. Ankara ve Dublin anket katılımcı profili – çevresel tutum	136
Çizelge 4.13. Ankara örneğinde enerji tüketimi değişkenleri arası pearson korelasyon matrisi	139
Çizelge 4.14. Ankara örneğinde bağımsız değişkenler arası pearson korelasyon matrisi	141
Çizelge 4.15. Ankara örneğinde sosyoekonomik OLS regresyon modellerinde anlamlı değişkenler	143
Çizelge.4.16..Ankara örneğinde mekansal OLS regresyon modellerinde anlamlı değişkenler	143
Çizelge.4.17..Ankara örneğinde bütünleşik OLS regresyon modellerinde anlamlı değişkenlerin özeti	144
Çizelge 4.18. Ankara örneğinde OLS regresyon modellerinde anlamlı değişkenlerin özeti	145
Çizelge 4.19. Ankara örneğinde polinomsal regresyon modellerinde anlamlı bulguların özeti	149
Çizelge 4.20. Ankara örneğinde etkileşimli OLS regresyon analizi – Etkileşim terimleri özeti	151
Çizelge 4.21. Ankara örneğinde Johnson–Neyman analizine göre gelir düzeyine bağlı olarak konut büyüklüğünün marjinal etkisinin özeti	152
Çizelge 4.22. Tüketim düzeyine göre enerji tüketiminin belirleyicileri (Kantil regresyon özeti – Ankara, kış toplam)	154

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.23. Kantil gruplarına göre hanehalkı özelliklerinin betimleyici analizi - kategorik değişkenler.....	157
Çizelge 4.24. Kantil gruplarına göre hanehalkı özelliklerinin betimleyici analizi - sürekli değişkenler.....	157
Çizelge 4.25. Mezo ölçek kümelerde kış toplam enerji tüketiminin kantil rejimlerine göre belirleyici mekanizmaları	178
Çizelge 4.26. Mezo ölçekte küme bazında yaz toplam enerji tüketimini açıklayan değişkenlerin ortalama mutlak SHAP değerleri ve göreceli baskınlık sıraları.....	181
Çizelge 4.27. Mezo ölçek kümeler ve kış toplam enerji tüketimi kantillerine göre yaz toplam enerji tüketimini açıklayan baskın SHAP değişkenleri	186
Çizelge 4.28. Dublin örneğinde enerji tüketimi değişkenleri arası pearson korelasyon matrisi	192
Çizelge 4.29. Dublin örneğinde bağımsız değişkenler arası pearson korelasyon matrisi.....	193
Çizelge 4.30. Dublin örneğinde nihai bağımsız değişkenlere ait VIF değerleri.....	196
Çizelge 4.31. Dublin örneğinde sosyoekonomik OLS regresyon modellerinde anlamlı değişkenler	196
Çizelge 4.32. Dublin örneğinde mekânsal OLS regresyon modellerinde anlamlı değişkenler	198
Çizelge.4.33..Dublin örneğinde bütünleşik OLS regresyon modellerinde anlamlı değişkenlerin özeti.....	199
Çizelge 4.34. Dublin örneğinde polinomsal regresyon modellerinde anlamlı bulguların özeti.....	202
Çizelge 4.35. Dublin örneğinde etkileşimli ols regresyon analizi – Etkileşim terimleri özeti	204
Çizelge.4.36..Dublin örneğinde johnson–neyman analizi bulguları – Gelir düzeyine göre konut büyüklüğünün marjinal etkileri	205
Çizelge 4.37. Tüketim düzeyine göre enerji tüketiminin belirleyicileri	206
Çizelge 4.38. Dublin örneğinde kantil gruplarına göre hanehalkı özelliklerinin betimleyici analizi	208
Çizelge 4.39. Dublin örneğinde kış dönemi toplam enerji tüketimi için SHAP küresel önem düzeyleri (ortalama mutlak SHAP değerleri)	213

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.40. Dublin örneğinde mezo ölçek kümeleri ile kantil tüketim rejimlerinin dağılımı.....	217
Çizelge 4.41. Dublin örneğinde kantil tüketim rejimlerine göre mezo ölçek kentsel profil.....	219
Çizelge 4.42. Dublin örneğinde mezo ölçekte kümelere göre SHAP baskınlıkları-ilk üç değişken.....	222
Çizelge 4.43. Ankara ve Dublin örneklerinde analiz türlerine göre amaç ve temel bulguların karşılaştırmalı özet	229
Çizelge 6.1. Ankara ve Dublin için bağlama duyarlı enerji politikası karar destek matrisi	255

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. 2022 yılı kişi başı GSYİH değerleri	61
Şekil 3.2. Yıllara göre Türkiye ve İrlanda'nın kişi başı GSYİH karşılaştırması	62
Şekil 3.3. Dublin'de en sık görülen bina tipolojileri	64
Şekil 3.4. Ankara'da görülen bina tipolojileri	65
Şekil 3.5. Ankara ve Dublin örnekleri için çok ölçekli ve aşamalı analiz süreci	82
Şekil 4.1. Johnson-Neyman analizi: Gelire göre konut büyüklüğünün marjinal etkisi	152
Şekil 4.2. SHAP küresel önem grafiği	160
Şekil 4.3. SHAP özet dağılım grafiği.....	161
Şekil 4.4. Konut büyüklüğünün yaz dönemi enerji tüketimine etkisinin bina yaşı ile etkileşimi: SHAP bağımlılık grafiği.....	163
Şekil 4.5. Bina yaşının yaz dönemi enerji tüketimine etkisinin konut büyüklüğü ile etkileşimi: SHAP bağımlılık grafiği.....	164
Şekil 4.6. Hanehalkı gelirinin yaz dönemi enerji tüketimine etkisinin gönüllü enerji projelerine katılım ile etkileşimi: SHAP bağımlılık grafiği.....	164
Şekil 4.7. Tekil hanehalkı düzeyinde yaz toplam enerji tüketiminin açıklanması: SHAP waterfall grafiği.....	165
Şekil 4.8. SHAP küresel önem grafiği	214
Şekil 4.9. Dublin örneğinde SHAP özet dağılım (Beeswarm) grafiği – kış dönemi toplam enerji tüketimi	215
Şekil 6.1. Bağlama duyarlı politika müdahale alanlarının belirlenmesine yönelik karar ağacı	258

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 4.1. Ankara seçili ilçeleri mahalle düzeyinde sosyoekonomik ve mekansal küme dağılımı	119
Harita 4.2. Ankara çalışma alanı anket yapılan mahalleler	122
Harita 4.3. Dublin Nuts 3 bölgesi seçim bölümü (ED) düzeyinde sosyoekonomik ve mekansal kümelenme.....	124
Harita 4.4. Dublin çalışma alanı anket yapılan seçim bölgeleri	128
Harita 4.5. Ankara çalışma alanında yaz toplam enerji tüketimini açıklayan birincil SHAP değişkenlerinin mezo ölçek kümeler bazında dağılımı	182
Harita 4.6. Dublin çalışma alanında kış toplam enerji tüketimini açıklayan birincil SHAP değişkenlerinin mekânsal örüntüsü	223

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
CO ₂	Karbondioksit
kWh	Kilovat-saat
m ²	Metrekare
N	Gözlem sayısı
p	İstatistiksel anlamlılık düzeyi
R ²	Belirlilik katsayısı
SD	Standart sapma
β	Regresyon katsayısı
ε	Hata terimi
τ	Kantil (çeyrek) parametresi

Kısaltmalar

Açıklamalar

ABB	Ankara Büyükşehir Belediyesi
CSO	Central Statistics Office (İrlanda)
ED	Electoral Division (İrlanda idari birimi)
ENDEKSA	Gayrimenkul ve Sosyoekonomik Endeks Platformu
GIS	Geographic Information Systems
GMM	Gaussian Mixture Model
LISA	Local Indicators of Spatial Association
MGWR	Multiscale Geographically Weighted Regression
OLS	Ordinary Least Squares Regression
QR	Kantil Regression
SAPS	Small Area Population Statistics
SHAP	SHapley Additive exPlanations

Kısaltmalar**Açıklamalar****TÜİK**

Türkiye İstatistik Kurumu

VIF

Variance Inflation Factor



1. GİRİŞ

Enerji tüketimi, karbon salınımı ve iklim değişikliği gibi konularla bağlantılı olarak, akademik araştırmalarda oldukça önemli bir konudur. Küresel düzeyde kentler, enerji tüketiminin %60 ile %80'inden ve insan kökenli sera gazı oluşumunun ise %70'inden sorumludur (UN-Habitat, 2016). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde kentleşme hızının giderek artması; enerji ihtiyacının ve dolayısıyla sera gazı salınımının artmasına, kaynak tüketiminin hızlanmasına, iklim değişikliği ile ilgili sorunların çoğalmasına neden olmaktadır. Özellikle iyi kurgulanmamış kentsel politikalar neticesince oluşan kentsel yayılma, küresel enerji tüketimi ile doğrudan ilişkilidir (Lovaas, 2004). Düşük yoğunluklu ve geniş alanlara yayılan kentsel formlar, özel araç kullanımını teşvik eder. Bununla birlikte farklı mekânsal formlarda yer alan konut yapılanmalarının yaşam tarzı ve tüketim kalıpları üzerinde doğrudan etkisi vardır (Shammin vd., 2010). Bu sonuçlar, mevcut planlama anlayışıyla şehir düzeyinde enerji verimliliğini sağlayan güçlü politika ve mekanizmaların bulunmadığını göstermektedir (Amado vd., 2016). Tüm bu sorunlar göz önünde bulundurulduğunda, yerleşim alanlarında mekânsal kullanım kararlarına etkin enerji kullanımını sağlayan politikaların entegre edilmesi gerekmektedir.

Bu noktada, enerji etkin kent yaklaşımının planlama literatüründe yeni bir tartışma alanı olmadığı; kökenlerini 20. yüzyıl başında Ebenezer Howard'ın Bahçe Kent yaklaşımında görülen çevresel ve mekânsal duyarlılıklara dayandığı görülmektedir. 1960'lardan itibaren ekolojik planlama, kentsel metabolizma ve pasif tasarım yaklaşımlarıyla kuramsal bir çerçeve kazanan bu tartışmalar, özellikle 1970'lerdeki küresel enerji krizleri ve 1980'lerden itibaren sürdürülebilir kalkınma söyleminin kurumsallaşmasıyla birlikte kent planlamasının temel gündemlerinden biri hâline gelmiştir. 2000'li yıllarda ise iklim değişikliğiyle mücadele hedefleri doğrultusunda enerji etkinlik, kent ölçeğinde ölçülebilir, izlenebilir ve yönetim temelli bir politika alanına dönüşerek sürdürülebilir ve eko-kent yaklaşımlarının enerji odaklı bir evrimi olarak konumlanmıştır.

Öte yandan enerji tüketimini doğrudan etkileyen diğer faktörler ise yerleşimlerin sosyal, demografik ve ekonomik yapı gibi fiziksel olmayan özellikleridir. Gelir düzeyi, eğitim seviyesi, istihdam durumu, hanehalkı sayısı ve yapısı, ve göç gibi sosyoekonomik faktörlerin enerji tüketimine olan etkisi, literatürde geniş yer almaktadır. Özellikle kent ölçeğinde enerji tüketimini şekillendiren temel değişkenlerden biri olan gelir seviyesine yönelik birbiri ile

çatışan görüşler bulunmakta ve bir yandan gelir seviyesi arttıkça enerji verimliliğinin arttığı, diğer taraftan gelir seviyesi arttıkça enerji tüketiminin de arttığına dair tartışmalar öne çıkmaktadır (Zhang vd., 2015; ten Dam vd., 2022). Sosyo-demografik özelliklere odaklanan çalışmalar, tam zamanlı çalışma durumu, cinsiyet, eğitim seviyesi ve hanehalkı gelirinin hem konut hem de kişisel hareketlilik kaynaklı enerji tüketimini anlamlı biçimde etkilediğini ortaya koymaktadır (ten Dam vd., 2022). Enerji tüketimine yönelik çift yönlü etki gösterdiği iddia edilen bir diğer faktör ise eğitim düzeyi ve eğitim yatırımlarıdır. Artan eğitim yatırımları ve bununla beraber gelen yüksek eğitim düzeyi bir yandan enerji bilincini artırırken, diğer yandan artan gelir ve yaşam standartları yoluyla toplam enerji talebini yükseltebilmektedir (Wang vd., 2020; Chen vd., 2023). Bir diğer faktör ise, mülkiyet durumunun, enerji verimliliği ve enerji verimliliği yatırımlarına erişim ve isteklilik açısından farklılık yaratmakta (D'Oca vd., 2015); yaş, değerler ve çevresel tutumlar gibi bireysel ve psikolojik faktörlerin de enerji tüketim davranışlarını şekillendirdiği görülmektedir (Chen vd., 2013; Namazkhan vd., 2020). Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, sosyoekonomik faktörlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin tek yönlü ve doğrusal olmadığı; bağlama, hanehalkı profiline ve mekânsal koşullara bağlı olarak farklılaşabildiği anlaşılmaktadır.

Kentsel enerji tüketiminin önemli bir bileşeni de bireylerin ulaşım davranışları ve buna bağlı hareketlilik kaynaklı enerji kullanımından oluşmaktadır. Literatür, kentsel formun; yürüme, toplu taşıma, motorsuz ulaşım ve özel araç kullanımı arasındaki tercihleri doğrudan şekillendirdiğini ve bu tercihler yoluyla ulaşımına bağlı enerji tüketimini belirlediğini ortaya koymaktadır (Newman ve Kenworthy, 1999; Fleischmann vd., 2020). Özellikle kentsel bağlantısallık, yoğunluk ve karma arazi kullanımı gibi mekânsal özelliklerin, seyahat mesafelerini kısaltarak ve toplu taşıma ile aktif ulaşımı teşvik ederek enerji verimli hareketliliği desteklediği vurgulanmaktadır (Cervero, 1998; Salat ve Bourdic, 2012; Sharifi, 2019). Kompakt, çok merkezli ve iyi bütünleşmiş kentlerde ulaşımına bağlı enerji tüketimi görece düşükken; düşük yoğunluklu, yayılmış ve otomobil bağımlı kentsel formlar daha uzun yolculuklara ve daha yüksek enerji kullanımına yol açmaktadır (Camagni vd., 2002; Marique ve Reiter, 2012; Muñiz ve Sánchez, 2018). Yoğunluğun ve arazi kullanım çeşitliliğinin, ancak yeterli ve etkin toplu taşıma altyapısı ile desteklendiğinde enerji verimliliği sağladığı; aksi hâlde trafik sıkışıklığı ve artan yolculuk süreleri nedeniyle enerji tüketiminin artabildiği de literatürde özellikle vurgulanmaktadır (Salat ve Bourdic, 2017; Santos ve Ribeiro, 2013). Bu bulgular, ulaşımına bağlı enerji tüketiminin yalnızca bireysel

tercihlerle değil, kentin mekânsal organizasyonu ve sosyoekonomik yapısıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Literatürde ulaşımaya bağılı enerji tüketimi çoğunlukla kentsel form odaklı ele alınmakta; hanehalkı sosyoekonomik özellikleri ile konut temelli enerji tüketimiyle birlikte, bütüncül ve çok ölçekli biçimde değerlendiren çalışmalar sınırlı kalmaktadır. Bununla birlikte, literatürde mekânsal ve sosyoekonomik değişkenlerin de çoğunlukla ayrı ayrı değerlendirildiğı ve bütüncül bir ele alışın oldukça sınırlı olduğı görölmektedir. Özellikle yukarıda bahsedilen değişkenlere yönelik çelişkili görüşler çoğunlukla “bağılam bağılılık” kavramı ile açıklanmaktadır. Ancak, hangi bağlamda, hangi düzeyde ve hangi eşik değerlerinden sonra bu etkilerin yön veya ivme değıştirdiğı yeterince ortaya konmamaktadır.

Amaç

Bu tezin amacı, kentsel yapılı çevre ve sosyoekonomik yapı bileşenlerinin enerji tüketimi üzerindeki görelî etkilerini mahalle ölçeğinde ortaya koymaktır. Bu doğrultuda çalışma, Ankara ve Dublin örneklerinde, mekânsal ve sosyoekonomik değişkenler arasındaki etkileşimleri ve bu değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki doğrusal olmayan etkilerini çok ölçekli bir analiz çerçevesi içinde incelemektedir. Tez, söz konusu değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin yalnızca artan ya da azalan yönlerini değil, aynı zamanda hangi düzeylerden sonra yön veya ivme değıştirdiğini ortaya koymayı hedeflemektedir.

Bu çalışma, enerji ve planlama literatüründe konut ve ulaşımdan kaynaklanan enerji tüketimine ilişkin çelişkili bulguların, değişkenlerin çoğunlukla doğrusal ve ortalama değerlere dayalı biçimde ele alınmasından kaynaklandığını ileri sürmektedir. Bu bağlamda tez, mekânsal ve sosyoekonomik faktörlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin bağlama ve ölçeğe duyarlı olduğunu ortaya koyarak, literatürdeki bu çelişkileri açıklamaya yönelik analitik bir çerçeve sunmayı amaçlamaktadır.

Çalışma alanlarının belirlenmesi

Bu çerçevede, Ankara ve Dublin kentleri çalışma alanı olarak seçilmiştir. Her iki kent, makro ve mezo ölçeklerde belirgin biçimde farklılaşan kentsel yapı, sosyoekonomik örüntü ve mekânsal gelişme dinamiklerine sahip olmaları nedeniyle, enerji tüketimini belirleyen

mekanizmaların bağlama duyarlı biçimde incelenmesine olanak tanımaktadır. Ankara, hızlı nüfus artışı, çok merkezli kentsel yapı, genişlemeye dayalı mekânsal büyüme modeli ve sosyoekonomik düzeylerin mekân içinde daha karmaşık biçimde iç içe geçtiği heterojen bir yapı sergilerken; Dublin, görece daha dengeli nüfus yapısı, tek merkezli ve yoğunluk odaklı gelişme yaklaşımı, yüksek konut tipolojisi çeşitliliği ve mekânsal olarak daha belirgin biçimde ayrılmış sosyoekonomik örüntülerle karakterize olmaktadır. Mezo ölçekte ise, Ankara’da daha büyük konut birimleri, daha yüksek ortalama hanehalkı büyüklüğü ve daha genç fakat geniş alana yayılmış bir yapı stoğu öne çıkarken; Dublin’de daha küçük konut büyüklükleri, daha düşük hanehalkı büyüklüğü ve yapı stokunun tipolojik çeşitliliği belirleyici olmaktadır. Bu yapısal ve bağlamsal farklılıklar, enerji tüketiminin yalnızca fiziksel büyüklükler ya da gelir düzeyleri üzerinden değil, kentsel form, yapı stokunun özellikleri ve sosyoekonomik örüntülerin birlikte işlediği çok katmanlı süreçler aracılığıyla üretildiğini karşılaştırmalı olarak test etmeye imkân tanımaktadır. Bu nedenle Ankara ve Dublin’in birlikte ele alınması, geliştirilen çok ölçekli ve doğrusal olmayan analitik çerçevenin farklı kentsel bağlamlarda geçerliliğini sınamak açısından güçlü bir karşılaştırmalı zemin sunmaktadır.

Ayrıca, çalışma alanlarının seçiminde yalnızca karşılaştırmalı yapısal özellikler değil, bu iki şehrin araştırmacı tarafından uzun süreli deneyimlenmiş olması da belirleyici olmuştur. Kentsel enerji tüketimi gibi mekânla iç içe geçmiş olguların analizi, salt ikincil verilerle sınırlı bir okumadan ziyade, kentsel gelişim pratiklerinin ve toplumsal örüntülerin yerinde gözlemlenmesini gerektirir. Ankara ve Dublin’in farklı dönemlerde ve uzun sürelerle deneyimlenmiş olması, her iki kentin mekânsal örgütlenmesi ve sosyoekonomik yapısına ilişkin analitik değerlendirmelere bağlamsal bir tutarlılık kazandırmıştır.

Bu nedenle iki kentin birlikte ele alınması, yalnızca değişken setlerinin karşılaştırılabilirliğine dayanan teknik bir tercih değil; enerji tüketiminin kent özgülünde şekillenen dinamiklerini daha bütünlüklü biçimde kavramaya yönelik bilinçli bir araştırma kurgusunun parçasıdır.

Araştırma soruları

Yerleşimlerin sosyoekonomik ve mekânsal özelliklerinin bir arada değerlendirildiği bütüncül bir bakış açısını sunacak olan bu çalışmanın araştırma soruları aşağıdaki şekilde kurgulanmıştır:

Makro ölçek araştırma soruları;

- Bir kentin enerji etkinliğini değerlendirebilmek için hangi değişkenlerin ele alınması gerekir?
- Mekansal ve sosyoekonomik değişkenlerinin enerji tüketimi üzerindeki göreceli etkileri nelerdir?
- Çok ölçekli ve bütüncül bir analiz, tek boyutlu yaklaşımlara kıyasla planlama açısından ne tür yeni içgörüler sunmaktadır?
- Aynı değişkenler farklı kentsel bağlamlarda (Dublin -Ankara) benzer mi yoksa bağlam duyarlı mı davranmaktadır?

Mezo ölçek araştırma soruları;

- Mekansal ve sosyoekonomik özellikler açısından farklı tipolojilerdeki mahalle / seçim bölgeleri, enerji tüketimi açısından bir farklılık gösteriyor mu? Nasıl bir farklılık gösteriyor?
- Hangi değişken grupları enerji etkinliği açısından öncelikli politika müdahale alanları sunmaktadır?

Mikro ölçek araştırma soruları;

- Farklı hanehalkı profillerinin enerji tüketimi ile ilişkisi nasıl değişmektedir?
- Sosyoekonomik ve mekânsal değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkileri hangi eşik değerlerinde yön veya ivme değiştirmektedir?

Araştırma hipotezleri

H1. Hanehalkı gelirinin enerji tüketimi üzerindeki etkisi doğrusal değildir ve farklı eşiklerde farklı cevaplar vermektedir.

H2. Hanehalkı büyüklüğü ve demografik yapı gibi sosyoekonomik özelliklerin enerji tüketimi üzerinde doğrudan bir etkisi vardır, ancak bu etki mekânsal özellikler (konut tipi, ısı yalıtımı ve bina yaşı gibi) ile birlikte ele alındığında etkisi anlamlı bir düzeyde değişmektedir.

H3. Mekansal değişkenler, sosyoekonomik değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerini güçlendiren veya zayıflatan aracı faktörler olarak işlev görmektedir.

H4. Aynı sosyoekonomik özelliklere sahip hanehalkları, farklı kentsel bağlamlarda (Ankara – Dublin) değerlendirildiğinde, farklı enerji tüketim örüntüleri göstermektedir.

H5. Mahalle ve seçim bölgesi (ED) ölçeğinde tanımlanan sosyoekonomik ve mekânsal tipolojiler (kümeler), enerji tüketim değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde değişkenlik göstermektedir.

H6. Enerji tüketimini etkileyen değişkenlerin göreceli önemi, mikro ölçekte hanehalkı profillerine göre değişmekte ve bu değişim mezo ölçekte sosyo-mekânsal tipolojiler aracılığıyla tutarlı örüntüler üretmektedir.

Çalışmanın kapsamı ve sınırlılıkları

Bu tez çalışmasında enerji tüketimi, konut bazlı yerleşik enerji tüketimi ile sınırlı olarak ele alınmaktadır. Çalışma, konutun fiziksel özellikleri (bina yaşı, konut büyüklüğü, yapı tipi, ısı yalıtımı gibi) ile hanehalkı yapısı ve sosyoekonomik özelliklerin, enerji tüketim örüntülerini nasıl şekillendirdiğini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda enerji tüketimi; hanelerin gündelik yaşam pratikleri, konutun mekânsal ve yapısal nitelikleri ile sosyoekonomik bağlamın birlikte ürettiği bir sonuç olarak değerlendirilmektedir.

Konut bazlı enerji tüketiminin bu şekilde ele alınması, enerji kullanımının kentsel form, yapı stoku özellikleri ve hanehalkı profilleriyle olan ilişkilerinin çok ölçekli ve bağlama duyarlı biçimde analiz edilmesine olanak tanımaktadır. Böylece konut ölçeğinde ortaya çıkan enerji tüketim farklılıklarının mekânsal ve toplumsal kökenlerinin daha net biçimde ortaya konulması hedeflenmektedir. Mikro ölçekte hanehalkı anketleri aracılığıyla elde edilen veriler nicel yöntemlerle analiz edilmiş; enerji tüketimi ile ilişkili psikolojik, kültürel ve

davranışsal boyutlar ise ölçülebilirlik ve karşılaştırılabilirlik sınırlılıkları nedeniyle dolaylı göstergeler üzerinden sınırlı düzeyde temsil edilmiştir.

Makro ölçekte ise çalışma, kentlerin toplam enerji tüketimini modellemekten ziyade, farklı kentsel bağlamların mikro ve mezo ölçekte ortaya çıkan konut bazlı enerji tüketim örüntülerini nasıl şekillendirdiğini karşılaştırmalı olarak değerlendirmeye odaklanmaktadır. Bu nedenle, kent ölçeğinde bütüncül enerji talep tahminleri ve sistem düzeyinde enerji modellemeleri çalışmanın kapsamı dışında bırakılmıştır.

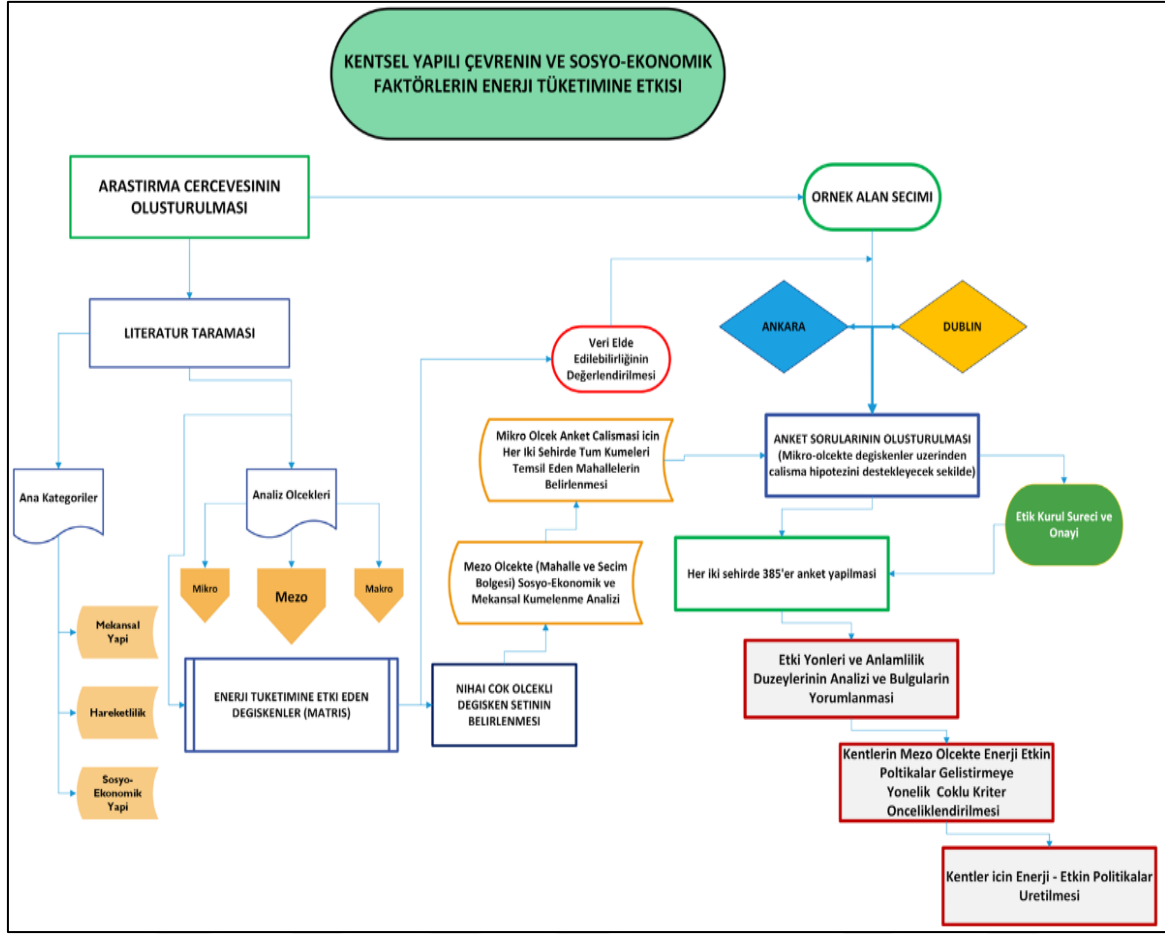
Ayrıca bu tez kapsamında Ankara ve Dublin örnekleri için sunulan karar matrisleri ve politika önerileri, geliştirilen analitik çerçevenin olası uygulama alanlarını somutlaştırmaya yönelik örnekleyici araçlar olarak ele alınmıştır. Çalışma, yerel yönetimler ya da kentsel politika alanında karar alan kurumlar için doğrudan politika üretmeyi değil; karar alma süreçlerini destekleyebilecek bağlama duyarlı, aktarılabilir ve analitik bir değerlendirme yaklaşımı sunmayı amaçlamaktadır.

Bilimsel katkı ve literatüre sağlanan açılım

Bu çalışma, enerji ve planlama literatürüne üç farklı açıdan katkı sağlamaktadır. İlk katkı, tekil değişkenlerden ziyade, enerji tüketimini hanehalkı profilleri ve mekânsal tipolojiler üzerinden ele alarak, literatürde sınırlı düzeyde ele alınan profil temelli bir değerlendirme ortaya koymaktır. İkinci katkısı, mikro, mezo ve makro düzeyleri aynı analitik yapı içinde ele alarak, farklı ölçeklerde elde edilen bulguların birbiri ile olan ilişkisini ele almaktır. Üçüncü olarak ise, enerji tüketimi ile mekânsal ve sosyoekonomik değişkenlerin arasındaki ilişkiye yönelik çelişkili bulguları, değişkenlerin eşik değerleri ve doğrusal olmayan yapısı üzerinden anlatan bir analitik çerçeve sunmaktır.

Yöntem

Araştırma süreci, öncelikle enerji tüketimi ile kentsel yapılı çevre ve sosyo-ekonomik yapı arasındaki ilişkileri ele alan kapsamlı bir literatür taraması ile başlamakta; bu tarama sonucunda, farklı ölçeklerde öne çıkan değişkenler ve göstergeler belirlenmektedir. Bu sürece ilişkin genel akış, Şekil 1.1’de özetlenmektedir.



Şekil 1.1. Tez süreci akış diagramı

Literatürden elde edilen bu kuramsal çerçeve, alan çalışmasının tasarımına ve veri toplama araçlarının oluşturulmasına temel teşkil etmektedir.

Çalışmada karşılaştırmalı bir yaklaşım benimsenmiş; farklı kentsel büyüme dinamiklerine, mekânsal organizasyon biçimlerine ve sosyo-ekonomik yapıları sahip iki şehir (Ankara ve Dublin) örnek çalışma alanları olarak seçilmiştir. Bu seçim, enerji tüketim örüntülerinin farklı kentsel bağlamlarda nasıl şekillendiğini değerlendirmeye ve bulguların bağlama duyarlı biçimde yorumlanmasına olanak sağlamaktadır.

Mikro ölçekte, seçilen mahallelerde gerçekleştirilen konut bazlı hanehalkı anketleri aracılığıyla enerji tüketim düzeyleri ile hanehalkı özellikleri, konut nitelikleri ve kullanıcı davranışları arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir. Elde edilen veriler, doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon modelleri, etkileşim ve eşik analizleri ile incelenerek, değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki göreceli etkileri ve farklı tüketim profilleri üzerindeki

belirleyicilikleri ortaya konulmuştur. Bu analizler, yalnızca ortalama etkilere değil, farklı tüketim gruplarında değişkenlerin nasıl farklılaştığına da odaklanmaktadır.

Mikro ölçekte elde edilen bulgular, mezo ölçekte mahalle düzeyindeki mekânsal ve sosyo-ekonomik yapı ile ilişkilendirilmiş; böylece hanehalkı düzeyinde gözlenen enerji tüketim davranışlarının, kentsel doku ve yerleşim özellikleriyle nasıl kesiştiği değerlendirilmiştir. Makro ölçekte ise, Ankara ve Dublin'in farklı kentsel gelişme biçimlerinin, mikro ve mezo düzeyde ortaya çıkan enerji tüketim örüntülerini nasıl şekillendirdiği karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Bu aşamada, sayısal bir makro modelleme yerine, alt ölçek bulgularının sentezlenmesine dayalı bağlamsal bir yorumlama yaklaşımı benimsenmiştir.

Çalışmanın nihai aşamasında, çok ölçekli analizlerden elde edilen bulgular bir araya getirilerek, enerji tüketimini belirleyen değişkenlerin görece önemini ve kritik eşiklerini ortaya koyan bir karar destek çerçevesi geliştirilmiştir. Bu çerçeve, enerji etkin kent politikalarının hangi mekânsal tipolojilere ve hangi hanehalkı profillerine öncelik vermesi gerektiğini göstermeyi amaçlamakta; planlama sürecine, bağlama duyarlı ve kanıta dayalı bir değerlendirme aracı sunmaktadır. Bu yönüyle çalışma, enerji tüketimi-kentsel form ilişkisini yalnızca açıklayıcı değil, aynı zamanda uygulamaya dönük bir perspektifle ele almaktadır.

Bu doğrultuda tez altı bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünü takiben ikinci bölümde enerji etkin kent kavramı mekânsal, sosyoekonomik ve hareketlilik boyutlarıyla ele alınmakta ve literatürde çok ölçekli bir çerçevede değerlendirilmektedir. Üçüncü bölümde çalışmanın yöntemsel kurgusu, örnek alan seçimi, veri toplama süreci ve kullanılan analiz teknikleri ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Dördüncü bölümde Ankara ve Dublin örnekleri üzerinden elde edilen bulgular sunulmaktadır. Beşinci bölümde bulgular literatürle ilişkilendirilerek tartışılmakta ve kentler kendi bağlamları içinde ve karşılaştırmalı olarak değerlendirilmektedir. Son bölümde ise çalışmanın temel sonuçları özetlenmekte ve planlama pratiğine yönelik politika önerileri geliştirilmektedir.



2. ENERJİ ETKİN KENT: TEMEL KAVRAMLAR, YAKLAŞIMLAR VE TARİHSEL GELİŞİM

Bu bölüm, enerji etkin kent kavramının kuramsal temellerini, tarihsel gelişimini ve güncel planlama literatüründeki çok boyutlu tartışmalarını bütüncül bir çerçeve içinde ele almaktadır. Bölüm kapsamında, enerji etkinliğinin yalnızca teknik ya da teknolojik bir hedef olmadığı; kentsel mekânın örgütlenişi, sosyoekonomik yapı, hanehalkı davranışları ve yönetim mekanizmalarıyla birlikte şekillenen çok katmanlı bir olgu olduğu varsayımı benimsenmektedir. Bu doğrultuda bölüm, öncelikle enerji etkin kent kavramının tanımı ve neden giderek merkezi bir planlama konusu hâline geldiğini ortaya koymakta; ardından kavramın tarihsel evrimi ve kuramsal yaklaşımlar üzerinden nasıl şekillendiğini irdelemektedir. Devam eden alt bölümlerde enerji etkin kent, mekânsal, sosyoekonomik ve davranışsal değişkenler üzerinden ayrı ayrı tartışılmakta; bu boyutların birlikte ele alınmasının önemi vurgulanmaktadır. Bölümün son kısmında ise literatürdeki yaklaşımlar bütüncül biçimde değerlendirilmekte, enerji etkin kent politikalarının uygulamadaki yansımaları ile Türkiye ve İrlanda örnekleri üzerinden karşılaştırmalı bir tartışma sunulmaktadır.

2.1. Enerji Etkin Kent Kavramı ve Önemi

Kentsel alanlar, dünyanın sadece %3'lük bir kısmını kaplamasına karşın, dünya nüfusunun ortalama %50'sini barındırırken, insan kökenli sera gazı oluşumunun ise %70'inden sorumludur (UN-Habitat, 2016). Bu sonuç, kente yönelik politikaların ve özellikle enerji etkin kent planlamasının neden çok önemli olduğuna dair güçlü bir başlangıç noktasıdır. Küresel ısınmanın giderek önemli bir sorun haline geldiği 21. yüzyılda, kentlerde karbon emisyonlarını azaltmak ve enerji tüketimini verimli hale getirmek önemli hedefler haline gelmiştir. Küresel ölçekte imzalanan Kyoto Protokolü (2005) ve Paris Anlaşması (2016) gibi anlaşmalar, sera gazı emisyonlarını azaltma yükümlülüğünü ortaya koyarak ulusal ve yerel yönetimleri enerji verimliliğini artırmaya yöneltmiştir. Bu nedenle hem iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak hem de enerji güvenliğini sağlamak için şehirlerin enerji etkin hale getirilmesi bir zorunluluk olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, sınırlı fosil yakıt kaynakları ve enerji maliyetlerindeki artış, kentleri yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye ve enerji tasarrufu sağlamaya itmiştir. Örneğin Avrupa'da, sera gazı salınımının %25'i ulaşım sektöründen kaynaklanmaktadır ve bu oranda karayolu ulaşımı %70'den fazla

pay sahibidir (Avrupa Komisyonu (EC), 2019). Bu durum, kentsel yapılı çevre ve kent içi ulaşım politikalarının enerji tüketimine etkisini açıkça göstermektedir. Dolayısıyla enerji etkin kent planlama sadece çevresel sürdürülebilirlik için değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik için de önemlidir.

Mevcut literatürde enerji etkin kent; enerji tüketiminin azaltılmasına ve yenilenebilir enerji kaynakları ile akıllı şebekelerin yaygın entegrasyonun sağlanmasına yönelik kentsel alanların yeniden tasarlanması ve yeni gelişme bölgelerinin planlanmasıyla kendine yeten bir şehir modeli olarak tanımlanmaktadır (Amado vd., 2016). Bu tanım, esasında düşük karbonlu kent ve sürdürülebilir kent kavramlarıyla yakından ilişkilidir. Ancak enerji etkin kent kavramında asıl odak kentsel altyapı ve yapılı çevrenin enerji verimliliği hedefiyle yeniden ele alınmasıdır. Bu bağlamda, literatürdeki farklı ama ilişkili kavramlara da değinilmesi yerinde olur. Örneğin sürdürülebilir kent, dayanıklı (resilient) kent, düşük karbonlu kent, akıllı kent gibi yaklaşımların her birinin enerji verimliliği ile ortak hedefleri bulunmaktadır. Uluslararası politikalar ve şehircilik pratiklerinde, bu kavramlar kent planlamaya entegre edilip enerji tüketiminin düşürülmesi hedeflenmektedir. Farklı sürdürülebilir kentsel gelişim paradigmaları, örneğin kompakt kent, eko-kent, yeşil kent, yeni şehircilik akımı ve akıllı büyüme gibi paradigmlar türeyerek, kentsel enerji verimliliğini artırmak için kentsel yapıyı daha yoğun, karma kullanımlı ve toplu taşımaya dayalı hale getirmeyi ortak bir strateji olarak benimsemişlerdir (Bibri vd., 2020; Jiuwen vd., 2024; Pu vd., 2026; Xiaoxu vd., 2024).

Bu çalışmada literatürde yer alan düşük karbonlu kent, sürdürülebilir kent ve benzeri yaklaşımlar enerji etkin kent perspektifi ile ilişkili çerçeveler olarak ele alınmakla birlikte, kavramsal tartışma “enerji etkin kent” kavramı üzerinden yürütülmektedir. Söz konusu yaklaşımlar, enerji tüketiminin azaltılması ve enerji performansının iyileştirilmesi bağlamında tamamlayıcı referans çerçeveler sunmakta; ancak bu tezde analitik ve kuramsal şemsiye kavram olarak “enerji etkin kent” tercih edilmektedir.

Bu bağlamda tez kapsamında “enerji etkin kent”, enerji tüketiminin azaltılması ve enerji verimliliği hedeflerinin mikro, mezo ve makro ölçeklerde bütüncül biçimde planlama süreçlerine entegre edildiği kentsel durumu ifade etmektedir. “Enerji verimliliği” ise bu çerçeve içinde, enerji kullanımının azaltılmasına yönelik teknik, davranışsal ve yapısal iyileştirme alanlarını tanımlayan daha spesifik bir kavram olarak ele alınmaktadır.

Dolayısıyla kavramlar eş anlamlı değil; birbirini tamamlayan ve hiyerarşik bir ilişki içinde değerlendirilmektedir.

2.2. Enerji Etkin Kent Kavramının Tarihsel Gelişimi

Enerji etkin kent yaklaşımının kökenleri 20. yüzyıl başında Ebenezer Howard’ın Bahçe Kent yaklaşımında görülen çevresel ve mekânsal duyarlılıklara dayandığı görülmektedir. Bahçe kent yaklaşımının ardından konuya ilişkin yeni açılımlar sunan çalışmalar söz konusudur. Aşağıda bu yaklaşımlar kısaca aktarılmaktadır.

Bahçe kent yaklaşımı (1900’ler): 19. yüzyıl sonlarında artan sanayileşme ile birlikte şehirlerde çevre sorunları baş göstermiş, Ebenezer Howard (1902) ise Bahçe Kent modelini dönemin kentlerinde yaşanan kirli ve sağlıksız koşullara çözüm olarak geliştirmiştir. Howard doğrudan “enerji” kavramını kullanmasa da “yeşili şehre getirme” fikri, kentleri kendi kendine yeten ve verimli birimlere dönüştürmeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda kent ve kırsal bir araya getirilerek, yeşil kuşakla çevrili yerleşimlerden oluşan bir ağ formu tasarlamıştır. Howard’ın vizyonunun, nüfusun sınırlandırıldığı, iş ve konut dengesi gözetildiği ve kırsalın olumlu yönlerini özellikle yeşil alanların var olduğu ideal kentler kurgulamak olduğu görülmektedir.

Ekolojik planlama ve sürdürülebilirlik anlayışının başlangıcı (1960’lar -70’ler): 1960’lara gelindiğinde, çevresel duyarlılık kent planlamada öne çıkan konulardan biri haline gelmeye başlamıştır. Ian McHarg’ın “Design with Nature” (1969) yaklaşımı, kent planlama literatüründe doğa ile uyum ve kaynakların akıllı kullanımının önemini aktarmaktadır. McHarg (1969) bu yaklaşımında arazinin ekolojik kapasitesine uygun kullanımını savunarak, kentlerin doğayla uyum içinde tasarlanmasını hedeflemektedir. Bu dönemde Abel Wolman (1965) “kentsel metabolizma” kavramını ortaya koyarak, şehirlerin kaynak kullanımı ve atık miktar ve türlerini inceleyerek, kenti enerji ve madde akışları sistemi olarak tanımlamıştır. Bu bakış açısı, kentlerde su, enerji, gıda gibi girdilerin ve atıkların bütüncül yönetiminin gerekliliğini vurgulayarak sürdürülebilir kent düşüncesine temel oluşturmuştur (Kennedy vd., 2011).

Ayrıca bu dönemde “yenilenebilir enerji” ve “pasif güneş mimarisi” gibi kavramlar, mimarlık ve planlama disiplinlerinde önem kazanmış; enerji etkin kentler için güneş ışığına

yönelim, yaya ulaşımı ve toplu taşıma teşvik gibi stratejiler gündeme gelmiştir. Olgyay'ın "Design with Climate" adlı çalışması, bina ve yerleşim ölçeğinde güneş yönelimi, doğal havalandırma ve iklimsel verilerin tasarım girdisi olarak kullanılmasını savunmuştur. Bu yaklaşım, enerji ihtiyacını azaltan pasif sistemlerin kuramsal temelini oluşturmuştur (Olgyay, 1963).

1970'li yıllarda yaşanan küresel petrol krizleriyle birlikte, bu bakış açısının şehircilik gündemine güçlü bir şekilde taşındığı görülmektedir. Enerji maliyetlerindeki artış, kent formu ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiye ilgiyi artırmış ve "Kompakt Kent" modeli (compact city) bu dönemde yeniden gündeme gelmiştir (Rapoport, 2014). Bu doğrultuda Ralph Knowles'ın "Energy and Form: An Ecological Approach to Urban Growth" (1974) adlı kitabı, kentsel büyümenin enerji tüketimi boyutuna dikkat çeken erken çalışmalardan biri olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, Knowles (1981) yenilenebilir enerji kaynaklarının yalnızca bina ölçeğinde değil, kentsel sistemler ölçeğinde bütüncül olarak değerlendirilmesi gerektiğini vurgulayarak, güneş enerjisinin kent planlama tartışmalarına katılmasını sağlamıştır.

1980'lerde kompakt kent modeli tartışmaları devam ederken, Owens (1986) arazi kullanımı, kent formu, yoğunluk ve ulaşım politikalarının enerji tasarrufu üzerindeki belirleyici rolünü vurgulayarak enerjinin kent planlamasının ayrılmaz bir bileşeni olduğunu ileri sürmüştür. Newman ve Kenworthy (1989), otomobile bağımlı kentlerde ulaşımdan kaynaklı enerji tüketiminin daha yüksek olduğunu, buna karşın toplu taşıma, yaya ve yoğunluk temelli kentlerin enerji verimliliği açısından daha avantajlı olduğunu ampirik olarak ortaya koymuştur.

Sürdürülebilir kalkınma ve Eko-Kent hareketi (1980'ler ve 90'lar): 1980'lerde, küresel ölçekte çevresel sorunlar dikkat çekmeye başlamasıyla, sürdürülebilir kalkınma vurgusu önem kazanmıştır. Brundtland Raporu (1987), gelecek nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılayan sürdürülebilir kalkınma prensibini ortaya koyarak kentsel politikalarda önemli bir etki bırakmış ve ekonomik kaygılarla birlikte sosyal çevresel faktörlerin de hesaba katılması gerektiğini vurgulamıştır. Aynı yıl, "eko-kent" kavramı literatüre Richard Register ile giriş yapmıştır. Register, eko-kenti "girdi (kaynak) ve çıktılarını (atık) en aza indiren bir kentsel sistem" olarak tanımlamaktadır (Register, 1987). Bu noktada, daha önce ortaya çıkmış olan "kentsel metabolizma" kavramı ile arasındaki

farkı anlamak önemlidir. Register'ın (1987) eko-kent yaklaşımı, kenti kaynak ve atık akışları üzerinden dönüştürmeyi amaçlayan normatif bir planlama vizyonu sunarken; Wolman'ın (1965) kentsel metabolizma yaklaşımı, bu akışları betimleyici ve ölçülebilir bir sistem olarak ele almaktadır. Bu yönüyle eko-kent kavramı, kentsel metabolizma düşüncesinin planlama ve tasarım alanına taşınmış ve politikleştirilmiş bir yorumu olarak değerlendirilebilir. Sonuç olarak eko-kent kavramı, bir kentin ekolojik sınırları içinde, enerji ve kaynak verimliliği yüksek bir şekilde var olmasını temel almaktadır. Küçük ölçekli, karbonsuz yaşam deneyleri, ekolojik komünler gibi deneylerle kendini göstermekte, böylece, 1990'larda artık bu yaklaşım ana akım planlama içinde yer almaya başlamıştır (Rapoport, 2014). Buna örnek olarak, 1992 Rio Zirvesi sonrasında birçok kent "Yerel Gündem 21" programlarıyla sürdürülebilirlik planları hazırlamaya başlanmıştır. Bu sürece paralel olarak, kentsel yayılmaya karşı yaya dostu, karma kullanımlı, kompakt mahalleler geliştirmeyi savunan Yeni Şehircilik akımı ortaya çıkmıştır (Khavarian-Garmsir vd., 2023). Bu akım, Jane Jacobs'un 1960'larda yaptığı insan ölçeğinde kent eleştirilerinden ilham alırken, kentlerin daha yüksek yoğunluklu merkezler ve toplu taşıma odaklı gelişimle enerji tüketimini azaltabileceğini savunmaktadır. Özetle, bu dönemde sürdürülebilir / yeşil kent kavramı, enerji etkinliği, toplu taşıma kullanımı, yeşil altyapı ve düşük emisyon gibi alt başlıklarla olgunlaşmış ve kentlerde enerji verimliliği, sürdürülebilir şehirler diskurunun ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir.

21. Yüzyılda enerji etkin kent ve ilgili paradigmalar: İklim değişikliğine karşı mücadele perspektifiyle, enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik çabaların bu dönemde hızlandığı görülmektedir. Belediye Başkanları Sözleşmesi (Covenant of Mayors) hareketi, 2008'de Avrupa Komisyonu öncülüğünde başlatılmış kentlerin enerji etkinliği ve karbon emisyonu azaltımı taahhütlerini öne çıkaran bu girişimle, yerel yönetimler Sürdürülebilir Enerji Eylem Planları (SEAP) hazırlayarak, enerji verimliliği hedeflerini somutlaştırmıştır (Khavarian-Garmsir vd., 2023). Örneğin, İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2015'te bu anlayışa katılarak, toplu taşımada elektrifikasyon, mevcut binaların enerji verimli hale gelmesi, akıllı trafik sistemleriyle yakıt tüketiminin azaltılması ve jeotermal ile bölgesel ısıtma gibi eylemler gerçekleştirmiştir (Biresseloğlu ve Demir, 2021).

2.3. Enerji Etkin Kentin Literatürde Konumlanması

Enerji etkin kent kavramının sürdürülebilir kent ve ekolojik planlama literatürünün doğal bir devamı olarak 2000’li yıllarda daha net bir biçim kazandığı görülmektedir. Bu bağlamda enerji etkin kent kavramı, sürdürülebilir kent ve eko-kent teorisinin enerji odaklı evrimi olarak yorumlanmakta ve günümüzde küresel sürdürülebilirlik gündemleriyle birleşerek kent planlama pratiğinde somutlaşmış şekilde yer almaktadır (Tang vd., 2022).

Bu bölümde ele alınan yaklaşımlar, enerji etkin kent kavramının tekil bir kuramdan ziyade; bahçe kent, ekolojik planlama, kentsel metabolizma, eko-kent ve sürdürülebilir kent gibi farklı kuramsal ve paradigmatik yaklaşımların zaman içinde birikimli olarak evrilmesi sonucu ortaya çıktığını göstermektedir. Söz konusu tarihsel ve kuramsal gelişim, temel kavramlar, savundukları yaklaşımlar ve öncü yazarlar bağlamında Çizelge 2.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 2.1. Enerji etkin kent kavramının tarihsel gelişiminde temel kavramlar

Yıl	Kavram	Ne Savunuyor / Temel Amaç	Yazar
1902	Bahçe Kent (Garden City)	Sanayi kentlerinin sağlıksız koşullarına karşı, kenti doğa ile bütünleştiren; nüfusu sınırlı, iş-konut dengesi gözetilen, kendi kendine yetebilen uydu kentler ağı önerir. Enerji kavramını doğrudan ele almasa da, mekânsal verimlilik ve yerel denge fikrini temel alır.	Ebenezer Howard (1902)
1963	Pasif Güneş Mimarisi / İklimle Uyumlu Tasarım	Bina ve yerleşim ölçeğinde güneş yönelimi, doğal havalandırma ve iklimsel verilerin tasarım girdisi olarak kullanılmasını savunur; enerji talebini pasif yollarla azaltmayı amaçlar.	Victor Olgyay (1963)
1965	Kentsel Metabolizma	Kenti su, enerji, gıda gibi girdiler ile atık ve emisyon çıktılarından oluşan bir akışlar sistemi olarak tanımlar; amaç bu akışları ölçmek ve analiz etmektir (betimleyici yaklaşım).	Abel Wolman (1965)
1969	Ekolojik Planlama (Design with Nature)	Arazi kullanımının ekolojik kapasiteye göre belirlenmesi gerektiğini savunur; kentlerin doğal sistemlerle uyum içinde tasarlanmasını hedefler.	Ian McHarg (1969)
1974	Enerji-Kent Formu İlişkisi	Kentsel büyüme, yerleşim deseni ve morfolojinin enerji tüketimiyle doğrudan ilişkili olduğunu vurgular; enerjiyi kent ölçeğinde ele alır.	Ralph Knowles (1974)
1981	Kentsel Ölçekte Yenilenebilir Enerji	Yenilenebilir (özellikle güneş) enerjinin yalnızca bina değil, mahalle ve kent ölçeğinde bütüncül olarak planlanması gerektiğini savunur.	Ralph Knowles (1981)

Çizelge 2.1. (devam) Enerji etkin kent kavramının tarihsel gelişiminde temel kavramlar

Yıl	Kavram	Ne Savunuyor / Temel Amaç	Yazar
1986	Enerji-Planlama Bütünleşmesi	Arazi kullanımı, kent formu, yoğunluk ve ulaşım politikalarının enerji tüketimini belirlediğini; enerjinin kent planlamasının içsel bir bileşeni olduğunu ileri sürer.	Susan Owens (1986)
1987	Sürdürülebilir Kalkınma	Bugünün ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan karşılamayı hedefleyen kalkınma anlayışını tanımlar; kentsel politikalar için çerçeve sunar.	World Commission on Environment and Development (1987)
1987	Eko-Kent	Kentsel kaynak ve atık akışlarını mekânsal, toplumsal ve etik müdahalelerle dönüştürmeyi amaçlayan normatif bir kent vizyonu ortaya koyar.	Richard Register (1987)
1989	Ulaşım Enerjisi ve Otomobil Bağımlılığı	Otomobile bağımlı kentlerde ulaşımdan kaynaklı enerji tüketiminin daha yüksek olduğunu; yoğun, toplu taşıma ve yaya odaklı kentlerin daha enerji verimli olduğunu ampirik olarak gösterir.	Peter Newman ve Jeff Kenworthy (1989)
1990'lar	Yeni Şehircilik Akımı(New Urbanism)	Yaya dostu, karma kullanımlı, kompakt mahalleler yoluyla otomobil bağımlılığını ve enerji tüketimini azaltmayı hedefler.	Jane Jacobs (1961) etkisiyle; Duany, Plater-Zyberk ve Speck (1991)
2000'ler	Enerji Etkin Kent	Sürdürülebilir kent ve eko-kent yaklaşımlarının enerji odaklı evrimi olarak; enerji verimliliği, karbon azaltımı ve yerel enerji yönetimini planlamanın merkezine alır.	Tang vd. (2022)
2008+	Yerel İklim ve Enerji Yönetişimi (SEAP/SECAP)	Yerel yönetimlerin enerji verimliliği ve emisyon azaltımını somut eylem planlarıyla hayata geçirmesini hedefler.	European Commission (Covenant of Mayors)

2.4. Enerji Etkin Kentin Mekansal Değişkenler Üzerinden Tartışılması

Enerji etkin kent tartışmalarında mekânsal değişkenler, kentsel enerji tüketiminin biçimlenişini anlamada temel bir analitik çerçeve sunmaktadır. Bu bağlamda “kentsel form”, farklı kaynaklarda çeşitli şekillerde tanımlansa da en yalın haliyle bir kentin fiziksel düzeni ve yapısal organizasyonu olarak ele alınabilir. Kentsel form; ulaşım ağlarının kurgusu, arazi kullanım dağılımı ve yapı yoğunluğu gibi bileşenler üzerinden şekillenmekte ve bu bileşenler kentlerin enerji tüketim örüntülerini doğrudan etkilemektedir (Cervero ve Kockelman, 1997).

Nitekim mekânsal yapı ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi inceleyen analitik çalışmalar, büyük ölçüde iki ana yaklaşım etrafında toplanmaktadır: bunlardan ilki, kentin farklı bölgelerinde ortaya çıkan sera gazı salımlarını ölçerek mekânsal dağılım örüntülerini analiz

eden çalışmalardır; ikincisi ise yapılı çevrenin alansal büyüklüğü, yoğunluğu ve fonksiyonel çeşitliliği ile enerji tüketimi arasındaki ilişkileri irdeleyen araştırmalardır. Literatürde genel olarak, yüksek yoğunluklu ve karma kullanımlı kentsel dokuların, özellikle ulaşım kaynaklı enerji tüketimini azaltarak çevresel açıdan daha verimli sonuçlar ürettiği yönünde ortak bir kanaat oluşmuştur (Muniz ve Sanchez, 2018). Benzer biçimde, Andreas Fleischmann ve arkadaşları (2021), kentsel formu bir kentin mekânsal özelliklerini ve bu özelliklerin sosyal, ekonomik ve çevresel işlevler üzerindeki etkilerini anlamaya yönelik bütüncül bir kavram olarak ele almakta; mekânsal düzenin enerji etkinliği üzerindeki dolaylı ancak belirleyici rolüne dikkat çekmektedir. Bu yaklaşım, kentsel formu yalnızca fiziksel bir düzenleme olarak değil, aynı zamanda enerji tüketimi ve çevresel performansın şekillendiği yapısal bir çerçeve olarak değerlendiren daha kapsamlı bir bakış açısını desteklemektedir. Bu doğrultuda, Karl Kropf (2009), kentsel formu hem fiziksel yapıların mekânsal dizilimi hem de bu yapıların işlevsel kullanımları üzerinden tanımlayarak, enerji etkin kent tartışmalarında morfolojik analizlerin önemini vurgulamaktadır.

Literatürde yerleşimin alansal büyüklüğü ve enerji tüketimi konusunda çelişkili sonuçlar bulunmaktadır. Bazı çalışmalar yoğun kent merkezlerinin ve büyük şehirlerin ölçek ekonomileri sayesinde ulaşımda daha az enerji harcadığını savunmaktadır. İngiltere ve ABD’de yapılan araştırmalar, büyük ve yoğun metropoliten bölgelerde kişi başına ulaşım enerjisi tüketiminin daha düşük olduğunu göstermektedir (Newman ve Kenworthy, 1999). Bunun gerekçesi, günlük faaliyetlerin yüksek yoğunluklu alanlarda daha kısa mesafelerde gerçekleşebilmesi ve toplu taşıma kullanımının yaygınlaşmasıdır. Buna karşın, Hindistan gibi farklı bir kentsel bağlamda yapılan araştırmalar, şehir büyüklüğü arttıkça toplam enerji tüketiminin de arttığını, yani büyük şehirlerin daha yüksek enerji talebine yol açtığını bulmuştur. Sharifi (2019) tarafından aktarılan bu farklı bulgular, coğrafi ve sosyoekonomik bağlamın önemine işaret etmektedir. Öte yandan, ABD’de elde edilen bulgular yeniden İngiltere’ye benzer şekilde, büyük ve yoğun kent yapısının ulaşım enerji tüketimini azalttığı yönündedir.

Bu tartışmalara ek olarak, literatürde her ne kadar kompakt kent yaklaşımının enerji/emisyon avantajları “artan yoğunluk her koşulda iyidir” şeklinde genellenmiş olsa da, son çalışmalar bu etkinin doğrusal olmadığını göstermektedir. Örneğin, çok yüksek düzeyde yoğunlaşmış megakentlerde trafik sıkışıklığı ve kentsel ısı adası etkisi gibi olumsuzluklar yüzünden beklenen enerji tasarrufu gerçekleşmeyebilmektedir. Çin’deki 286 il düzeyi ve üstü

şehirlerde yapılan bir araştırma, kentsel konut enerji tüketimi üzerinde en büyük etkiyi yaratan makro düzey faktörleri incelemiştir (Zhang, Xie, Luan ve Chen, 2015). Çalışma, özellikle iklim, ekonomik gelişme düzeyi ve kentsel formun enerji tüketimi üzerindeki etkilerine odaklanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, ekonomik gelişme arttıkça enerji verimliliği artmakta, ancak yoğun nüfusun elektrik, ulaşım ve toplam doğrudan karbon emisyonları'nı (DCE) artırdığı tespit edilmiştir. Geleneksel görüşün aksine, yüksek nüfus yoğunluğunun enerji tüketimini sınırladığı düşüncesi yerine, bu çalışma Çin'deki 286 şehirde daha yüksek yoğunluğun aslında elektrik, ulaşım ve toplam DCE'yi artırdığını, bunun da hem kentsel ısı adası etkisi hem de daha yoğun şehirlerdeki ciddi trafik sıkışıklığından kaynaklandığını ortaya koymuştur. Ayrıca, arazi kullanım karışımının toplam DCE üzerindeki etkisinin daha az önemli olduğu kanıtlanmıştır. Çalışma, daha bütünsel bir analiz için Çin'deki kentsel ısı adası etkisine yönelik doğrudan ve kesin ölçümlere ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır. Son olarak, kentsel formun karmaşıklığının sadece yoğunluk ve ölçek perspektiflerinin ötesinde anlaşılması gerektiği göz önünde bulundurularak, gelecekteki çalışmalarda ek kentsel form metriklerine daha fazla dikkat edilmesi gerektiğini belirtmektedir (Zhang, Xie, Luan ve Chen, 2015).

Diğer taraftan, Salat ve Bourdic (2012) salt yoğunluk değişkeni ile enerji tüketiminin (dolayısıyla sera gazı emisyon artışının) tek bir yönde etkilenmediği; ancak yapı yoğunluğu dağılımının hiyerarşik bir şekilde dağılmasıyla enerji etkinliğinin sağlanacağını ileri sürmüştür. Salat ve Bourdic (2011), şehirlerde enerji kaynaklarının verimli kullanılabilmesi açısından “ters güç yasası”nı mekansal düzeyde yeniden kurgulamışlardır. Buna göre, ters güç yasası, kentler gibi açık karmaşık sistemlerin en verimli şekilde yapılandırıldığı, sistemin farklı ölçekleri arasında hiyerarşik bir ilişkinin olduğu ve en önemlisi bir ölçeğin boyutsal dağılım olarak en büyüklerinin en az, orta boyutun orta düzeyde, en küçüklerin ise en fazla sayıda olduğu bir modeldir. Doğadaki birçok formda görülebilen bu temel yasa, kentsel sistemlere ölçek hiyerarşisine uyularak uygulandığında, sistemin daha verimli olması sağlanabilir. Yapılan araştırmalarda her şey eşit olduğunda, uygun bir kent morfolojisine sahip bir kentin enerji tüketimi diğerlerine oranla %50-60 daha azdır. Buna örnek olarak Salat ve Bourdic (2012), enerji etkin kent formu olarak tek kütlelerin %33, çoklu aynı büyüklükte kütlelerin %60 ve ters güç yasasına uygun hiyerarşik yapıdaki kütle dağılımının ise %100 oranında enerji verimliliği sağladığı sonucuna varmıştır. Bu araştırma sonucunda, tek bir ölçeğe dayalı modernist kentsel yapıların aksine, hiyerarşik ve ters güç yasasına uygun kent formunun enerji etkin bir yapıda olduğu sonucuna varılabilir.

Salat ve Bourdic (2017) aynı zamanda enerji etkin ve dayanıklı bir kent formu için, hiyerarşik düzeni sağlamada ağaç formu yerine yaprak formunun tercih edilmesi gerektiğini savunmaktadırlar. Buna göre, ağacın gövdesinde ya da dalların birinde bir problem olduğunda dala bağlı tüm küçük dallar da hasar görecektir. Yaprak formunda ise, küçük damarlar sadece bir üst boyuttaki damara bağlı değil aynı zamanda, başka küçük damarlara da bağlıdır. Böylece büyük damar hasar gördüğünde, su akışını diğer damarlar aracılığıyla sağlayabilir. Ağaç ve yaprak formu arasındaki temel fark budur. Şehirlerdeki enerji sistemi, yol ağı ve birçok altyapı sistemi düşünüldüğünde, ağaç formu tercih edilirse bir problemle karşılaşıldığında, yaprak formuna göre daha büyük bir bölgede sistem tıkanacaktır.

Bir kentin enerji verimliliğini ölçmek için diğer önemli bileşen ise gelişim tipidir. Lee'ye (2016) göre, kompakt şehirler sosyal, ekonomik, altyapı ve toplumsal kabiliyet faktörleri açısından diğerlerinden daha dayanıklıdır. Buna ek olarak, kompakt gelişme, konut, ulaşım ve kentsel altyapıda yer alan enerji ihtiyacını azaltmak için daha etkili bulunmuştur. Kümelenme derecesinin de seyahat davranışı, kentsel hareketlilik ve sera gazı salınımı üzerinde önemli etkileri olduğunu gösteren çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

Tüm bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, kentsel formun enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin tek bir mekânsal değişken üzerinden açıklanamayacağı; yoğunluk, ölçek, hiyerarşi ve mekânsal dağılım gibi unsurların birlikte ve bağlama duyarlı biçimde ele alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Bu durum, mekânsal değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin doğrusal ve evrensel değil, çok boyutlu ve eşiklere duyarlı bir yapıya sahip olabileceğine işaret etmektedir.

Ayrıca, bu bölümde tartışılan mekânsal değişkenler, literatürde çoğunlukla ulaşımına bağlı enerji tüketimi ve toplam emisyonlar üzerinden ele alınmaktadır. Buna karşın, aynı mekânsal özelliklerin konut içi enerji tüketimini hangi mekanizmalarla etkilediği görece sınırlı biçimde tartışılmaktadır. Bu durum, mekânsal değişkenlerin farklı enerji tüketim bileşenleri üzerindeki etkilerinin ayrıştırılarak incelenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

2.5. Enerji Etkin Kentin Sosyoekonomik Değişkenler Üzerinden Tartışılması

Enerji tüketimi, kentlerin sosyal, ekonomik ve psikolojik dinamikleri ile yakından ilişkilidir. Kentlerdeki enerji tüketimini etkileyen en önemli sosyo-ekonomik değişkenlerden biri gelir

düzeyidir. Zhang ve arkadaşlarının (2015) çalışması, Çin'deki 286 şehirde ekonomik gelişmenin enerji verimliliğini artırırken, yüksek nüfus yoğunluğunun elektrik tüketimini ve ulaşım kaynaklı enerji tüketimini artırdığını göstermiştir. Bu çalışma, kentlerde yüksek nüfus yoğunluğunun Elektrik, Ulaşım ve toplam DCE'yi artırdığını, bu artışın kentsel ısı adası etkisi ve yoğun trafik sıkışıklığından kaynaklandığını belirtmektedir. Ayrıca, arazi kullanımının enerji tüketimi üzerindeki etkisinin az olduğunu vurgulamaktadır (Zhang vd., 2015).

Hanehalkı gelirin enerji tüketimi üzerindeki etkisi, Boroza'nın (2018) Avrupa perspektifinde yaptığı çalışmada da gözlemlenmiştir. Bu çalışma, bölgesel düzeyde hanehalkı enerji tüketimi belirleyicilerini incelemiş ve zengin bölgelerin enerji verimliliğine daha fazla yatırım yapma olanağına sahip olduğunu, enerji tüketiminin önemli ölçüde geçmiş tüketim davranışlarına bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, eğitim seviyesi yüksek bireylerin enerji tasarrufu yapma konusunda daha bilinçli kararlar aldığını belirtmiştir (Boroza, 2018).

Larson ve Yezer (2015) ekonomik gelir düzeyi ve şehir büyüklüğü üzerinden yaptıkları değerlendirmede, gelir düzeyi arttığı için şehir büyüklüğü de artıyorsa, enerji tüketim miktarının aynı düzeyde olduğu; gelir düzeyi sabitken şehir büyüklüğü artıyorsa (yüksek yoğunluklu küçük konut birimleri, yüksek konut kiralari, işe kısa mesafe gibi durumlarda), enerji tasarrufunu sağlandığını belirtmişlerdir. Dolayısıyla kentsel alanın genişlemesinin çevreye fayda sağlayıp sağlamayacağını netleştiren ölçütler, kentsel büyüme modeli ve kentsel faaliyetlerin dağılımıdır (Lee, 2016).

Göç de enerji tüketimi üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu ve arkadaşlarının (2022) çalışması, Çin'deki 30 il bölgesinin 2000-2019 dönemine ait panel verilerini kullanarak nüfus göçünün enerji tüketimi ve karbon salınımları üzerindeki etkisini mekansal Durbin modeli ile incelemiştir. Bulgular, nüfus göçünün dışa göç veren illerde enerji tüketimini, enerji yoksunluğunu, karbon salınımlarını ve karbon azaltma engellerini artırdığını, göç alan illerde ise enerji tüketimi ve enerji yoksunluğu artarken karbon salınımları ve karbon azaltma engelleri üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını göstermiştir. Bu çalışmada, göçün enerji eşitsizliği ve karbon emisyonu eşitsizliğine yol açabileceğini öne sürülmektedir (Bu, Wang, Qiu, ve Möst, 2022).

Sosyo-demografik özellikler de enerji tüketimi üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Ten Dam ve arkadaşlarının (2022) çalışması, Hollanda'da bireylerin kişisel hareketlilik için enerji tüketimini nasıl etkilediğini anlamak amacıyla yapılmıştır. Araştırma, yerleşim çevresi ve bireylerin sosyo-demografik özelliklerinin enerji tüketimi üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde ele almış, yerleşim yoğunluğunun enerji tüketimi üzerinde en önemli etkiye sahip yerleşim çevresi özelliği olduğunu ortaya koymuştur. Sosyo-demografik özellikler arasında tam zamanlı çalışma durumu, cinsiyet, eğitim seviyesi ve hanehalkı geliri gibi faktörler enerji tüketimi üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Tam zamanlı çalışan bireyler daha fazla enerji tüketirken, erkek bireylerin kadınlara göre kişisel hareketlilik için daha fazla enerji tükettiği, yüksek eğitim seviyesine sahip bireylerin daha fazla enerji tükettiği ve yüksek hanehalkı gelirine sahip bireylerin daha fazla enerji tükettiği gözlemlenmiştir (ten Dam vd., 2022).

Enerji tüketimi üzerindeki etkili olan bir değişken de eğitim seviyesidir. Chen ve arkadaşlarının (2023) çalışması, eğitim seviyesinin enerji tüketimi üzerindeki etkisini incelemiş ve eğitim düzeyinin artmasının enerji tüketimini karmaşık ve çok boyutlu şekilde etkilediğini göstermiştir. Eğitim, enerji tüketimi bilincini artırarak ve sürdürülebilir enerji kullanımı davranışlarını teşvik ederek enerji verimliliğine katkıda bulunabilir (Chen vd., 2023). Benzer şekilde, Wang ve arkadaşlarının (2020) çalışması, Guangdong Eyaleti'nde eğitim düzeyi eşitsizliğinin enerji tüketimi üzerindeki etkilerini incelemiş ve eğitim kalitesinin artmasının enerji tüketimini artırdığını, ancak eğitim ve teknolojiye yapılan mali yatırımların enerji tüketimini azalttığını göstermiştir (Wang vd., 2020).

Psikolojik değişkenler de enerji tüketimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Namazkhan ve arkadaşlarının (2020) çalışması, egoistik ve hedonik değerlere sahip bireylerin enerji tüketimini artırma eğiliminde olduğunu, çevresel öz-kimliği güçlü bireylerin ise enerji tüketimini azaltma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, bireylerin enerji tüketimi davranışlarının yalnızca ekonomik ve demografik faktörlerle değil, aynı zamanda psikolojik faktörlerle de şekillendiğini ortaya koymaktadır (Namazkhan vd., 2020).

Tüm bu bulgular, sosyoekonomik ve psikolojik değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin tek yönlü olmadığını; aynı değişkenin farklı mekânsal bağlamlarda, farklı hanehalkı profilleri için zıt yönlerde sonuçlar üretebildiğini göstermektedir. Dolayısıyla, bu

değişkenlerin etkilerinin ancak mekânsal koşullar ve hareketlilik örüntüleri ile birlikte ele alındığında anlamlı biçimde yorumlanabileceği söylenebilir.

Eğitim harcamaları, kadın işveren sayısı ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO2 emisyonları ile ilişkisi, Zaman ve arkadaşlarının (2021) çalışmasında incelenmiştir. Bu çalışma, eğitim harcamalarının artırılmasının, kadın işveren sayısının artırılmasının ve yenilenebilir enerji tüketiminin artırılmasının CO2 emisyonlarını azaltmada etkili olduğunu bulmuştur. Bu bulgular, politika yapıcıların eğitime daha fazla yatırım yapmaları, kadınların iş gücüne katılımını teşvik etmeleri ve yenilenebilir enerji kullanımını desteklemeleri gerektiğini önermektedir (Zaman vd., 2021).

Konut sahipliği durumu da enerji tüketimini etkileyen önemli bir faktördür. D'Oca ve arkadaşlarının (2015) çalışması, İtalya'da konut sahipliği türünün enerji tüketimi üzerindeki etkilerini incelemiş ve özel mülk sahiplerinin enerji tasarrufu yatırımlarını gerçekleştirme konusunda daha istekli olabileceğini, kiralık konutlarda yaşayanların ise bu durumun farklılık gösterebileceğini belirtmiştir (D'Oca vd., 2015).

Enerji tüketimini etkileyen diğer önemli bir faktör ise kullanıcı davranışlarıdır. Chen ve arkadaşlarının (2013) çalışması, Çin'de konut enerji tüketimi anket çalışmasının istatistiksel analizini sunmuş ve yaşın enerji tüketimi üzerinde önemli bir faktör olduğunu, yaşlı sakinlerin daha tutumlu davranışlar sergilediğini göstermiştir. Bu çalışma, kullanıcıların enerji tüketimi üzerindeki davranış kalıplarının sosyo-ekonomik gelişim tarihi ile ilişkilendirilebileceğini öne sürmektedir (Chen vd., 2013).

Araştırmalar, kişisel hareketlilik için enerji tüketimini etkileyen çeşitli sosyo-demografik faktörlerin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu faktörler arasında tam zamanlı çalışma durumu, cinsiyet, eğitim seviyesi ve hanehalkı geliri gibi özellikler yer almaktadır. Tam zamanlı çalışan bireyler daha fazla enerji tüketirken, erkek bireylerin kadınlara göre daha fazla enerji tükettiği bulunmuştur. Ayrıca, yüksek eğitim seviyesine sahip bireyler, daha fazla enerji tüketirken, yüksek hanehalkı gelirine sahip bireyler de benzer şekilde daha fazla enerji tüketmektedir. Büyük hanehalkları ve özellikle çocuk sayısı fazla olan hanehalklarının daha fazla enerji tükettiği tespit edilmiştir. Bu durum, çocukların okul, etkinlikler ve diğer sosyal faaliyetlere ulaşım ihtiyacı gibi faktörlerle açıklanabilir (ten Dam vd., 2022).

Bulgular, sosyo-demografik özelliklerin kişisel hareketlilik için gereken enerji tüketimi üzerindeki etkisinin, bireylerin ulaşım tercihlerini ve davranışlarını şekillendirmede önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Bu sonuçlar, enerji tüketimini azaltmaya yönelik politika ve stratejilerin geliştirilmesinde sosyo-demografik faktörlerin dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

Bununla birlikte, sosyoekonomik değişkenlere odaklanan literatür, enerji tüketimini çoğunlukla konut içi kullanım ve hanehalkı davranışları üzerinden ele almaktadır. Ulaşımına bağlı enerji tüketimi ise bu tartışmalarda daha sınırlı ve dolaylı biçimde yer almaktadır. Bu durum, sosyoekonomik faktörlerin farklı enerji tüketim bileşenleri üzerindeki göreceli etkilerinin birlikte değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

2.6. Enerji Etkin Kentin Hareketlilik ve Davranışsal Boyutu Üzerinden Tartışılması

Bir kentin mekânsal yapısı, bireylerin ulaşım davranışlarını ve dolayısıyla ulaşımına bağlı enerji tüketimini dolaylı biçimde şekillendirmektedir. Ancak hareketliliğe bağlı enerji tüketimi, yalnızca kentsel formun fiziksel özellikleriyle değil; bireylerin ve hanehalklarının sosyoekonomik özellikleri, yaşam tarzları ve günlük faaliyet örüntüleriyle birlikte ortaya çıkan bir sonuç olarak değerlendirilmelidir. Bu bağlamda literatürde, hareketlilik kaynaklı enerji tüketiminin büyük ölçüde ulaşım tercihlerine ve seyahat davranışlarına bağlı olduğu vurgulanmaktadır (Newman ve Kenworthy, 1999; Fleischmann vd., 2020).

Hareketlilik odaklı çalışmalar, bireylerin yürüme, toplu taşıma, motorsuz ulaşım ya da özel araç kullanımı arasındaki tercihlerini belirleyen faktörlerin enerji tüketimi üzerinde doğrudan etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle özel araç kullanımına dayalı ulaşım örüntüleri, daha uzun seyahat mesafeleri ve daha yüksek yakıt tüketimi ile ilişkilendirilmekte; buna karşılık aktif ulaşım türlerinin ve toplu taşımanın tercih edilmesi, ulaşımına bağlı enerji tüketimini azaltıcı bir etki yaratmaktadır (Sharifi, 2019).

Ancak bu ulaşım tercihlerinin yalnızca mekânsal erişilebilirlik veya altyapı özellikleriyle açıklanması yeterli değildir. Literatür, tam zamanlı çalışma durumu, gelir düzeyi, hanehalkı büyüklüğü, çocuk sayısı ve cinsiyet gibi sosyoekonomik özelliklerin, bireylerin günlük hareketlilik düzeylerini ve ulaşım tercihlerini anlamlı biçimde etkilediğini göstermektedir. Örneğin tam zamanlı çalışan bireylerin daha uzun ve daha sık yolculuklar yaptığı; yüksek

gelirli hanehalklarının ise özel araç kullanımına daha yatkın olduğu görülmektedir (ten Dam vd., 2022). Bu durum, ulaşım bağı enerji tüketiminin bireysel ve hanehalkı profilleri üzerinden farklılaştığını ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, hareketlilik kaynaklı enerji tüketimine ilişkin çalışmaların önemli bir bölümü, sosyoekonomik farklılıkları ikincil bir değişken olarak ele almakta; bireysel davranışların, mekânsal bağlamla nasıl etkileşime girdiğini sınırlı ölçüde tartışmaktadır. Oysa ulaşım tercihlerinin ve hareketlilik düzeylerinin, mekânsal koşullar kadar sosyoekonomik yapı ve yaşam pratikleri tarafından da belirlendiği açıktır. Bu durum, ulaşım bağı enerji tüketiminin yalnızca kentsel form üzerinden değil, birey ve hanehalkı düzeyinde şekillenen davranışsal mekanizmalar üzerinden de değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Bu çerçevede, hareketlilik kaynaklı enerji tüketiminin anlaşılabilmesi için mekânsal özellikler ile sosyoekonomik ve davranışsal faktörlerin birlikte ele alındığı bütüncül analizlere ihtiyaç duyulmaktadır. Literatürde bu değişkenleri birlikte değerlendiren sınırlı sayıdaki çalışma, ulaşım bağı enerji tüketiminin tekil değişkenlerle açıklanamayacağını; aksine değişkenler arası etkileşimlerin belirleyici olduğunu göstermektedir. Bu gereklilik, bir sonraki bölümde ele alınan mekânsal, sosyoekonomik ve hareketlilik değişkenlerinin birlikte değerlendirilmesine yönelik çalışmaları doğrudan gündeme getirmektedir.

2.7. Mekansal ve Sosyo-ekonomik Değişkenlerinin Beraber Ele Alınması

Konuya yönelik araştırmaların önemli bir bölümü, mekânsal ve sosyoekonomik değişkenleri birlikte ele almamakta; bu durum, enerji tüketimi ve emisyonlara ilişkin bulguların bütüncül bir çerçeve içinde değerlendirilmesini zorlaştırmakta ve literatürde birbiriyle çelişen sonuçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Özellikle kent merkezi ve alt merkezlerle ilişkili mekânsal konumun enerji tüketimi üzerindeki etkilerine odaklanan çalışmalar, farklı mekânsal bağlamlar ve sosyoekonomik yapılar dikkate alınmadığında tutarsız sonuçlar üretebilmektedir. Bu kapsamda bazı araştırmalar, yapay ilişkilerin olası varlığı göz önüne alındığında, kent merkezine ya da alt merkezlere yakınlığın bireysel emisyonlar üzerinde doğrudan ve belirleyici bir etkisinin bulunmadığını ileri sürmektedir (Muniz ve diğerleri, 2013; Yi ve diğerleri, 2017). Buna karşılık, farklı modelleme yaklaşımları kullanan çalışmalarda, merkez ve alt merkezlere yakınlığın ve kentsel yoğunluğun bireysel

emisyonları azaltıcı yönde etkiler üretebildiği; yoğunluğu artıran ve mekânsal yakınlığı teşvik eden kentsel politikaların emisyonların düşürülmesinde etkili olduğu savunulmaktadır (Muniz ve Sanchez, 2018).

Benzer biçimde, merkezler arası ve merkez–alt merkez ilişkilerine yönelik bulguların da bağlama göre değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Bazı durumlarda mevcut merkezler arası bağlantıların güçlendirilmesinin daha etkili olduğu, bazı durumlarda ise her bir merkezin göreceli özerkliğinin artırılmasının daha uygun sonuçlar doğurabileceği ileri sürülmektedir (Allan ve diğerleri, 2013). Bu farklılaşma, mekânsal yapının enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin tekil bir mekânsal ölçütle değil, sosyoekonomik bağlamla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Calgary’de bir prototip mahalle için gerçekleştirilen simülasyon çalışmaları, merkezi iş alanına olan mesafenin, kentsel yoğunluk ve sokak yapısı gibi diğer mekânsal parametrelerle birlikte ele alındığında, sera gazı salınımı üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Hachem, 2016). Bununla birlikte Hachem, çalışmanın sonuçlarının net biçimde yorumlanabilmesi için sosyo-coğrafi ve sosyoekonomik parametrelerin de analiz sürecine dâhil edilmesi gerektiğini özellikle vurgulamaktadır. Bu bulgu, mekânsal göstergelerin tek başına ele alındığında eksik ya da yanıltıcı yorumlara yol açabileceğini göstermesi açısından önemlidir.

Muniz ve Sanchez’in Meksiko Vadisi’nde gerçekleştirdiği çalışma, yapısal çevre özellikleri ile sosyoekonomik karakteristiklerin birlikte değerlendirilmesinin, bireysel sera gazı salınımlarını açıklamada daha güçlü bir çerçeve sunduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmada demografik yapı incelendiğinde; hane içi roller, yaş, eğitim düzeyi, gelir ve istihdam biçimi gibi sosyoekonomik değişkenlerin emisyonlar üzerinde farklı yönlerde ve farklı büyüklüklerde etkiler ürettiği görülmüştür. Örneğin, artan eğitim düzeyi ve gelir emisyonları artırıcı yönde etkiler üretirken; yaşın ilerlemesi, ev sahibi olma durumu ve belirli hanehalkı bileşimleri emisyonları azaltıcı yönde etkiler göstermektedir (Muniz ve Sanchez, 2018). Bu bulgular, sosyoekonomik yapının enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin doğrusal ve tek yönlü olmadığını açık biçimde ortaya koymaktadır.

Aynı çalışmada, mekânsal yoğunluğun sera gazı emisyonları üzerindeki etkisinin de çift yönlü olduğu vurgulanmaktadır. Yoğunluk, bazı durumlarda emisyonları azaltıcı yönde

etkiler üretirken, bazı bağlamlarda beklenen ölçüde bir azalma sağlamamaktadır (Muniz ve Sanchez, 2018). Benzer şekilde, iş gücü oranının yüksek olduğu bölgelerde emisyonların azalabildiği, ancak bu durumun aynı zamanda araç sahipliğini artırarak ters yönde etkiler de üretebildiği gözlemlenmiştir. Bu karşıt etkiler, mekânsal ve sosyoekonomik değişkenlerin birlikte ve etkileşimli biçimde ele alınmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Görüldüğü üzere, literatürde mekânsal ve sosyoekonomik değişkenleri birlikte ele alan çalışmalar, enerji tüketimi ve emisyonlar üzerindeki etkileri daha görünür kılmakta; ancak bu çalışmaların önemli bir bölümü değişkenlerin etkilerini ortalama değerler üzerinden değerlendirmektedir. Bu durum, hangi koşullarda ve hangi eşik değerlerinden sonra değişken etkilerinin yön ya da şiddet değiştirdiğinin yeterince açıklanamamasına yol açmaktadır. Dolayısıyla enerji tüketiminin, mekânsal ve sosyoekonomik faktörlerin birlikte işlediği, çok ölçekli, doğrusal olmayan ve bağlama duyarlı bir analiz çerçevesi içinde ele alınması gerekmektedir.

2.8. Enerji Etkin Kente Yönelik Literatürün Değerlendirilmesi

Enerji etkin bir kent için akademik çevrelerce ve yerel yönetimler tarafından yapılan araştırmalar ve oluşturulan politikalar genellikle enerji yönetimi, etkin iletişim altyapısı ve binalarda enerji tasarrufu konularına odaklanmaktadır. Ancak, sürdürülebilir kent, eko-kent, akıllı kent, dayanıklı kent ve sıfır karbon kent gibi kavramlarla birlikte değerlendirildiğinde, mekânsal boyuttaki çalışmalara da rastlanmaktadır. Kentin sosyo-ekonomik boyutlarıyla yaşayan, değişen ve gelişen bir organizma olduğu düşünüldüğünde, sosyo-ekonomik ve hareketlilik değişkenleriyle birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Nitekim Muñiz ve Sánchez (2018), kentsel form–ulaşım enerjisi ilişkisine yönelik literatürde yaygın biçimde kabul gören “daha yoğun ve kompakt kentsel yapıların her koşulda daha düşük ulaşımına bağlı enerji tüketimi ürettiği” varsayımını sorgulamıştır. Çalışma, Barselona metropol alanı örneğinde farklı kentsel yapı tiplerini karşılaştırarak, kentsel yoğunluğun ve merkeziliğin tek başına enerji tasarrufu garantisi sunmadığını ortaya koymaktadır. Yazarlar, yüksek yoğunluklu ve merkezi alanlarda artan trafik sıkışıklığı, daha uzun seyahat süreleri ve karmaşık hareketlilik örüntülerinin, beklenen enerji verimliliği kazanımlarını sınırlayabildiğini göstermektedir. Bu bağlamda, çok merkezli ve iyi bütünleşmiş alt merkezlere sahip kentsel yapıların, tek merkezli kompakt modellere kıyasla ulaşımına bağlı enerji tüketimi açısından daha dengeli sonuçlar üretebildiği vurgulanmaktadır. Muñiz ve

Sánchez'in bulguları, kentsel formun enerji tüketimi üzerindeki etkisinin doğrusal ve tek yönlü bir ilişki olarak ele alınamayacağını; bu etkinin ulaşım altyapısı, merkezler arası ilişkiler ve mekânsal organizasyon biçimiyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Başka bir çalışma, Haffner vd. (2024), farklı idealize şehir tiplerini (çeper gelişmiş tek merkezli “peri-urban” şehir vs. aksiyal çok merkezli şehir gibi) karşılaştırarak, kentsel dokunun enerji tüketimine etkisini modellemiştir. Sonuçlar, yaygın çeper odaklı (“peri-urban”) şehir modelinin ulaşım kaynaklı enerji tüketiminde en dezavantajlı olduğu, en iyi senaryonun ise güçlü merkezleri olan çok odaklı bir şehir olduğu yönündedir. Ancak bu etkinin büyüklüğü, mahalle düzeyindeki özelliklerden daha sonra geldiği belirtilmiştir (Haffner vd., 2024). Bu bulgu, mezo ölçeğin (mahalle düzeyi) önemine işaret eder: Eğer mahalle seviyesinde yüksek yoğunluk, karma kullanım ve iyi yaya olanakları yoksa, şehrin genel formunun avantajları tam olarak yansımayabilir. Dolayısıyla, makro, mezo, mikro ölçeklerin her birinde farklı dinamikler söz konusudur ve enerji tüketimi açısından kritik faktörler değişebilir.

Genel olarak konuyla ilgili çalışmalar bir arada değerlendirildiğinde; araştırmaların makro, mezo ve mikro olmak üzere farklı mekânsal ölçeklerde gerçekleştiği görülmektedir. Makro ölçekte temel konu, şehrin genel yapısı, konumu, diğer şehirlerle mevcut ve gelecekteki ilişki ağı vb. iken; mezo ölçekte mahalleler, bloklar, arsalar, açık alanlar, sokak yapısı ve düzeni incelenmektedir. Mikro ölçekte ise binaların yapısı ve tasarımı ve çevresindeki binalara, açık alanlara ve patikalara göre konumları değerlendirilmektedir.

Literatürde, hangi ölçeğin enerji talebi analizi için en uygun olduğu konusunda da çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin, Wang vd. (2024) entropi temelli bir yöntemle, kentsel enerji talebinin farklı mekânsal birimler (mahalle, ilçe, şehir) ölçeğinde toplanmasının sonuçlarını incelemiş ve doğru ölçek seçiminin analiz doğruluğunu ciddi etkilediğini göstermiştir.

Bu çalışmada enerji tüketimine etki eden kent bileşenlerini makro, mezo ve mikro ölçeklerde analiz ederek, farklı ölçeklerdeki değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkileri kapsamlı bir şekilde değerlendirildi.

Makro ölçek analizinde, kent formu değişkenleri (yapı yoğunluğu, nüfus yoğunluğu, merkez ve alt merkez dağılımları, arazi kullanımı), hareketlilik değişkenleri (toplu taşıma sistemi, araç yoğunluğu, yol ağları) ve sosyo-demografik yapı değişkenleri (nüfus, eğitim, gelir, göç) incelenmiştir. Bu analiz, çok merkezli kent yapısının ve etkin toplu taşıma sistemlerinin enerji tüketimini ve sera gazı emisyonlarını azaltmada önemli rol oynadığını göstermektedir. Mezo ölçek analizinde, kent formu değişkenleri (yapılı çevre, mesafe ve arazi kullanımı) ve sosyo-demografik yapı değişkenleri (demografi, eğitim, gelir) ele alınmıştır. Özellikle yapı yoğunluğu ve kent içi mesafelerin düzenlenmesi, ulaşım enerjisi kullanımını optimize edebilir ve kentsel sürdürülebilirliği artırabilir. Ayrıca, binaların inşa edildikleri dönem ve tipolojileri de enerji tüketimi üzerinde belirleyici faktörlerdir.

Mikro ölçek analizinde ise, yapılı çevre değişkenleri (konut, mesafe), hareketlilik değişkenleri (ulaşım tercihleri) ve sosyo-demografik yapı değişkenleri (demografi, eğitim, gelir) incelenmiştir. Bu ölçek, bireylerin ve hane halklarının enerji tüketim alışkanlıklarını ve psikolojik faktörlerin bu tüketim üzerindeki etkilerini daha detaylı bir şekilde değerlendirme imkânı sunmaktadır. Örneğin, konut sahipliği ve ulaşım tercihleri gibi faktörler, bireylerin enerji kullanımında önemli farklılıklara neden olabilir.

Makro ölçek: Kent düzeyinde enerji tüketimini belirleyen yapısal dinamikler: Bu ölçekte ele alınan değişkenler, tekil bireylerin ya da hanelerin enerji kullanım kararlarından ziyade, kentsel sistemin genel işleyişini belirleyen mekânsal, sosyo-demografik ve hareketlilik temelli bileşenleri kapsamaktadır. Dolayısıyla makro ölçekte enerji tüketimi, kentin bütününde yapısal ve işlevsel özellikler üzerinden şekillenmektedir. Kent formu, nüfus büyüklüğü ve dağılımı, arazi kullanım yapısı, merkez–alt merkez ilişkileri, ulaşım altyapısına yönelik kararlar ve demografik yapı, makro ölçekte enerji tüketiminin çerçevesini belirleyen temel faktörlerdir (Newman ve Kenworthy, 1999; Owens, 1986; Salat ve Bourdic, 2012).

Ölçek hiyerarşisi ve kentsel yoğunluk kavramları, literatürde makro ölçekteki tartışmaları büyük ölçüde şekillendirmektedir. Kompakt ve çok merkezli kent yapılarının, ulaşımına bağlı enerji tüketimini, toplu taşıma kullanımını teşvik ederek ve seyahat mesafelerini kısaltarak azalttığı sıkça vurgulanmaktadır. Ancak bu etkinin doğrusal olmadığı; belirli yoğunluk eşiklerinden sonra trafik sıkışıklığı, kentsel ısı adası etkisi ve altyapı yüklenmesi gibi nedenlerle enerji tüketiminin yeniden artabildiği de literatürde açık biçimde ortaya

konmuştur ((Zhang vd., 2015; Sharifi, 2019)). Bu durum, makro ölçekte enerji etkinliğinin yalnızca “daha yoğun” ya da “daha büyük” kentler üzerinden açıklanamayacağını, kent içindeki yoğunluk dağılımının ve mekânsal hiyerarşinin belirleyici olduğunu göstermektedir.

Makro ölçekte ele alınan sosyo-demografik değişkenler ise, kentin toplam enerji talebini dolaylı ancak güçlü biçimde etkilemektedir. Nüfus büyüklüğü, yaş yapısı, eğitim düzeyi, gelir dağılımı ve göç hareketleri, enerji tüketiminin hem düzeyini hem de bileşimini şekillendirmektedir (Zhang vd., 2015; ten Dam vd., 2022; Bu vd., 2022). Bununla birlikte, göçün enerji tüketimi üzerindeki nicel etkilerin yanı sıra; enerjiye erişim, enerji yoksulluğu ve karbon emisyonlarının mekânda eşitsiz dağılımı gibi yeni sorun alanları da bu ölçek kapsamında değerlendirilmektedir (Bu vd., 2022). Bu bağlamda çizelgede görüldüğü gibi makro ölçek, enerji tüketimini belirleyen bağlamsal koşulların tanımlandığı; mikro ve mezo ölçekte gözlemlenen örüntülerin içinde yer aldığı üst çerçeveyi sunmaktadır.

Bileşen	Değişken	Gösterge	Açıklama	Referanslar
Kent Formu	Yapı yoğunluğu ve dağılımı	TAKS, KAKS	Kompakt kentsel yapı, yolculuk mesafeleri ve sıklığını azaltarak yaya ulaşımını teşvik etmekte; bu durum ulaşım kaynaklı enerji tüketimi ile sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde düşürmektedir. Artan konut yoğunluğu, bina ve kentsel blok ölçeğinde hem yapım süreci hem de kullanım aşamasındaki enerji gereksinimini azaltabilmektedir. Ancak, planlama ilkelerinden yoksun ve kontrolsüz yoğunlaşma, kentsel mikroiklim dengelerini bozarak havalandırma, aydınlatma, ısıtma ve soğutma sistemlerine bağlı enerji tüketimini artırabilmektedir.	Louf ve Barthelemy, 2014; Lee, 2016; Allan ve diğerleri 2013; Muniz vd., 2013; Yi vd., 2017; Muniz ve Sanchez, 2018; Salat ve Bourdic, 2017; Amado vd., 2016 Chen vd., 2020; Hachem 2016; Natanian vd., 2019; Sharifi ve Yamagata, 2016; Silva vd, 2018; Trepci vd., 2020; Zang vd., 2019,
	Nüfus yoğunluğu ve dağılımı	Alt bölgelerin nüfus ve alan büyüklükleri	Çok merkezli ve hiyerarşik yapıda kent formları, tek merkezli şehirlere göre farklı ölçeklerde bir dizi merkezi birbirine bağlar. Bu yapı, ulaşım ile ilgili emisyonları ve enerji kullanımını azaltır, çünkü insanları kişisel araç kullanımından toplu taşıma, yürüme ve bisiklete yönlendirir.	Hachem, 2016; Liu, Wang, Quiang, Wu, Wang; 2020; Salat, 2017; Sharifi 2019a, Shi vd., 2017; Silva vd., 2017
	Merkez ve alt merkez dağılımları	Ticaret, sosyal, kültürel ve eğitim fonksiyonlarının yoğunlaştığı bölgeler		

Çizelge 2.2. (devam) Makro ölçeekte enerji tüketimine etki eden kent bileşenleri

Bileşen	Değişken	Gösterge	Açıklama	Referanslar
Kent Formu	Arazi Kullanımı	Karma kullanım	Kentlerde karma kullanım alanlarının olması, hizmet ve etkinlik yerlerini birbirine yaklaştırarak bireysel araç ihtiyacını azaltır. Bu da yürüyüş ve bisiklet kullanımını daha cazip hale getirerek ulaşımda enerji kullanımını önemli ölçüde düşürür.	Chen vd., 2020; Hachem, 2016; Sharifi ve Yamagata, 2016; Shi vd., 2017; Silva vd., 2017; Sharifi 2019a
		Büyük ölçekli hizmetler ve mega projeler	Büyük ölçekli hizmet işlevlerinin konut alanlarıyla bütünleşmesi arazi kullanım çeşitliliğini artırmakla birlikte, yüksek trafik üretimi ve yoğun mekanik sistem kullanımı nedeniyle doğrudan ve dolaylı enerji tüketimi ile sera gazı salımlarını yükseltebilmektedir.	Hachem, 2016; Trepci vd., 2020; Wu, Lian, Zeng ve Zang, 2020
		Açık ve yeşil alanlar sistemi	Açık ve yeşil alanlar, ısı adalarının etkisini azaltmada, havayı temizleyerek sera gazlarını emmekte önemli bir rol oynarlar. Bu alanlar hava kalitesini ve sıcaklık kontrolünü iyileştirerek mekanik havalandırma ihtiyacını ve enerji kullanımını azaltır.	Chen vd., 2020; Sharifi ve Yamagata, 2016; Silva vd., 2017; Sharifi 2019b
Hareketlilik	Toplu Taşıma Sistemi	Etkin toplu taşıma sistemi	Etkili bir toplu taşıma sistemi, özel araç kullanımını azaltarak trafik sıkışıklığını ve buna bağlı enerji tüketimini düşürebilir. Araç yoğunluğunun düşük tutulması, daha az trafik sıkışıklığı ve dolayısıyla daha düşük yakıt tüketimi anlamına gelir. Verimli yol ağları ise, daha kısa seyahat süreleri ve dolayısıyla enerji tasarrufu sağlar.	Hachem, 2016; Muniz ve Sanchez, 2018
	Araç yoğunluğu	Trafik yoğunluk haritaları		
	Yol ağları	Ağ verimliliği		

Çizelge 2.2. (devam) Makro ölçekte enerji tüketimine etki eden kent bileşenleri

Bileşen	Değişken	Gösterge	Açıklama	Referanslar
Sosyo- Demog rafik Yapı	Nüfus	Nüfus büyüklüğü	Yoğun nüfus ve yüksek ortalama hane halkı sayısı, kişi başına düşen enerji tüketimini azaltabilir. Ancak bu etkiler yerel koşullara ve alt yapıya bağlı olarak değişiklik gösterebilir.	Muniz ve Sanchez, 2018; Larson ve Yezer, 2015; Lee, 2016; Frederiks, Stenner, Hobman, 2015; Soltani vd., 2019; Huebner, Shipworth, Hamilton, Chalabi ve Oreszczyn, (2016);
		Hane halkı sayısı		
	Nüfus	Yaş Dağılımı	Farklı yaş gruplarının enerji kullanım pratikleri ve gereksinimleri doğrultusunda enerji tüketim örüntülerini etkilemektedir. Genç nüfusun teknoloji yoğun yaşam biçimleri enerji talebini artırabilirken, yaşlı nüfusun ısınma ve sağlık odaklı gereksinimleri tüketim yapısını farklılaştırmaktadır. Bu bağlamda, yaş yapısı kentsel ve ulaşım sistemlerinin planlanmasında enerji tüketimi açısından belirleyici bir demografik faktör olarak öne çıkmaktadır.	Kostakis, (2020); Wang, Xie ve Wu (2020); Chen, Wang ve Steemers (2013).
	Eğitim Düzeyleri	Eğitim Düzeyleri	Eğitim düzeyi yüksek bireylerin enerji verimliliği ve sürdürülebilir enerji kaynakları hakkında daha bilinçli olabileceği ve bu bilinç düzeyinin enerji tüketim davranışlarına pozitif etkileri olabileceği;	Dam, Kramer, Ettema, ve Koning (2022); Chen, Raza, ve Alharthi (2023), Kostakis, (2020); Wang, Xie ve Wu (2020); Zaman, Wang, Zaman ve Rasool, (2021); Cayla, Maizi ve Marchand (2011).

Çizelge 2.2. (devam) Makro ölçekte enerji tüketimine etki eden kent bileşenleri

Bileşen	Değişken	Gösterge	Açıklama	Referanslar
Sosyo- Demografik Yapı	Gelir Düzeyleri	Kişi başına düşen milli gelir	Yüksek gelir düzeyleri, enerji yoğun yaşam pratiklerini teşvik edebilmekle birlikte, enerji verimliliği ve sürdürülebilir ulaşım olanaklarına erişimi de artırabilmektedir. Bu nedenle, gelirin enerji tüketimi üzerindeki etkisi; bireysel davranışlar, yerel altyapı ve politika çerçeveleri ile daha geniş sosyo-ekonomik bağlamın etkileşimi içinde, çok boyutlu ve bağlama duyarlı bir yapı sergilemektedir.	Huebner, Shipworth, Hamilton, Chalabi ve Oreszczyn, (2016); ten Dam, Kramer, Ettema, ve Koning (2022), Kostakis, (2020)
		Gelir dağılımı		
		Yoksunluk analizi		
		Araç Sahipliği		
	Göç	Göç yoğunluğu ve dağılımı	Göç hareketleri, mekânsal ölçekte enerji tüketimi ve çevresel baskıların yeniden dağılımına yol açabilmektedir. İç göç alan bölgelerde artan nüfus yoğunluğu, enerji talebini yükseltirken enerjiye erişim üzerindeki baskıları artırmakta; dış göç veren bölgelerde ise enerji kullanımı, karbon salımı ve emisyon azaltım kapasitesi açısından yapısal kırılganlıklar ortaya çıkabilmektedir. Bu durum, göçün bölgesel enerji tüketimi ve karbon salımı örüntülerinde dengesizlikler yarattığını göstermektedir.	Bu, Wang, Qiu, Möst; 2022

Mezo ölçek: Mahalle ve yerel çevre düzeyinde enerji tüketim mekanizmaları: Mezo ölçek, kentsel enerji tüketiminin mahalle, seçim bölgesi ya da benzeri alt kentsel birimler düzeyinde nasıl farklılaştığını anlamak açısından kritik bir analitik düzeyi temsil etmektedir. Bu ölçekte enerji tüketimi, kentin genel formundan daha somut, ancak bireysel hane kararlarından daha bütüncül mekânsal ve sosyoekonomik örüntüler üzerinden şekillenmektedir. Yapı yoğunluğu, bina tipolojileri, arazi kullanım düzeni, merkezlere olan mesafeler ve yerel demografik yapı, mezo ölçekte enerji tüketimini belirleyen başlıca unsurlar arasında yer almaktadır (Cervero ve Kockelman, 1997; Owens, 1986; Salat ve Bourdic, 2012).

Literatür, mezo ölçekte özellikle yapı yoğunluğu ve arazi kullanım düzeninin enerji tüketimi üzerindeki etkisine dikkat çekmektedir. Yüksek yapı yoğunluğu ve karma arazi kullanımı, günlük faaliyetlerin daha kısa mesafelerde gerçekleşmesini sağlayarak ulaşımaya bağlı enerji tüketimini azaltabilmektedir (Cervero, 1998; Camagni vd., 2002). Ancak bu etkinin, yeterli açık ve yeşil alanlarla, erişilebilir toplu taşıma altyapısıyla ve uygun yapı tipolojileriyle desteklenmediği durumlarda enerji tüketiminin yeniden artabildiği ampirik çalışmalarla ortaya konmuştur (Zhang vd., 2015; Salat ve Bourdic, 2017; Sharifi, 2019). Dolayısıyla mezo ölçekte enerji etkinliği, yalnızca yoğunluk düzeyiyle değil, yoğunluğun nasıl dağıldığı ve hangi mekânsal bileşenlerle birlikte kurgulandığıyla ilişkilidir.

Bu ölçekte sosyo-demografik yapı da belirleyici bir rol oynamaktadır. Eğitim düzeyi, gelir yapısı ve hanehalkı büyüklüğü gibi değişkenler, mahalle ölçeğinde enerji tüketim profillerinin ayrışmasına neden olmaktadır. Benzer mekânsal özelliklere sahip mahallelerin, farklı sosyoekonomik profiller nedeniyle farklı enerji tüketim örüntüleri sergileyebildiği literatürde sıklıkla vurgulanan bir bulgudur (Boroza, 2018; ten Dam vd., 2022). Bu durum, mezo ölçeğin enerji etkinliği açısından kritik bir politika müdahale alanı sunduğunu göstermektedir.

Mezo ölçek, aynı zamanda mikro ölçekte gözlemlenen bireysel davranışların ve konut özelliklerinin, daha geniş mekânsal örüntüler içinde nasıl kümелendiğini ve anlam kazandığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle, çalışmada mezo ölçek; mikro düzeyde elde edilen bulgular ile makro bağlam arasında bir “ara yüz” işlevi görmekte ve enerji tüketiminin mekânsal olarak nasıl farklılaştığını analiz etmeye olanak sağlamaktadır (Muniz ve Sánchez, 2018; Haffner vd., 2024). Sunulan çizelgede mezo ölçekte enerji tüketimini etkileyen temel

değişkenleri bütüncül bir çerçevede ortaya koyarak, bu ölçeğin analitik önemini görünür kılmaktadır.



Bileşen	Değişken	Gösterge	Açıklama	Referanslar
KENT FORMU	YAPILI ÇEVRE	Yapı Yoğunluğu	Kompakt kentsel yapı, yolculuk mesafeleri ve sıklığını azaltarak yürünebilirliği artırmakta; bu durum ulaşım kaynaklı enerji tüketimi ve sera gazı emisyonlarını düşürebilmektedir. KAKS ve konut yoğunluğunun artırılması, bina ve kentsel blok ölçeğinde yapım ve kullanım aşamalarındaki enerji gereksinimini azaltma potansiyeline sahiptir. Ancak, planlama ilkelerinden yoksun ve kontrolsüz yoğunlaşma kentsel mikroiklim dengesini bozarak havalandırma, aydınlatma, ısıtma ve soğutmaya bağlı enerji tüketimini artırabilmektedir. Nitekim Esfandi vd. (2022), yeşil alan yeterliliği ve kitle-mekân oranı gözetilmeden artırılan kompaktlığın enerji direncini güçlendirmedeğini, hatta zayıflatabildiğini ortaya koymuştur.	Louf ve Barthelemy, 2014; Lee, 2016; Allan ve diğerleri 2013; Muniz vd., 2013; Yi vd., 2017; Muniz ve Sanchez, 2018; Salat ve Bourdic, 2017; Amado vd., 2016Chen vd., 2020; Hachem 2016; Natanian vd., 2019; Sharifi ve Yamagata, 2016; Silva vd, 2018; Trepci vd., 2020; Zang vd., 2019, Sharifi, 2019b; Esfandi vd., 2022
		Yapı tipleri ve Yapıların İnşa Edildikleri Dönem	Çatı türü, bina yaşı ve yapı tipolojisi (müstakil, ikiz, sıralı), binaların termal performansını ve enerji gereksinimlerini doğrudan etkilemektedir. Eski yapı stoklarında yalıtım ve enerji verimliliği standartlarının görece düşük olması, enerji tüketiminin artmasına yol açabilmektedir. Çatı tasarımı ve malzeme özellikleri ısı kayıp ve kazançlarını belirleyerek ısıtma ve soğutma gereksinimlerini etkilerken, müstakil yapılar daha geniş dış yüzey alanları nedeniyle ikiz ve sıralı yapılara kıyasla daha yüksek ısı kaybı potansiyeline sahip olabilmektedir. Bununla birlikte, bu etkiler yalıtım kalitesi ve tasarım özelliklerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.	Aksoezen, Daniel, Hassler ve Kohler, 2015; Costanzo, Yao, Li, Liu ve Li, 2019; Marique ve Reiter, 2012
		Kavşaklar	Yol ağı formu, bağlantıları ve erişilebilirliği; trafik hacmini ve dolayısıyla enerji tüketimini ve sera	Hachem, 2016; Sharifi ve Yamagata, 2016; Silva vd. 2018; Silva vd. 2017
		Çıkma sokaklar	gazi emisyonunu etkiler. Kavşak sayısının artması, çıkma sokakların azaltılması, yürünebilir caddeler ve sürekliliği olan kaldırımlar ulaşımında enerji tüketiminin azalmasına etki etmektedir.	

Çizelge 2. 3. Mezo ölçekte enerji tüketimine etki eden kent bileşenleri

Bileşen	Değişken	Gösterge	Açıklama	Referanslar
KENT FORMU	MESAFE VE ARAZI KULLANIMI	Şehir merkezine uzaklık	Çok merkezli ve hiyerarşik yapıda kent formları, tek merkezli şehirlere göre farklı ölçeklerde bir dizi merkezi birbirine bağlar. Bu yapı, ulaşım ile ilgili emisyonları ve enerji kullanımını azaltır, çünkü insanları kişisel araç kullanımından toplu taşıma, yürüme ve bisiklete yönlendirir.	Hachem, 2016; Sharifi, 2019a, Silva vd. 2017
		Alt merkeze uzaklık		
		Mahalle merkezine uzaklık		
		Kreş, İlkokul, Ortaokul, Lise mesafesi	Arazi kullanımı ve bölgeleme sistemlerinin hiyerarşik ve esnek olmasıyla, arazi kullanımının optimal dağılımı, yürünebilirliğin artması ve araç bağımlılığının azalması sağlanır.	Chen vd., 2020; Hachem, 2016; Salat, 2017; Sharifi 2019a
		Sağlık tesislerine mesafesi		
		Mahalle ve Alt Bölge Parkına mesafesi		
		Eğlence, rekreasyonel ve spor tesislerine mesafesi		
		Sivil ve pasif kullanımlı kamusal alanlara mesafesi		
		Metro istasyonuna mesafesi	Toplu taşıma ağının erişilebilir, verimli ve entegre yapısı, otomobil bağımlılığından toplu taşıma odaklı gelişime (TOD) geçiş için kritik bir öneme sahiptir. Bu çevre dostu toplu taşıma modlarının bütünleşik ağı, enerji kullanımını düşürme ve iklim değişikliğine karşı mücadelede büyük bir etkiye sahiptir	Hachem, 2016; Silva vd., 2018; Silva vd., 2017; Trepçi vd., 2020; Sharifi 2019b
		Otobüs ve Metrobüs duraklarına erişim		

Bileşen	Değişken	Gösterge	Açıklama	Referanslar
		Karma kullanım	Kentlerde karma kullanım alanlarının olması, hizmet ve etkinlik yerlerini birbirine yaklaştırarak bireysel araç ihtiyacını azaltır. Bu da yürüyüş ve bisiklet kullanımını daha cazip hale getirerek, ulaşımında enerji kullanımını önemli ölçüde düşürür.	Chen vd., 2020; Hachem, 2016; Sharifi ve Yamagata, 2016; Shi vd., 2017; Silva vd., 2017; Sharifi 2019a
		Büyük ölçekli hizmetler ve mega projeler	Ofisler, hastaneler, alışveriş merkezleri ve çok amaçlı kompleksler gibi büyük ölçekli hizmetlerin konut alanlarına yerleştirilmesi, arazi kullanımını çeşitlendirir. Ancak bu tür yapıların yüksek trafik çekme kapasitesi ve havalandırma, aydınlatma, ısıtma, soğutma gibi sistemlerin kullanımı, hem doğrudan hem de dolaylı olarak enerji tüketimini ve sera gazı salınımını artırır.	Hachem, 2016; Trepçi vd.,2020; Wu, Lian, Zheng ve Zhang, 2020
HAREKETLİLİK	Toplu Taşıma Sistemi	Etkin toplu taşıma sistemi	Ulaşım altyapısının erişilebilirliği, yol ağı yapısı ve toplu taşıma hizmetlerinin mekânsal dağılımı üzerinden tanımlanmaktadır. Bu ölçekte hareketlilik, bireysel seyahat tercihlerinden ziyade yerleşim alanlarının kentsel ulaşım ağına entegrasyon düzeyini ve buna bağlı ulaşım kaynaklı enerji tüketim potansiyelini yansıtmaktadır.	Hachem, 2016; Muniz ve Sanchez, 2018
	Araç yoğunluğu	Trafik yoğunluk haritaları		
	Yol ağları	Ağ verimliliği		
SOSYO- DEMOGRAFİK YAPI	DEMOGRAFI	Cinsiyet	Araştırmalar, erkeklerin kişisel hareketlilik kaynaklı enerji tüketiminin kadınlara kıyasla daha yüksek olduğunu; bunun daha uzun yolculuk mesafeleri ve daha yoğun araç kullanımıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca, kadın istihdamının ve karar alma süreçlerindeki temsiliyetinin artmasının CO ₂ emisyonlarını azaltabildiği, hane düzeyinde enerji tüketimi kararlarının kadınlar tarafından alındığı durumlarda ise toplam enerji kullanımının daha düşük seviyelerde seyrettiği bulgulanmıştır.	Dam, Kramer, Ettema, ve Koning (2022); Zaman, Wang, Zaman ve Rasool, (2021); Permana, Aziz ve Siong, (2015); Cayla, Maizi ve Marchand (2011).

Çizelge 2. 3. (devam) Mezo ölçekte enerji tüketimine etki eden kent bileşenleri

Bileşen	Değişken	Gösterge	Açıklama	Referanslar
		Yaş Ortalaması	Hanehalkı yaş ortalaması yükseldikçe elektrik tüketiminin arttığını gösteren bulgular bulunmakla birlikte, bazı çalışmalar yaşlı bireylerin gençlere kıyasla daha düşük enerji tüketimine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, yaşın enerji tüketimi üzerindeki etkisinin bağlama, yaşam biçimine ve konut özelliklerine bağlı olarak farklılaşabildiğine işaret etmektedir.	Kostakis, (2020); Chen, Wang ve Steemers (2013).
		Ortalama hane halkı sayısı	Büyük hanehalkları ve özellikle çocuk sayısı fazla olan hanehalklarının daha fazla enerji tükettiği bulunmuştur. Bu durum, çocukların okul, etkinlikler ve diğer sosyal faaliyetlere ulaşım ihtiyacı gibi faktörlerle açıklanabilir.	Dam, Kramer, Ettema, ve Koning (2022), Huebner, Shipworth, Hamilton, Chalabi ve Oreszczyn, (2016); Kostakis, (2020)
	EĞİTİM	Eğitim Seviyesi	Yüksek eğitim düzeyine sahip bireylerin toplam enerji tüketiminin, daha uzun iş-konut mesafeleri ve hareketlilik gereksinimleri nedeniyle artabildiği gözlemlenmektedir. Bununla birlikte, eğitim düzeyi yükseldikçe enerji verimliliğine yönelik farkındalığın arttığı ve hanehalkı düzeyinde tasarruf odaklı kararların daha yaygınlaştığı belirlenmiştir.	Dam, Kramer, Ettema, ve Koning (2022); Chen, Raza, ve Alharthi (2023), Kostakis, (2020); Wang, Xie ve Wu (2020); Zaman, Wang, Zaman ve Rasool, (2021); Cayla, Maizi ve Marchand (2011).
	GELİR	Gelir Düzeyi	Yüksek hanehalkı gelirine sahip bireyler, düşük gelirli bireylere kıyasla daha fazla enerji tüketmektedir. Yüksek gelir, daha pahalı ve enerji tüketimi yüksek ulaşım seçeneklerine erişim imkanı sağlayabilir. Ayrıca, yüksek gelirli bireylerin daha geniş bir coğrafi alanda sosyal ve iş aktivitelerine katılma olasılığı daha yüksektir.	Dam, Kramer, Ettema, ve Koning (2022); Huebner, Shipworth, Hamilton, Chalabi ve Oreszczyn, (2016), Dam, Kramer, Ettema, ve Koning (2022), Kostakis, (2020); Cayla, Maizi ve Marchand (2011).
		İş gücü potansiyeli / İşsizlik oranı	Yunanistan'da yapılan bir araştırma hanehalkı elektrik tüketiminin kullanılabilir gelir, eğitim düzeyi, yaş ve hanehalkındaki istihdam edilen üye sayısı ile pozitif ilişkili olduğunu göstermektedir.	Kostakis, (2020)

Mikro ölçek: Hanehalkı, konut ve davranış düzeyinde enerji tüketimi: Mikro ölçekte enerji tüketimi, bireylerin ve hanehalklarının günlük yaşam pratikleri, konutun fiziksel özellikleri ve bireysel davranışlar üzerinden şekillenmektedir. Bu ölçekte ele alınan değişkenler, enerji tüketiminin doğrudan gerçekleştiği karar ve kullanım düzeyini temsil etmekte; dolayısıyla enerji tüketimindeki heterojenliğin en belirgin biçimde gözlemlendiği analitik alanı oluşturmaktadır. Konut sahipliği, konut büyüklüğü, bina yaşı, yapı tipolojisi, ısı yalıtımı ve pasif tasarım özellikleri, mikro ölçekte enerji tüketimini doğrudan etkileyen yapısal çevre bileşenleri arasında yer almaktadır (D'Oca vd., 2015; Chen vd., 2013; Santin, 2011).

Mikro ölçekte sosyo-demografik özellikler de enerji tüketimi üzerinde güçlü bir belirleyiciliğe sahiptir. Hanehalkı büyüklüğü, yaş yapısı, eğitim seviyesi ve gelir düzeyi, enerji kullanım miktarını ve biçimini anlamlı düzeyde etkilemektedir. Ancak literatürde bu etkilerin doğrusal olmadığını vurgulamaktadır. Örneğin gelir ve eğitim düzeyindeki artış, bir yandan enerji bilinci ve verimlilik davranışlarını güçlendirirken, diğer yandan yaşam standartlarındaki yükselme ve artan cihaz sahipliği yoluyla toplam enerji talebini artırabilmektedir (Wang vd., 2020; Chen vd., 2023). Bu durum, mikro ölçekte enerji tüketiminin yalnızca niceliksel değil, davranışsal ve bağlamsal boyutlarıyla da ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Bu bağlamda, mikro ölçekte psikolojik ve davranışsal faktörler önemli bir tamamlayıcı rol oynamaktadır. Bireylerin çevresel tutumları, değerleri, enerjiye yönelik farkındalıkları ve alışkanlıkları, benzer fiziksel koşullara sahip haneler arasında dahi anlamlı tüketim farkları yaratabilmektedir. Özellikle çevresel öz-kimliği güçlü bireylerin daha düşük enerji tüketimine yöneldiği; egoistik ve hedonik değerlerin ise enerji tüketimini artırıcı yönde etkide bulunabildiği ortaya konmuştur (Namazkhan vd., 2020; Chen vd., 2013).

Ayrıca, hanehalkının ikamet süresi gibi zamansal faktörler de enerji tüketim davranışlarını etkilemektedir. uzun süreli ikamet, konuta yönelik fiziksel iyileştirme yatırımlarını ve enerji verimliliği önlemlerinin benimsenmesini teşvik edebilirken; kısa süreli ikamet durumlarında bu tür yatırımların ertelenebildiği görülmektedir (D'Oca vd., 2015). Bu değişkenler, mikro ölçekte enerji tüketiminin dinamik ve zamana duyarlı bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Mikro ölçek, çalışmanın ampirik temelini oluşturarak, enerji tüketiminin birey ve hanehalkı düzeyinde hangi mekanizmalarla şekillendiğini ortaya koymaktadır. Sunulan çizelgede yer alan değişkenler, bu ölçeğin çok boyutlu yapısını yansıtarak; yapılı çevre, sosyo-demografik özellikler, ulaşım tercihleri ve davranışsal faktörlerin birlikte değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır. Bu yönüyle mikro ölçek analizleri, üst ölçeklerde geliştirilen politika ve planlama yaklaşımlarının hangi hanehalkı profillerinde nasıl karşılık bulabileceğini anlamaya yönelik kritik bir içgörü sunmaktadır.

Bu ölçek, çalışmada doğrudan bir enerji modellemesi üretmekten ziyade, farklı kentsel bağlamların enerji tüketim örüntülerini nasıl şekillendirdiğini anlamaya yönelik karşılaştırmalı ve yorumlayıcı bir zemin oluşturmaktadır. Sunulan tablo, makro ölçekte enerji tüketimini etkileyen kent bileşenlerini sistematik biçimde özetleyerek, alt ölçeklerde yapılacak analizlerin kavramsal arka planını güçlendirmektedir.

Sonuç olarak, literatürdeki bu ölçekler arası analizler, enerji tüketimini etkileyen çeşitli faktörleri bütüncül bir perspektifle ele alarak, kentsel planlama ve enerji politikalarının daha etkin bir şekilde tasarlanmasına olanak tanımaktadır. Bu kapsamlı yaklaşım, hem teorik hem de pratik açıdan değerli çıktılar sağlayarak, sürdürülebilir kentsel gelişim için yeni stratejilerin geliştirilmesine katkıda bulunacaktır.

Bu değerlendirme, enerji tüketiminin mekânsal, sosyoekonomik ve hareketlilik bileşenlerinin mikro, mezo ve makro ölçeklerde birlikte analiz edilmesini gerekli kılmaktadır. Bu tezde, literatürdeki bu boşluğu doldurmak amacıyla, hanehalkı düzeyinden mahalle ve kent ölçeğine uzanan çok ölçekli bir analiz yaklaşımı benimsenmiş; değişkenler arası etkileşimler ve doğrusal olmayan ilişkiler ampirik olarak test edilmiştir. Bir sonraki bölümde, bu yaklaşımın yöntemsel kurgusu, veri setleri ve analiz adımları ayrıntılı olarak sunulmaktadır.

Çizelge 2.4. Mikro ölçekte enerji tüketimine etki eden kent bileşenleri

Bileşen	Değişken	Gösterge	Açıklama	Referanslar
Yapılı Çevre	Konut	Konut Sahipliği	Konutun mülkiyet durumu (özel mülk mü, kiralık mı) da enerji tüketimi üzerinde önemli bir faktördür. Örneğin, özel mülk sahipleri enerji tasarrufu yatırımlarını gerçekleştirme konusunda daha istekli olabilirken, kiralık konutlarda yaşayanlar için bu durum farklılık gösterebilir.	D'Oca, Delmastro, Fabi, ve Corgnati, (2015)
		Konut Birimi Büyüklüğü	Konut birimi büyüklüğü arttıkça, ısıtma ve soğutma gereksinimlerinin genişleyen mekânsal hacim nedeniyle yükselmesi sonucunda hanehalkı düzeyinde enerji tüketimi artma eğilimi göstermektedir.	D'Oca vd. (2015)
		Hane Halkı Sayısı	Hanehalkı büyüklüğü arttıkça, enerji kullanımının bireyler arasında paylaşılması nedeniyle kişi başına düşen enerji tüketimi azalabilmekte, ancak toplam hanehalkı enerji tüketimi artma eğilimi göstermektedir.	ten Dam vd. (2022)
		Bina Yaşı	Bina yaşı arttıkça, yapı kabuğunun ısı geçirgenliğinin yükselmesi ve eski yapı teknolojilerinin baskın olması nedeniyle konut bazlı enerji tüketimi artma eğilimi göstermektedir.	D'Oca vd. (2015); Olgyay (1963)
		Bina Tipolojisi; bahçeli, bitişik, ayrık, teraslı...	Konut tipolojisi, yapıların dış yüzey alanı ve komşuluk ilişkileri üzerinden ısı kayıp-kazanç dengesini belirleyerek enerji tüketim düzeylerini farklılaştırmaktadır; ayrık ve bahçeli konutlar genellikle bitişik ve çok katlı konutlara kıyasla daha yüksek enerji talebi üretmektedir.	Givoni (1998); UN-Habitat (2016)
		Yalıtım Varlığı	Isı yalıtımının varlığı, konutlarda ısıtma ve soğutma kaynaklı enerji kayıplarını azaltarak toplam enerji tüketimini düşüren temel yapısal bir belirleyici olarak öne çıkmaktadır.	Olgyay (1963); D'Oca vd. (2015)
		Pasif Tasarım	Binaların ve kentsel yapıların güneş ışığını, rüzgarı ve diğer doğal kaynakları verimli bir şekilde kullanmasını sağlayan tasarım kriterleri ile enerji tüketimini azaltan sistemler oluşturulabilir.	Olgyay, (1963); Givoni, (1998); UN-Habitat, (2016)
	Mesafe	Alt merkez mesafesi	Konutun alt merkezlere, ana yol ağlarına, iş ve okul alanlarına ve toplu taşıma duraklarına olan mesafesi, bireylerin günlük hareketlilik tercihlerini doğrudan etkilemektedir; artan mesafeler özel araç kullanımını ve ulaşımına bağlı enerji tüketimini artırırken, kısa mesafeler yaya, motorsuz ulaşım ve toplu taşıma kullanımını teşvik ederek toplam enerji tüketimini azaltıcı yönde etki etmektedir.	Newman ve Kenworthy (1999); Cervero (1998); Salat ve Bourdic (2012; 2017); Sharifi (2019)
		En yakın ana yola mesafesi		
		İş, Okul mesafesi		
		Toplu taşıma duraklarına mesafesi		

Bileşen	Değişken	Gösterge	Açıklama	Referanslar
Hareketlilik	Ulaşım Tercihleri	Toplu Taşıma	Bireylerin ulaşım tercihlerinin özel motorlu araç, toplu taşıma, motorsuz ulaşım ve yaya seçenekleri arasında dağılması, günlük seyahat mesafeleri ve kentsel erişilebilirlik koşullarıyla birlikte ulaşım	Newman ve Kenworthy (1999); Cervero (1998); Salat ve Bourdic (2012; 2017); Sharifi(2019)
		Özel Motorlu Araç	bağlı enerji tüketiminin düzeyini belirlemektedir. Özel motorlu araç kullanımının baskın olduğu durumlarda ulaşım	
		Motorsuz Araç	bağlı enerji tüketimi artarken, toplu taşıma, yaya ve motorsuz ulaşımın tercih edildiği	
		Yaya	bağlamlarda toplam enerji tüketimi belirgin biçimde düşmektedir.	
Sosyo-Demografik Özellikler	Demografi	Cinsiyet	Erkekler kadınlara kıyasla daha uzun mesafeli seyahatler ve daha yoğun enerji tüketimi içeren yaşam pratiklerine sahip olduğunu; kadınların ise hane içi karar alma süreçlerindeki artan temsiliyetinin enerji tüketimini azaltıcı yönde etkiler üretir	ten Dam vd., (2022); Marchand, (2011); Zaman vd., (2021)
		Yaş	Bireylerin yaşı arttıkça gündelik hareketlilik düzeyi ve enerji yoğun tüketim pratikleri azalmakta, buna bağlı olarak konut ve ulaşım kaynaklı toplam enerji tüketimi daha düşük seviyelerde seyretmektedir.	Cayla, Maizi ve Marchand (2011)
	Eğitim	Eğitim Seviyesi	Eğitim seviyesi arttıkça enerji bilinci ve verimli kullanım eğilimleri güçlenmekte; ancak artan gelir ve yaşam standartlarıyla birlikte toplam enerji talebi de yükselebilmektedir.	Wang vd., (2020); Chen vd. (2023)
	Meslek	Meslek	Tam zamanlı çalışan bireyler, diğer istihdam durumlarındaki bireylere kıyasla daha fazla enerji tüketmektedir. Çalışma, tam zamanlı çalışmanın, bireylerin daha uzun mesafeler kat etme olasılığını artırdığını ve dolayısıyla pasif ulaşım modlarını daha sık kullanmalarına neden olduğunu göstermektedir. Bu durum, iş ve ev arasındaki mesafenin genellikle daha uzun olması ve işe gidip gelmek için araç kullanımının daha yaygın olmasıyla ilişkilendirilebilir.	Dam, Kramer, Ettema, ve Koning (2022)
		Çalışma Durumu		
	İş ve Gelir	Hane halkı geliri	Hanehalkı geliri arttıkça konut büyüklüğü, elektronik eşya çeşitliliği ve kullanım yoğunluğunun artmasına bağlı olarak toplam enerji tüketimi yükselme eğilimi göstermektedir; ancak eş zamanlı olarak daha yüksek gelir gruplarında ısı yalıtımı yatırımları ve enerji verimliliği yüksek cihaz kullanımının yaygınlaşması, birim enerji tüketimini azaltıcı yönde etki edebilmektedir.	Cayla, Maizi ve Marchand (2011); Xu, Xiao ve Li (2020); D'Oca vd. (2015)
		Elektronik Alet Çeşitliliği ve Kullanımı	Gelir düzeyine göre elektronik eşya kullanımı artabilir. Dolayısıyla enerji tüketimi de artabilir.	Xu, Xiao, Li, (2020); Cayla, Maizi ve Marchand (2011).

Çizelge 2.4. (devam) Mikro ölçekte enerji tüketimine etki eden kent bileşenleri

Bileşen	Değişken	Gösterge	Açıklama	Referanslar
Psikolojik Faktörler	Tüketici Karar Verme Süreçleri.	Egoistik Değerler	Egoistik değerlere daha fazla önem veren hanhalklarının, bu değerlere daha az önem verenlere kıyasla gaz tüketiminde farklılıklar gösterdiği bulunmuştur. Bu, bireysel çıkarlarına daha fazla odaklanan bireylerin, enerji tüketimini azaltma konusunda daha az motive olabileceğini işaret eder.	Namazkhan, Albers ve Steg, (2020).
		Hedonik Değerler	Hedonik değerleri yüksek olan bireylerin, bu değerlere daha az önem verenlere göre farklı gaz tüketim alışkanlıkları sergilediği gözlemlenmiştir. Bu, konfor ve zevke daha fazla önem veren bireylerin, enerji tüketimini azaltma konusunda daha az istekli olabileceğini gösterir.	
		Çevresel Öz-Kimlik	Çevresel öz-kimliği güçlü olan bireylerin, bu kimliği daha az güçlü olanlara kıyasla daha az gaz tükettiği bulunmuştur. Bu, çevreye olan bağlılıklarını bir kimlik parçası olarak gören bireylerin, enerji tüketimini daha bilinçli bir şekilde yönetme eğiliminde olduğunu gösterir.	
		Geçmiş Davranışların Etkisi	Avrupa’da bölgesel düzeyde yapılan bir araştırmada enerji tüketiminin önemli ölçüde geçmiş tüketim davranışlarına bağlı olduğunu belirlemiştir. Bu, bireylerin ve hanhalklarının enerji kullanımı konusundaki alışkanlıklarının zaman içinde değişmeye dirençli olduğunu gösterir. Örneğin, enerjiyi verimli kullanma konusunda geçmişte proaktif davranmış hanhalklarının, bu tür davranışları gelecekte de sürdürme olasılığı daha yüksektir.	Borozan, 2018; Davis, L. W., Martinez, S., ve Taboada, B. (2018)
Diğer		İkamet Süresi	Daha uzun süre aynı evde yaşayan bireylerin enerji tüketim alışkanlıkları zamanla değişebilir. Bu, evde yapılan iyileştirmeler, cihazların değiştirilmesi veya enerji verimliliği bilincinin artması gibi faktörlere bağlı olabilir.	Xu, Xiao, Li, (2020)

2.9. Enerji Etkin Kent Politikalarının Uygulamadaki Yansımaları

Enerji etkin kent yaklaşımı, özellikle 1990'lı yıllardan itibaren kent planlama, enerji ve çevre literatüründe giderek daha görünür hâle gelmiş; 2000'li yıllarla birlikte ise yalnızca teorik bir tartışma alanı olmaktan çıkarak politika belgelerine ve yerel uygulamalara yansımaya başlamıştır (Newman ve Kenworthy, 1999; Bulkeley ve Betsill, 2013). Bu çalışmada ele alınan yaklaşım, enerji etkinliği tartışmalarını yalnızca teknoloji ve bina ölçeğiyle sınırlı görmeyen; kentsel mekânsal yapı, sosyoekonomik bağlam ve yönetim süreçleriyle birlikte ele alan bir perspektife dayanmaktadır. Bu nedenle aşağıda sunulan küresel örnekler, enerji etkin kent politikalarının farklı bağlamlarda nasıl kurgulandığını ve hangi ölçüde uygulamaya yansıyabildiğini tartışmak amacıyla ele alınmıştır.

Aktarılan örnekler, literatürde en sık tartışılan, görece uzun süreli politika deneyimlerine sahip ve veri erişimi görece güçlü olan kentlerle sınırlıdır. Bu tercih, karşılaştırmalı bir çerçeve sunabilmek ve yöntemsel tutarlılığı koruyabilmek amacıyla yapılmıştır.

Avrupa kentleri, enerji verimli kullanma politikalarının planlama süreçlerine görece erken ve sistematik biçimde entegre edildiği örnekleri sunmaktadır. Kopenhag, Stockholm, Amsterdam ve Barselona gibi kentler; enerji verimliliğini yalnızca teknik bir hedef olarak değil, kentsel gelişme stratejilerinin temel bileşenlerinden biri olarak ele almıştır (Sharifi, 2019). Bu kentlerde enerji tüketiminin azaltılması, arazi kullanımı kararları, ulaşım politikaları ve konut üretim stratejileriyle birlikte düşünülmektedir.

Örneğin Kopenhag'da 2005 sonrası dönemde uygulanan bütünsel iklim ve enerji politikaları sonucunda karbon emisyonlarında %40'ın üzerinde bir azalma sağlanmıştır (City of Copenhagen, 2019; Croci vd., 2021). Benzer şekilde Stockholm'de bölgesel ısıtma sistemleri, bina enerji standartları ve ulaşımında fosil yakıt kullanımının kademeli olarak azaltılması sayesinde kişi başına düşen enerji tüketimi uzun vadede belirgin biçimde gerilemiştir (OECD, 2013; Broto ve Bulkeley, 2018). Bu örnekler, enerji etkinlik hedeflerinin planlama kararlarıyla birlikte ele alındığında somut sonuçlar üretebildiğini göstermektedir.

Bununla birlikte Avrupa örnekleri de sorunsuz değildir. Literatürde, birçok Avrupa kentinde hedeflerle gerçekleştirmeler arasında belirgin farklar olduğu; özellikle mevcut bina stokunun

dönüşümünde finansman, mülkiyet yapısı ve sosyal kabul sorunlarının önemli bir engel oluşturduğu vurgulanmaktadır (Ürge-Vorsatz vd., 2015; Fawcett ve Darby, 2019). Bu örnekler, enerji etkinlik politikalarının güçlü hedeflere sahip olmasına rağmen uygulama sürecinde kırılanlaştığını da ortaya koymaktadır.

ABD ve Kanada bağlamında, enerji etkin kent söyleminin oldukça güçlü olduğu ancak uygulamaya yansıma düzeyinin daha sınırlı kaldığı örnekler sunmaktadır. New York, Los Angeles, Vancouver ve Toronto gibi kentler uzun vadeli karbon nötr hedefleri benimsemiş; bina enerji verimliliği, ulaşım dönüşümü ve yenilenebilir enerji yatırımları için kapsamlı planlar hazırlamıştır (Rosenzweig vd., 2018; While vd., 2010).

Ancak literatür, bu planların önemli bir bölümünün uygulamada beklenen etkiyi yaratamadığını göstermektedir. Vancouver örneği bu duruma sıklıkla atıf yapılan bir vakadır. Kent, 2000’li yılların sonunda “dünyanın en yeşil kenti” olma hedefiyle yola çıkmış; ulaşımında önemli kazanımlar elde etmiş olsa da, toplam enerji tüketimi ve karbon emisyonlarında hedeflenen düşüşleri sağlayamamıştır (Holden ve Linnerud, 2017; Guyadeen vd., 2019). Bu durum, özellikle bina ısıtmasında fosil yakıtlara bağımlılığın sürmesi ve mevcut yapı stokunun dönüşümünde yaşanan zorluklarla açıklanmaktadır.

Bu açıdan değerlendirildiğinde, yukarıda özetlenen literatür, enerji etkinlik politikalarının tek başına hedef belirlemekle sınırlı kaldığında etkisinin sınırlı olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (Broto ve Bulkeley, 2018). Planlama, finansman, yönetim ve davranışsal boyutlar birlikte ele alınmadığında, enerji verimliliği kazanımları çoğu zaman sektörel ve geçici düzeyde kalmaktadır.

Öte yandan Japonya ve Güney Kore gibi ülkelerde kentler, enerji verimliliğini teknoloji, düzenleme ve piyasa temelli araçlarla desteklemiştir. Tokyo’da uygulanan kentsel emisyon ticaret sistemi, büyük ölçekli binalarda enerji tüketiminin düşürülmesine katkı sağlamış ve literatürde sıkça örnek gösterilen bir uygulama hâline gelmiştir (Aoki vd., 2020; Schreurs, 2019).

Buna karşılık Çin’in çoğu şehrinde enerji verimliliğine yönelik çok sayıda politika ve pilot proje bulunmasına rağmen, akademik çalışmalar bu politikaların uygulamada tutarlı ve kalıcı sonuçlar üretmediğini göstermektedir (Zhang vd., 2015; Li vd., 2021). Hızlı kentleşme,

ekonomik büyüme baskısı ve çok katmanlı yönetim yapısı, enerji tüketimindeki artışı sınırlamayı zorlaştırmaktadır. Bu örnekler, enerji verimliliği literatürünün uygulamaya güçlü biçimde yansımadağı bağlamlara işaret etmektedir.

Sidney ve Melbourne gibi şehirlerinde ise, özellikle yerel yönetimlerin doğrudan inisiyatif aldığı örnekler sunmaktadır. Bu kentlerde belediye ölçeğinde yürütülen enerji verimliliği programları sayesinde belirli sektörlerde anlamlı iyileşmeler sağlanmıştır (Byrne vd., 2015; Newton ve Newman, 2013). Ancak burada da ulusal enerji politikaları ile yerel hedefler arasındaki uyumsuzluk, dönüşümün hızını sınırlayan bir faktör olarak öne çıkmaktadır.

Latin Amerika'da yer alan şehirlerde ise veri tutarlılığı ve uygulamaya yönelik uyum problemleri nedeniye, literatür çalışmaları sınırlıdır. Curitiba ve Bogotá gibi bazı kentler literatürde enerji etkin ulaşım politikalarıyla öne çıksa da, bu örneklerin çoğu ulaşım odaklıdır ve konut enerji tüketimi ile sosyoekonomik eşitsizlikler bağlamında sınırlı veri sunmaktadır (Cervero, 2013; Muniz ve Sánchez, 2018).

Benzer şekilde Afrika, İran ve Rusya gibi bağlamlarda enerji etkin kent uygulamaları ya oldukça sınırlı ya da uygulama düzeyinde zayıf kalmıştır. Bu ülkelerde ucuz enerji politikaları, merkeziyetçi yönetim yapıları ve sınırlı yerel inisiyatif alanı, enerji verimliliğinin planlama gündeminde geri planda kalmasına yol açmıştır (IEA, 2021; Gillingham vd., 2016). Bu durum, enerji etkinlik politikalarının bağlama son derece duyarlı olduğunu ve evrensel çözümler üretmenin güçlüğüne ortaya koymaktadır.

Yukarıda ele alınan küresel örnekler birlikte değerlendirildiğinde, enerji etkin kent politikalarının belirli bağlamlarda umut verici sonuçlar ürettiği; ancak küresel ölçekte bakıldığında uygulamaların hâlen parçalı ve sınırlı kaldığı görülmektedir (Bulkeley vd., 2014; Sharifi, 2019). Bu örnekler, enerji etkinlik politikalarının güçlü söylemlere rağmen her zaman güçlü uygulamalara dönüşmediğini göstermektedir.

Bu bağlamda, enerji tüketiminin doğrusal olmayan ve eşik duyarlı yapısı, literatürdeki çelişkili sonuçların önemli bir açıklayıcısı olarak ortaya çıkmaktadır (Zhang vd., 2015; ten Dam vd., 2022). Aynı politika aracı, farklı mekânsal ve sosyoekonomik bağlamlarda farklı sonuçlar üretebilmektedir. Bu durum, tez kapsamında tercih edilen çok ölçekli ve profil temelli analiz yaklaşımını doğrudan desteklemektedir.

Son olarak, literatürdeki uygulama eksikliği, bu çalışmanın yalnızca mevcut politikaları betimlemekle yetinmeyip; enerji tüketimini bağlama, ölçeğe ve eşiklere duyarlı biçimde analiz eden bir karar destek modeli geliştirme motivasyonunu güçlendirmektedir. Bu tez, enerji etkin kent tartışmalarına “tek doğru çözüm” önermekten ziyade, farklı bağlamlarda hangi değişkenlerin hangi koşullarda öncelik kazandığını ortaya koymayı hedefleyen analitik bir çerçeve sunmaktadır.

2.10. İrlanda ve Türkiye’de Enerji Etkin Kent Politikalarına Yönelik Değerlendirme

İrlanda’da enerji etkin kent yaklaşımı, 2000’li yılların başından itibaren Avrupa Birliği iklim politikalarıyla uyumlu biçimde gelişmiş; özellikle 2007 sonrası dönemde ulusal ve yerel ölçekte daha görünür hâle gelmiştir. 2000 tarihli Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi ve bunu izleyen 2007–2012 güncellemesi, enerji verimliliğini sera gazı azaltımının temel araçlarından biri olarak tanımlamıştır (Nachmany vd., 2015). İrlanda Hükümeti tarafından 2007’de yayımlanan “White Paper: Delivering a Sustainable Energy Future” isimli kitap, enerji etkinliğini yalnızca teknik bir hedef olarak değil; ekonomik rekabetçilik, arz güvenliği ve çevresel sürdürülebilirlik ile birlikte ele alan bütüncül bir politika çerçevesi sunmuştur (Nachmany vd., 2015). Bu belgeyle birlikte 2020 yılı için ulusal ölçekte %20 enerji verimliliği, kamu sektöründe ise %33 enerji tasarrufu hedefi resmî olarak benimsenmiştir (SEAI, 2014).

Bu hedefler doğrultusunda hazırlanan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planları (NEEAP), özellikle bina sektörü ve ulaştırmayı öncelikli alanlar olarak belirlemiştir. 2011’de yürürlüğe giren yeni bina enerji yönetmelikleri ile yeni yapıların enerji performansı 2008 standartlarına kıyasla yaklaşık %40 oranında iyileştirilmiştir (SEAI, 2014). Ancak 2020 sonu itibarıyla yapılan değerlendirmeler, İrlanda’nın bu hedeflere tam olarak ulaşamadığını ortaya koymaktadır. Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency - EPA) ve İklim Değişikliği Danışma Konseyi (Climate Change Advisory Council - CCAC) verilerine göre, İrlanda 2020 yılında “AB Yük Paylaşımı Düzenlemesi” (EU Effort Sharing Regulation – ESR) kapsamında belirlediği sera gazı azaltım yükümlülüğünü yerine getirememiş; hedeflenen düzeyin yaklaşık 12 milyon ton CO₂-eşdeğeri üzerinde emisyon gerçekleşmiştir (EPA, 2020); CCAC, 2021; Mullally vd., 2022). Bu sonuç, enerji tüketimindeki düşüşlerin önemli bir bölümünün 2008 sonrası ekonomik kriz kaynaklı olduğunu; ekonomik

toparlanmayla birlikte emisyonların yeniden artış eğilimine girdiğini göstermektedir (Broto ve Bulkeley, 2018).

Dublin kenti özelinde bakıldığında, yerel ölçekte enerji etkinlik politikalarının daha kurumsal bir yapıya kavuştuğu görülmektedir. Dublin Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (Dublin Sustainable Energy Action Plan - SEAP) 2010–2020, kentin 2020 yılına kadar karbon emisyonlarını %33 azaltma hedefini ortaya koymuştur. Dublin Belediye Meclisi, kendi operasyonları için uyguladığı “Minus 3% Programme” kapsamında, 2006–2008 baz yılına kıyasla 2020 itibarıyla enerji tüketimini yaklaşık %30–31 oranında azaltmayı başarmıştır (Codema, 2021). Bu sonuç, kamu sektörü ölçeğinde hedefe büyük ölçüde yaklaşıldığını göstermektedir. Ancak aynı başarı, kentin genel enerji tüketimi ve konut-ulaşım kaynaklı emisyonlar için geçerli değildir. Dublin’de özellikle özel konut stoğunda fosil yakıtla ısınmanın yaygınlığı ve artan otomobil sahipliği, toplam enerji tüketimini aşağı çekmeyi zorlaştırmıştır (EPA, 2020).

2021’de yürürlüğe giren “İklim Yasası” ile İrlanda, 2030’a kadar %51 emisyon azaltımı ve 2050’de net sıfır hedefini bağlayıcı hâle getirmiştir. Ancak 2023 ve 2024 izleme raporları, mevcut politika setiyle bu hedeflere ulaşmanın hâlâ yüksek belirsizlik içerdiğini ortaya koymaktadır (CCAC, 2023). Bu durum, İrlanda örneğinde enerji etkin kent söyleminin güçlü olmasına rağmen, uygulamada özellikle konut ve ulaştırma sektörlerinde davranışsal ve yapısal eşiklerin aşılamadığını göstermektedir. Dolayısıyla İrlanda deneyimi, enerji etkinliğinin planlama kararlarıyla bütünleştirilmediği durumlarda, hedeflerin büyük ölçüde kâğıt üzerinde kaldığını açık biçimde ortaya koymaktadır.

Türkiye’de ise enerji etkin kent yaklaşımı, 2000’li yılların başında açık bir iklim politikası hedefiyle değil; artan enerji talebi ve dışa bağımlılık sorunları bağlamında gündeme gelmiştir. Bu çerçevede 2007 yılında yürürlüğe giren 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, bina, sanayi ve ulaştırma sektörlerini kapsayan ilk bütüncül düzenleme olmuştur (Resmî Gazete, 2007). Kanun, yeni binalar için Enerji Kimlik Belgesi (EKB) zorunluluğu getirmiş; büyük ölçekli kamu ve özel binalarda enerji yöneticisi atanmasını şart koşturmuştur. Bunu izleyen Enerji Verimliliği Strateji Belgesi (2012–2023) ve Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2017–2023), 2023 yılına kadar birincil enerji tüketiminde %14 azalma ve yaklaşık 24 milyon TEP tasarruf hedefi belirlemiştir (ETKB, 2017; IEA, 2021).

Ancak 2023 sonu itibarıyla yapılan değerlendirmeler, bu hedeflerin sınırlı ölçüde karşılandığını göstermektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın izleme raporlarına göre, plan kapsamındaki eylemlerin önemli bir bölümü ya gecikmiş ya da beklenen ölçekte yaygınlaşmamıştır (ETKB, 2023). Özellikle bina sektöründe EKB uygulaması yaygınlaşmış olsa da, mevcut yapı stokunun büyük kısmı hâlen düşük enerji performansına sahiptir. IEA (2021) ve İklim Eylemi İzleme Aracı (Climate Action Tracker – CAT) değerlendirmeleri, Türkiye'nin 2010–2023 döneminde enerji yoğunluğunu düşürmekte sınırlı ilerleme kaydettiğini; toplam sera gazı emisyonlarının ise artmaya devam ettiğini ortaya koymaktadır. Nitekim Türkiye'nin toplam emisyonları 1990–2022 arasında yaklaşık %150'den fazla artmış, enerji verimliliği kazanımları bu artışı dengeleyememiştir (TÜİK, 2023; IEA, 2021).

Yerel düzeyde Gaziantep, Türkiye'de enerji etkin kent politikalarının en erken ve sistematik uygulandığı örneklerden biridir. 2011'de hazırlanan ve 2016'da güncellenen Gaziantep İklim Değişikliği Eylem Planı, 2023 yılına kadar %20 emisyon azaltımı hedeflemiştir (EBRD, 2016). 2023 sonu itibarıyla yayımlanan belediye ve EBRD değerlendirmeleri, Gaziantep'in özellikle belediye operasyonları, toplu taşıma ve sanayi enerji verimliliği alanlarında ilerleme sağladığını; ancak kent genelinde mutlak emisyonların hedeflenen ölçüde düşürülemediğini göstermektedir. Hızlı nüfus artışı, sanayi üretimindeki genişleme ve mülteci nüfusunun etkisiyle enerji talebi artmaya devam etmiş; bu nedenle hedeflenen %20 azaltım kısmen karşılanabilmiştir (EBRD, 2023; Gaziantep BB Faaliyet Raporu, 2023). Gaziantep örneği, yerel ölçekte güçlü yönetim kapasitesine rağmen, makro dinamiklerin enerji etkinliği kazanımlarını sınırladığını göstermektedir.

İstanbul ve İzmir gibi büyük metropollerde ise enerji etkinlik politikaları daha geç kurumsallaşmıştır. İstanbul İklim Değişikliği Eylem Planı (2021), 2030 için %52 emisyon azaltımı ve 2050 karbon nötrlük hedefi ortaya koymuştur (İBB, 2021). Ancak 2024 izleme raporları, mevcut eğilimlerin devam etmesi hâlinde İstanbul'un emisyonlarının 2030 öncesinde mutlak olarak düşmeye başlamasının zor olduğunu göstermektedir (İBB, 2024). İzmir ise SECAP süreci ve AB destekli projeler sayesinde yenilenebilir enerji ve ulaşım alanlarında ilerleme sağlamış; ancak 2020 hedefleri kısmen tutturulabilmiştir (İzmir BB, 2022). Ankara ve Bursa'da enerji etkinlik politikaları daha çok belirli pilot projelerle sınırlı kalmış; Muğla'da ise kömürlü termik santrallerin varlığı, yerel enerji verimliliği çabalarını büyük ölçüde gölgelemiştir (IEA, 2021; Climate Action Tracker, 2023).

Genel olarak değerlendirildiğinde, Türkiye’de enerji etkin kent politikalarının etkisi, şehirler arasında belirgin biçimde farklılaşmakta ve bu durum uygulamaların parçalı, eşik duyarlı ve bağlama bağımlı bir yapı sergilediğini göstermektedir. Örneğin Gaziantep’te belediye ölçeğinde enerji verimliliği, düşük emisyonlu toplu taşıma ve altyapı iyileştirmeleriyle belirli kazanımlar elde edilmiş olsa da hızlı nüfus artışı ve sanayi üretimindeki genişleme nedeniyle bu kazanımlar kent genelinde mutlak sera gazı emisyonlarında belirgin bir düşüşe dönüşmemiştir. Benzer biçimde İstanbul’da bina ve ulaşım sektörlerine yönelik enerji verimliliği ve iklim eylem planları uygulanmakta; ancak artan araç sahipliği, konut metrekaresinin büyümesi ve kentsel yayılma gibi eşiklerin aşılması, enerji tüketiminin doğrusal olmayan biçimde artmasına yol açmaktadır. İzmir’de yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir ulaşım yatırımları görece daha güçlü olmakla birlikte, konut enerji tüketimi sosyoekonomik farklılıklar ve yapı stokunun niteliği nedeniyle heterojen bir yapı sergilemektedir. Muğla örneğinde ise yerel ölçekte sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği yönünde adımlar atılmasına rağmen, kömürlü termik santrallerin varlığı ve turizm kaynaklı mevsimsel nüfus artışı, yerel kazanımların etkisini sınırlamaktadır. Bu örnekler birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye’de enerji etkin kent politikalarının tekil ve evrensel bir etki üretmediği; belirli eşiklerin aşılması durumunda yerel verimlilik kazanımlarının mutlak emisyon azaltımına dönüşmediği ve sonuçların güçlü biçimde kentsel bağlama bağlı olduğu görülmektedir.

Özetle, ulusal düzeyde belirlenen hedefler, yerel ölçekte çoğu zaman yeterli mali ve kurumsal destekle buluşamamış; yerel başarılar ise makro ölçekte emisyon artışı dengelemeye yetmemiştir. Bu tablo, enerji etkin kent politikalarının yalnızca teknik standartlar ve hedef oranlar üzerinden değil; kentlerin sosyoekonomik yapısı, büyüme dinamikleri ve yönetim kapasitesi dikkate alınarak değerlendirilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır (Sharifi, 2019).

2.11. Enerji Etkin Kent Literatüre Yönelik Genel Değerlendirme

Yukarıda özetlenen literatür, enerji etkin kent kavramının tarihsel olarak olgunlaştığını; mekânsal yapı, sosyoekonomik özellikler ve hareketlilik örüntülerinin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin çok sayıda çalışma tarafından ortaya konduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bu zengin literatüre rağmen, enerji etkinlik politikalarının uygulamada

beklenen sonuçları üretemediği; hedefler ile gerçekleştirmeler arasında kalıcı bir boşluk bulunduğu da açık biçimde görülmektedir.

Küresel örnekler, enerji etkinliğinin yalnızca teknik standartlar, bina performans kriterleri ya da tekil mekânsal müdahaleler yoluyla sağlanamadığını; aksine, aynı politika aracının farklı kentsel bağlamlarda, farklı toplumsal profiller ve mekânsal yapılar altında birbirinden oldukça farklı sonuçlar üretebildiğini ortaya koymaktadır. Türkiye ve İrlanda örneklerinde de görüldüğü üzere, güçlü hedefler ve kapsamlı eylem planları dahi, enerji tüketiminin mekânda ve toplum içinde nasıl farklılaştığını yeterince dikkate almadığında sınırlı etki yaratmaktadır.

Bu durum, enerji etkin kent politikalarındaki temel sorunun, bilgi eksikliğinden ziyade; mevcut bilginin karar verme süreçlerinde bağlama, ölçeğe ve kullanıcı profillerine duyarlı biçimde kullanılamaması olduğunu düşündürmektedir. Literatürde çoğu zaman ortalama etkiler üzerinden değerlendirilen mekânsal ve sosyoekonomik değişkenler, hangi koşullarda, hangi eşiklerden sonra ve hangi hanehalkı profilleri için belirleyici hâle geldikleri açısından yeterince ayrıştırılmamaktadır. Bu nedenle, politika ve planlama pratikleri, sahadaki çeşitliliği yakalayamayan genellemeler üretme riski taşımaktadır.

Bu tez, söz konusu uygulama–bilgi boşluğunu azaltmayı amaçlayarak, enerji tüketimini yalnızca tekil değişkenler ya da tek bir mekânsal düzey üzerinden değil; mikro, mezo ve makro ölçeklerde, mekânsal, sosyoekonomik ve davranışsal bileşenlerin birlikte ve etkileşimli biçimde ele alındığı çok ölçekli bir analiz çerçevesi içinde incelemektedir. Böylece, enerji etkinlik politikalarının neden bazı bağlamlarda etkili olurken bazı bağlamlarda sınırlı kaldığını açıklayabilecek daha ayrıntılı ve karar destek odaklı bir analitik zemin sunulması hedeflenmektedir.

Bir sonraki bölümde, bu yaklaşım doğrultusunda geliştirilen yöntemsel kurgu, kullanılan veri setleri ve analiz adımları ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.



3. YÖNTEM

Bu çalışma, şehirlerin enerji tüketim profillerini mekânsal ve sosyoekonomik değişkenler çerçevesinde analiz etmeyi ve bu değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerini çok ölçekli bir yaklaşımla incelemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, mikro, mezo ve makro ölçeklerde yürütülen analizler aracılığıyla, enerji tüketimini belirleyen faktörlerin göreceli etkileri ve bağlama duyarlı yapısı ortaya konulmuştur. Aşağıda tez kapsamında gerçekleştirilen alan çalışmasının yöntemi aktarılmaktadır.

3.1. Araştırmanın Kapsamı ve Analitik Çerçevesi

Bu tez, nicel ağırlıklı, açıklayıcı ve karşılaştırmalı bir araştırma tasarımıdır. Analizler kesitsel veri setlerine dayanmaktadır ve doğrusal olmayan, etkileşimli ve bağlama duyarlı ilişkilerin ortaya konulmasına odaklanmaktadır. Çok ölçekli analitik yapı, enerji tüketimini belirleyen faktörlerin yalnızca ortalama etkiler üzerinden değil; tüketim düzeyi ve kentsel bağlam temelinde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

Bu çalışma, literatürde enerji tüketiminin çoğunlukla doğrusal ve ortalama etkiler üzerinden modellenmesine dayanan yaklaşımların sınırlı kaldığı varsayımından hareket etmektedir. Enerji tüketiminin düşük, orta ve yüksek tüketim düzeylerinde farklı mekanizmalar tarafından üretildiği; bu mekanizmaların ise kentsel bağlama ve mekânsal tipolojiye duyarlı olarak değiştiği kabul edilmektedir. Bu nedenle tez, çok ölçekli ve doğrusal olmayan bir analitik tasarım geliştirmektedir.

Tez kapsamında enerji tüketimi, konutun fiziksel özellikleri ve hanehalkı yapısı ile ilişkili yerleşik (konut) enerji tüketimi üzerinden ele alınmaktadır. Hanehalkı anketi aracılığıyla ulaşım tercihleri ve günlük hareketlilik örüntülerine ilişkin veriler de toplanmış olmakla birlikte, ulaşımdan kaynaklı enerji tüketimi farklı bir veri işleme ve modelleme yaklaşımı gerektirdiğinden, bu çalışmanın analitik kapsamı konut enerji tüketimi ile sınırlandırılmıştır.

- Mikro ölçekte analiz birimi hanehalkıdır. Hanehalkı anketleri aracılığıyla enerji tüketimi ile sosyoekonomik özellikler, konut nitelikleri ve kullanıcı davranışları arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

- Mezo ölçekte analiz birimi, Ankara için mahalle, Dublin için ise istatistiksel karşılığı olan Seçim Bölgesi (Electoral Division) düzeyidir. Bu ölçekte, mekânsal ve sosyoekonomik tipolojiler oluşturularak enerji tüketimi örüntülerinin mekânsal bağlamla ilişkisi değerlendirilmiştir.
- Makro ölçekte analiz, kentlerin tamamını kapsayan nicel bir modelleme yerine; kentsel sistemin baskın mekânsal, ekonomik ve demografik özelliklerini yansıtan idari alt birimler üzerinden, kentlerin genel büyüme dinamikleri ve bağlamsal farklılıklarının değerlendirilmesine odaklanmaktadır.

Bu çok ölçekli analiz yapısı, enerji tüketiminin tek bir düzeyde değil; farklı mekânsal ve toplumsal bağlamların etkileşimi içinde ortaya çıktığı varsayımına dayanmaktadır.

3.1.1. Araştırma soruları ve hipotezleri

Yerleşimlerin sosyoekonomik ve mekânsal özelliklerinin bir arada değerlendirildiği bütüncül bir bakış açısını sunacak olan bu çalışmanın araştırma soruları aşağıdaki şekilde kurgulanmıştır:

Makro ölçek araştırma soruları;

- Bir kentin enerji etkinliğini değerlendirebilmek için hangi değişkenlerin ele alınması gerekir?
- Mekansal ve sosyoekonomik değişkenlerinin enerji tüketimi üzerindeki göreceli etkileri nelerdir?
- Çok ölçekli ve bütüncül bir analiz, tek boyutlu yaklaşımlara kıyasla planlama açısından ne tür yeni içgörüler sunmaktadır?
- Aynı değişkenler farklı kentsel bağlamlarda (Dublin -Ankara) benzer mi yoksa bağlam duyarlı mı davranmaktadır?

Mezo ölçek araştırma soruları;

- Mekansal ve sosyoekonomik özellikler açısından farklı tipolojilerdeki mahalle / seçim bölgeleri, enerji tüketimi açısından bir farklılık gösteriyor mu? Nasıl bir farklılık gösteriyor?

- Hangi değişken grupları enerji etkinliği açısından öncelikli politika müdahale alanları sunmaktadır?

Mikro ölçek araştırma soruları;

- Farklı hanehalkı profillerinin enerji tüketimi ile ilişkisi nasıl değişmektedir?
- Sosyoekonomik ve mekânsal değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkileri hangi eşik değerlerinde yön veya ivme değıştirmektedir?

Araştırma soruları, enerji tüketimini tek bir düzeyden açıklamanın yetersiz olduğu varsayımına dayanarak çok ölçekli bir yapı içinde yapılandırılmıştır. Bu yapı, ölçekler arası hiyerarşik bir ayırım yerine, ilişkisel ve tamamlayıcı bir analitik çerçeve sunmaktadır.

Araştırma hipotezleri ise;

H1. Hanehalkı gelirinin enerji tüketimi üzerindeki etkisi doğrusal değildir ve farklı eşiklerde farklı cevaplar vermektedir.

H2. Hanehalkı büyüklüğü ve demografik yapı gibi sosyoekonomik özelliklerin enerji tüketimi üzerinde doğrudan bir etkisi vardır, ancak bu etki mekânsal özellikler (konut tipi, ısı yalıtımı ve bina yaşı gibi) ile birlikte ele alındığında anlamlı bir düzeyde değişmektedir.

H3. Mekansal değişkenler, sosyoekonomik değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerini güçlendiren veya zayıflatan aracı faktörler olarak işlev görmektedir.

H4. Aynı sosyoekonomik özelliklere sahip hanehalkları, farklı kentsel bağlamlarda (Ankara – Dublin) değerlendirildiğinde, farklı enerji tüketim örüntüleri göstermektedir.

H5. Mahalle ve seçim bölgesi (ED) ölçeğinde tanımlanan sosyoekonomik ve mekânsal tipolojiler (kümeler), enerji tüketim değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde değişkenlik göstermektedir.

H6. Enerji tüketimini etkileyen değişkenlerin göreceli önemi, mikro ölçekte hanehalkı profillerine göre değişmekte ve bu değişim mezo ölçekte sosyo-mekânsal tipolojiler aracılığıyla tutarlı örüntüler üretmektedir.

Çalışma kapsamında geliştirilen hipotezler, doğrusal olmayan, eşik ve etkileşim duyarlı ilişkileri test etmeye yöneliktir. Özellikle hanehalkı geliri, demografik yapı ve mekânsal özelliklerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin doğrusal varsayımlarla açıklanamayacağı; bu etkilerin tüketim düzeyine, mekânsal bağlama ve ölçeğe bağlı olarak farklılaştığı varsayılmaktadır (H1–H6).

3.1.2. Yöntemsel kurgunun gerekçelendirilmesi ve analitik strateji

Bu tezin yöntemsel çerçevesi, literatürde saptanan "bağlam bağımlılık" (context-dependency) ve "doğrusal olmayan etkiler" (non-linear effects) boşluğunu doldurmak amacıyla çok aşamalı ve ölçekler arası bir entegrasyon stratejisi üzerine kurgulanmıştır. Enerji etkin kent literatürü incelendiğinde, mekânsal ve sosyoekonomik değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerine dair çelişkili bulguların temelinde, analizlerin çoğunlukla "ortalama hanehalkı" varsayımına dayanan doğrusal En Küçük Kareler (OLS) modelleriyle sınırlı kalması yatmaktadır. Oysa bu çalışma, enerji tüketiminin tek tip bir süreç olmadığını; aksine düşük, orta ve yüksek tüketim gruplarında tamamen farklı mekanizmaların devreye girdiğini ileri sürmektedir. Bu temel problematikten hareketle, araştırmada izlenen kompleks analitik süreç şu mantıksal zincir üzerinden gerekçelendirilmiştir:

A. Makro ölçekte "karşılaştırmalı laboratuvar" kurgusu (Ankara ve Dublin)

Araştırmanın en üst ölçeğinde Ankara ve Dublin'in seçilme nedeni, bu iki kentin enerji rejimlerini şekillendiren varyans yapılarının birbirinden radikal biçimde ayrışmasıdır. Ankara, %93,3 apartman dokusu ve görece genç yapı stoku ile "davranışsal esneklik" ve "gelir eşikleri"nin test edilebileceği homojen bir zemin sunarken; Dublin, 1-200 yıl arasına yayılan bina yaşı ve 39 farklı konut tipolojisi ile "yapısal kilitlenme" (structural lock-in) etkisinin ölçülebileceği heterojen bir laboratuvar işlevi görmektedir. Bu karşılaştırmalı kurgu, H4 hipotezinde belirtilen "aynı profilin farklı bağlamlarda farklı sonuç üretmesi" varsayımını sınamak için tasarlanmıştır.

B. Mezo ölçekte "bağlamanın tanımlanması" (GMM Kümeleme)

Literatürdeki en büyük eksikliklerden biri, enerji tüketiminin içinde gerçekleştiği kentsel dokunun (mahalle karakteri) istatistiksel modellere sabit birer kategori olarak dahil

edilmesidir. Bu tezde ise Gaussian Mixture Model (GMM) kullanılarak oluşturulan sosyo-mekânsal kümeler, analizin pasif birer parçası değil, tüketim rejimlerinin "çerçeveleyicisi" olarak kurgulanmıştır. Bu aşama, H5 hipotezinde öne sürülen "mahalle tipolojilerinin enerji tüketimi üzerindeki anlamlı farklılaşması" varsayımını analitik bir zemine oturtmaktadır.

C. Mikro ölçekte "derinlemesine mekanizma analizi" (ileri ekonometri ve SHAP)

Tezin en özgün katmanını oluşturan mikro analiz süreci, basit korelasyonların ötesine geçerek şu analitik süzgeçlerden oluşmaktadır:

- Doğrusal olmayanlık ve eşikler (polynomial ve threshold): Hanehalkı gelirinin enerji tüketimi üzerindeki etkisinin doğrusal olmadığını savunan H1 hipotezini test etmek için OLS modelleri polinomial ve eşik regresyonları ile derinleştirilmiştir. Ankara'daki 120.000 TL gelir eşiği gibi kritik kırılma noktaları bu aşamada tespit edilmiştir.
- Tüketim rejimlerinin ayrıştırılması (kantil regression): Enerji tüketimi dağılımının en alt (%25) ve en üst (%75) dilimlerinde farklı değişkenlerin (yalıtım vs. bina yaşı gibi) baskın hale geldiği varsayımı (H6), bu yöntemle doğrulanmıştır.
- Mekanizma baskınlığı ve etkileşim (SHAP ve Interaction): Son aşamada kullanılan SHAP analizi, modellerin "kara kutusunu" açarak, hangi mahallede hangi değişkenin (fiziksel mi, ekonomik mi, davranışsal mı) tahmin üzerinde en yüksek ağırlığa sahip olduğunu matematiksel olarak kanıtlamaktadır.

Çizelge 3.1. Tezin çok ölçekli analitik yapısı

Aşama	Ölçek	Amaç	Kullanılan Analiz	Hipotez	Üretilen İçgörü
1	Makro	Karşılaştırmalı bağlamın kurulması	Ankara–Dublin karşılaştırmalı çerçeve	H4	Bağlamsal varyansın tanımlanması
2	Mezo	Sosyo-mekânsal tipolojilerin belirlenmesi	GMM Kümeleme	H5	Mahalle/ED kümeleri
3A	Mikro	Ortalama etkilerin test edilmesi	OLS Regresyon	H1, H2	Temel doğrusal ilişkiler
3B	Mikro	Doğrusal olmayanlık ve eşiklerin test edilmesi	Polinomsal ve Threshold	H1	Kritik kırılma noktaları

Çizelge 3.1. (devam) Tezin çok ölçekli analitik yapısı

Aşama	Ölçek	Amaç	Kullanılan Analiz	Hipotez	Üretilen İçgörü
3C	Mikro	Koşullu ve aracı etkilerin test edilmesi	Etkileşimli Regresyon ve Johnson–Neyman	H2, H3	Güçlendirme/zayıflatma etkileri
3D	Mikro	Tüketim rejimlerinin ayrıştırılması	Kantil Regresyon	H6	Düşük–orta–yüksek rejimler
4	Mikro	Mekanizma baskınlığının açıklanması	SHAP (Global ve Local)	H6	Görelî değişken katkıları
5	Mezo–Mikro	Bağlama duyarlı entegrasyon	Küme $\times$ Kantil $\times$ SHAP sentezi	H5, H6	Rejimisel bağlam örüntüleri
6	Makro	Kentler arası analitik sentez	Çok ölçekli karşılaştırmalı değerlendirme	H4	Bağlama duyarlı genelleme sınırları

Bu çok aşamalı ve ölçekler arası kurgunun analitik mimarisi, Çizelge 3.1’te şematik olarak sunulmaktadır. Söz konusu çizelge, araştırmmanın makro ölçekte karşılaştırmalı bağlamın kurulmasıyla başlayıp mezo düzey tipolojilerin tanımlanmasına, mikro ölçekte doğrusal ve doğrusal olmayan testlerin uygulanmasına, SHAP temelli mekanizma çözümlemesine ve nihayet ölçekler arası entegrasyona uzanan kademeli inşa mantığını bütüncül biçimde ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak; tezin çok aşamalı yöntemsel yapısı, enerji tüketimini "Kim" (Mikro/Profil), "Nerede" (Mezo/Bağlam) ve "Hangi Eşikte" (Makro/Mekanizma) sorularının kesişiminde bütüncül olarak açıklayabilmek için kurgulanmıştır. Bu kompleks yapı, planlama pratiği için "tek tip" politika üretimi yerine, her mahalle ve tüketici profili için "bağlam duyarlı" müdahale araçları sunan bir karar destek yaklaşımının temelini oluşturmaktadır.

3.2. Çalışma Alanı ve Analiz Birimi

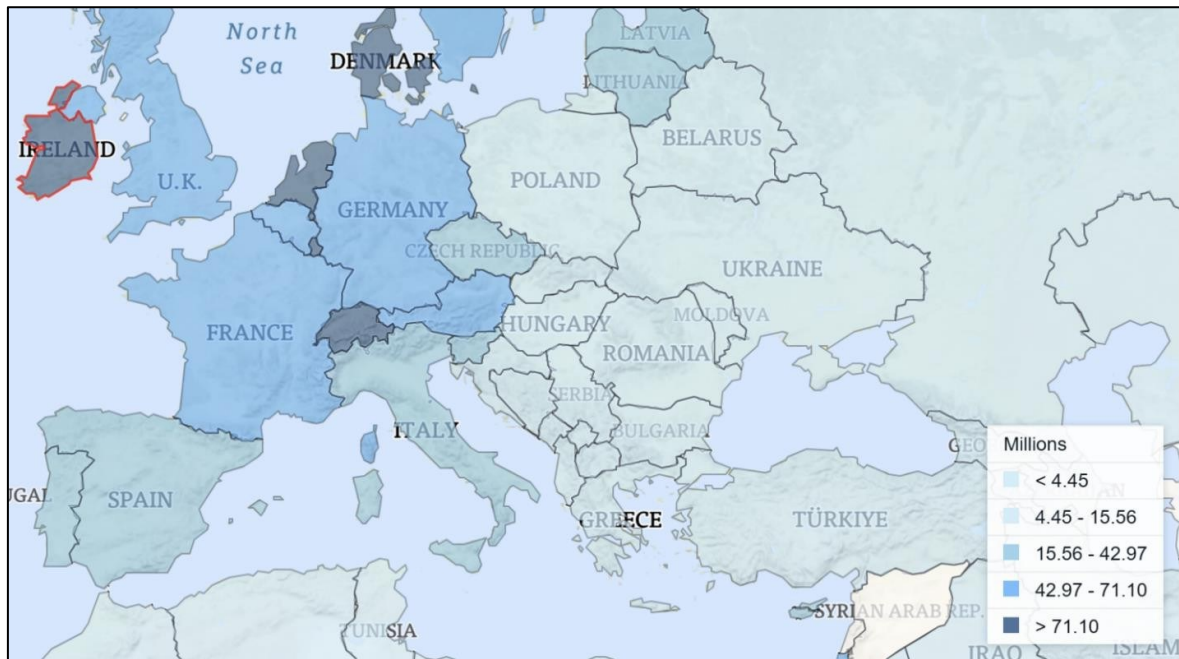
Bu bölümde, araştırmmanın mekânsal kapsamı ile analiz biriminin nasıl kurgulandığı bütüncül bir çerçeve içinde ortaya konulmaktadır. Enerji tüketiminin bağlama duyarlı ve çok ölçekli bir olgu olduğu varsayımından hareketle, çalışmanın hem kent düzeyinde hem de alt mekânsal birimler düzeyinde temellendirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda öncelikle karşılaştırmalı analiz için seçilen kentlerin belirlenme ölçütleri ve bu seçimin kuramsal ve ampirik gerekçeleri açıklanacak; ardından analiz birimlerinin ölçeklere göre nasıl tanımlandığı ortaya konulacaktır.

3.2.1. Örnek çalışma alanlarının belirlenmesi ve gerekçelendirilmesi

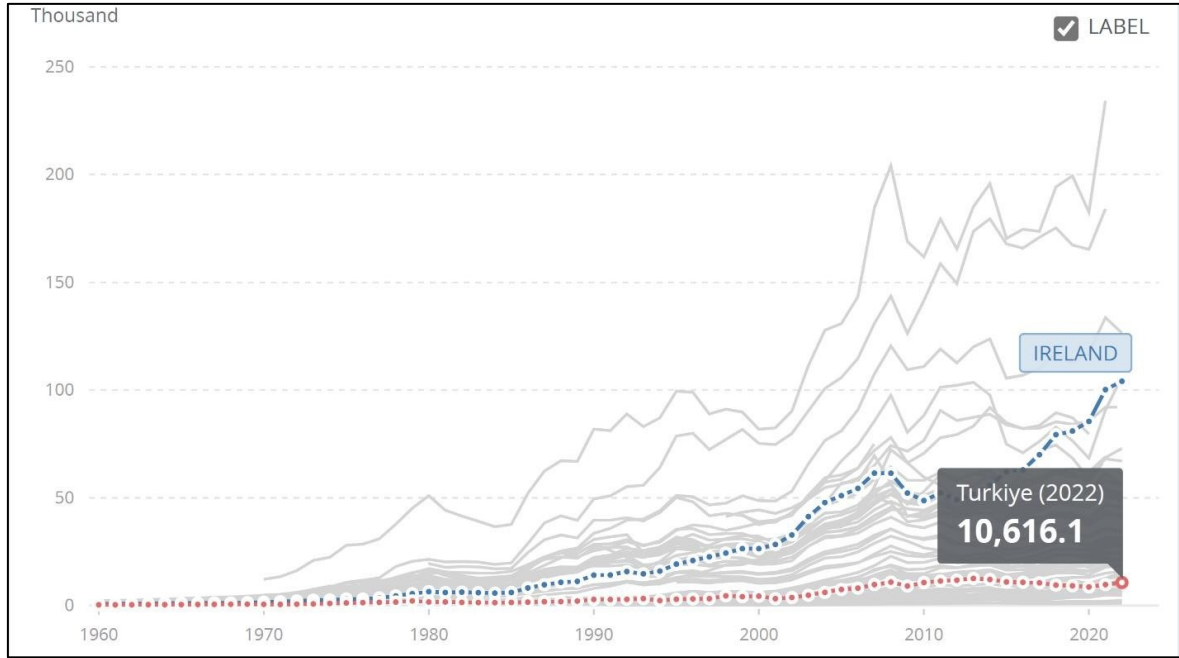
Bu çalışmada, kentsel yapı ve çevre ve sosyoekonomik yapı bileşenlerinin enerji tüketimi üzerindeki göreceli etkilerini, bağlama ve ölçeğe duyarlı biçimde inceleyebilmek amacıyla Ankara ve Dublin karşılaştırmalı çalışma alanları olarak seçilmiştir. Çalışma alanlarının belirlenmesinde, şehirlerin yalnızca coğrafi ya da idari özellikleri değil; ekonomik yapı, kentsel büyüme dinamikleri, mekânsal form ve sosyoekonomik dağılım örüntüleri birlikte değerlendirilmiştir.

Makro ölçekte çalışma alanlarının seçilme gerekçesi

Makro ölçekte, Ankara ve Dublin'in seçilmesinin temel nedeni, enerji tüketimini etkileyen ana belirleyiciler olan gelir düzeyi, nüfus büyüklüğü, hanehalkı yapısı ve mekânsal büyüme biçimleri açısından birbirinden belirgin biçimde ayrışmalarıdır. Kişi başına Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) değerleri incelendiğinde, İrlanda'nın 2022 yılı itibarıyla Türkiye ve Avrupa ülkelerinin büyük bir bölümünden daha yüksek bir gelir düzeyine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 3.1). Zaman serisi verileri, özellikle 1980'lerin sonlarından itibaren İrlanda'da kişi başına GSYİH değerlerinin istikrarlı ve hızlı bir artış gösterdiğini ortaya koymaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.1. 2022 yılı kişi başı GSYİH değerleri (Dünya Bankası, 2022)



Şekil 3.2. Yıllara göre Türkiye ve İrlanda'nın kişi başı GSYİH karşılaştırması (Dünya Bankası, 2023)

Bu ekonomik dönüşümde Dublin'in belirleyici rolü dikkat çekicidir. Dublin, toplam ulusal GSYİH'nin yaklaşık %47'sini üretmekte ve Avrupa kentleri arasında kişi başına düşen GSYİH açısından üst sıralarda yer almaktadır (Dünya Bankası, 2023). Bu durum, Dublin'i yalnızca yüksek gelirli bir kent olarak değil; aynı zamanda yüksek gelir düzeyinin mekânsal yapı, konut piyasası ve enerji tüketim örüntüleri üzerindeki etkilerinin gözlemlenebileceği bir örnek alan hâline getirmektedir.

Ankara ise, Türkiye'nin başkenti olmasına rağmen Dublin'den farklı olarak, ekonomik büyümesini daha çok nüfus artışı ve mekânsal genişleme üzerinden deneyimlemiştir (Aydın, 2009; Altunkaynak, 2018; Cengiz, 2022). Bu karşıtlık, enerji tüketiminin yoğunluk odaklı kompakt gelişme ile genişlemeye dayalı büyüme bağlamlarında nasıl farklılaştığını incelemek açısından analitik bir avantaj sunmaktadır.

Bu çerçevede, Ankara ve Dublin; gelir düzeyi, nüfus büyüklüğü ve kentsel büyüme dinamikleri bakımından birbirine zıt özellikler sergilemeleri nedeniyle, enerji tüketimini etkileyen makro değişkenlerin karşılaştırmalı olarak analiz edilmesi için uygun bir çalışma alanı oluşturmaktadır (Bkz. Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Ankara ve Dublin'in makro ve mezo ölçekte karakter analizi

Ölçek	Özellik	Ankara İli	Dublin Kontluğu
Makro Ölçek	Nüfus	Çok yüksek 5864049 kişi (TÜİK, 2024)	Orta 1458154 (CSO, 2023)
	Şehir Büyüklüğü	Büyük metropol	Orta ölçekli metropol
	Yıllık Eşdeğer Hanehalkı Kullanılabilir Geliri	248 285 TL (TÜİK, Gelir Dağılımı İstatistikleri, 2024)	€58 922 (CSO, 2024)
	Büyüme Dinamiği	Nüfus artışı ve mekânsal genişleme odaklı	Verimlilik ve yoğunlaşma odaklı
	Mekansal Büyüme Yaklaşımı	Genişlemeye dayalı	Yoğunluk odaklı kompakt gelişme
	Kentsel Yapı	Çok merkezli	Tek merkezli
	Yoğunluk Dağılımı	Karmaşık ve mekânsal olarak iç içe geçmiş heterojen yapı	Mekansal olarak ayrılmış (polarize) heterojen yapı
	Sosyo-ekonomik düzeyin mekânsal dağılımı	Daha karışık	Daha polarize
	Eğitim Seviyesi (Üniversite ve Üstü)	%27 (Endeksa, 2024)	%52 (CSO, 2024)
Mezo Ölçek	Yapı yoğunluğu dağılımı	Parçalı ve heterojen	Merkezde yoğun
	Konut tipolojisi çeşidi	Daha sınırlı çeşitlilik	Yüksek tipoloji çeşitliliği (≈39 tip)
	Ortalama Hane halkı sayısı	3,03 (2024, TÜİK)	2,48 (CSO, 2024)
	Ortalama Konut Büyüklükleri	Satılık; 130 m ² Kiralık; 120 m ² (Endeksa, 2024)	90 m ² (CSO, 2024)
	Ortalama Bina Yaşı	2001 sonrası bina %55 (TÜİK, 2024)	1994 sonrası bina %10 (CSO, 2024)

Mezo ölçekte çalışma alanlarının seçilme gerekçesi

Mezo ölçekte, iki şehir arasındaki farklar daha belirgin hâle gelmektedir. Ankara, çok merkezli, görece homojen olmayan ve parçalı bir kentsel yapı sergilerken; Dublin, tek merkezli, daha hiyerarşik bir yoğunluk dağılımına ve daha belirgin bir sosyoekonomik polarizasyona sahiptir. Çizelge 3.2’de sunulan makro ve mezo ölçek karakter analiz tablosu, bu ayrımı açık biçimde ortaya koymaktadır.

Dublin’de özellikle 2008 sonrası dönemde yaşanan yoğun göç ve konut talebi artışı, mevcut yapı stokunun daha küçük konut birimlerine bölünmesi yoluyla karşılanmış; bu durum konut sayısını artırırken kentsel yayılmayı sınırlamıştır. Buckley, Fealy ve Mills (2020) tarafından yapılan çalışma, Dublin’de tek aileli konutların ve müstemilatlı yapıların büyük ölçüde dönüştürüldüğünü ve şehir merkezindeki yapı stokunun %90’ının 1994 öncesine ait olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, Dublin’in enerji tüketiminin bina yaşı, konut tipi ve yapı yoğunluğu gibi mezo ölçek değişkenlere karşı daha duyarlı olabileceğine işaret etmektedir.

Ankara’da ise yapı yoğunluğu dağılımı daha parçalıdır ve farklı tipolojiler kentsel alana daha yaygın biçimde dağılmıştır. Ayrıca, Ankara’da 2001 sonrası konut stoğu %55’dir. Bu durum, enerji tüketiminin mekânsal belirleyicilerinin Ankara’da bina yaşı, genişleme, ulaşım mesafeleri ve konut büyüklüğü gibi faktörlerle daha güçlü ilişkiler kurabileceğini düşündürmektedir.



Şekil 3.3. Dublin'de en sık görülen bina tipolojileri

Dublin’de tespit edilen yüksek konut tipolojisi çeşitliliği (Şekil 3.3) (toplam 39 tip), konut büyüklüğü ve tipolojisinin enerji tüketimi üzerindeki etkisini ölçmede bir fırsat olarak

görülmelidir. Buna karşılık Ankara'nın daha az çeşitlenen ancak daha yaygın bir mekânsal dağılıma sahip yapı stokunun (Şekil 3.4), farklı bir enerji tüketim örüntüsü ortaya koyması beklenmektedir.



Şekil 3.4. Ankara'da görülen bina tipolojileri (Google sokak görüntüleri, 2026)

Bu çalışmada Ankara ve Dublin'in seçilmesinde, makro ve mezo ölçekte sosyoekonomik ve mekânsal değişkenler açısından karşılaştırılabilir olmalarının yanı sıra, araştırmacının çalışma alanıyla kurduğu uzun süreli ve derinlikli ilişki de belirleyici olmuştur. Şehircilik, kentsel politika ve enerji planlaması gibi bağlama duyarlı alanlarda yürütülen araştırmalarda, nicel verilerin ve ikincil kaynakların ötesinde, kentsel mekânın gündelik işleyişine, toplumsal ilişkilerine ve yerel dinamiklerine ilişkin birikimli gözlemin analitik süreci

doğrudan etkilediği kabul edilmektedir. Bu çerçevede, araştırmacının Ankara’da yaklaşık on iki yıl, Dublin’de ise son dört yılını geçirmiş olması; her iki kentin mekânsal örgütlenmesine, sosyoekonomik ayrışma biçimlerine ve gündelik yaşam pratiklerine ilişkin doğrudan gözlem geliştirmesine olanak sağlamıştır.

Bu uzun süreli mekânsal deneyim, çalışmada kullanılan istatistiksel ve mekânsal analizlerin yorumlanmasında bağlamsal bir okuma zemini sunmakta; nicel bulguların, kentlerin özgül yapısal ve toplumsal özelliklerinden kopuk biçimde değerlendirilmesini önlemektedir. Dolayısıyla Ankara ve Dublin’in birlikte ele alınması, yalnızca yöntemsel bir karşılaştırma tercihi değil, aynı zamanda kentsel enerji tüketiminin bağlama duyarlı doğasını kavramaya yönelik bilinçli bir araştırma tasarımının parçası olarak değerlendirilmiştir.

3.2.2. Analiz birimi

Bu çalışmada analiz, çok ölçekli bir yapı içinde kurgulanmıştır.

- Mikro ölçekte analiz birimi hanehalkıdır. Hanehalkı anketleri aracılığıyla enerji tüketimi ile sosyoekonomik özellikler, konut nitelikleri ve kullanıcı davranışları arasındaki ilişkiler incelenmiştir.
- Mezo ölçekte analiz birimi, Ankara için mahalle, Dublin için ise istatistiksel karşılığı olan Seçim Bölgesi (Electoral Division) düzeyidir. Bu ölçekte, mekânsal ve sosyoekonomik tipolojiler oluşturularak enerji tüketimi örüntülerinin mekânsal bağlamla ilişkisi değerlendirilmiştir.
- Makro ölçekte analiz, kentlerin tamamını kapsayan nicel bir modelleme yerine; kentsel sistemin baskın mekânsal, ekonomik ve demografik özelliklerini yansıtan idari alt birimler üzerinden, kentlerin genel büyüme dinamikleri ve bağlamsal farklılıklarının değerlendirilmesine odaklanmaktadır.

Bu çok ölçekli analiz yapısı, enerji tüketiminin tek bir düzeyde değil; farklı mekânsal ve toplumsal bağlamların etkileşimi içinde ortaya çıktığı varsayımına dayanmaktadır.

3.3. Veri Toplama ve Mikro Ölçek Analizler

Mikro ölçekte veri toplama süreci, belirlenen mahallelerde yürütülen konut bazlı hanehalkı anketleri aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Anket soruları, literatür taraması sonucunda

belirlenen mikro ölçekteki değişkenler doğrultusunda ve hipotezleri test edecek şekilde yapılandırılmıştır. Pilot çalışma sonrasında anket formu sadeleştirilmiş ve hanehalkı ile konut özelliklerindeki çeşitliliği yansıtacak biçimde güncellenmiştir.

Elde edilen mikro veriler üzerinde doğrusal OLS, polinomial regresyon, etkileşimli regresyon ve kantil regresyon analizleri uygulanmıştır. Bu analizler aracılığıyla enerji tüketimini belirleyen değişkenlerin doğrusal olmayan yapısı, eşik davranışları ve tüketim düzeyine bağlı heterojenliği incelenmiştir.

Mezo ölçek analizler ve bütünleşme

Mikro ölçekte elde edilen bulgular, mezo ölçekte oluşturulan sosyoekonomik ve mekânsal mahalle / ED tipolojileri ile bütünleştirilmiştir. Bu aşamada, benzer hanehalkı profillerinin farklı mekânsal bağlamlarda nasıl farklı enerji tüketim örüntüleri sergilediği değerlendirilmiştir. Mezo ölçek analizleri, enerji tüketiminin mekânsal bağlama duyarlı yapısını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Makro ölçek: Karşılaştırmalı mekanizma sentezi

Çalışmanın son aşamasında, Ankara ve Dublin örneklerinde mikro ve mezo ölçeklerde elde edilen analiz çıktıları makro ölçekte karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu aşamada yeni bir istatistiksel model kurulmamış; kantil tüketim rejimleri, mezo ölçek kentsel tipolojiler ve SHAP analizi ile elde edilen değişken katkı örüntüleri birlikte ele alınarak, kentler arası düzeyde karşılaştırmalı bir sentez gerçekleştirilmiştir.

Bu yaklaşım sayesinde, benzer tüketim rejimlerinin farklı kentsel bağlamlarda hangi mekanizmalar üzerinden oluştuğu ve mekânsal bağlamın enerji tüketimi üzerindeki düzenleyici rolü değerlendirilmiştir. Makro ölçek analiz, çalışmanın karar destek boyutunu besleyen bütünleştirici bir yöntemsel çerçeve sunmaktadır.

Araştırma tasarımı

Bu tez, nicel ağırlıklı, açıklayıcı ve karşılaştırmalı bir araştırma tasarımına sahiptir. Analizler kesitsel veri setlerine dayanmaktadır ve doğrusal olmayan, etkileşimli ve bağlama duyarlı ilişkilerin ortaya konulmasına odaklanmaktadır. Çok ölçekli analitik yapı, enerji tüketimini

belirleyen faktörlerin yalnızca ortalama etkiler üzerinden değil; tüketim düzeyi ve kentsel bağlam temelinde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

3.4. Mahalle ve Örneklem Seçimi

Bu çalışmada, Ankara ve Dublin'deki kentsel enerji tüketim alışkanlıklarının ve bunların mekansal ve sosyoekonomik değişkenlerle ilişkilerinin incelenmesi hedeflenmiştir.

Ankara ili ve Dublin Kontluğu için %95 güven düzeyi, %5 hata payı ve maksimum varyans varsayımı kullanılarak yapılması gereken anket sayıları belirlenmiştir. Buna göre, Ankara'da çalışma alanında olan Çankaya, Keçiören, Yenimahalle, Etimesgut, Sincan, Gölbaşı, Mamak, Altındağ ve Pursaklar ilçelerinin toplam nüfusu 5,165,783 kişi olarak hesaplanmış ve Ankara'daki ortalama hane halkı büyüklüğü 3,02 kullanılarak toplam hane sayısı yaklaşık 1,710,524 olarak belirlenmiştir. Yapılması gereken minimum örneklem büyüklüğü ise 384'dür. Dublin Kontluğu'nun toplam nüfusu 1,458,154 kişi olarak hesaplanmış ve ortalama hane halkı büyüklüğü 2,48 kullanılarak toplam hane sayısı yaklaşık 587,965 olarak belirlenmiştir. Örneklem büyüklüğü hesaplamasında, %95 güven düzeyine karşılık gelen

1.96 Z değeri, hata payı %5 (0.05) ve maksimum varyans varsayımı (%50 olasılık, $p=0.5$) esas alınmıştır. Bu parametreler ışığında, Dublin Kontluğu'nda enerji tüketimi analizleri için gerekli minimum örneklem büyüklüğü 384 olarak hesaplanmıştır.

Örneklem seçim sürecinde, literatür taraması sonucunda belirlenen enerji tüketimine etki eden değişkenler listesi temel alınmıştır. Mezo ölçek değişkenleri tezin teorik çerçevesinin tartışıldığı 2. Bölümde yer alan çizelge esas alınarak, her iki çalışma alanındaki verilerin temini sağlanmıştır. Bu kapsamda, sosyoekonomik ve mekânsal değişkenlere dayalı bir kümeleme analizi yapılmıştır.

3.4.1. Ankara için mahalle bazında sosyo-ekonomik ve mekansal kümelenme analizi

Analiz kapsamında, Ankara iline bağlı Altındağ, Çankaya, Etimesgut, Keçiören, Mamak, Sincan ve Yenimahalle ilçelerinde yer alan tüm mahallelerin mekânsal ve sosyoekonomik özellikleri çok aşamalı bir kümelenme analizi ile değerlendirilmiştir. Analiz, üç temel aşamadan oluşmaktadır: (1) sosyoekonomik özelliklere dayalı kümeleme, (2) mekânsal

özelliklere dayalı kümeleme ve (3) bu iki boyutun birleşimiyle gerçekleştirilen bütünleşik sosyo-mekânsal kümelenme.

Veri toplama ve değişken setleri

Sosyoekonomik veriler

Sosyoekonomik değişkenler ENDEKSA (2023) açık veri platformundan elde edilmiş olup, her biri mahalle düzeyinde hesaplanmıştır. Bu değişkenler aşağıda sıralanmıştır:

- Nüfus Yoğunluğu (kişi/ha)
- Ortalama Gelir (₺)
- Üniversite Mezuniyet Oranı (%)
- Genç Nüfus Oranı (%)
- Yaşlı Nüfus Oranı (%)

Söz konusu değişkenler, doğrudan sosyoekonomik koşulları yansıttığından dolayı normalize edilerek aynı ölçekte değerlendirilmiştir. Genç ve yaşlı oranları gibi bazı demografik göstergelerin enerji tüketimi ile ilişkisi bağlama bağlı olarak değişkenlik gösterebildiğinden, bu çalışmada tüm değişkenler doğru orantılı etki gösterdiği varsayımı ile pozitif indeksleme yöntemi kullanılmıştır.

Mekânsal veriler

Mekânsal değişkenler, Ankara Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemi servisinden alınan açık veriler ve konut istatistikleri kullanılarak oluşturulmuştur. Aşağıda kullanılan değişkenler verilmiştir:

- Konut Alanı Yoğunluğu (m^2/ha): Mahalledeki toplam konut sayısı ile ortalama konut birim alanı (flat m^2) çarpılarak elde edilmiş ve mahalle yüzölçümüne oranlanmıştır.
- Zemin Üstü Kat Sayısı (ortalama)
- Bina Yaşı (ortalama)

Bu değişkenler mahalle poligonları ile ilişkilendirilerek mekânsal olarak analiz edilebilir hale getirilmiştir. Eksik veriler veri setinin %5'inden az olduğundan, bu alanlar mahalle ortalaması ile doldurulmuştur.

Veri hazırlığı ve normalizasyon

Her iki boyutta da (sosyoekonomik ve mekânsal) kullanılan değişkenler önce standartlaştırılmış (Min-Max normalizasyonu ile 0-1 aralığına dönüştürülmüş), ardından her bir mahalle için toplam indeks skoru oluşturulmuştur. Tüm değişkenlerin pozitif etki yönlü olduğu kabul edilerek, skarlama süreci basit toplama yöntemiyle yapılmıştır. Bu yöntem, veriler arasında yapay ağırlıklandırma ya da yön değişimi gerektirmediği için yorumlanabilirliği yüksek ve doğrudan kümeleme analizine uygun bir yapı sunmuştur.

Kümelenme analizi yaklaşımı

Sosyoekonomik kümeleme

Sosyoekonomik indeks skorları kullanılarak mahalleler Gaussian Mixture Model (GMM) yöntemi ile kümeleme işlemine tabi tutulmuştur. GMM, verilerin Gaussian dağılımına dayandığı varsayımı altında farklı varyans ve kovaryans yapılarına izin verdiğinden, mahalleler arası yapısal farklılıkları daha esnek şekilde modelleyebilmektedir. Küme sayısının belirlenmesinde Bayesian Information Criterion (BIC) kullanılmış, en düşük BIC değerini veren model tercih edilmiştir. Elde edilen kümeler mahallelerin sosyoekonomik profillerine göre ayrıştırılmasını sağlamıştır.

Mekânsal kümeleme

Aynı yöntem (GMM) mekânsal değişkenler üzerinden de uygulanmıştır. Mekânsal indeks puanları üzerinden yapılan analiz, mahallelerin fiziksel yapılaşma karakteristiklerine göre gruplandırılmasına imkân tanımıştır. Yine küme sayısı, BIC kriterine göre optimize edilmiştir.

Bütünleşik sosyo-mekânsal kümeleme

Son aşamada, her bir mahallenin hem sosyoekonomik hem de mekânsal indeks skorları bir araya getirilerek iki boyutlu bir veri seti oluşturulmuş, bu veri seti üzerinden GMM temelli nihai kümeleme gerçekleştirilmiştir. Bu sayede hem fiziksel çevre özellikleri hem de toplumsal yapı birlikte ele alınarak mahalleler çok boyutlu bir yaklaşımla sınıflandırılmıştır.

Sonuç ve değerlendirme

Bu üç aşamalı analiz süreci, Ankara'nın mahalle düzeyinde fiziksel ve sosyoekonomik çeşitliliğini hem ayrı ayrı hem de bütünleşik olarak ortaya koymayı amaçlamaktadır. GMM yöntemi sayesinde mahalleler arasında gözlemlenen yapısal farklılıklar esnek bir biçimde modellenebilmiş, indeks skorları aracılığıyla çok değişkenli veriler sadeleştirilerek yorumlanabilir hale getirilmiştir. Bu yöntemsel yaklaşım, ilerleyen aşamalarda enerji tüketimine yönelik hanehalkı profilinde temel girdi olarak kullanılmıştır.

3.4.2. Dublin için seçim bölgesi (electoral division) düzeyinde sosyo-ekonomik ve mekansal kümelenme analizi

Bu çalışmada, Dublin çalışma alanı seçim bölgesi düzeyinde (Electoral Division - ED) sosyo-ekonomik ve mekansal yapının gruplandırılması amacıyla, morfolojik, sosyoekonomik ve demografik göstergeler bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. Bu analiz, alanların mekânsal formu, sosyoekonomik profili ve demografik yoğunluk düzeyleri üzerinden anlamlı kümeler ayrılmasını hedeflemektedir. Kullanılan yöntem, çok değişkenli normalleştirilmiş skorların Gaussian Mixture Model (GMM) ile küme analizine tabi tutulması esasına dayanmaktadır.

Değişken setleri ve anlamları

Analiz kapsamında üç farklı boyutta toplanmış bileşik değişkenler kullanılmıştır:

Mekansal morfolojik göstergeler (built_env_index)

Bu bileşik gösterge, her seçim bölgesinde yapı stokunun mekansal karakteristiğini yansıtan üç alt bileşene dayalı olarak hesaplanmıştır:

- T6_1_HB_H_ratio: Müstakil (House/Bungalow) tipi konutların oranı
- T6_1_FA_H_ratio: Apartman (Flat/Apartment) tipi konutların oranı
- Yapı Yenilik Puani: Her seçim bölgesindeki yapı stoğunun yaşına göre ağırlıklı olarak oluşturulan bir yenilik puanı (Pre-1919'dan 2016+ yapılarına kadar 1–10 arası puanlama; 1 en eski, 10 en yeni olmak üzere)

Bu değişkenlerden konut tipi dağılımı (T6_1_FA_H_ratio - T6_1_HB_H_ratio) hesaplanmış ve yapı yenilik puanı ile birlikte Z-skor ile standardize edildikten sonra ortalaması alınarak mekansal indeks oluşturulmuştur. Yapı yenilik puanı için yüksek puanlar daha yeni ve apartmanlaşmış yerleşim alanlarını temsil etmektedir.

Sosyoekonomik göstergeler (socioeconomic_index)

Aşağıdaki sosyoekonomik değişkenler kullanılmıştır:

- EDHIGH22: Yüksek eğitim düzeyine sahip nüfus oranı (pozitif)
- HLPROF22: Yüksek profilli işte çalışan oranı (pozitif)
- OWNOC22: Ev sahipliği oranı (pozitif)
- AGEDEP22: Yaş bağımlılık oranı – genç ve yaşlı nüfus oranı (negatif)
- UNEMPF22: İşsizlik oranı (negatif)
- PRRENT22: Özel kiracı oranı (negatif)
- LARENT22: Kamu destekli kira oranı (negatif)
- PEROOM22: Oda başına kişi sayısı (konut kalabalıklığı) (negatif)

Bu değişkenlerin tümü önce Z-skor normalizasyonuna tabi tutulmuş, ardından negatif yönde yorumlanması gereken değişkenler (yaş bağımlılığı, işsizlik, kira, kalabalıklık gibi) işareti ters çevrilerek dönüştürülmüştür. Bu sayede tüm değişkenler aynı yönde (yüksek skor = yüksek yaşam kalitesi) hizalanmıştır. Son olarak ortalaması alınarak tek bir sosyoekonomik indeks değişkeni oluşturulmuştur.

Demografik göstergeler (Nüfus yoğunluğu)

- Pop_Density (kişi/hektar): Mahalle başına düşen kişi sayısı

Bu değişken mekansal ya da sosyoekonomik indeksler içinde eritilmemiş, bağımsız bir boyut olarak ele alınmıştır. Böylece, nüfus yoğunluğu faktörünün hem fiziksel yapı hem de toplumsal yapı üzerindeki etkisi ayrı ayrı değerlendirilebilir hale getirilmiştir.

Veri standardizasyonu

Tüm indeks ve değişkenler, farklı ölçekteki değişkenleri kıyaslanabilir hale getirmek amacıyla Z-score standardizasyonuna tabi tutulmuştur:

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{\sigma} \quad (3.1)$$

Bu işlem, Gaussian Mixture Model (GMM) gibi dağılıma duyarlı algoritmalarda karşılaştırılabilirlik ve denge sağlamak açısından zorunlu bir adımdır.

Kümelenme yöntemi

Standardize edilmiş üç ana bileşik değişken kullanılarak çok değişkenli bir kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir:

- Mekansal indeks
- Sosyoekonomik indeks
- Nüfus yoğunluğu (kişi/hektar) (Z-score'lu haliyle)

Kümelenme için Gaussian Mixture Model (GMM) yöntemi tercih edilmiştir. GMM, her bir kümenin olasılık dağılımını modelleyerek kümeler arası belirsizlikleri ve örtüşmeleri dikkate alır. Bu, şehir içi farklılaşmaların keskin sınırlar yerine yumuşak geçişlerle belirmesini modelleme açısından önemlidir.

Sonuç değişkenleri

Analiz sonucunda her seçim bölgesi için şu çıktılar elde edilmiştir:

- Bütüncül sosyoekonomik ve mekansal indeks: Tüm değişkenlerin normalize edilmiş ortalaması (bütüncül mekansal-sosyoekonomik skor)
- Nihai GMM kümesi (4 kümelik model örnek alınmıştır)

3.5. Mikro Ölçekli Veri Toplama: Hanehalkı Anket Çalışması

Mikro ölçekte yürütülen hanehalkı anketinin örneklem tasarımı, mezo ölçekte elde edilen kümeler üzerine kurulmuştur. Her iki kent için toplam örneklem büyüklüğü, klasik istatistiksel formüller ve literatürde benzer çalışmalarda kullanılan örnek hacimleri dikkate alınarak belirlenmiş; ardından bu örneklem, küme yapısına göre tabakalı (stratified) biçimde dağıtılmıştır. Böylece hem Ankara'da hem de Dublin'de farklı sosyo-mekânsal profilleri temsil eden mahalle/ED'lerden hane seçimi yapılmıştır.

Bu yaklaşım, yalnızca hanelerin bireysel özelliklerine değil, aynı zamanda içinde bulundukları kentsel bağlama da duyarlı bir veri seti üretmiştir. Örneğin, yüksek yoğunluklu, eski konut stokuna sahip ve görece dezavantajlı bir kümeden de; daha düşük yoğunluklu, yeni yapılaşmanın baskın olduğu ve görece olarak avantajlı bir kümeden de gözlem alınmıştır.

Anket formu, literatürde enerji tüketimini etkileyen faktörler ışığında tasarlanmıştır. Form, temel olarak dört ana bölümden oluşmaktadır: sosyoekonomik veriye yönelik özellikler, konutun fiziksel özellikleri, enerji tüketimine yönelik kişisel tutum ve davranışlar, ulaşım tercihleri.

Çizelge 3.3. Anket yapısı ve hipotezlerle ilişkisi

Hipotez	Temel Konu / Amaç	İlgili Soru No	Ana Değişkenler
H2, H3, H5	Yapılı çevrenin enerji tüketimine etkisi	9-13	Konut tipi, bina yaşı, yalıtım, mülkiyet
H2, H4	Sosyo-demografik yapının farklılaşması	2-8	Yaş, eğitim, meslek, hane büyüklüğü
H1, H2	Gelirin enerji altyapısı ve tasarrufa etkisi	7, 15	Gelir düzeyi, cihaz sahipliği, tasarruf eğilimi
H2, H6	Yaşam pratikleri ve farkındalık etkisi	20-21, 27-28	Farkındalık, alışkanlık, enerji duyarlılığı

Sorular, nicel analiz yapılabilecek şekilde yapılandırılmış; mümkün olduğunca kategorik veya sayısal ölçekte veri üretecek biçimde tasarlanmıştır. Her bir soru veya soru grubu, araştırma soruları ve hipotezlerle ilişkilendirilmiş (Çizelge 3.3); özellikle konut bazlı ve ulaşım bazlı enerji tüketimini açıklamaya dönük değişkenler dikkatle seçilmiştir.

3.5.1. Anketin uygulanma yöntemi ve alan çalışması

Bu tez kapsamında kullanılan mikro ölçekli veriler, Ankara ve Dublin kentlerinde eş zamanlı olarak yürütülen hanehalkı anket çalışmaları aracılığıyla elde edilmiştir. Anket uygulamaları, 5 Eylül – 30 Kasım 2025 tarihleri arasında her iki kentte paralel biçimde gerçekleştirilmiş; böylece mevsimsel etkiler ve dönemsel davranış farklılıklarının veri toplama süreci üzerindeki olası etkileri sınırlandırılmaya çalışılmıştır.

Dublin örneğinde anket çalışmaları, araştırmacının kendisi tarafından doğrudan sahada uygulanmıştır. Bu kapsamda, anketlerin yürütüleceği seçim bölgelerinde (Electoral Division) kamusal erişimin yüksek olduğu meydanlar, parklar, ana caddeler ve yaya yoğunluğu yüksek açık alanlar tercih edilmiştir. Anket sürecinde, çalışmanın amacını kısaca açıklayan taşınabilir bir bilgilendirme pankartı kullanılmış; araştırmacı belirlenen kamusal alanlarda gönüllü katılımcılara yüz yüze anket uygulamıştır. Buna ek olarak, yerel community centre'lar ziyaret edilmiş; bu merkezlerin duyuru panolarına anket bilgilendirme afişleri asılmıştır. Benzer biçimde, mahalle ölçeğinde faaliyet gösteren kafe ve kamusal kullanımı olan mekânların ilan panoları aracılığıyla anket duyuruları yapılmış; ayrıca farklı toplulukların düzenlediği sosyal ve kültürel etkinliklere katılım sağlanarak anket çalışması gönüllü katılımcılara doğrudan aktarılmıştır. Bu yaklaşım, farklı sosyoekonomik profillere sahip hanehalklarına erişimi artırmayı ve örneklemenin mekânsal çeşitliliğini güçlendirmeyi amaçlamıştır.

Ankara örneğinde ise anket çalışmaları hem araştırmacının kendisi tarafından hem de destekleyici saha uygulayıcıları aracılığıyla yürütülmüştür. Bu kapsamda, ODTÜ Mimarlık Fakültesi 4. sınıfında öğrenim gören toplam 10 öğrenci, saha uygulamalarına destek vermiştir. Öğrenciler, belirlenen mahallelerde muhtarlıklar, yerel işletmeler ve cami çevreleri gibi mahalle ölçeğinde kamusal etkileşimin yoğun olduğu alanlarda yüz yüze anket uygulamaları gerçekleştirmiştir. Bu mekânların tercih edilmesinde, farklı yaş gruplarından ve sosyoekonomik profillerden hanehalkı temsilcilerine erişim sağlanabilmesi temel belirleyici olmuştur. Araştırmacı tarafından yürütülen anketler ise Ankara'da da benzer biçimde kamusal alanlarda ve gönüllülük esasına dayalı olarak uygulanmıştır.

Her iki kentte de anket çalışmaları, katılımcılara araştırmanın amacı ve kapsamı hakkında kısa bir bilgilendirme yapılmasının ardından, gönüllü katılım esasına dayalı olarak

gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle, mikro ölçekte elde edilen verilerin farklı kentsel bağlamları temsil eden mahalle ve seçim bölgelerinde karşılaştırılabilir nitelikte olması hedeflenmiştir.

3.6. Veri Düzenleme ve Analiz Süreci

Bu aşamada, Ankara ve Dublin örneklerinde yürütülen hanehalkı anketlerinden elde edilen mikro ölçekli verilerin analize hazır hâle getirilmesi ve çok aşamalı analiz sürecine dâhil edilmesi amaçlanmıştır. Analiz süreci, ham verinin istatistiksel modellemeye doğrudan aktarılmasından önce, veri kalitesini ve karşılaştırılabilirliği güvence altına alacak bir dizi ön işlem adımını içermektedir. Bu kapsamda veri temizleme, kodlama ve değişkenlerin analitik çerçeveye uygun biçimde yeniden tanımlanması işlemleri gerçekleştirilmiş; ardından tanımlayıcı istatistikler aracılığıyla örneklemin genel profili ortaya konmuştur. Bu adımlar, izleyen aşamalarda uygulanacak çoklu regresyon, kantil regresyon ve SHAP temelli analizlerin metodolojik tutarlılığını sağlamak üzere analitik sürecin zorunlu bir ön koşulu olarak ele alınmıştır.

3.6.1. Veri temizleme, kodlama ve tanımlayıcı istatistikler

Anket verilerinin toplanmasının ardından, veri seti öncelikle eksik değerler ve uç gözlemler açısından incelenmiştir. Eksik veri durumunda, sorunun niteliğine ve eksikliğin oranına bağlı olarak ilgili gözlem analizden çıkarılmıştır. Metinsel yanıtlar sayısal kategorilere dönüştürülmüş; özellikle “diğer” seçeneği ile yazılan açıklamalar içerik analizi yoluyla uygun kategorilere yerleştirilmiştir.

Bu aşamada, hem Ankara hem de Dublin için ayrı ayrı tanımlayıcı istatistikler üretilmiştir. Hanehalkı özellikleri, konut fiziksel özellikleri, ısınma ve elektrik tüketimi, ulaşım modu ve süreleri gibi değişkenler için ortalama, medyan, standart sapma, frekans ve yüzde dağılımları hesaplanmış; bu genel profil, bulgular bölümünün ilk kısmını oluşturacak şekilde hazırlanmıştır.

Konut enerji tüketimi ve değişken kategorileri: Ankara ve Dublin’de yapılan anketlerde konuttan kaynaklanan enerji tüketimi üzerinden analizi gerçekleştirmek hedeflenmiştir.

Konut enerji tüketimine ilişkin analizlerde, hane düzeyinde toplanan anket verileri kullanılmıştır. Analizlerde, bağımlı değişkenler ve bağımsız değişkenler olmak üzere iki çeşit bulunmaktadır.

Çizelge 3.4. Anket soruları ve değişken ilişkisi

Değişken	Orjinal Soru Kaynağı
Yaş	Yaşınız
Eğitim	En yüksek tamamladığınız eğitim düzeyi nedir?
Hanehalkı Sayısı	Hanede sizin dışınızda kaç kişi yaşamaktadır?
Gelir	Hanehalkı toplam aylık gelir aralığınız nedir?
Konut Tipi	Yaşadığınız konut tipi nedir?
Mülkiyet Durumu	Yaşadığınız konutun mülkiyet durumu nedir?
Konut Büyüklüğü	Ortalama konut büyüklüğü nedir?
İzolasyon	Konutunuzda ısı yalıtımı var mı?
Bina Yaşı	Yaşadığınız binanın yaşı yaklaşık kaç yıldır?
Enerji Tüketimi Hakkında Görüş	Enerji tüketiminin çevresel etkileri hakkında ne düşünüyorsunuz?
Gönüllü Projeye Katılım İsteği	Mahallenizde sürdürülebilirlik veya enerji tasarrufuna yönelik bir projeye katılmak ister misiniz?
Kış Dönemi Elektrik Tüketimi	Lütfen 2024 Aralık, 2025 Ocak veya Şubat aylarından sadece birini içeren elektrik fatura ücretini sayısal olarak giriniz.
Yaz Dönemi Elektrik Tüketimi	Lütfen 2025 yılı Mayıs/Haziran/Temmuz aylarından sadece birini içeren elektrik fatura ücretini sayısal olarak giriniz.
Kış Dönemi Gaz Tüketimi	Lütfen 2024 Aralık, 2025 Ocak veya Şubat aylarından sadece birini içeren doğalgaz fatura ücretini sayısal olarak giriniz.
Yaz Dönemi Gaz Tüketimi	Lütfen 2025 yılı Mayıs/Haziran/Temmuz aylarından sadece birini içeren doğalgaz fatura ücretini sayısal olarak giriniz.

Bağımlı değişken olarak altı farklı enerji göstergesi tanımlanmıştır:

Toplam kış enerji gideri, toplam yaz enerji gideri, kış elektrik faturası, yaz elektrik faturası, kış doğalgaz faturası, yaz doğalgaz faturası.

Bağımsız değişkenler üç ana grupta toplanmıştır:

Sosyoekonomik değişkenler; yaş, eğitim, hanehalkı sayısı, gelir, mülkiyet değişkenlerinden oluşmaktadır.

Mekansal değişkenler; konut tipi, konut büyüklüğü, bina yaşı ve ısı yalıtımı değişkenlerinden oluşmaktadır.

Bireysel tutum ve davranışlar; enerji tasarrufu, enerji tüketimine yönelik tutum ve enerji tasarrufu ve sürdürülebilirliğe yönelik projelere gönüllü olarak katılma eğilimi değişkenlerinden oluşmaktadır.

3.6.2. Analitik yaklaşımın kuramsal temellendirilmesi

Bu bölümde, tez kapsamında yürütülen analiz süreci yalnızca uygulanan istatistiksel teknikler üzerinden değil, bu tekniklerin kentsel enerji tüketimi çalışmalarında nasıl bir kuramsal ve yöntemsel evrim içinde şekillendiği dikkate alınarak ele alınmaktadır. Analitik yaklaşımın temellendirilmesi amacıyla, öncelikle kentsel enerji ve politika literatüründe baskın olarak kullanılan yöntemsel çerçeveler özetlenmekte; ardından bu çerçevelerin, çok ölçekli, bağlama duyarlı ve doğrusal olmayan ilişkileri açıklamadaki sınırlılıkları tartışılmaktadır. Bu doğrultuda oluşturulan yöntemsel kurgu, Ankara ve Dublin örneklerinde uygulanan analiz adımlarının ardışıklığını ve bütünlüğünü açıklayan genel bir akış çerçevesi sunmakta; izleyen alt bölümlerde ise bu çerçeve, kent ve ölçek bazında ayrıntılandırılmaktadır.

Yöntemsel yaklaşımların kentsel enerji ve politika literatüründeki evrimi

Kentsel enerji tüketimi, sera gazı salımları ve sürdürülebilirlik göstergeleri, uzun bir süre boyunca ağırlıklı olarak doğrusal regresyon (Ordinary Least Squares – OLS) modelleri aracılığıyla analiz edilmiştir. Doğrusal OLS yaklaşımı, belirli bir bağımlı değişken üzerinde açıklayıcı değişkenlerin ortalama etkisini tahmin etmeye yönelik güçlü ve yorumlanabilir bir çerçeve sunmaktadır. Bu özelliği sayesinde OLS, özellikle kentsel büyüme, ulaşım, konut ve enerji tüketimi gibi alanlarda, politika yapıcılar için genel eğilimleri ve baskın belirleyicileri ortaya koymada temel bir analitik araç olarak kullanılmıştır (Gujarati ve Porter, 2009; Wooldridge, 2010). Nitekim kentsel yayılma, konut yoğunluğu ve enerji

tüketimi arasındaki ilişkileri inceleyen klasik çalışmalar, OLS modelleri aracılığıyla mekânsal formun enerji talebi üzerindeki genel yönlü etkilerini ortaya koymuştur (Ewing ve Rong, 2008).

Bununla birlikte, kentlerin sosyoekonomik, mekânsal ve davranışsal dinamiklerinin iç içe geçmiş, çok katmanlı ve çoğu zaman doğrusal olmayan ilişkiler sergilediğine yönelik kuramsal tartışmalar, doğrusal modellerin açıklayıcılığını giderek daha fazla sorgulamaya başlamıştır. Kentsel mekânın üretimini ve toplumsal ilişkilerle kurduğu çok boyutlu bağları vurgulayan yaklaşımlar, özellikle Henri Lefebvre'nin mekânın toplumsal olarak üretildiğine ilişkin çalışmaları, kentsel süreçlerin tekil ve doğrusal nedensellikler üzerinden açıklanamayacağını ortaya koymuştur (Lefebvre, 2014). Bu kuramsal arka plan, kentsel politika ve planlama literatüründe doğrusal olmayan, bağlama duyarlı ve koşullu analiz yöntemlerine olan ilgiyi artıran temel düşünsel zeminlerden birini oluşturmuştur.

Bu doğrultuda, son yıllarda kentsel enerji tüketimi, karbon salımları ve çevresel etkiler üzerine yapılan çalışmalarda polinomsal regresyon, etkileşimli modeller ve eşik (threshold) analizleri daha yaygın biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Bu yaklaşımlar, belirli bir değişkenin etkisinin sabit olmadığını; ölçeğe, belirli eşiklere ya da başka bir değişkenle olan etkileşimine bağlı olarak yön ve büyüklük değiştirebileceğini test etmeye olanak tanımaktadır. Örneğin, kentsel form, konut büyüklüğü ve gelir düzeyinin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin doğrusal olmadığını gösteren çalışmalar, mekânsal değişkenlerin belirli seviyelerden sonra doygunluk veya ivme kaybı sergileyebileceğini ortaya koymuştur (Anas, Arnott ve Small, 1998; Ewing ve Rong, 2008). Benzer biçimde, gelir ile enerji tüketimi arasındaki ilişkinin farklı sosyoekonomik gruplarda değiştiğini ortaya koyan etkileşimli modeller, kentsel enerji politikalarının tek tip araçlarla tasarlanmasının sınırlılıklarına işaret etmektedir.

Doğrusal olmayan ilişkilerin ve heterojen etkilerin daha sistematik biçimde incelenmesine olanak sağlayan bir diğer önemli yöntem ise kantil regresyon yaklaşımıdır. Koenker ve Bassett (1978; 33, 50) tarafından geliştirilen kantil regresyon, bağımlı değişkenin yalnızca koşullu ortalamasını değil, dağılımın farklı noktalarını (örneğin düşük, orta ve yüksek düzeylerini) modellemeye imkân tanımaktadır. Bu yönüyle kantil regresyon, özellikle enerji tüketimi gibi dağılımı asimetric ve heterojen olan değişkenler için, farklı tüketim rejimlerinde hangi faktörlerin baskın hâle geldiğini ortaya koymak açısından kritik bir

analitik avantaj sunmaktadır (Koenker, 2005). Nitekim kentsel enerji literatüründe bu yaklaşım, yüksek tüketimli haneler, enerji yoksulluğu riski altındaki gruplar veya uç tüketim profillerinin ayrı ayrı değerlendirilmesine olanak sağladığı için giderek daha fazla kullanılmaktadır (Kaza, 2010; Awan, Kocoglu, Subhan, Utepkalieva ve Hossain , 2025; Evkaya, Yılmaz ve Yüksel Haliloğlu 2023).

Son dönemde ise, kentsel enerji ve sürdürülebilirlik çalışmalarında makine öğrenmesi tabanlı modellerin yaygınlaşmasıyla birlikte, bu modellerin karar alma süreçleri açısından yorumlanabilirliğini artırmaya yönelik Explainable Artificial Intelligence (XAI) yaklaşımları önem kazanmıştır. Bu bağlamda SHAP (Shapley Additive Explanations) yöntemi, karmaşık ve doğrusal olmayan modellerde değişkenlerin göreceli katkılarını açıklamak için yaygın biçimde kullanılmaktadır (Lundberg ve Lee, 2017). SHAP, özellikle kentsel enerji tüketimi, CO₂ emisyonları ve bina performansı gibi çok değişkenli süreçlerde, politika yapıcılar için “hangi faktör ne ölçüde etkilidir?” sorusuna şeffaf ve karşılaştırılabilir yanıtlar üretme potansiyeline sahiptir. Her ne kadar SHAP ve benzeri XAI yöntemleri kentsel politika literatüründe henüz sınırlı sayıda çalışmada kullanılmış olsa da, enerji ve çevre alanındaki güncel araştırmalar, bu yaklaşımların politika tasarımı açısından giderek daha kritik hâle geldiğini ortaya koymaktadır (Wang vd., 2024; Özlük ve Yıldız, 2025).

Bu tez kapsamında kullanılan doğrusal OLS, polinomsal ve etkileşimli regresyonlar, kantil regresyon ve SHAP tabanlı yorumlama yaklaşımları, literatürde gözlenen bu yöntemsel evrimle uyumlu, çok katmanlı bir analitik zincir oluşturmaktadır. Amaç, enerji tüketimini tek bir ortalama ilişki üzerinden açıklamak yerine; doğrusal olmayanlıkları, eşik etkilerini, dağılıma duyarlı mekanizmaları ve bağlama özgü belirleyicileri birlikte ele alarak, kentsel enerji politikalarına yönelik daha hedefli, farklılaştırılmış ve kanıta dayalı çıkarımlar üretmektir.

3.6.3. Analiz sürecinin genel akışı ve yöntemsel aşamalar (Ankara ve Dublin)

Bu tez kapsamında Ankara ve Dublin örnekleri için yürütülen mikro ve mezo ölçekli analizler, tekil bir regresyon yaklaşımıyla sınırlı kalmayan, aşamalı ve bütüncül bir analitik çerçeve doğrultusunda kurgulanmıştır. Analiz süreci, hem değişkenler arası temel ilişkilerin ortaya konulmasını hem de bu ilişkilerin doğrusal olmayan, eşiklere duyarlı ve bağlama özgü yapılarının incelenmesini amaçlamaktadır.

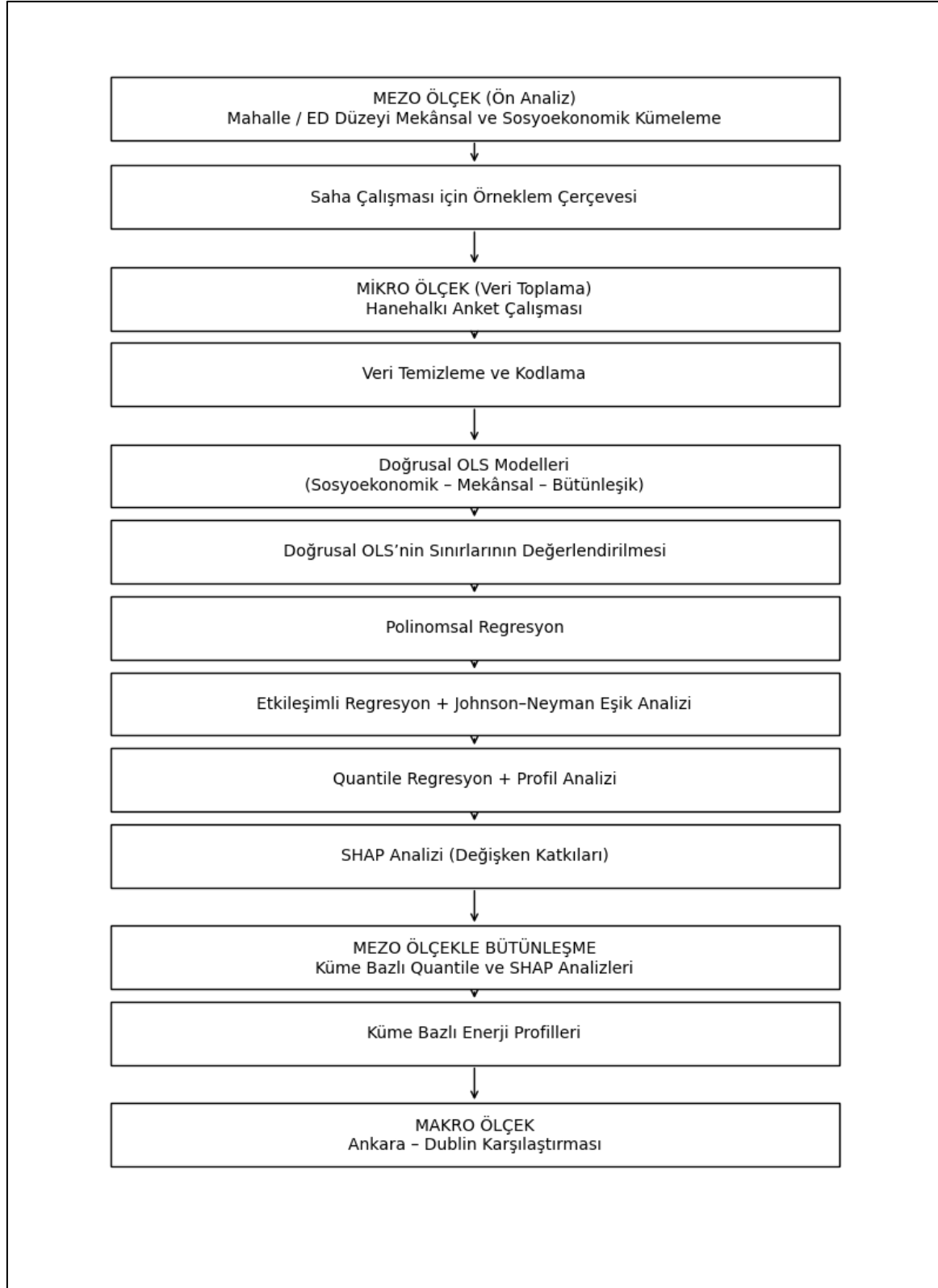
Şekil 3.5, Ankara ve Dublin örnekleri için izlenen bu analitik sürecin mahalle /ed seçiminden itibaren tüm aşamalarını özetlemektedir.

Doğrusal OLS regresyon modellerinden, küme bazlı enerji profilleri aşamasına kadar giden analiz adımlarında asıl amaç; mikro ölçekte ki hane bazlı enerji tüketim analizlerinin mezo ölçekte okunabilmesi ve buna yönelik politikalar oluşturulmasına zemin hazırlamaktır. Bu aşamayı daha iyi kavrayabilmek amacıyla Çizelge 3.5'in incelenmesi faydalı olacaktır.

İlk aşamada, her iki kent için de hanehalkı enerji tüketimini etkileyen faktörlerin ortalama etkilerini belirlemek amacıyla doğrusal OLS regresyon analizleri uygulanmıştır. Bu kapsamda, üç yarı model grubu oluşturulmuştur: sosyoekonomik modeller, mekânsal/fiziksel modeller ve bütünleşik (sosyo-mekânsal) modeller.

Bu aşama, değişkenlerin göreceli önemlerinin karşılaştırılmasını ve klasik literatürde sıkça kullanılan doğrusal yaklaşımlarla uyumlu bir başlangıç noktası oluşturmayı hedeflemiştir.

Doğrusal OLS sonuçlarının, özellikle gelir, konut büyüklüğü ve bina yaşı gibi değişkenlerde eşik, doygunluk ve bağlama bağlı farklılaşmalara işaret etmesi üzerine, analiz süreci doğrusal olmayan modellere genişletilmiştir. Bu doğrultuda ikinci aşamada polinomsal regresyon modelleri kurulmuş; değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin belirli düzeylerden sonra hız veya yön değiştirip değiştirmediği test edilmiştir. Polinomsal analizler, bir sonraki aşamada uygulanacak etkileşimli ve eşik temelli modeller için keşifsel (exploratory) bir zemin oluşturmuştur.



Şekil 3.5. Ankara ve Dublin örnekleri için çok ölçekli ve aşamalı analiz süreci

Çizelge 3.5. Hane bazlı enerji tüketim analizlerinden mezo ölçekte farklı bağlamların yorumlanması sürecine uzanan yöntemsel aşamaların özeti

Analizin Adı	Yöntemdeki Aşama	Sorgulanan Hipotez(ler)	Analizin Yöntemsel Amacı	Üretilen Çıktı Türü
Doğrusal OLS Regresyon (Sosyoekonomik, Mekânsal, Bütünleşik)	Başlangıç / Referans Analizi	H1, H2	Enerji tüketimi ile temel sosyoekonomik ve mekânsal değişkenler arasındaki ortalama ve doğrusal ilişkileri test etmek	Katsayılar, R^2 , anlamlılık düzeyleri
Bütünleşik OLS Modeller	Değişkenlerin birlikte etkisi	H2, H3	Sosyoekonomik, mekânsal ve davranışsal değişkenlerin birlikte ele alındığında açıklama gücünün artıp artmadığını sınamak	Karşılaştırmalı model çıktıları
Polinomsal OLS Regresyon (2. ve 3. Derece)	Doğrusal olmayanlık testi	H1	Gelir ve konut büyüklüğü gibi değişkenlerin enerji tüketimiyle ilişkisinin eşik-duyarlı olup olmadığını incelemek	Polinomsal katsayılar, eğrisel ilişkiler
Etkileşimli OLS Regresyon	Koşullu etki analizi	H3	Sosyoekonomik değişkenlerin etkilerinin, mekânsal özelliklere bağlı olarak güçlenip zayıflayıp zayıflamadığını test etmek	Etkileşim katsayıları
Johnson–Neyman Eşik Analizi	Eşiklerin tanımlanması	H3	Etkileşimli ilişkilerin hangi gelir/ölçek aralıklarında anlamlı olduğunu belirlemek	Anlamlı aralıklar, marjinal etkiler
Kantil (Kantil) Regresyon	Tüketim rejimlerinin ayrıştırılması	H1, H4	Enerji tüketimini belirleyen faktörlerin düşük–orta–yüksek tüketim rejimlerinde nasıl farklılaştığını incelemek	Kantil bazlı katsayılar
Kantil Bazlı Betimleyici Analiz	Rejimlerin profillenmesi	H4	Kantil gruplarının sosyoekonomik ve mekânsal profillerini tanımlamak	Ortalama, medyan, yüzde dağılımlar
SHAP (Global) Analizi	Görelî önem analizi	H6	Değişkenlerin model çıktısına olan görelî katkı büyüklüklerini karşılaştırmak	Ortalama mutlak SHAP değerleri
SHAP (Local ve Etkileşim) Analizi	Mikro düzey açıklama	H5	Aynı değişkenlerin farklı hanelerde neden farklı etkiler ürettiğini açıklamak	Local SHAP, bağımlılık grafikleri
Mezo Ölçek Küme × Kantil × SHAP Analizi	Bağlama duyarlı bütünleşme	H4, H5, H6	Aynı tüketim düzeylerinin farklı kentsel bağlamlarda hangi mekanizmalarla üretildiğini ortaya koymak	Küme–kantil bazlı SHAP baskınlıkları

Dördüncü aşamada, enerji tüketiminin dağılım boyunca nasıl farklılaştığını analiz etmek amacıyla kantil regresyon yaklaşımı uygulanmıştır. Düşük, orta ve yüksek tüketim gruplarını temsil eden kantiller üzerinden yapılan analizler, farklı tüketim rejimlerinde hangi

değişkenlerin baskın hâle geldiğini ortaya koymuştur. Kantil regresyon sonuçları, kantil-temelli profil analizleri ve grup farkı testleri (Kruskal–Wallis ve ki-kare) ile desteklenmiştir.

Bu süreçte, mikro ölçekte anket verileri kullanılarak kümeleme analizleri de gerçekleştirilmiştir. Her ne kadar küme grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiş olsa da, oluşan kümelerin yapısal olarak birbirine oldukça yakın olması ve açıklayıcı gücünün sınırlı kalması nedeniyle, bu kümeler ana analiz çerçevesine dâhil edilmemiş; sonuçlar yöntemsel bir bulgu olarak değerlendirilmiştir.

Beşinci aşamada, SHAP (Shapley Additive Explanations) yöntemi kullanılarak, regresyon ve dağılıma duyarlı analizlerde elde edilen sonuçlar değişken katkıları açısından yorumlanmıştır. SHAP analizleri, enerji tüketimini belirleyen faktörlerin yalnızca istatistiksel anlamlılığını değil, göreceli önem sıralamasını ve yönünü ortaya koyarak politika açısından yorumlanabilir bir çerçeve sunmuştur.

Son aşamada ise, kantil ve SHAP analizleri, daha önce mezo ölçekte tanımlanan sosyoekonomik ve mekânsal küme grupları temel alınarak yeniden uygulanmıştır. Bu sayede her bir mezo ölçekli küme için enerji tüketim profilleri ve baskın belirleyiciler tanımlanmış; böylece mezo ölçekte politika tartışmalarını destekleyecek analitik bir karar destek altyapısı oluşturulmuştur. Bu yaklaşım, doğrudan bir politika modeli üretmekten ziyade, farklı kentsel tipolojiler için farklılaşan enerji tüketim dinamiklerini görünür kılan analitik bir çerçeve sunmaktadır.

Tüm bu aşamalar sonucunda, Ankara ve Dublin örnekleri karşılaştırılarak, makro ölçekte farklı kentsel bağlamların ve yapılaşma örüntülerinin enerji tüketim karakterleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiş; kentlere özgü ve bağlama duyarlı enerji politikalarının gerekliliği analitik olarak tartışılmıştır.

3.6.4. Dublin örneğinde çok aşamalı regresyon analizleri ve mezo ölçekle bütünleşik değerlendirme

Dublin örnekleminde kullanılan anket verileri, regresyon analizlerine geçilmeden önce çok aşamalı bir ön işleme sürecinden geçirilmiştir. Tüm bağımlı ve bağımsız değişkenler sayısal formata dönüştürülmüş; sayısal karşılığı olmayan veya analitik anlam taşımayan yanıtlar eksik değer (NaN) olarak tanımlanmıştır.

OLS modelleri, yalnızca ilgili bağımlı değişken için eksiksiz gözlemlere sahip alt örneklemeler üzerinden tahmin edilmiştir. Bu yaklaşım, model bazında örneklem büyüklüklerinin değişmesine yol açmakla birlikte, parametre tahminlerinin tutarlılığını korumayı amaçlamaktadır.

Korelasyon analizi

Regresyon analizine geçilmeden önce, değişkenler arasındaki ikili doğrusal ilişkileri incelemek amacıyla Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır.

Bu kapsamda iki ayrı korelasyon matrisi oluşturulmuştur:

- Tüm değişkenleri içeren genel korelasyon matrisi (EK-1A. Çizelge)
- Yalnızca bağımsız değişkenleri içeren korelasyon matrisi (EK-1B. Çizelge)

Bağımsız değişkenler arası korelasyonların değerlendirilmesi: bağımsız değişkenler arasında gözlenen ilişkiler genel olarak düşük ve orta düzeydedir. Hiçbir değişken çifti için $|r| \geq 0.70$ düzeyinde güçlü bir korelasyon tespit edilmemiştir. Bu nedenle, korelasyon analizi aşamasında otomatik bir değişken elemesi yapılmamış; çoklu doğrusal bağlantı riski VIF analizi üzerinden değerlendirilmiştir.

Enerji göstergeleri arasındaki korelasyonlar: enerji tüketim göstergeleri arasında, mevsimler ve enerji türleri itibarıyla güçlü korelasyonlar gözlenmiştir. Bu desen, yüksek tüketimli hanelerin yıl boyunca görece yüksek tüketim seviyelerini koruduğunu göstermektedir. Ancak bu ilişkiler, bağımlı değişkenlerin doğası gereği beklenen bir yapı olarak değerlendirilmiş ve modelleme sürecinde her bir enerji göstergesi ayrı bağımlı değişken olarak ele alınmıştır.

VIF analizi ve nihai değişken seçimi

Korelasyon analizini takiben, çoklu doğrusal bağlantıyı değerlendirmek amacıyla, bağımsız değişken seti için iteratif bir VIF analizi uygulanmıştır. Bu süreçte, VIF değeri kabul edilebilir eşik değerin ($VIF > 10$) üzerinde olan değişkenler modelden çıkarılmış ve elenen değişkenler ayrıca kaydedilmiştir.

VIF analizi sonucunda, Education ve Age değişkenlerinin yüksek VIF değerlerine sahip olduğu ve diğer sosyoekonomik değişkenlerle güçlü biçimde örtüştüğü belirlenmiştir. Bu değişkenler, modele ek açıklayıcı katkı sağlamadan katsayı tahminlerinin belirsizliğini artırdıkları için analiz kapsamı dışında bırakılmıştır.

Nihai bağımsız değişken seti için hesaplanan VIF değerlerinin tamamının kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığı görülmüş ve regresyon modelleri bu nihai değişken seti üzerinden tahmin edilmiştir.

Dublin için regresyon model kurgusu

Dublin örnekleminde üç ana model grubu kurgulanmıştır:

(1) Sosyoekonomik Modeller

Amaç: Hanehalkı özelliklerinin enerji tüketimi üzerindeki doğrudan etkisini incelemek

- Bağımsız değişkenler: HHSize, Income, SaveMeasures, Opinion, Volunteer
- Bağımlı değişkenler: Total_Winter, Total_Summer

(2) Mekânsal / Fiziksel modeller

Amaç: Konut tipolojisi ve fiziksel özelliklerin etkisini izole biçimde değerlendirmek

- Bağımsız değişkenler: DwellingType, DwellingSize, Insulation, BuildingAge
- Bağımlı değişkenler: Total_Winter, Total_Summer

(3) Bütünleşik (Sosyo-mekânsal) modeller

Amaç: Sosyoekonomik, mekânsal ve davranışsal faktörlerin birlikte etkisini değerlendirmek

- Bağımsız değişkenler: HHSize, Income, DwellingType, DwellingSize, Insulation, BuildingAge, SaveMeasures, Opinion, Volunteer
- Bağımlı değişkenler:

- Toplam enerji: Total_Winter, Total_Summer
- Alt bileşenler: Winter_Elec, Summer_Elec, Winter_Gas, Summer_Gas

Çizelge 3.6. Dublin örneği için ols regresyon model kurguları

Model Grubu	Model Kodu	Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişkenler
Sosyoekonomik	SE-1	Total_Winter	HHSize, Income, SaveMeasures, Opinion, Volunteer
Sosyoekonomik	SE-2	Total_Summer	HHSize, Income, SaveMeasures, Opinion, Volunteer
Mekânsal/Fiziksel	SP-1	Total_Winter	DwellingType, DwellingSize, Insulation, BuildingAge
Mekânsal/Fiziksel	SP-2	Total_Summer	DwellingType, DwellingSize, Insulation, BuildingAge
Bütünleşik	INT-1	Total_Winter	HHSize, Income, DwellingType, DwellingSize, Insulation, BuildingAge, SaveMeasures, Opinion, Volunteer
Bütünleşik	INT-2	Total_Summer	HHSize, Income, DwellingType, DwellingSize, Insulation, BuildingAge, SaveMeasures, Opinion, Volunteer
Bütünleşik	INT-3	Winter_Elec	Aynı bağımsız değişken seti
Bütünleşik	INT-4	Summer_Elec	Aynı bağımsız değişken seti
Bütünleşik	INT-5	Winter_Gas	Aynı bağımsız değişken seti
Bütünleşik	INT-6	Summer_Gas	Aynı bağımsız değişken seti

Dublin OLS analizleri doğrudan şu hipotezleri ve araştırma sorularını test etmektedir:

- H1: Gelirin enerji tüketimi üzerindeki etkisinin doğrusal ve tek yönlü olmadığı varsayımı
- H2: Hanehalkı büyüklüğü ve demografik yapıların enerji tüketiminde temel belirleyiciler olduğu
- H3: Mekânsal değişkenlerin sosyoekonomik etkileri güçlendiren veya zayıflatan aracı faktörler olduğu
- H4: Aynı sosyoekonomik profillerin farklı kentsel bağlamlarda farklı enerji örüntüleri sergilediği

Bu analizler, özellikle hane büyüklüğü – yalıtım – gelir ekseninin Dublin bağlamında nasıl çalıştığını ortaya koyarak, karşılaştırmalı kent analizinin ampirik temelini oluşturmaktadır.

Doğrusal OLS'nin sınırları ve ileri modellerin zorunluluğu

Dublin OLS sonuçları, aşağıdaki nedenlerle ileri analizleri zorunlu kılmaktadır:

1. Aynı değişkenin farklı bağımlı değişkenlerde farklı işaret ve anlamlılık üretmesi
2. Fiziksel değişkenlerin etkisinin enerji türüne ve mevsime duyarlı olması
3. Davranışsal değişkenlerin ortalama etki altında görünmez hale gelmesi
4. Gelir ve konut büyüklüğü gibi değişkenlerde eşik ve doyumluk ihtimali

Bu nedenle:

- Polinomsal regresyon → marjinal etkilerin doğrusal olmadığını test etmek için
- Threshold modeller → gelir, konut büyüklüğü ve bina yaşı için eşik davranışlarını yakalamak üzere
- Etkileşimli OLS → sosyoekonomik ve mekânsal faktörlerin birlikte etkisini görmek için
- Kantil regresyon → düşük–orta–yüksek tüketim profillerini ayırtmak için
- SHAP → değişkenlerin küresel ve yerel katkılarını ortaya koymak için

Dublin örneğinde yöntemsel olarak gerekçelendirilmiş ve ampirik olarak zorunludur.

Polinomsal regresyon analizleri

Dublin örneği için mikro ölçekte yürütülen analizlerde, doğrusal OLS regresyonlarının ardından polinomsal regresyon yaklaşımı uygulanmıştır. Bu aşamada, toplam kış enerji tüketimi bağımlı değişken olarak seçilmiştir. Bu tercih, önceki doğrusal OLS modellerinde kış dönemine ait enerji tüketiminin, yaz dönemine kıyasla, konutun fiziksel ve mekânsal özellikleriyle daha tutarlı ve açıklayıcı ilişkiler sergilemesine dayanmaktadır. Özellikle bina yaşı, konut büyüklüğü ve yalıtım gibi değişkenlerin etkilerinin kış döneminde daha belirgin hâle gelmesi, doğrusal olmayan ilişkilerin test edilmesi için uygun bir analitik zemin sunmuştur.

Polinomsal regresyon analizinde kullanılacak bağımsız değişkenler, hem tez kapsamında geliştirilen hipotezler hem de önceki doğrusal OLS bulguları dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda, gelir, konut büyüklüğü, bina yaşı ve hanehalkı yaşı değişkenleri modele dâhil edilmiştir. Bu değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin, belirli eşiklerden sonra yön veya hız değiştirebileceği ya da doyumluk etkisi gösterebileceği varsayılmıştır. Bu

nedenle, modele ikinci dereceden (quadratic) terimler eklenmiş; seçili değişken çiftleri için etkileşim terimleri oluşturularak, değişkenlerin yalnızca etkilerinin yönü değil, etki biçimleri de incelenmiştir.

Bu aşamada polinomsal regresyon, bağımlı değişken üzerindeki doğrusal olmayan yapıları test etmek amacıyla keşifsel (exploratory) bir araç olarak kullanılmıştır. Amaç, enerji tüketimi ile sosyoekonomik ve mekânsal değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal varsayım altında yeterince temsil edilip edilemediğini değerlendirmek ve doğrusal modellerin ötesine geçen örüntüleri tespit etmektir. Bu yaklaşım, değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin homojen olmadığını ve belirli koşullarda farklılaşabileceğini test etmeye olanak sağlamaktadır.

Polinomsal OLS analizi, aynı zamanda bir sonraki aşamada uygulanacak etkileşimli regresyon, eşik analizi ve kantil regresyon modelleri için yöntemsel bir ön adım niteliği taşımaktadır. Bu bağlamda, doğrusal olmayan yapıların varlığına işaret eden değişkenler, sonraki analizlerde daha ayrıntılı ve dağılıma duyarlı yöntemlerle yeniden ele alınmak üzere belirlenmiştir. Böylece mikro ölçekte enerji tüketim örüntülerinin, tek tip ve doğrusal ilişkiler yerine, bağlama duyarlı ve eşik etkileri içeren bir yapı sergileyip sergilemediği sistematik biçimde test edilmiştir.

Çizelge 3.7. Polinomsal regresyon analizinde test edilen değişkenler ve terimler (Dublin)

Değişken	Modele Dahil Edilme Biçimi	Yöntemsel Gerekçe
Konut büyüklüğü	Lineer + kare terim	Ölçek büyüdükçe marjinal etkinin değişmesi
Bina yaşı	Lineer	Fiziksel yıpranma etkisi
Hanehalkı yaşı	Lineer	Kullanım profiline bağlı tüketim farkları
Gelir	Lineer + kare terim	Eşik ve doygunluk etkisi varsayımı
Bina yaşı $\times$ Hh yaşı	Etkileşim	Mekânsal–demografik koşulluluk

Bu polinomsal regresyon aşaması, doğrudan sonuç üretmekten ziyade, tez kapsamında geliştirilen hipotezlerin ve araştırma sorularının yöntemsel olarak sınanmasına yönelik bir ara adım niteliği taşımaktadır. Özellikle hanehalkı gelirinin enerji tüketimi üzerindeki etkisinin doğrusal ve homojen olmadığı; belirli eşiklerden sonra farklı tepkiler üretebileceği

varsayımı bu aşamada test edilmiştir. Bununla birlikte, sosyoekonomik özelliklerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin, konutun fiziksel ve mekânsal nitelikleriyle birlikte ele alındığında anlamlı biçimde değişip değişmediği incelenmiş; mekânsal değişkenlerin sosyoekonomik faktörlerin etkilerini güçlendiren veya zayıflatan aracı faktörler olarak işlev görüp görmediği değerlendirilmiştir. Bu çerçevede polinomsal regresyon, enerji tüketimi ile konut büyüklüğü ve bina yaşı gibi mekânsal değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal varsayım altında yeterince temsil edilip edilemediğini sorgulamakta; enerji tüketiminin belirli eşiklerden sonra farklı hızlarda artıp artmadığını ya da doygunluk etkisi gösterip göstermediğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Ayrıca sosyoekonomik değişkenlerin etkilerinin, konutun fiziksel özelliklerine bağlı olarak koşullu hâle gelip gelmediği bu aşamada yöntemsal olarak test edilmiştir. Bu sorulara ilişkin kesin ve ayrıntılı yanıtlar, izleyen aşamalarda uygulanan etkileşimli regresyon, kantil regresyon ve Johnson–Neyman analizleri aracılığıyla elde edilecek olup, polinomsal OLS analizi bu ileri analizlerin gerekçelendirilmesini sağlayan temel bir geçiş basamağı olarak kurgulanmıştır.

Etkileşimli OLS ve Johnson–Neyman eşik analizi

Dublin örneğinde mikro ölçekte yürütülen analizlerde, doğrusal OLS ve polinomsal regresyon sonuçlarının, özellikle gelir ve konut büyüklüğü değişkenlerinin toplam kış enerji tüketimi ile olan ilişkilerinin doğrusal bir yapı sergilemediğine işaret etmesi üzerine, analiz süreci etkileşimli regresyon yaklaşımı ile derinleştirilmiştir. Bu kapsamda, enerji tüketiminin sosyoekonomik değişkenler tarafından tekil ve koşulsuz biçimde mi, yoksa mekânsal bağlamla birlikte ve koşullu olarak mı şekillendiğini test etmek amacıyla, toplam kış enerji tüketimi bağımlı değişken olarak ele alınmış ve gelir ile konut büyüklüğü arasındaki etkileşim terimini içeren OLS modelleri kurulmuştur. Etkileşimli regresyon yaklaşımı, gelirin enerji tüketimi üzerindeki etkisinin konut ölçeğine bağlı olarak değişip değişmediğini ortaya koymayı amaçlamakta; böylece doğrusal modellerde gözlenen zayıf veya kararsız ilişkilerin, bağlamsal koşullar altında yeniden değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Etkileşimli OLS modellerinin ardından, bu koşullu ilişkilerin belirli eşik değerleri etrafında anlamlı hâle gelip gelmediğini değerlendirmek amacıyla Johnson–Neyman yaklaşımı uygulanmıştır. Johnson–Neyman yöntemi, moderatör değişken olarak ele alınan gelirin hangi değer aralıklarında konut büyüklüğünün enerji tüketimi üzerindeki etkisini istatistiksel olarak anlamlı kıldığını belirlemeye yönelik eşik temelli bir analiz sunmaktadır. Bu yöntem,

etkileşim terimlerinin yalnızca ortalama etki düzeyinde değil, dağılım boyunca nasıl davrandığını incelemeye imkân tanıdığı için, doğrusal ve polinomsal modellerin ötesinde daha ayrıntılı bir analitik çerçeve sağlamaktadır.

Bu aşamada etkileşimli regresyon ve Johnson–Neyman analizi, Dublin bağlamında enerji tüketiminin belirli gelir eşikleri üzerinden keskin biçimde ayrışıp ayrışmadığını test etmek amacıyla kullanılmıştır. Analizin yöntemi, gelir–konut büyüklüğü ilişkisinin tüm örneklem boyunca homojen bir etki üretip üretmediğini ya da belirli gelir bantlarında farklılaşan bir yapı sergileyip sergilemediğini ortaya koymaya yöneliktir. Böylece bu adım, gelirin enerji tüketimi üzerindeki etkisinin doğrusal olmayan ancak aynı zamanda eşik temelli olup olmadığını değerlendiren ara bir yöntemsel basamak olarak kurgulanmıştır.

Bu çerçevede etkileşimli ve Johnson–Neyman temelli analizler, tez kapsamında geliştirilen hipotezlerin bağlama duyarlı biçimde sınanmasına katkı sağlamaktadır. Özellikle gelirin enerji tüketimi üzerindeki etkisinin doğrusal ve tek tip olmadığı varsayımı ile aynı sosyoekonomik değişkenlerin farklı kentsel bağlamlarda farklı enerji tüketim örüntüleri üretebileceği yönündeki hipotezler, bu aşamada yöntemsel olarak test edilmiştir. Elde edilen bulguların sınırlı veya bağlama özgü olması, yöntemin geçerliliğini zayıflatmak yerine, Dublin örneğinde mikro ölçekte gelir temelli eşiklerin tek başına açıklayıcı olmayabileceğine işaret etmekte; böylece izleyen aşamalarda mekânsal tipolojiler, bina yaşı ve konut türü gibi yapısal değişkenlere dayalı analizlerin neden gerekli olduğunu yöntemsel düzeyde gerekçelendirmektedir.

Çizelge 3.8. Etkileşimli regresyon ve johnson–neyman analizinde test edilen yapı (Dublin)

Analiz Aşaması	Bağımlı Değişken	Ana Değişken(ler)	Moderatör / Etkileşim	Yöntemsel Amaç
Etkileşimli OLS	Toplam Kış Enerji Tüketimi	Konut Büyüklüğü	Gelir	Gelirin konut ölçeğine bağlı koşullu etkisini test etmek
Johnson–Neyman	Toplam Kış Enerji Tüketimi	Konut Büyüklüğü	Gelir (eşik boyunca)	Etkinin hangi gelir düzeylerinde anlamlılaştığını incelemek

Kantil regresyon analizleri

Dublin örneğinde mikro ölçekte yürütülen analizlerde, klasik OLS regresyon modellerinin enerji tüketimi üzerindeki ortalama etkiyi temsil etmesi ve önceki polinomsal ile etkileşimli analizlerde doğrusal olmayan örüntülere işaret edilmesi nedeniyle, enerji tüketiminin dağılım boyunca nasıl farklılaştığını incelemek amacıyla kantil regresyon yaklaşımı benimsenmiştir. Kantil regresyon yöntemi, bağımlı değişkenin koşullu ortalamasına odaklanan OLS modellerinden farklı olarak, enerji tüketiminin düşük, orta ve yüksek düzeylerinde belirleyici mekanizmaların karşılaştırmalı biçimde analiz edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu yönüyle yöntem, enerji tüketiminin homojen bir süreç olarak değil, farklı tüketim rejimleri altında farklılaşan bir yapı olarak ele alınmasına imkân tanımaktadır.

Analizler, toplam kış enerji tüketimi (Total_Winter) bağımlı değişkeni için $\tau = 0.25$, $\tau = 0.50$ ve $\tau = 0.75$ kantilleri üzerinden yürütülmüştür. Bu kantiller sırasıyla düşük, medyan ve yüksek enerji tüketim düzeylerini temsil edecek biçimde seçilmiştir. Modele dâhil edilen bağımsız değişkenler, hem kuramsal çerçeveye hem de önceki doğrusal ve doğrusal olmayan analizlerin bulguları dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu kapsamda hanehalkı büyüklüğü, konut büyüklüğü, yalıtım durumu ve gelir temel açıklayıcı değişkenler olarak modele alınmış; bina yaşı ve konut tipi ise enerji tüketimini dolaylı olarak etkileyebileceği varsayımıyla kontrol değişkenleri olarak kullanılmıştır. Böylece sosyoekonomik ve mekânsal değişkenlerin, enerji tüketiminin farklı düzeylerinde nasıl bir rol oynadığı sistematik biçimde test edilmiştir.

Kantil regresyon yaklaşımı, bu çalışmada yalnızca doğrusal modellerde gözlenen zayıf veya ortalamaya sıkışmış ilişkileri ayırtırmak amacıyla değil, aynı zamanda enerji tüketiminin belirli düzeylerinde hangi mekanizmaların baskın hâle geldiğini ortaya koymak amacıyla kullanılmıştır. Bu yöntemsel tercih, özellikle gelir ve yalıtım gibi değişkenlerin etkilerinin tüm örneklem boyunca homojen olup olmadığını sorgulamaya imkân tanımakta; belirli tüketim gruplarında yoğunlaşan etkilerin görünür hâle gelmesini sağlamaktadır. Bu yönüyle kantil regresyon, doğrusal OLS, polinomsal regresyon ve etkileşimli modellerle birlikte, tez kapsamında kurgulanan çok aşamalı ve ölçeğe duyarlı analitik çerçevenin tamamlayıcı bir bileşeni olarak konumlandırılmıştır.

Bu aşamada kantil regresyon, tezde geliştirilen hipotezlerin dağılıma duyarlı biçimde sınanmasına hizmet eden ileri bir yöntemsel araç olarak kullanılmış; enerji tüketiminin tekil bir ortalama ilişki üzerinden değil, tüketim düzeylerine göre ayrışan bir yapı sergileyip sergilemediği değerlendirilmiştir. Elde edilen bulguların yorumu ve kentler arası karşılaştırmalı değerlendirmeler, izleyen bulgular ve tartışma bölümlerinde ele alınmıştır.

Çizelge 3.9. Dublin örneği için kantil regresyon analizinin yöntemsel kurgusu

Öğeler	Açıklama
Bağımlı değişken	Toplam kış enerji tüketimi (Total_Winter)
Kantiller (τ)	0.25 (düşük), 0.50 (medyan), 0.75 (yüksek)
Temel açıklayıcı değişkenler	Hane büyüklüğü, konut büyüklüğü, gelir, yalıtım
Kontrol değişkenleri	Bina yaşı, konut tipi
Yöntemsel amaç	Enerji tüketiminin dağılım boyunca farklılaşan belirleyicilerini incelemek

SHAP analizi

Dublin örneğinde, hanehalkı enerji tüketimini belirleyen faktörlerin göreceli önem sıralamasını, doğrusal olmayan etkilerini ve değişkenler arası koşullu etkileşimleri daha bütüncül biçimde değerlendirebilmek amacıyla, açıklanabilir makine öğrenmesi yaklaşımı olarak SHAP (SHapley Additive exPlanations) analizi uygulanmıştır. Bu yöntem, klasik regresyon modelleriyle elde edilen ortalama etkilerin ötesine geçerek, her bir bağımsız değişkenin tahmin edilen enerji tüketimine olan marjinal katkısını hem küresel (global) hem de hane bazında (local) ayırtmaya imkân tanımaktadır.

Dublin için SHAP analizinin tercih edilmesinin temel nedeni, OLS, polinomial, etkileşimli ve kantil regresyon analizlerinde ortaya konan doğrusal olmayan ve kuantil-duyarlı ilişki örüntülerinin, tekil katsayılar aracılığıyla bütüncül biçimde yorumlanmasının sınırlı kalmasıdır. Bu bağlamda SHAP analizi, özellikle değişken etkilerinin bağlama ve konut özelliklerine bağlı olarak nasıl farklılaştığını görünür kılmak amacıyla analitik sürece dâhil edilmiştir. Yöntem, bu yönüyle çalışmanın H1, H3, H4 ve H6 numaralı hipotezlerine doğrudan katkı sağlamaktadır.

Model seçimi

SHAP analizinde açıklanacak tahmin modeli olarak Gradient Boosting Regressor (GBR) kullanılmıştır. GBR modelinin seçilmesinin başlıca nedenleri; doğrusal olmayan ilişki yapılarını ve karmaşık etkileşimleri esnek biçimde modelleyebilmesi, farklı değişken gruplarının enerji tüketimi üzerindeki koşullu etkilerini yakalayabilmesi ve SHAP algoritması ile yüksek düzeyde uyumluluk göstermesidir. Bu özellikler, Dublin bağlamında enerji tüketiminin tekil sosyoekonomik faktörlerden ziyade, konutun fiziksel özellikleri ve yapı stoku bileşenleriyle birlikte şekillendiği varsayımının test edilmesi açısından yöntemsel olarak uygun bir çerçeve sunmaktadır.

Model, bağımlı değişken olarak kış dönemi toplam enerji tüketimi (Toplam_Kış) kullanılarak tahmin edilmiştir. Bu tercih, Dublin’de enerji tüketiminin mevsimsel olarak belirgin biçimde kış döneminde yoğunlaştığını ve önceki analizlerde de gösterildiği üzere, yapı stoku özellikleri ile hane kompozisyonunun bu dönemde daha belirleyici rol oynadığını ortaya koyan bulgularla uyumludur.

Değişken seçimi ve veri hazırlığı

SHAP analizinde kullanılan değişkenler, rastgele bir seçim sürecinin sonucu değil; Dublin için daha önce gerçekleştirilen çok aşamalı regresyon analizlerinde anlamlı, tutarlı ve tekrarlanabilir etkiler gösteren değişkenler arasından belirlenmiştir. Bu yaklaşım, modelin açıklanabilirliğini artırmayı ve SHAP çıktılarının yorumlanabilirliğini güçlendirmeyi amaçlamaktadır.

Bağımlı değişken:

- Kış dönemi toplam enerji tüketimi (Toplam_Kış)

Bağımsız değişkenler:

- Hanehalkı bireylerinin yaş ortalaması
- Hanehalkı büyüklüğü
- Hanehalkı geliri
- Konut büyüklüğü

- Bina yaşı
- Isı yalıtımı durumu
- Konut tipi
- Mülkiyet durumu

Analiz öncesinde, kategorik değişkenler yeniden kodlanarak modele uygun hâle getirilmiş; eksik gözlemler ve uç değerler, önceki regresyon analizlerinde izlenen veri temizleme protokolü ile tutarlı olacak şekilde ele alınmıştır. Böylece Dublin ve Ankara örnekleri arasında yöntemsel karşılaştırılabilirlik korunmuştur.

Dublin örneğinde SHAP analizine dâhil edilen bağımlı ve bağımsız değişkenler, önceki çok aşamalı regresyon analizlerinden elde edilen bulgular doğrultusunda belirlenmiştir. Analizde kullanılan değişkenler, ait oldukları tematik gruplar ve modele dâhil edilme gerekçeleriyle birlikte Çizelge 3.10'da özetlenmiştir

Çizelge 3.10. Dublin örneğinde SHAP analizinde kullanılan değişkenler ve roller

Değişken	Açıklama	Modele Dahil Edilme Gerekçesi
Toplam_Kış	Kış dönemi toplam enerji tüketimi	Dublin'de enerji tüketiminin mevsimsel olarak yoğunlaştığı dönem
Hanehalkı geliri	Hane düzeyi gelir seviyesi	Önceki regresyonlarda doğrusal olmayan etki
Hanehalkı büyüklüğü	Hanede yaşayan kişi sayısı	Enerji talebini doğrudan etkileyen faktör
Konut büyüklüğü	Konutun büyüklüğü m ²	Isıtma yüküyle doğrudan ilişkili
Bina yaşı	Yapının inşa dönemi	Isı kaybı ve verimlilik göstergesi
Isı yalıtımı	Yalıtım durumu (yeniden kodlanmış)	Enerji verimliliğini belirleyen ana unsur
Konut tipi	Apartman / müstakil vb.	Mekânsal farklılaşmayı temsil eder
Mülkiyet durumu	Kiracı / ev sahibi	Dolaylı davranışsal etki

Yöntemsel konumlandırma

Dublin örneğinde uygulanan SHAP analizi, mikro ölçekte hanehalkı verileri üzerinden elde edilen sonuçların, mezo ve makro ölçekte tanımlanan mekânsal ve yapısal bağlamla birlikte

değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu yönüyle SHAP, çalışmanın çok ölçekli analitik kurgusu içinde tamamlayıcı bir rol üstlenmekte; klasik regresyon modelleriyle elde edilen bulguların arkasındaki etki mekanizmalarını açığa çıkaran bir açıklama katmanı sunmaktadır.

Mikro ölçekte çekirdek sosyo-mekânsal kümelenme denemesi ve yöntemsel değerlendirme

Mikro ölçekte hanehalkı anket verileri kullanılarak, çekirdek sosyo-mekânsal değişkenlere dayalı bir kümelenme analizi de gerçekleştirilmiştir. Bu analizde, enerji tüketimi değişkenleri doğrudan modele dâhil edilmeden, hanelerin gelir, hanehalkı büyüklüğü, konut büyüklüğü, bina yaşı ve ısı yalıtımı gibi yapısal özelliklerine göre homojen alt gruplar oluşturulması hedeflenmiştir. Ancak kümeler arası enerji tüketimi karşılaştırmaları, yalnızca yaz dönemi toplam enerji tüketimi açısından sınırlı bir istatistiksel farklılaşma ortaya koymuş; kış dönemi ve diğer enerji bileşenleri açısından anlamlı bir ayrışma tespit edilmemiştir. Bu durum, mikro ölçekte tanımlanan sosyo-mekânsal kümelerin enerji tüketimi örüntülerini açıklama gücünün sınırlı kaldığını göstermiştir. Bu nedenle, söz konusu kümelenme çıktıları tez kapsamında doğrudan bulgular bölümüne taşınmamış; mikro ölçekteki heterojenliğin değerlendirilmesinde regresyon ve SHAP temelli açıklayıcı analizlere öncelik verilmiştir.

3.6.5. Ankara örneğinde çok aşamalı regresyon analizleri ve mezo ölçekle bütünleşik değerlendirme

Ankara örnekleminde regresyon analizleri öncesinde, anket verileri sayısal forma dönüştürülmüş; analiz kapsamı dışında kalan yanıtlar eksik değer olarak tanımlanmıştır. Tüm OLS modelleri, ilgili bağımlı değişken için eksiksiz gözlemler üzerinden tahmin edilmiştir.

Bağımsız değişkenler üç ana grupta ele alınmıştır:

- Sosyoekonomik
- Mekânsal / fiziksel
- Davranışsal / tutumsal

Bağımlı değişkenler ise mevsimsel ve enerji türü bazlı tüketim göstergelerinden oluşmaktadır.

Korelasyon analizi

Ankara için de regresyon öncesinde Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır. Bu kapsamda iki ayrı korelasyon matrisi oluşturulmuştur:

- Tüm değişkenleri içeren genel korelasyon matrisi (EK-2A)
- Yalnızca bağımsız değişkenleri içeren korelasyon matrisi (EK-2B)

hem bağımsız değişkenler arası ilişkiler hem de enerji göstergelerinin kendi iç yapısı değerlendirilmiştir.

Enerji tüketim göstergeleri arasındaki korelasyonlar, Ankara’da, kış döneminde doğalgazın; yaz döneminde elektriğin baskın rol oynadığını göstermektedir.

VIF analizi ve değişken setinin revizyonu

Ankara örneğinde yapılan ilk VIF analizinde, konut tipi değişkeninin çok yüksek VIF değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu değişkenin, konut büyüklüğü, bina yaşı ve mülkiyet durumu ile güçlü biçimde örtüştüğü görülmüştür.

Bu nedenle konut tipi değişkeni modelden çıkarılmış; nihai VIF analizinde tüm değişkenlerin VIF değerleri 1.0–1.4 aralığına düşmüştür (Bkz. EK-2C. Çizelge ve EK-2D. Çizelge)

Ankara için regresyon model kurgusu

Ankara örneğinde de üç ana model grubu kurulmuştur:

Sosyoekonomik modeller

- Bağımsız: Hanehalkı büyüklüğü, gelir, mülkiyet
- Bağımlı: Kış ve yaz toplam enerji

Mekânsal / Fiziksel modeller

- Bağımsız: Bina yaşı, yalıtım, konut büyüklüğü
- Bağımlı: Kış ve yaz toplam enerji

Bütünleşik modeller

- Bağımsız: Sosyoekonomik + mekânsal + davranışsal değişkenler
- Bağımlı: Toplam enerji + elektrik + doğalgaz (kış/yaz)

Ankara OLS analizleri özellikle şu hipotezleri destekleyici niteliktedir:

- H2: Hanehalkı büyüklüğü ve konut ölçeğinin enerji tüketiminde belirleyici rolü
- H3: Mekânsal faktörlerin (özellikle yalıtım) enerji tüketimini şekillendiren temel unsurlar olduğu
- H5: Aynı kentsel bağlam içinde bile enerji tüketiminin mevsime ve enerji türüne duyarlı olduğu

Bu bulgular, Ankara ve Dublin karşılaştırmasının yalnızca sonuç düzeyinde değil, yöntemsel olarak da tutarlı biçimde yürütülmesine olanak sağlamaktadır.

Ankara örneğinde doğrusal ols regresyonunun yöntemsel sınırlılıkları ve ileri modellerin gerekliliği

Bu çalışmada Ankara örneğinde enerji tüketimini etkileyen faktörlerin incelenmesinde, ilk aşamada doğrusal En Küçük Kareler (OLS) regresyon modelleri kullanılmıştır. OLS yaklaşımı, değişkenler arasındaki temel ilişkilerin tanımlanması ve modelleme sürecine başlangıç niteliğinde bir referans çerçevesi sunması açısından tercih edilmiştir. Ancak Ankara'ya özgü kentsel yapı, sosyoekonomik çeşitlilik ve enerji kullanım örüntülerinin karmaşıklığı dikkate alındığında, enerji tüketiminin yalnızca doğrusal ve ortalama etkilere dayalı bir çerçeveye açıklanmasının yöntemsel açıdan sınırlı kaldığı değerlendirilmiştir.

Öncelikle OLS modeli, bağımsız değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin tüm gözlemler için sabit ve homojen olduğunu varsaymaktadır. Oysa Ankara gibi sosyoekonomik ve mekânsal açıdan yüksek düzeyde heterojenlik barındıran büyük

metropollerde, aynı değişkenin farklı enerji türleri, mevsimler ve hanehalkı profilleri için farklı etki mekanizmaları üretebilmesi beklenmektedir. Bu bağlamda enerji tüketimi, tek bir doğrusal ilişki biçimiyle değil, bağlama ve koşullara duyarlı bir yapı içinde şekillenmektedir.

İkinci olarak, enerji tüketimini belirleyen sosyoekonomik, mekânsal ve davranışsal değişkenlerin etkilerinin birbirinden bağımsız ve toplamsal olduğu varsayımı, OLS çerçevesinin önemli bir kısıtıdır. Ankara örneğinde bu değişken gruplarının birlikte ele alındığında koşullu ve etkileşimli etkiler üretebileceği; bazı değişkenlerin etkilerinin diğer değişkenlerin düzeyine bağlı olarak değişebileceği öngörülmektedir. Bu tür yapılar, klasik OLS modellerinde doğrudan temsil edilememektedir.

Üçüncü olarak, OLS regresyonu bağımlı değişkenin dağılımı boyunca tek bir ortalama etkiyi tahmin etmektedir. Ancak enerji tüketimi gibi dağılımı genellikle asimetric olan ve düşük–yüksek tüketici grupları arasında belirgin farklılıklar barındıran bir değişken için, ortalama etkilere odaklanan bu yaklaşım sınırlı açıklayıcılık sunmaktadır. Özellikle yüksek enerji tüketim düzeylerinde devreye giren eşik, doygunluk veya rejim değişimi türü etkiler, doğrusal OLS modelleri ile yeterince yakalanamamaktadır.

Son olarak, çoklu doğrusal bağlantı sorunları teknik olarak kontrol altına alınmış olsa dahi, değişkenler arasında doğrusal olmayan, yönlü ve bağlama bağlı ilişkilerin varlığı OLS sonuçlarının yorumlanabilirliğini sınırlandırmaktadır. Bu durum, enerji tüketiminin belirleyicilerinin yalnızca doğrusal katsayılar aracılığıyla açıklanamayacağını; daha esnek ve dağılıma duyarlı modelleme yaklaşımlarına ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Bu nedenlerle, Ankara örneğinde doğrusal OLS regresyon modelleri çalışmada nihai açıklayıcı araç olarak değil, ileri düzey analizler için bir başlangıç ve karşılaştırma çerçevesi olarak kullanılmıştır. Enerji tüketimi üzerindeki doğrusal olmayan eğilimlerin, koşullu ve eşik temelli etkilerin ve farklı tüketim düzeylerine özgü mekanizmaların ortaya konulabilmesi amacıyla, çalışmanın ilerleyen aşamalarında polinomsal regresyon, eşik (threshold) regresyon, etkileşimli modeller, kantil regresyon ve SHAP tabanlı açıklanabilirlik analizlerine başvurulmuştur.

Polinomsal regresyon analizi

Bu çalışmada Ankara örneğinde enerji tüketimini belirleyen sosyoekonomik ve mekânsal faktörler arasındaki ilişkilerin yalnızca doğrusal bir yapıya sahip olmadığı varsayımından hareketle, klasik doğrusal OLS regresyon analizlerinin ardından polinomsal regresyon modelleri uygulanmıştır. Polinomsal regresyon analizi, özellikle enerji tüketimi ile hanehalkı geliri ve konut büyüklüğü gibi değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olmayan yapısını ve olası eşik davranışlarını ortaya koymak amacıyla tercih edilmiştir. Bu kapsamda analizler, tez kapsamında geliştirilen H1 hipotezini doğrudan; H2 ve H6 hipotezlerini ise dolaylı biçimde sınamayı hedeflemektedir.

Çizelge 3.11. Ankara örneğinde polinomsal regresyon analizinde test edilen değişkenler ve terimler

Değişken	Modele Dahil Edilme Biçimi	Yöntemsel Gerekçe
Hanehalkı geliri	Lineer + kare (2. derece) terim	Gelir arttıkça enerji tüketiminin marjinal etkisinin sabit olmadığı, belirli düzeylerden sonra doygunluk veya yavaşlama gösterebileceği varsayımı
Konut büyüklüğü	Lineer + kare (2. derece) terim	Konut alanı büyüdükçe enerji tüketim artış hızının ölçeğe bağlı olarak değişebileceği ve doğrusal olmayan bir yapı sergileyebileceği varsayımı
Hanehalkı büyüklüğü	Lineer	Hanehalkı kompozisyonuna bağlı olarak enerji kullanım düzeylerinde farklılaşma olabileceği varsayımı
Bina yaşı	Lineer	Yapısal yıpranma, ısı kaybı ve teknik özelliklerin enerji tüketimi üzerindeki doğrusal etkisini kontrol etmek amacıyla
Konut tipi	Lineer (kategori değişken)	Konut tipine bağlı mekânsal kullanım ve ısıtma/soğutma profillerinin enerji tüketimini farklılaştırabileceği varsayımı
Mülkiyet durumu	Lineer (kategori değişken)	Konut sahipliği durumunun kullanım yoğunluğu ve yatırım davranışları üzerinden enerji tüketimini etkileyebileceği varsayımı
Isı yalıtımı durumu	Lineer	Yapı kabuğuna bağlı enerji verimliliği etkisinin doğrudan kontrol edilmesi
Enerji tasarrufu önlemleri	Lineer	Hanehalkı düzeyinde alınan bireysel önlemlerin enerji tüketimini sınırlayıcı etkisini test etmek amacıyla
Enerji tüketimine ilişkin tutumlar	Lineer	Davranışsal ve algısal faktörlerin enerji kullanım kararlarını dolaylı olarak etkileyebileceği varsayımı
Gönüllü projelere katılım isteği	Lineer	Enerji farkındalığı ve çevresel duyarlılığın tüketim düzeyiyle ilişkisini kontrol etmek amacıyla

Bu tabloda (Çizelge 3.11) yer alan değişkenler, Ankara örneğinde polinomial regresyon analizinin yöntemsel kurgusu doğrultusunda modele dahil edilmiştir. Polinomial terimler yalnızca doğrusal olmayan ilişki ve eşik davranışı sergileyebileceği öngörülen değişkenler için kullanılmış; diğer değişkenler kontrol değişkeni olarak lineer biçimde modele eklenmiştir.

Literatürde, enerji tüketimi ile gelir ve konut büyüklüğü arasındaki ilişkinin doğrusal varsayımlar altında çoğu zaman yetersiz biçimde temsil edildiği; belirli düzeylerden sonra marjinal etkilerin zayıfladığı, doygunluk veya yön değişimi sergileyebildiği vurgulanmaktadır. Bu doğrultuda, Ankara örneğinde enerji tüketiminin olası doğrusal olmayan örüntülerini yakalayabilmek amacıyla, doğrusal terimlere ek olarak ikinci ve üçüncü derece polinomsal terimler modele dâhil edilmiştir.

Analizlerde aşırı uyum (overfitting) riskini sınırlamak ve model karmaşıklığını kontrol altında tutmak amacıyla polinomsal derece en fazla üçüncü derece ile sınırlandırılmış; daha yüksek dereceli polinomlar değerlendirme dışı bırakılmıştır. Ayrıca, polinomsal terimler arasındaki çoklu doğrusal bağlantı riskini azaltmak ve katsayıların yorumlanabilirliğini artırmak amacıyla tüm polinomsal değişkenler ortalama merkezleme (mean-centering) yöntemiyle oluşturulmuştur. Bu kapsamda, hanehalkı geliri ve konut büyüklüğü değişkenleri için merkezlenmiş doğrusal, ikinci derece ve üçüncü derece terimler modele eş zamanlı olarak eklenmiştir.

Bağımlı değişkenler olarak yaz ve kış dönemlerine ait toplam enerji tüketimi, elektrik tüketimi ve doğalgaz tüketimi ayrı ayrı ele alınmıştır. Her bir bağımlı değişken için ikinci ve üçüncü derece polinomsal modeller bağımsız olarak tahmin edilmiştir. Böylece mevsimsel ve enerji türüne özgü tüketim örüntülerinin doğrusal olmayan yapılar aracılığıyla karşılaştırılabilir biçimde analiz edilmesi amaçlanmıştır.

Modellerde, hanehalkı geliri ve konut büyüklüğüne ek olarak, hanehalkı büyüklüğü, bina yaşı, konut tipi, mülkiyet durumu, ısı yalıtımı durumu, enerji tasarrufuna yönelik önlemler, enerji tüketimine ilişkin tutumlar ve gönüllü projelere katılım isteği gibi değişkenler kontrol değişkenleri olarak yer almıştır. Tüm polinomsal modeller, yalnızca geçerli gözlemler kullanılarak tahmin edilmiş; modeller arası karşılaştırılabilirliği sağlamak amacıyla her bir model için örneklem büyüklüğü sabit tutulmuştur.

Model uyumu ve polinomsal terimlerin katkısı, düzeltilmiş R^2 , katsayı istikrarı ve model tutarlılığı gibi ölçütler üzerinden değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme, daha yüksek dereceli polinomial terimlerin modele katkısının sınırlı olduğu durumlarda, model karmaşıklığının gereksiz biçimde artırılmamasını esas alan parsimonik bir yaklaşım çerçevesinde yapılmıştır.

Sonuç olarak polinomial regresyon analizi, Ankara örneğinde enerji tüketimi ile temel sosyoekonomik ve mekânsal değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal olmayan yapılar barındırabileceğini sınamak üzere kullanılan yöntemsel bir araç olarak kurgulanmıştır. Bu analizler, enerji tüketiminin tekil doğrusal etkiler yerine, belirli eşiklere ve bağlama duyarlı mekanizmalara sahip olabileceği varsayımını test etmeye yönelik ara bir yöntemsel adım niteliğindedir ve çalışmanın ilerleyen aşamalarında uygulanan eşik, kantil ve SHAP temelli analizler için analitik bir zemin oluşturmaktadır.

Etkileşimli OLS ve Johnson–Neyman eşik analizi

Bu çalışmada Ankara örneğinde enerji tüketimini belirleyen sosyoekonomik ve mekânsal değişkenler arasındaki ilişkilerin yalnızca doğrudan ve bağımsız etkilerle açıklanamayabileceği varsayımından hareketle, klasik doğrusal OLS modellerine ek olarak etkileşimli OLS regresyon analizleri uygulanmıştır. Etkileşimli modeller, bir değişkenin enerji tüketimi üzerindeki etkisinin başka bir değişkenin düzeyine bağlı olarak değişip değişmediğini sınamak amacıyla kullanılmıştır.

Analizler iki aşamalı bir modelleme yaklaşımıyla yürütülmüştür. İlk aşamada, enerji tüketimi göstergeleri sosyoekonomik, mekânsal/yapısal ve davranışsal değişkenler kullanılarak temel doğrusal OLS modelleri ile tahmin edilmiştir. Bu modeller, değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki ana etkilerini ortaya koyan referans çerçevesi olarak değerlendirilmiştir. İkinci aşamada ise, kuramsal olarak anlamlı olduğu değerlendirilen değişken çiftleri için etkileşim terimleri modele dâhil edilmiştir. Ankara örneğinde özellikle hanehalkı geliri ile konut büyüklüğü arasındaki etkileşim, gelir düzeyinin konut ölçeğine bağlı enerji tüketim etkilerini nasıl şartlandırıldığını incelemek amacıyla analiz edilmiştir.

Çizelge 3.12. Etkileşimli Ols ve Johnson–Neyman analizinde test edilen yapı (Ankara)

Analiz Aşaması	Bağımlı Değişken	Ana Değişken(ler)	Moderatör / Etkileşim	Yöntemsel Amaç
Etkileşimli OLS	Toplam Kış Enerji Tüketimi	Konut Büyüklüğü	Hanehalkı Geliri	Gelir düzeyinin, konut ölçeğine bağlı enerji tüketim etkisini koşullayıp koşullamadığını test etmek
Johnson–Neyman	Toplam Kış Enerji Tüketimi	Konut Büyüklüğü	Hanehalkı Geliri (eşik boyunca)	Konut büyüklüğünün enerji tüketimi üzerindeki marjinal etkisinin, gelir düzeyine bağlı olarak hangi aralıklarda anlamlılaştığını incelemek

Bu çizelgede (Çizelge 3.12), Ankara örneğinde etkileşimli OLS ve Johnson–Neyman eşik analizleri kapsamında test edilen temel yapı özetlenmektedir. Etkileşimli OLS modeli, gelir düzeyinin konut büyüklüğüne bağlı enerji tüketim etkisini şartlandıran rolünü sınamak amacıyla kurulmuş; Johnson–Neyman yaklaşımı ise bu koşullu etkinin hangi gelir aralıklarında istatistiksel olarak anlamlılaştığını belirlemek üzere kullanılmıştır.

Etkileşimli modellerde sürekli değişkenler ortalama merkezleme (mean-centering) yöntemiyle dönüştürülmüş; heteroskedastisite olasılığına karşı HC3 robust standart hatları kullanılmış ve VIF değerleri aracılığıyla çoklu doğrusal bağlantı kontrol edilmiştir. Tüm modeller, geçerli gözlemlerle tahmin edilmiş ve karşılaştırılabilirliği sağlamak amacıyla örneklem büyüklüğü sabit tutulmuştur.

Etkileşim terimlerinin yorumlanabilmesi amacıyla, marjinal etkilerin moderatör değişken boyunca hangi aralıklarda istatistiksel olarak anlamlılaştığını belirlemek üzere Johnson–Neyman yaklaşımı uygulanmıştır. Bu yöntem, konut büyüklüğünün enerji tüketimine etkisinin gelir düzeyine bağlı olarak güçlendiği veya zayıfladığı bölgelerin önceden sabit eşikler tanımlanmaksızın analitik olarak belirlenmesini sağlamaktadır.

Etkileşimli OLS analizlerinde tüm olası değişken kombinasyonları yerine, enerji tüketim davranışını açıklama gücü yüksek ve kuramsal olarak gerekçelendirilebilir etkileşimler modele dâhil edilmiştir. Bu kapsamda hane geliri–konut büyüklüğü, bina yaşı–ısı yalıtımı ve eğitim düzeyi–tasarruf eğilimi etkileşimleri test edilmiş; model karmaşıklığını artıracak

değerlendirilen bazı etkileşimler ise bilinçli olarak dışlanmıştır. Böylece etkileşimli OLS ve Johnson–Neyman temelli eşik analizi, Ankara örneğinde enerji tüketiminin koşullu ve bağlama duyarlı yapısını sınamak amacıyla kullanılan tamamlayıcı yöntemsel araçlar olarak kurgulanmıştır.

Kantil regresyon analizi

Bu çalışmada Ankara örneğinde hanehalkı enerji tüketimini belirleyen faktörlerin, tüketim dağılımının farklı düzeylerinde nasıl farklılaştığını incelemek amacıyla kantil regresyon analizi uygulanmıştır. Önceki aşamalarda gerçekleştirilen doğrusal OLS, polinomial ve etkileşimli regresyon analizleri, enerji tüketimi ile sosyoekonomik ve mekânsal değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal olmadığını ve bazı etkilerin eşiklere ve koşullara bağlı olarak değişebildiğini ortaya koymuştur. Ancak söz konusu yaklaşımlar, bu etkilerin düşük, orta ve yüksek enerji tüketim düzeylerinde aynı biçimde geçerli olup olmadığını doğrudan sınamaya imkân tanımamaktadır. Bu nedenle kantil regresyon analizi, ortalama etkilere dayalı modellerin ötesine geçerek, tüketim rejimlerine duyarlı bir yöntemsel tamamlayıcı olarak kurgulanmıştır.

Kantil regresyon analizleri, bağımlı değişken olarak kış dönemi toplam enerji tüketimi (kis_toplam) kullanılarak yürütülmüştür. Analizde 0.25, 0.50 ve 0.75 kantil seçilmiş; bu kıskantiller sırasıyla düşük tüketim rejimini, tipik (medyan) tüketim düzeyini ve yüksek tüketim rejimini temsil edecek şekilde belirlenmiştir. Kantil seçiminde hem örneklem büyüklüğünün yeterliliği hem de politika açısından anlamlı tüketim gruplarının ayrıştırılabilir olması gözetilmiştir.

Model kurulumunda, önceki analizlerde kuramsal ve ampirik olarak öne çıkan değişkenler korunarak yöntemsel tutarlılık sağlanmıştır. Bu kapsamda hanehalkı geliri, konut büyüklüğü ve hanehalkı sayısı temel sosyoekonomik ve mekânsal ölçek değişkenleri olarak modele dâhil edilmiş; buna ek olarak enerji tüketimini etkileyebileceği öngörülen davranışsal ve yapısal değişkenler kontrol değişkenleri olarak kullanılmıştır. Sürekli değişkenler, farklı ölçü birimlerinden kaynaklanan ölçek etkilerini ortadan kaldırmak ve quantiller arasında katsayı büyüklüklerinin karşılaştırılabilirliğini sağlamak amacıyla z-skor standardizasyonu ile dönüştürülmüştür. Kategorik değişkenler ise teorik tutarlılık gözetilerek yeniden kodlanmış ve dummy değişkenler aracılığıyla modellere dâhil edilmiştir.

Ankara örneğinde kantil regresyon analizinin yöntemsel kurgusu, bağımlı değişken, analiz edilen kantil ve modele dâhil edilen değişken gruplarıyla birlikte Çizelge 3.13'te özetlenmiştir.

Çizelge 3.13. Ankara örneği için kantil regresyon analizinin yöntemsel kurgusu

Öğeler	Açıklama
Bağımlı değişken	Toplam kış enerji tüketimi (kis_toplam)
Kuantiller (τ)	0.25 (düşük), 0.50 (medyan), 0.75 (yüksek)
Temel açıklayıcı değişkenler	Hanehalkı büyüklüğü, konut büyüklüğü, hanehalkı geliri
Kontrol değişkenleri	Bina yaşı, konut tipi, ısı yalıtımı, mülkiyet durumu, davranışsal göstergeler
Yöntemsel amaç	Enerji tüketiminin dağılım boyunca farklılaşan belirleyicilerini incelemek

Bu çerçevede kurulan kantil regresyon modelleri, enerji tüketimini belirleyen faktörlerin düşük, orta ve yüksek tüketim rejimlerinde nasıl farklılaştığını incelemeye olanak tanımaktadır.

Kantil regresyon analizine ek olarak, sonuçların yorumlanabilirliğini ve politika açısından anlamlandırılabilirliğini artırmak amacıyla kantil-temelli betimleyici profil analizi uygulanmıştır. Bu aşamada, tüm örneklem üzerinden hesaplanan Q25, Q50 ve Q75 eşik değerlerine göre haneler düşük, orta ve yüksek tüketim grupları olarak sınıflandırılmıştır. Bu gruplar üzerinden sosyoekonomik, mekânsal ve davranışsal değişkenlere ilişkin betimleyici istatistikler hesaplanmış; grup farklarının sınanması amacıyla Kruskal–Wallis ve Ki-kare testleri kullanılmıştır. Böylece, kantil regresyonla elde edilen katsayı farklılıklarının, hane profilleri düzeyinde yapısal karşılıkları analiz edilmiştir.

Bu yöntemsel yaklaşım sayesinde kantil regresyon analizi, enerji tüketimini etkileyen faktörlerin göreceli öneminin tüketim düzeyine bağlı olarak değişip değişmediğini sistematik biçimde sınamayı mümkün kılmıştır. Aynı zamanda, tek ölçekli ve ortalama etkilere dayalı modellerin sınırlılıkları aşılmış; enerji tüketiminin farklı rejimlerde farklı dinamiklerle şekillendiğini dikkate alan, daha bağlama duyarlı bir analitik çerçeve oluşturulmuştur.

SHAP analizi

Bu çalışmada Ankara örneğinde hanehalkı enerji tüketimini belirleyen faktörlerin göreceli önem sıralamasını, doğrusal olmayan etkilerini ve hane bazlı farklılaşmalarını ortaya koymak amacıyla SHAP analizi uygulanmıştır. SHAP analizi, önceki aşamalarda uygulanan doğrusal, polinomial, etkileşimli ve kantil regresyon analizlerinde tespit edilen doğrusal olmayan ve bağlama duyarlı ilişkilerin, makine öğrenmesi tabanlı bir tahmin modeli üzerinden ayrıştırılmasına yönelik tamamlayıcı bir yöntemsel adım olarak kurgulanmıştır. Bu bağlamda SHAP, çalışmanın H1, H5 ve H6 numaralı hipotezlerinin sınanmasına yönelik açıklayıcı bir araç işlevi görmektedir.

SHAP analizinde açıklanacak tahmin modeli olarak Gradient Boosting Regressor kullanılmıştır. Model seçimi, değişkenler arası doğrusal olmayan örüntüleri ve karmaşık etkileşimleri esnek biçimde temsil edebilme kapasitesi ile önceki analizlerde ortaya konan ilişki yapılarıyla yöntemsel uyum sağlaması esas alınarak yapılmıştır. Model, bağımlı değişken olarak yaz dönemi toplam enerji tüketimi kullanılarak tahmin edilmiştir. Yaz döneminin tercih edilmesinde, önceki aşamalarda gerçekleştirilen grup farkı analizlerinde mevsimsel farklılaşmanın bu dönemde daha belirgin biçimde ortaya çıkması belirleyici olmuştur.

SHAP analizinde modele dâhil edilen değişkenler, önceki regresyon ve eşik temelli analizlerden elde edilen bulgular doğrultusunda belirlenmiş ve rastgele bir seçim yapılmamıştır. Bu kapsamda, enerji tüketimi üzerinde tutarlı ve güçlü etkiler sergilediği gözlenen değişkenler birincil (çekirdek) açıklayıcılar olarak modele dâhil edilmiş; davranışsal boyutu temsil eden ve dolaylı etki mekanizmaları üzerinden rol oynadığı değerlendirilen değişkenler ise ikincil açıklayıcılar olarak ele alınmıştır. Bu ayırım, mekânsal, sosyoekonomik ve davranışsal faktörlerin enerji tüketimi üzerindeki birlikte etkilerini bütüncül biçimde değerlendirmeye imkân tanımaktadır.

Ankara örneğinde SHAP analizinde kullanılan değişkenler ve bu değişkenlerin modele dâhil edilme gerekçeleri Çizelge 3.14’da özetlenmiştir

Çizelge 3.14. Ankara örneğinde SHAP analizinde kullanılan değişkenler ve roller

Değişken	Açıklama	Modele Dahil Edilme Gerekçesi
Yaz_toplam	Yaz dönemi toplam enerji tüketimi	Ankara’da davranışsal ve yaşam tarzına bağlı enerji kullanımının daha belirgin olduğu dönem
Hanehalkı geliri	Hane düzeyi gelir seviyesi	Önceki analizlerde doğrusal olmayan ve eşik duyarlı etki sergilemesi
Hanehalkı büyüklüğü	Hanede yaşayan kişi sayısı	Enerji talebini doğrudan etkileyen temel demografik faktör
Konut büyüklüğü	Konutun net kullanım alanı (m ²)	Isıtma/soğutma yüküyle doğrudan ilişkili mekânsal ölçek göstergesi
Bina yaşı	Yapının inşa dönemi	Yapısal yıpranma ve enerji verimliliği farklılıklarını temsil etmesi
Isı yalıtımı	Yalıtım durumu (yeniden kodlanmış)	Enerji verimliliğini belirleyen temel yapısal unsur
Konut tipi	Apartman / müstakil vb.	Mekânsal form ve kullanım farklılıklarını temsil etmesi
Mülkiyet durumu	Kiracı / ev sahibi	Dolaylı davranışsal etki ve yatırım eğilimlerini yansıtmaması
Gönüllü proje katılımı	Enerjiyle ilgili gönüllü girişimlere katılım isteği	Enerji farkındalığı ve davranışsal eğilim göstergesi
Tasarruf önlemleri	Alınan bireysel tasarruf önlemleri	Dolaylı davranışsal etki mekanizmasını temsil etmesi

Bu değişken seti üzerinden elde edilen SHAP değerleri, değişken katkılarının küresel ve hane düzeyinde ayrıştırılmasına olanak tanımaktadır.

SHAP analizinde, model çıktıları hem küresel hem de hane düzeyinde ayrıştırılarak incelenmiştir. Bu sayede, belirli değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki ortalama katkılarının yanı sıra, aynı değişkenlerin farklı hane profillerinde nasıl farklı etkiler üretebildiği yöntemsel olarak değerlendirilebilmiştir. Böylece, önceki aşamalarda tespit edilen doğrusal olmayan durumlar, eşik etkileri ve heterojenlikler, açıklanabilir bir makine öğrenmesi çerçevesi içinde yeniden ele alınmıştır.

Sonuç olarak SHAP analizi, Ankara örneğinde enerji tüketiminin tekil ve ortalama etkilere dayalı modellerle açıklanmasının ötesine geçerek, değişken katkılarının bağlama ve hane profiline duyarlı biçimde çözümlenmesine olanak tanıyan tamamlayıcı bir yöntemsel yaklaşım olarak bu çalışmaya dâhil edilmiştir.

3.6.6. Ankara ve Dublin için kantil tüketim rejimleri, mezo ölçek kentsel bağlam ve SHAP tabanlı mekanizma baskınlığının bütünleşik analizi

Bu çalışmada, hanehalkı enerji tüketimini belirleyen faktörlerin yalnızca ortalama etkiler üzerinden değil; tüketim düzeyine ve kentsel bağlama bağlı olarak nasıl farklılaştığını ortaya koymak amacıyla çok aşamalı ve bütünleşik bir analiz yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yaklaşım, enerji tüketiminin doğrusal ve homojen bir süreç olmadığı; farklı tüketim rejimlerinde ve farklı kentsel bağlamlarda değişken etkilerinin hem yön hem de baskınlık düzeyi açısından farklılaşabileceği varsayımına dayanmaktadır.

Önceki aşamalarda gerçekleştirilen OLS, polinomial ve etkileşimli regresyon analizleri, bazı sosyoekonomik ve mekânsal değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin doğrusal olmadığını ve belirli eşiklerde yön veya şiddet değiştirebildiğini göstermiştir. Kantil regresyon analizi ise bu etkilerin enerji tüketimi dağılımının farklı dilimlerinde heterojenleştiğini ortaya koyarak, enerji tüketiminin “düşük”, “orta” ve “yüksek” rejimler altında farklı mekanizmalarla şekillendiğine işaret etmiştir. Bu aşama, enerji tüketimi üzerindeki doğrusal olmayan ve rejime duyarlı etkileri açıklamayı amaçlayan hipotezleri (H1) ve tüketim düzeyine bağlı farklılaşma sorusunu doğrudan ele almaktadır.

Ancak söz konusu heterojenliğin hangi kentsel bağlamlarda ve ne tür mekânsal yapı özellikleri içerisinde ortaya çıktığı, tek başına kantil regresyon sonuçlarıyla açıklanamamaktadır. Bu nedenle, kantil regresyon analizi ile tanımlanan enerji tüketim rejimleri, mezo ölçekte oluşturulmuş kentsel küme tipolojileri ile bütünleştirilmiştir. Bu bütünleştirme sayesinde, aynı tüketim rejimine dâhil olan hanelerin farklı kentsel bağlamlarda benzer ya da farklı mekanizmalarla bu düzeye ulaşp ulaşmadığı incelenebilmiştir. Bu adım, enerji tüketim dinamiklerinin mekânsal bağlama duyarlı olduğu varsayımını sınamayı amaçlayan araştırma sorusuna ve ilgili hipotezlere (H4 ve H6) doğrudan yanıt üretmeyi hedeflemektedir.

Bu çerçevede, açıklanabilir makine öğrenmesi yaklaşımı olarak SHAP (SHapley Additive exPlanations) analizi, yalnızca model çıktılarının açıklanması amacıyla değil; her bir kantil tüketim rejimi ve mezo ölçek kentsel bağlam içerisinde enerji tüketimini belirleyen baskın mekanizmaların tanımlanması amacıyla analitik bir araç olarak kullanılmıştır. SHAP analizi, sosyoekonomik, demografik, mekânsal ve davranışsal değişkenlerin enerji tüketimine olan göreceli katkılarını ayrıştırarak, hangi değişkenlerin hangi bağlam ve tüketim rejiminde baskın

hâle geldiğini görünür kılmaktadır. Bu yönüyle SHAP, mekânsal değişkenlerin sosyoekonomik etkileri nasıl güçlendirdiğini ya da sınırlandırıldığını inceleyen hipotezlerin (H3) değerlendirilmesine imkân sağlamaktadır.

Analiz birimi hanedir. Her bir hane için mezo ölçek kentsel küme bilgisi, kantil regresyon analizi sonucunda atanmış enerji tüketim rejimi ve SHAP analizi ile elde edilen değişken bazlı katkı değerleri aynı veri seti içerisinde bütünleştirilmiştir. Bu yapı sayesinde, enerji tüketiminin mikro ölçekte hangi değişkenler üzerinden; mezo ölçekte ise hangi kentsel bağlam içerisinde ve hangi tüketim rejimi altında olduğu birlikte incelenebilmiştir. Böylece, benzer sosyoekonomik özelliklere sahip hanelerin farklı kentsel bağlamlarda neden farklı enerji tüketim örüntüleri sergileyebildiği sorusuna (makro–mezo düzey araştırma soruları) açıklayıcı bir çerçeve sunulmuştur.

SHAP değerleri, değişkenlerin model tahminine yaptığı katkının yönünü ve büyüklüğünü göstermektedir. Bu çalışmada amaç, katkının yönünden ziyade göreceli önem ve baskınlık düzeylerini karşılaştırmak olduğundan, SHAP değerlerinin mutlak değerleri kullanılmıştır. Bu yaklaşım, farklı tüketim rejimleri ve kentsel bağlamlar arasında enerji tüketimini belirleyen mekanizmaların göreceli ağırlıklarının karşılaştırılabilir hâle getirilmesini sağlamaktadır.

Bu bütünleşik analiz aşamasında herhangi bir istatistiksel anlamlılık testi uygulanmamış; SHAP katkıları, Mezo_Küme $\times$ Tüketim_Rejimi kırılımında gruplandırılarak betimleyici ve karşılaştırmalı biçimde özetlenmiştir. Bu yöntemsel tercih, çalışmanın temel amacına uygun olarak, enerji tüketimini açıklayan mekanizmaların bağlama ve düzeye duyarlı biçimde nasıl farklılaştığını ortaya koymaya yönelik açıklayıcı bir analiz çerçevesi sunmaktadır.

3.6.7. Makro ölçek: kentler arası karşılaştırmalı sentez yaklaşımı

Bu çalışmanın son aşamasında, Ankara ve Dublin örneklerinde mikro ölçekte elde edilen hanehalkı temelli bulguların ve mezo ölçekte tanımlanan kentsel bağlamların, makro ölçekte karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu aşama, tek tek istatistiksel modeller üretmekten ziyade, önceki analizlerde ortaya konan tüketim rejimleri, mekânsal bağlamlar ve değişken baskınlıklarının kentler arası düzeyde nasıl ayrıştığını ortaya koymaya yönelik bütünleştirici bir sentez süreci olarak kurgulanmıştır.

Makro ölçekte yürütülen değerlendirme, üç temel bileşenin birlikte ele alınmasına dayanmaktadır:

- (i) kantil regresyon analizleri ile tanımlanan enerji tüketim rejimleri,
- (ii) mezo ölçekte oluşturulan kentsel küme tipolojileri ve
- (iii) SHAP analizi ile elde edilen değişken katkı ve baskınlık örüntüleri.

Bu üç bileşen, her iki kent için ayrı ayrı tanımlandıktan sonra, ortak bir analitik çerçeve içinde karşılaştırılmıştır. Böylece benzer tüketim rejimlerinin farklı kentsel bağlamlarda hangi mekanizmalar üzerinden oluştuğu; benzer mekânsal yapılara sahip alanlarda ise tüketim rejimlerinin neden farklılaştığı incelenebilmiştir.

Bu aşamada herhangi bir yeni regresyon veya tahmin modeli kurulmamış; bunun yerine, önceki analizlerden elde edilen çıktılar kentler arası karşılaştırılabilir göstergelere dönüştürülmüştür. Karşılaştırma süreci, değişkenlerin göreceli baskınlık sıraları, tüketim rejimi-mekânsal bağlam eşleşmeleri ve kentsel yapı türlerine özgü enerji tüketim profilleri üzerinden yürütülmüştür. Bu yaklaşım, enerji tüketimini belirleyen mekanizmaların kentler arasında ne ölçüde bağlama özgü, ne ölçüde aktarılabilir olduğunu değerlendirmeye olanak tanımaktadır.

Makro ölçek değerlendirme, çalışmanın karar destek boyutunu oluşturmaktadır. Bu sayede, Ankara ve Dublin örnekleri üzerinden elde edilen bulgular, yalnızca açıklayıcı bir karşılaştırma sunmakla kalmayıp; farklı kentsel bağlamlarda hangi tür politika ve planlama araçlarının daha etkili olabileceğine ilişkin genellenebilir çıkarımlar üretmektedir.

3.7. Beklenen Sonuçlar ve Yöntemsel Kısıtlar

Bu yöntemsel kurgunun temel beklentisi, enerji tüketiminin yalnızca ekonomik koşullara indirgenemeyeceğini; konut tipolojisi, bina yaşı, mekânsal konum ve gündelik davranış kalıplarının birlikte şekillendirdiği karmaşık bir süreç olduğunu ortaya koymaktır. Ankara ve Dublin'in farklı planlama rejimleri, bina stokları ve toplumsal yapıları sayesinde, aynı tür değişkenlerin farklı bağlamlarda nasıl işlediği karşılaştırmalı biçimde incelenebilecektir.

Öte yandan, yöntemsel bazı kısıtlar da mevcuttur. Örneğin, her iki kentte kullanılan resmi istatistiklerin tanım ve sınıflandırmalarındaki farklılıklar, tüm değişkenlerin bire bir aynı

biçimde karşılaştırılmasına izin vermemektedir. Ayrıca, anketin gönüllü katılım esasına dayanması, belirli grupların (örneğin çok düşük veya çok yüksek gelir grupları) görece az temsil edilmesine yol açmış olabilir. Bu tür kısıtlar, bulguların yorumlanmasında dikkate alınmakta ve tezde açıkça belirtilmektedir.

Bunula birlikte, ulaşım davranışları ve günlük hareketlilik, enerji tüketimini etkileyen önemli bir boyut olmakla birlikte, bu tezde yalnızca konut ölçeğinde gerçekleşen enerji tüketimi ele alınmıştır. Ulaşım ile ilgili veriler, ileride yapılacak tamamlayıcı çalışmalar için veri altyapısı oluşturmak amacıyla korunmuştur.

3.8. Bölüm Değerlendirmesi

Bu tez, kentsel yapılı çevre ve sosyoekonomik yapı bileşenlerinin enerji tüketimi üzerindeki etkilerini, makro–mezo–mikro ölçekleri birlikte ele alan çok aşamalı ve bütüncül bir yöntemsel kurgu içerisinde incelemektedir. Yöntemsel yaklaşım, literatürde enerji tüketimine ilişkin çelişkili bulguların önemli ölçüde ölçek duyarsızlığı, ortalama değerlere dayalı doğrusal varsayımlar ve bağlam farklılıklarının göz ardı edilmesi nedeniyle ortaya çıktığı varsayımından hareketle kurgulanmıştır. Bu doğrultuda tez, enerji tüketimini tek bir analiz düzeyine indirgemek yerine, farklı ölçeklerde işleyen mekanizmaları birbirine eklemlenen bir analitik yapı içerisinde çözümlemeyi amaçlamaktadır.

Araştırma süreci, öncelikle enerji tüketimi ile kentsel yapılı çevre, sosyoekonomik yapı ve bireysel davranışlar arasındaki ilişkileri ele alan kapsamlı bir literatür taraması ile başlatılmıştır. Bu aşamada, enerji tüketimini etkilediği literatürde öne çıkan değişkenler makro, mezo ve mikro ölçekler altında sistematik biçimde sınıflandırılmış; mekânsal, sosyoekonomik ve davranışsal bileşenler bütüncül bir çerçeve içinde tanımlanmıştır. Böylece, analiz sürecinde kullanılacak değişken seti yalnızca veri erişilebilirliği temelinde değil, kuramsal tutarlılık ve ölçekler arası ilişkisellik dikkate alınarak oluşturulmuştur.

Bu kuramsal çerçeve doğrultusunda, farklı kentsel bağlamları temsil eden Ankara ve Dublin kentleri çalışma alanı olarak seçilmiştir. Kentlerin seçimi, doğrudan bir niceliksel karşılaştırma amacıyla değil; farklı sosyoekonomik örüntülere, kentsel form karakterlerine ve planlama geleneklerine sahip iki bağlamda enerji tüketimini şekillendiren mekanizmaların karşılaştırmalı olarak yorumlanabilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Literatürde tanımlanan bazı değişkenlerin her iki kentte birebir karşılıklarının bulunmaması nedeniyle, işlevsel olarak benzer göstergeler kullanılmış; bu nedenle Ankara ve Dublin örnekleri doğrudan kıyaslanmamış, elde edilen bulguların bağlamsal çıkarımları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Yöntemsel kurgunun ilk analitik aşamasında, mezo ölçekte sosyoekonomik ve mekânsal kümelenme analizleri gerçekleştirilmiştir. Mezo ölçeğin tercih edilmesinin temel gerekçesi; makro ölçeğin kent içi heterojenliği yeterince yansıtamaması, mikro ölçeğin ise hem veri kısıtları hem de aşırı ayrıntı nedeniyle analitik bütünlüğü zayıflatma riskidir. Bu aşamada, Ankara için mahalle, Dublin için ise Electoral Division (ED) düzeyinde çok değişkenli kümelenme analizleri uygulanmış; sosyoekonomik ve mekânsal özelliklerin birlikte ele alındığı kentsel tipolojiler tanımlanmıştır. Elde edilen kümeler, kentsel bağlamın yapısal farklılıklarını temsil eden analitik bir ara ölçek işlevi görmüştür.

Kümelenme analizi sonuçlarına dayanarak, her iki kentte de her kümeyi temsil edecek biçimde örnek mahalleler ve ED'ler seçilmiş; bu seçim küme sayılarıyla orantılı olacak şekilde dengelenmiştir. Mikro ölçekli veri toplama aşamasına geçilmeden önce, literatürde tanımlanan mikro ölçek bileşenler ve araştırma hipotezleri doğrultusunda hanehalkı anketi hazırlanmıştır. Anket formu; hanehalkı sosyoekonomik özellikleri, konutun fiziksel nitelikleri ve bireysel tutum ve davranışları kapsayacak şekilde yapılandırılmıştır. Her iki kentte de 385'er adet anket uygulanarak istatistiksel açıdan karşılaştırılabilir bir örneklem büyüklüğü sağlanmıştır.

Mikro ölçekte elde edilen veriler, çok aşamalı bir nicel analiz süreciyle değerlendirilmiştir. İlk aşamada, enerji tüketimini açıklamak üzere doğrusal OLS regresyon modelleri kurulmuş; sosyoekonomik, mekânsal ve bütünleşik değişken setleri için yaz-kış dönemleri ve enerji türleri dikkate alınarak toplam 10 farklı model çalıştırılmıştır. Bu analizlerde bazı değişkenlerin belirli modellerde anlamlı, diğerlerinde anlamsız sonuçlar vermesi, enerji tüketimi-değişken ilişkilerinin doğrusal varsayımlarla açıklanamayabileceğini göstermiştir.

Bu bulgular doğrultusunda, ikinci aşamada doğrusal olmayan analizlere geçilmiştir. Polinomsal regresyon modelleri ile değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki eğrisel etkileri test edilmiş; etkileşimli regresyon analizleri aracılığıyla değişkenlerin birbirleriyle etkileşime girerek enerji tüketimini nasıl şekillendirdiği incelenmiştir. Eşik analizleri ile ise

doğrusal olmayan ilişkilerin hangi eşik değerlerinden sonra yön veya ivme değiştirdiği ortaya konulmuştur. Bu aşama, enerji tüketiminin sabit katsayılarla sahip tek tip ilişkilerle değil, koşula ve düzeye bağlı mekanizmalarla belirlendiğini göstermiştir.

Ardından kantil regresyon analizleri uygulanarak, farklı enerji tüketim düzeylerinde (düşük, orta ve yüksek tüketim grupları) değişkenlerin etkilerinin nasıl farklılaştığı tanımlanmıştır. Bu sayede ortalama hanehalkı varsayımının ötesine geçilerek, tüketim rejimlerine özgü belirleyici mekanizmalar analiz edilmiştir. Bunu takiben, SHAP (Shapley Additive Explanations) analizi ile değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki göreceli katkıları açıklanmıştır. Küresel SHAP analizleri, değişkenlerin genel baskınlık sıralamasını ortaya koyarken; yerel SHAP analizleri, tekil hanehalkı düzeyinde enerji tüketiminin hangi mekanizmalarla oluştuğunu açıklamaya imkân tanımıştır.

Mikro ölçekte elde edilen bu çok yöntemli bulgular, bir sonraki aşamada mezo ölçekte sentezlenmiştir. Daha önce tanımlanan sosyoekonomik ve mekânsal kümeler temel alınarak, SHAP ve kantil analiz sonuçları küme bazında gruplanmış; her küme için farklı tüketim kantillerinde baskın değişkenler tanımlanmıştır. Bu yaklaşım, aynı enerji tüketim düzeylerinin farklı kentsel bağlamlarda farklı mekanizmalarla üretilebildiğini ortaya koymuştur. Bu sentez doğrultusunda, her iki kent için bağlama duyarlı bir karar destek matrisi oluşturulmuş; hangi küme ve hangi tüketim rejimi için hangi değişkenlerin öncelikli müdahale alanları sunduğu sistematik biçimde belirlenmiştir.

Yöntemsel kurgunun son aşamasında ise, mezo ve mikro ölçek bulgularından hareketle makro ölçekli karşılaştırmalı bir sentez gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada, Ankara ve Dublin'in farklı kentsel gelişme biçimlerinin enerji tüketim ilişkilerini nasıl şekillendirdiği, niceliksel bir makro modelleme yerine alt ölçek bulgularının bağlamsal yorumu üzerinden tartışılmıştır. Böylece tez, enerji tüketimini tekil bir sonuç değişkeni olarak değil; çok ölçekli, bağlama duyarlı ve doğrusal olmayan ilişkiler ağı içinde üretilen bir kentsel olgu olarak ele alan bütüncül bir analitik çerçeve sunmaktadır.



4. BULGULAR

Bu bölümde sunulan bulgular, Ankara ve Dublin örnekleri üzerinden kurgulanan çok ölçekli analiz sürecinin ardışık ve bütünleşik çıktıları olarak yapılandırılmıştır. Bulguların sunumunda, çalışmanın yöntem bölümünde tanımlanan analitik çerçeve izlenmiş; bulguların sunumu mezo ölçekli kentsel bağlamın tanımlanması ile başlayarak mikro ölçekte hanehalkı düzeyinde enerji tüketim mekanizmalarının çözümlemesine doğru ilerleyen bir mantık içinde ele alınmıştır. Bu yaklaşım, enerji tüketiminin tekil değişkenler ya da ortalama etkiler üzerinden değil, farklı ölçeklerde işleyen ve bağlama duyarlı süreçler aracılığıyla üretildiği varsayımına dayanmaktadır. Bu çok aşamalı ve ölçekler arası analiz süreci kapsamında gerçekleştirilen tüm analizler ile bu analizlerin çalışmadaki amaçları, işlevleri ve bulguların yönü bulgular bölümüne giriş niteliğinde olmak üzere Çizelge 4.1’de özetlenmiştir.

Bu bölümde bulgular, ilk bakışta doğrusal bir makro–mezo–mikro sıralamayı izlemiyor gibi görünse de, çalışmanın analitik kurgusu mikro ölçekten makro ölçeğe doğru genişleyen bir sistematik üzerine inşa edilmiştir. Çalışmanın temel amacı konut bazlı enerji tüketim mekanizmalarını hanehalkı düzeyinde çözümlemek olduğundan, analitik merkez mikro ölçektir. Ancak mikro ölçekte yürütülecek anket çalışmalarının, her iki kentte de farklı sosyoekonomik ve mekânsal tipolojileri temsil etmesi gerekliliği nedeniyle, öncelikle mezo ölçekte kümelenme analizleri gerçekleştirilmiştir.

Bu kümelenme sonuçları, örneklem seçiminde kullanılmış ve Ankara’da mahalle, Dublin’de ise Electoral Division (ED) düzeyinde farklı kentsel tipolojileri temsil eden alanlar belirlenmiştir. Ardından mikro ölçekte gerçekleştirilen anket çalışmaları ve çok yöntemli istatistiksel analizler ile enerji tüketimini belirleyen mekanizmalar ortaya konmuştur. Mikro düzeyde elde edilen bulgular, tekrar mezo ölçekte tanımlanan kümeler üzerinden değerlendirilerek, hanehalkı davranışlarının kentsel bağlam ile nasıl kesiştiği analiz edilmiştir. Son aşamada ise iki kentin mezo ölçekte ortaya çıkan enerji rejimleri karşılaştırılarak makro düzeyde bağlamsal bir sentez sunulmuştur.

Bu nedenle bulguların sunum sırası, yöntemsel sürecin kronolojik ilerleyişinden ziyade, ölçekler arası analitik geçişi görünür kılmayı amaçlayan bilinçli bir tercihi yansıtmaktadır.

Bu doğrultuda, öncelikle her iki şehirde sosyoekonomik ve mekânsal göstergeler temelinde gerçekleştirilen mezo ölçekli kümelenme analizi bulguları sunulmakta; ardından bu kümelerin karakteristik özelliklerini ortaya koyan betimleyici analizlere yer verilmektedir. Bu aşama, kentsel alanların yalnızca istatistiksel sınıflar olarak değil, farklı yapısal özelliklere ve potansiyel enerji tüketim rejimlerine sahip kentsel tipolojiler olarak değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Mezo ölçekte tanımlanan bu bağlam, mikro ölçekte yürütülen saha çalışmasının ve anket temelli analizlerin yorumlanması için temel bir referans çerçevesi oluşturmaktadır.

Devam eden aşamada, hanehalkı anketleri aracılığıyla elde edilen enerji tüketim verileri ile bu tüketimi şekillendiren sosyoekonomik, mekânsal ve davranışsal değişkenler arasındaki ilişkiler incelenmektedir. Anket verilerine yönelik betimleyici analizlerin ardından, regresyon analizlerine geçilmeden önce gerçekleştirilen korelasyon ve çoklu doğrusal bağlantı incelemeleri, kurulan modellerin istatistiksel tutarlılığını ve yorumlanabilirliğini güvence altına alan bir ön değerlendirme işlevi görmektedir.

Bu temel üzerinde, ilk olarak çok değişkenli doğrusal en küçük kareler regresyon analizi ile değişkenlerin ortalama etkileri değerlendirilmiş; ancak bazı ilişkilerin bağlama ve tüketim düzeyine bağlı olarak tutarsızlaşması, enerji tüketimi ile belirleyici faktörler arasındaki ilişkilerin doğrusal olmayan yapılara ve eşiklere sahip olabileceğine işaret etmiştir. Bu nedenle, polinomsal ve etkileşimli regresyon modelleri ile Johnson–Neyman eşik analizleri kullanılarak, değişken etkilerinin hangi koşullarda ve hangi değer aralıklarında anlamlı hale geldiği ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Bu yaklaşım, literatürde sıklıkla tartışılan ve çelişkili sonuçlar üreten ilişkilerin, bağlama duyarlı bir bakış açısıyla yeniden değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Bulgular bölümünün ilerleyen kısımlarında, enerji tüketiminin dağılım boyunca nasıl farklılaştığını ortaya koymak amacıyla kantil regresyon analizlerine yer verilmekte; bu analizler, kantil tüketim profillerinin betimlenmesiyle desteklenmektedir. Böylece düşük, orta ve yüksek tüketim düzeylerinde işleyen mekanizmalar ayrıştırılmakta ve enerji tüketiminin homojen olmayan yapısı görünür kılınmaktadır. Son olarak, SHAP analizleri aracılığıyla regresyon modellerinin açıklanabilirliği artırılmakta; değişkenlerin enerji tüketimine olan katkıları hem küresel hem de yerel düzeyde çözümlenmektedir. Kantil analizleri, mezo ölçekli kümeler ve SHAP bulgularının birlikte değerlendirilmesiyle, aynı

tüketim düzeylerinin farklı kentsel bağlamlarda farklı mekanizmalarla üretilebildiği ortaya konulmakta; Ankara ve Dublin örnekleri bu bütünleşik çerçeve içinde teknik düzeyde karşılaştırılmaktadır.

Çizelge 4.1. Anket temelli çok ölçekli analiz sürecinde amaç ve temel bulguların ölçekler arası özeti

Aşama	Ölçek	Analiz Bileşeni	Analizin Temel Amacı	Temel Bulguların Yönü (Ankara – Dublin)
1	Mezo	Sosyoekonomik ve Mekânsal Kümelenme (GMM)	Kentsel tipolojileri tanımlamak ve temsil gücü yüksek örneklem belirlemek	Her iki kentte farklı sosyo-mekânsal kümeler ayrılmaktadır; Dublin’de merkez-banliyö ayrımı daha belirgindir
2	Mikro	Anket Tanımlayıcı Analizleri	Örneklem profilini ve değişken dağılımlarını ortaya koymak	Hanehalkı büyüklüğü, gelir ve konut özellikleri enerji tüketimi ile ilişkili farklılaşmalar göstermektedir
3	Mikro	Doğrusal OLS Regresyon	Ortalama etkileri belirlemek	Ankara’da konut büyüklüğü ve hanehalkı büyüklüğü baskın; Dublin’de hanehalkı büyüklüğü ve ısı yalıtımı öne çıkmaktadır
4	Mikro	Polinomsal ve Etkileşimli OLS + Johnson–Neyman	Doğrusal olmayanlıkları ve eşik etkilerini test etmek	Değişken etkileri tüketim düzeyine ve bağlama göre eşik davranışları göstermektedir
5	Mikro	Kantil Regresyon	Tüketim düzeylerine göre farklılaşan belirleyici yapıları ayırmak	Düşük, orta ve yüksek tüketim gruplarında farklı değişken setleri anlamlıdır
6	Mikro	SHAP Analizi (Global ve Local)	Regresyon modellerinin açıklanabilirliğini artırmak ve değişken katkılarını belirlemek	Yüksek tüketimde gelir, yaş ve bina yaşı öne çıkmakta; değişken önem sıralamaları kentlere göre farklılaşmaktadır
7	Mezo	Küme–Kantil–SHAP Bütünleşik Analizi	Enerji tüketiminin mezo ölçek kentsel bağlamlar içinde nasıl farklı rejimler ürettiğini ortaya koymak	Aynı tüketim düzeyleri farklı kentsel bağlamlarda farklı mekanizmalarla üretilmektedir
8	Makro	Kentler Arası Karşılaştırmalı Sentez	İki kentin enerji üretim mantığını yapısal düzeyde karşılaştırmak	Ankara’da sosyoekonomik belirleyiciler görece daha baskın; Dublin’de mekânsal/yapısal faktörler daha belirleyicidir

4.1. Mikro Ölçek Örneklemine Belirlenmesine Yönelik Mezo Ölçekli Kümelenme Bulguları

Bu çerçevede mezo ölçekli kümeler, yalnızca saha çalışmasının temsiliyetini sağlamak amacıyla değil, aynı zamanda mikro ölçekte elde edilen bulguların kentsel bağlamlar içerisinde nasıl farklılaştığını değerlendirebilmek için analitik bir okuma düzeyi olarak ele

alınmıştır. Bu bağlamda, izleyen alt başlıklarda mezo ölçekte tanımlanan kümeler, hem mekânsal dağılımları hem de küme içi ortalama değerleri üzerinden sunulmakta; bu kümeler, mikro ölçekte elde edilen enerji tüketim bulgularının yorumlanacağı temel kentsel bağlamlar olarak ele alınmaktadır.

4.1.1. Ankara çalışma alanı mezo ölçekte sosyoekonomik ve mekansal küme grupları ve tanımları

Ankara çalışma alanında sosyoekonomik ve mekânsal kümelerin mahalle ölçeğinde belirli bir mekânsal düzenlilik sergilediğini ortaya koymaktadır. Merkez ilçeler ve yakın çevresinde, nüfus yoğunluğu ve yapılaşma yoğunluğu yüksek kümelerin süreklilik gösterdiği alanlar dikkat çekerken; kentsel çeperlere doğru gidildikçe düşük yoğunluklu ve sosyoekonomik göstergeleri sınırlı kümelerin daha geniş alanlara yayıldığı görülmektedir. Bununla birlikte, bu merkez–çeper ayrışması mutlak bir yapı sergilememekte; özellikle çeper alanlarda bazı kümelerin mekânsal olarak dağınık biçimde konumlandığı ve merkezden bağımsız yoğunluk odakları oluşturduğu gözlemlenmektedir.

Özellikle Küme 5 ve Küme 1’e ait mahallelerin, kentsel çeperlerde tekil ya da küçük kümeler hâlinde yer aldığı dikkat çekmektedir. Küme 5’in zemin üstü kat sayısı bakımından en yüksek değerlere sahip olması, bu kümenin yalnızca merkezle sınırlı kalmadığını; çeper alanlarda yer alan yeni ve yüksek katlı konut bloklarıyla da temsil edildiğini göstermektedir. Benzer biçimde, nüfus yoğunluğu ve konut alanı yoğunluğu açısından üst sıralarda yer alan Küme 1’in de merkez dışında belirli mahallelerde yoğun yapılaşma örüntüleri sergilediği görülmektedir. Bu durum, Ankara’nın çeper alanlarında düşük yoğunluklu yayılmanın yanı sıra, yüksek katlı ve yoğun yapılaşma biçimlerinin de geliştiğini; kentsel büyümenin homojen bir çeperleşme süreci izlemediğini ortaya koymaktadır. Harita genelinde gözlenen bu dağınık ancak belirgin yoğunlaşmalar, izleyen bölümlerde mikro ölçekte elde edilen bulguların mezo ölçekli kentsel profiller üzerinden birlikte okunmasını gerekli kılan önemli bir mekânsal bağlam sunmaktadır. Haritanın daha ayrıntılı ve büyük ölçekli versiyonu EK 3. Ankara Ve Dublin Sosyoekonomik Ve Mekansal Küme Dağılımı EK 3A. Ankara seçili ilçeleri mahalle düzeyinde sosyoekonomik ve mekansal küme dağılımı haritası sunulmaktadır.

Küme 2, 82 mahalleden oluşmaktadır. Gelir düzeyi (78 688 TL), nüfus yoğunluğu (188 k/ha), üniversite ve üstü mezun oranı (%40,9), bina yaşı (25,2) ve konut alanı yoğunluğu (1,11 m²/ha) ile en yüksek düzeydedir. Zemin üstü kat sayısı (4,09) küçük bir farkla en yüksek ikinci sıradadır. Bağımlı nüfus oranı (32,8) ise en düşük düzeydedir. Bu özellikler birlikte değerlendirildiğinde Küme 2, yüksek sosyoekonomik göstergelere sahip, yoğun yapılaşmanın ve yoğun nüfusun bir arada görüldüğü, demografik bağımlılığın ise sınırlı olduğu kentsel alanları temsil etmektedir.

Küme 3, 58 mahalleden oluşmaktadır. En yüksek bağımlı nüfusa (35,3) ve en düşük zemin üstü kat sayısı (1,86) ve nüfus yoğunluğuna (1,52 k/ha) sahiptir. Konut alanı yoğunluğu (0,20 m²/ha) ile en düşük ikinci kümedir. Gelir düzeyi (28 944 TL) en düşük ikinci kümedir. Üniversite ve üstü mezun oranı (%21,8) ise üçüncü sıradadır. Bu bulgular, Küme 3'ün düşük yoğunluklu yapılaşma karakterine sahip, demografik bağımlılık oranı yüksek ve sosyoekonomik göstergeleri sınırlı olan mahalleleri temsil ettiğini ortaya koymaktadır.

Küme 4, 17 mahalleden oluşmaktadır. Bu küme, en düşük konut alanı yoğunluğu (0,05 m²/ha), gelir düzeyi (22 710 TL) ve üniversite ve üstü mezun oranına (%9,94) sahiptir. Nüfus yoğunluğu da oldukça düşük olup (6 k/ha) en düşük ikinci sıradadır. Zemin üstü kat sayısı (2,70) da en düşük ikinci kümedir. Küme 2 dışındaki kümelerin bina yaş ortalaması birbirine yakındır. Küme 4, düşük yoğunluklu yapılaşma, sınırlı sosyoekonomik kaynaklar ve düşük eğitim düzeyi ile karakterize edilen kentsel alanları temsil etmektedir.

119 mahalleden oluşan Küme 5; Gelir düzeyi (70 566 TL), üniversite ve üstü mezunu oranı (%37,7) ve bağımlı nüfus oranı (%34,4) olarak en yüksek ikinci kümedir. Konut alanı yoğunluğu (0,36 m²/ha) ve nüfus yoğunluğu (65 k/ha) 3. sıradadır. En yüksek zemin üstü kat sayısı (4,21) bu kümeye aittir. Bina yaş ortalaması diğer kümelerle yakın olup 22'dir. Özetle bu küme, sosyoekonomik açıdan görece güçlü, ancak demografik bağımlılık oranı yüksek ve yoğun yapılaşma karakterine sahip kentsel alanlardan oluştuğunu göstermektedir.

Haritada yer alan Küme -1, ilgili mahallelerde bazı sosyoekonomik ve mekânsal değişkenlere ait verilerin eksik olması nedeniyle kümelenme analizine dâhil edilemeyen alanları temsil etmektedir. Bu mahalleler, analiz kapsamında oluşturulan küme profilleri ve izleyen aşamalarındaki örneklem seçimi ile mikro ölçekli analizlerde değerlendirme dışı bırakılmıştır. Dolayısıyla Küme -1, çalışmanın bulgularında karşılaştırmalı analizlere konu

edilen sosyo-mekânsal kümeleri temsil etmemekte; yalnızca veri kapsamına ilişkin mekânsal sınırları göstermek amacıyla haritada sunulmaktadır.

Çizelge 4.2. Ankara çalışma alanı küme grupları değişken ortalama değerleri

Küme	Bina Yaşı	Konut alanı yoğunluğu (m ² konut alanı / ha mahalle alanı)	Zemin üstü kat sayısı	Nüfus yoğunluğu (k/ha)	Gelir Düzeyi (TL)	Üniversite ve üstü mezun oranı	Yaş bağımlılık oranı
1	21,61151	0,903443	3,84058	185,7126	38 607,47	17,86429	33,0
2	25,24691	1,111968	4,098765	188,2844	78 688,15	40,93902	32,8
3	21,89583	0,20	1,866667	1,522759	28 944,46	21,89655	35,3
4	21,58824	0,05	2,705882	6,480588	22 710,25	9,941176	33,0
5	22,91453	0,36	4,213554	65,35429	70 566,46	37,78992	34,3

Not: Çizelgede yer alan bina yaşı, konut alanı yoğunluğu, zemin üstü kat sayısı ve nüfus yoğunluğu verileri Ankara Büyükşehir Belediyesi yapı envanteri ile TÜİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi verilerine dayalı olarak derlenmiştir. Gelir düzeyi ile üniversite ve üstü mezun oranına ilişkin göstergeler TÜİK ve ENDEKSA verileri kullanılarak elde edilmiştir. Tüm sosyoekonomik göstergeler 2023–2024 dönemine ait olup mahalle düzeyinde hesaplanan ortalama değerleri yansıtmaktadır.

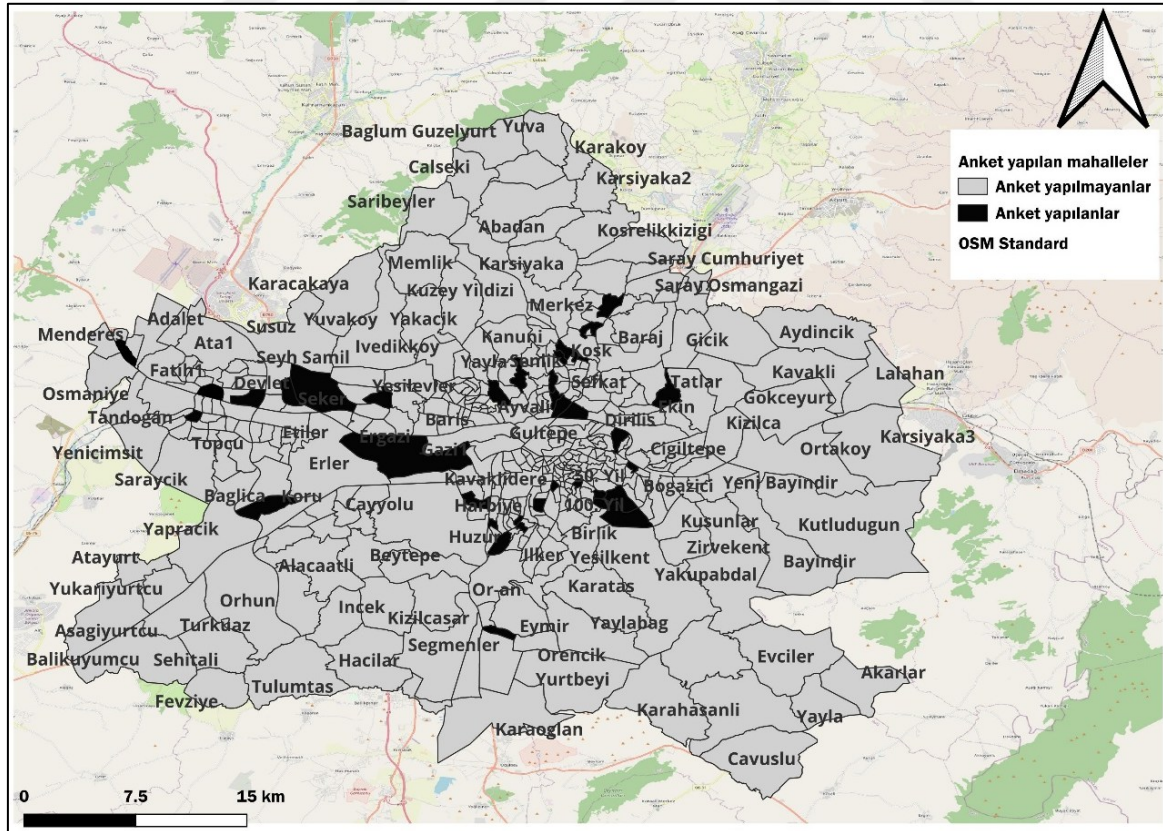
Ankara çalışma alanı anket yapılan mahalleler

Ankara için yürütülen anket çalışmasında, sosyo-mekânsal kümelenme analizi sonuçları temel alınarak örnek mahalleler belirlenmiştir. Analiz sonucunda 0–4 aralığında toplam beş küme elde edilmiş; her bir kümenin büyüklüğü esas alınarak orantılı bir seçim yapılmıştır. Bu kapsamda, 440 mahalle arasından toplam 36 mahalle örnekleme yer almıştır. Buna göre, küme 5’den 11, küme 1’den 11, küme 2’den 8, küme 3’ten 3 ve küme 4’ten 3 mahalle seçilmiştir.

Mahalle seçim sürecinde, küme büyüklüklerinin yanı sıra her bir kümenin sosyo-mekânsal özelliklerini yansıtan temel göstergeler de dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda, bina yaşı, konut yüzey alanı yoğunluğu (m² konut alanı / mahalle alanı), zemin üstü kat sayısı, nüfus yoğunluğu (kişi/ha), gelir düzeyi, üniversite mezunu oranı ve bağımlı nüfus oranı gibi değişkenler üzerinden belirginleşen küme profilleri esas alınmış; her kümenin karakteristik

özelliklerini temsil eden mahalleler örneklem kapsamına dâhil edilmiştir (EK 4. Ankara ve Dublin Anket Yapılan Mahalle ve Seçim Bölgeleri EK 4A. Ankara çalışma alanı anket yapılan mahalleler). Bu örnekleme yapısı, izleyen bölümlerde gerçekleştirilen regresyon, SHAP ve kantil analizlerinde elde edilen bulguların mezo ölçekli kentsel profiller üzerinden birlikte değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Bu örnekleme yaklaşımının mekânsal karşılığı Harita 4.2’de sunulmaktadır. Harita, anket uygulanan mahallelerin kent bütünü içerisindeki dağılımını göstererek, örneklemin yalnızca sayısal olarak değil, mekânsal temsiliyet açısından da dengeli biçimde kurgulandığını ortaya koymaktadır. Anket yapılan mahallelerin merkezî alanlar, dönüşüm baskısı altındaki bölgeler ve çeper yerleşimler dâhil olmak üzere farklı sosyo-mekânsal bağlamlara yayıldığı görülmektedir. Bu dağılım, mezo ölçekte tanımlanan küme profillerinin kent makroformu içindeki karşılıklarını görünür kılmakta; mikro ölçekte elde edilen enerji tüketim bulgularının mahalle bağlamı ile birlikte değerlendirilmesine analitik bir zemin sağlamaktadır.



Harita 4.2. Ankara çalışma alanı anket yapılan mahalleler

4.1.2. Dublin çalışma alanı mezo ölçekte sosyoekonomik ve mekansal küme grupları ve tanımları

Dublin çalışma alanında seçim bölgesi (Electoral Division - ED) düzeyinde elde edilen sosyoekonomik ve mekânsal kümelerin dağılımı, kentsel merkez ile çeper alanlar arasında belirgin bir mekânsal ayrışmaya işaret etmektedir. Küme 4, açık ara en yüksek nüfus yoğunluğuna sahip alanları temsil etmekte olup, harita üzerinde ağırlıklı olarak Dublin kent merkezinde ve merkez çevresindeki iç kentsel bölgelerde yoğunlaşmaktadır. Bu alanlar, apartman tipi konut oranının yüksekliği, konut sahipliğinin sınırlı olması ve yükseköğretim düzeyi yüksek, genç nüfus profili ile tanımlanan, kiracılık temelli ve yoğun yapılaşmış kentsel çekirdek alanlara karşılık gelmektedir. Haritada bu kümenin kompakt ve süreklilik gösteren bir mekânsal örüntü sergilemesi, Dublin’de merkezî alanların hem demografik hem de mekânsal açıdan belirgin biçimde ayrıştığını ortaya koymaktadır.

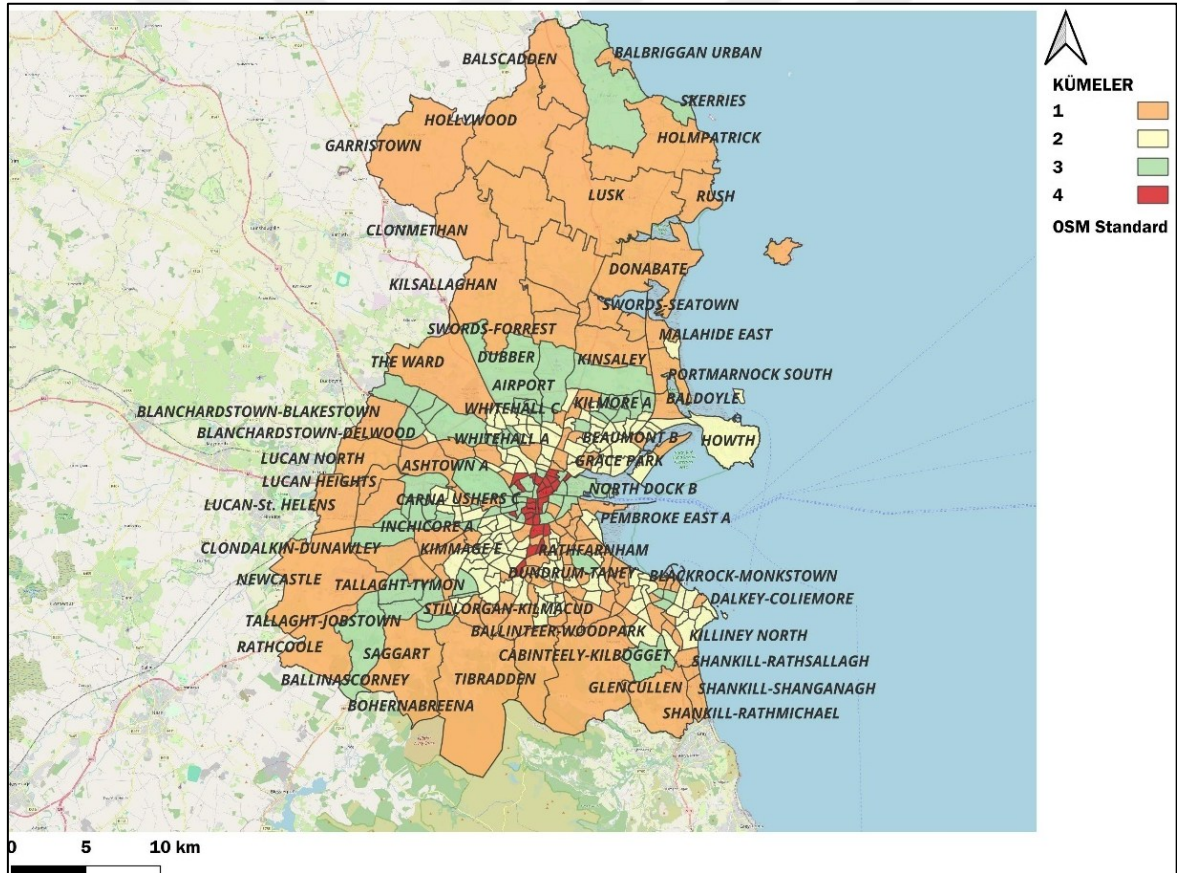
Kent merkezini çevreleyen iç ve orta kuşaklarda ise Küme 3’ün daha parçalı ancak görece yoğun bir dağılım sergilediği görülmektedir. Bu küme, nüfus yoğunluğu bakımından merkezden sonra gelen alanları temsil etmekle birlikte, daha düşük eğitim düzeyi, yüksek işsizlik oranı ve apartman–müstakil konut karışımının belirgin olduğu bir kentsel profil sunmaktadır. Harita üzerinde Küme 3’ün, Küme 4 ile düşük yoğunluklu çeper kümeleri arasında bir geçiş kuşağı oluşturması, Dublin’de sosyoekonomik eşitsizliklerin yalnızca merkez–çeper ikiliği üzerinden değil, merkez çevresinde yoğunlaşan ara kentsel profiller üzerinden de şekillendiğini göstermektedir. Bu alanlar, yapı yenilik puanlarının görece yüksekliğiyle, kentsel dönüşüm ve yeniden yapılanma baskısının da mekânsal olarak yoğunlaştığı bölgeler olarak okunabilmektedir.

Buna karşılık, Küme 1 ve Küme 2’nin harita üzerinde ağırlıklı olarak kentsel çeperlerde ve dış banliyö alanlarında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu kümeler, düşük nüfus yoğunluğu, yüksek konut sahipliği oranı ve müstakil konut ağırlıklı yapılaşma özellikleriyle, Dublin’in düşük yoğunluklu, aile ağırlıklı ve yerleşik nüfusun baskın olduğu banliyö karakterini yansıtmaktadır. Özellikle Küme 2’nin, müstakil konut oranının çok yüksek olduğu ve oda başına düşen kişi sayısının düşük seyrettiği alanlarda yoğunlaşması, mekânsal genişleme ile birlikte enerji tüketimi örüntülerinin de merkezden farklılaştığı bir kentsel bağlama işaret etmektedir. Harita genelinde bu kümelerin geniş alanlara yayılarak süreklilik göstermesi, Dublin’de çeperleşmenin Ankara’dan farklı olarak daha düzenli, düşük yoğunluklu ve konut

sahipliği temelli bir yapı izlediğini ortaya koymaktadır. . Haritanın daha ayrıntılı ve büyük ölçekli versiyonu EK 3B. Dublin Nuts 3 Bölgesi Seçim Bölümü düzeyinde sosyoekonomik ve mekansal küme dağılımı haritası sunulmaktadır.

Bu mekânsal dağılım, mikro ölçekte anket verileriyle elde edilen enerji tüketim örüntülerinin, mezo ölçekte tanımlanan bu farklı kentsel profiller üzerinden birlikte değerlendirilmesini gerekli kılan güçlü bir analitik çerçeve sunmaktadır.

Bu mekânsal örüntülerin, küme içi sosyoekonomik ve mekânsal göstergelerle nasıl ayrıştığını ortaya koymak amacıyla, her bir kümeye ait değişkenlerin ortalama değerleri aşağıda sunulmaktadır.



Harita 4.3. Dublin Nuts 3 bölgesi seçim bölümü (ED) düzeyinde sosyoekonomik ve mekansal kümelenme

Dublin çalışma alanında küme tanımlamaları, seçim bölgesi (ED) düzeyinde belirlenen sosyoekonomik ve mekânsal kümelere ait değişkenlerin ortalama değerleri dikkate alınarak yapılmıştır. Bu kapsamda nüfus yoğunluğu (kişi/ha), yaş bağımlılık oranı, yükseköğretim

mezun oranı, işsizlik oranı, konut sahipliği oranı, oda başına düşen kişi sayısı, konut tiplerine (house/bungalow ve flat/apartment) ilişkin oranlar ile bina dönem puanına ait küme bazlı ortalama değerler Çizelge 4.3’de sunulmaktadır. İzleyen alt başlıklarda yer alan küme tanımlamaları, söz konusu nicel göstergeler üzerinden elde edilen mekânsal ve sosyoekonomik örüntülerin analitik olarak yorumlanmasına dayanmaktadır.

Küme 1: En düşük nüfus yoğunluğu bu kümede gözlenmektedir (30,61 kişi/ha). Yaş bağımlılık oranı ikinci en yüksek değere sahiptir (%33,18). Yükseköğretim düzeyi açısından ikinci sırada yer almaktadır (%56,37) ve işsizlik oranı ikinci en düşük seviyededir (%6,38). Konut sahipliği oranı görece yüksektir (%66,59) ve oda başına düşen kişi sayısı düşüktür (0,52 kişi/oda). Müstakil konut oranı en yüksek ikinci değeri göstermektedir (%74,18) ve apartman tipi konut oranı ise düşüktür (%25,52). Buna karşılık, yapı yenilik puanı en düşük değerdedir (4,65). Genel olarak Küme 1, düşük yoğunluklu, görece yaşlı nüfuslu ve konut sahipliğinin yaygın olduğu alanları temsil etmektedir.

Küme 2: Bu küme, ikinci en düşük nüfus yoğunluğuna sahiptir (45,15 kişi/ha). Yaş bağımlılık oranı en yüksek seviyededir (%36,99), yükseköğretim düzeyi ise üçüncü sıradadır (%48,89). İşsizlik oranı en düşük seviyededir (%6,25). Konut sahipliği oranı en yüksek değere ulaşmaktadır (%77,25) ve oda başına düşen kişi sayısı en düşük düzeydedir (0,47 kişi/oda). Müstakil konut oranı en yüksek seviyededir (%90,71), apartman tipi konut oranı ise en düşük düzeydedir (%9,11). Buna karşın yapı yenilik puanı en düşük seviyededir (4,88). Bu özellikler, Küme 2’nin düşük yoğunluklu, müstakil konut ağırlıklı, görece yaşlı nüfuslu ve konut sahipliğinin baskın olduğu alanları temsil ettiğini ortaya koymaktadır.

Küme 3: İkinci en yüksek nüfus yoğunluğuna sahiptir (53,49 kişi/ha); ancak bu değer Küme 4’ün yalnızca yarısı kadardır. Yaş bağımlılık oranı ikinci en düşük seviyededir (%28,50). Yükseköğretim oranı kümeler arasında en düşük (%39,09) ve işsizlik oranı en yüksek düzeydedir (%11,52). Konut sahipliği oranı düşük seviyededir (%40,39) ve oda başına düşen kişi sayısı yüksektir (0,65 kişi/oda). Müstakil konut oranı görece düşük (%60,14), apartman tipi konut oranı ise orta seviyededir (%39,41). Yapı yenilik puanı kümeler arasında ikinci en yüksek değere sahiptir (5,25). Bu küme, orta yoğunluklu, işsizlik oranı yüksek, görece düşük eğitimli nüfusun yaşadığı ve apartman-müstakil konut karışımının görüldüğü alanları temsil etmektedir.

Küme 4: Bu küme, açık ara en yüksek nüfus yoğunluğuna sahiptir (134,57 kişi/ha). Yaş bağımlılık oranı en düşük (%21,09), yükseköğretim oranı en yüksek (%59,80) düzeydedir. Konut sahipliği oranı en düşük seviyede (%8,61) iken, oda başına düşen kişi sayısı oldukça yüksektir (0,66 kişi/oda). Ayrıca müstakil konut oranı açık ara en düşük (%38,01), apartman tipi konut oranı en yüksek (%61,45) değerdedir. Yapı yenilik puanı kümeler arasında en yüksek değere sahiptir (5,87). Bu bulgular, Küme 4'ün yoğun, apartman ağırlıklı, genç ve yükseköğretim düzeyi yüksek nüfus yapısına sahip kentsel alanları temsil ettiğini göstermektedir.

Çizelge 4.3. Dublin çalışma alanında belirlenen küme gruplarına ait değişken ortalama değerleri

Küme	Nüfus yoğunluğu (kişi/ha)	Yaş bağımlılık oranı (%)	Yükseköğretim mezun oranı (%)	İşsizlik oranı (%)	Konut sahipliği oranı (%)	Oda başına düşen kişi sayısı	Müstakil konut oranı	Apartman konut oranı	Bina dönem puanı
0	134,57	21,09	59,80	8,61	29,64	0,66	0,38	0,61	5,87
1	30,61	33,18	56,37	6,38	66,59	0,52	0,74	0,26	4,65
2	45,15	36,99	48,89	6,25	77,25	0,47	0,91	0,09	4,88
3	53,49	28,50	39,09	11,52	40,39	0,65	0,60	0,39	5,25

Not: Çizelgede yer alan nüfus yoğunluğu, yaş bağımlılık oranı, eğitim düzeyi, işsizlik oranı ve konut sahipliği oranına ilişkin veriler İrlanda Merkezi İstatistik Ofisi (CSO) Küçük Alan / Seçim Bölgesi verilerine dayalı olarak derlenmiştir. Konut tiplerine (house/bungalow ve flat/apartment) ilişkin oranlar ile bina dönem puanı, CSO konut stok verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Tüm göstergeler 2021–2024 dönemini temsil eden en güncel veriler esas alınarak seçim bölgesi (ED) düzeyinde hesaplanan ortalama değerleri yansıtmaktadır.

Dublin çalışma alanı anket yapılan seçim bölgeleri

Dublin için yürütülen anket çalışmasında örnek alanlar, gerçekleştirilen kümelenme analizi sonuçlarına dayalı olarak belirlenmiştir. Toplamda 322 Seçim Bölgesi arasından, her bir kümenin büyüklüğü oranında örnek seçim bölgesi seçilmiş ve toplamda 24 seçim bölgesi çalışma alanı olarak tanımlanmıştır (EK 4B. Dublin çalışma alanı anket yapılan mahalleler). Bu kapsamda küme 1 için 8, küme 2 için 9 ve küme 3 için 5, küme 4 için 2 seçim bölgesi örnekleme yer almıştır.

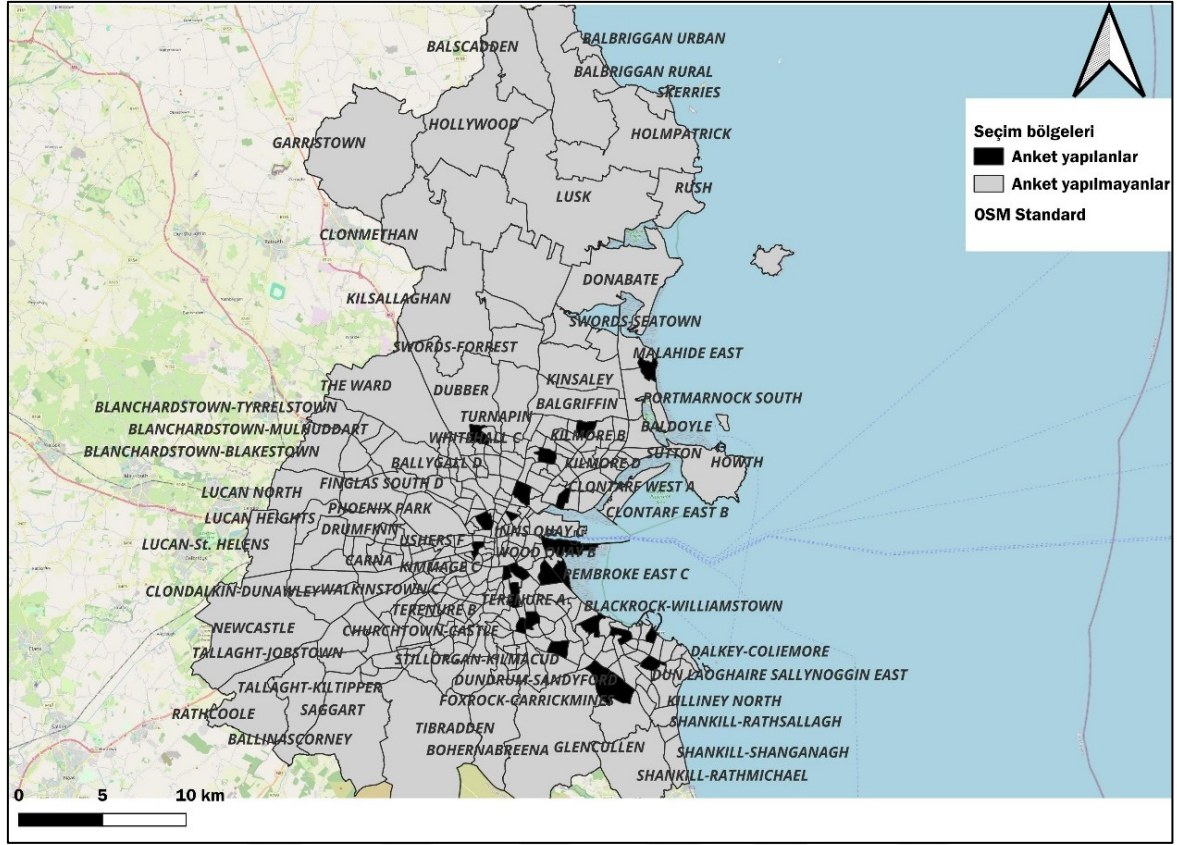
Seçim sürecinde yalnızca küme büyüklükleri dikkate alınmamış, aynı zamanda her bir kümenin betimleyici istatistikleri de değerlendirilmiştir. Buna göre nüfus yoğunluğu,

bağımlı yaş oranı, yüksek eğitim oranı, işsizlik oranı, konut sahipliği oranı, oda başına düşen kişi sayısı, konut tipleri (house/bungalow ve flat/apartment oranları) ile bina yenilik puanı gibi temel değişkenler üzerinden yapılan tanımlayıcı analizler incelenmiş; her kümenin karakteristik özelliklerini en iyi yansıtan seçim bölgesi örnek olarak seçilmiştir. Bu yöntem, anketin hem istatistiksel açıdan temsil gücünü hem de sosyo-mekânsal çeşitliliği ortaya koymasını sağlamaktadır.

Bu örnekleme yapısı, izleyen bölümlerde gerçekleştirilen regresyon, SHAP ve kantil analizlerinde elde edilen bulguların mezo ölçekli kentsel profiller üzerinden birlikte değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Bu örnekleme yaklaşımının mekânsal karşılığı Harita 4.4'de sunulmaktadır. Harita, anket uygulanan seçim bölgelerinin Dublin kent bütünü içerisindeki konumunu ve kümeler arası dağılımını görünür kılmaktadır. Siyah renk ile gösterilen bölgeler anket yapılan alanları temsil ederken, gri tonlar diğer seçim bölgelerini göstermektedir. Mekânsal dağılım incelendiğinde, örneklemin yalnızca belirli bir alt bölgeye yoğunlaşmadığı; merkezî alanlar, kıyı hattı ve çeper yerleşimler dâhil olmak üzere farklı kentsel dokulara yayıldığı görülmektedir.

Özellikle birbirine komşu olmasına rağmen farklı küme özellikleri sergileyen seçim bölgelerinin örnekleme dâhil edilmesine dikkat edilmiştir. Bu tercih, benzer mekânsal konumlara sahip alanlarda sosyo-mekânsal profil farklılaşmalarının enerji tüketim dinamiklerine nasıl yansıdığını karşılaştırmalı olarak değerlendirebilmek amacıyla yapılmıştır. Aynı zamanda her kümenin ortalama özelliklerini yansıtan ve uç değer niteliği taşımayan seçim bölgeleri tercih edilerek, kümelerin temsil gücü artırılmıştır. Bu mekânsal örnekleme stratejisi, regresyon, SHAP ve kantil analizlerinde elde edilen mikro ölçekli bulguların mezo ölçekli kentsel bağlamla birlikte yorumlanmasına olanak sağlamaktadır.



Harita 4.4. Dublin çalışma alanı anket yapılan seçim bölgeleri

4.2. Anket Verilerine İlişkin Tanımlayıcı Bulgular

Bu bölümde, Ankara ve Dublin çalışma alanlarında yürütülen anket çalışması kapsamında elde edilen bireysel ve hanehalkı düzeyindeki veriler, tanımlayıcı istatistikler aracılığıyla incelenmektedir. Tanımlayıcı analizler, regresyon ve ileri düzey istatistiksel modellere geçilmeden önce, örneklemin demografik, sosyoekonomik ve konut özelliklerinin genel çerçevesini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Bu kapsamda sunulan bulgular, her iki şehir için ayrı ayrı ele alınmakta; eğitim düzeyi, gelir ve istihdam durumu gibi sosyoekonomik göstergeler ile konut tipi, mülkiyet durumu ve yapı özelliklerine ilişkin değişkenlerin dağılımları değerlendirilmektedir. Böylece, izleyen bölümlerde gerçekleştirilecek doğrusal, doğrusal olmayan, kantil regresyon ve SHAP analizlerinde elde edilen sonuçların hangi örneklem profili üzerinden üretildiği açık biçimde ortaya konulmaktadır.

4.2.1. Sosyoekonomik göstergeler

İzleyen alt başlıklarda, anket kapsamında elde edilen sosyoekonomik göstergelere ilişkin tanımlayıcı bulgular sunulmaktadır. Bu göstergeler, bireylerin ve hanehalklarının eğitim, gelir ve istihdam profillerini ortaya koyarak, enerji tüketim davranışlarının sosyoekonomik arka planının anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

Eğitim düzeyi

Ankara’da eğitim düzeyinin ağırlık merkezi, orta ve üst-orta eğitim basamaklarında yoğunlaşmaktadır (Çizelge 4.4). İlk dört kategori birlikte örneklemin yaklaşık %82,7’sini oluşturmakta; okur-yazar ve ilkokul düzeyinin toplam payı %3,2, yüksek lisans ve doktora düzeyleri ise birlikte yaklaşık %14,2 düzeyindedir. Dolayısıyla Ankara sahası, eğitim açısından belirgin biçimde lise–lisans düzeyinde yoğunlaşan, fakat azımsanmayacak bir lisansüstü payı da içeren bir profil sunmaktadır.

Çizelge 4.4. Ankara ve Dublin anket katılımcı profili - eğitim

Şehir	Kategori	Frekans	Yüzde
Ankara	Lisans	111	30
Ankara	Lise	100	27
Ankara	Ortaokul	49	13
Ankara	Önlisans	48	13
Ankara	Yüksek Lisans	35	9
Ankara	Doktora	18	5
Ankara	İlkokul	9	2
Ankara	Okur-yazar	3	1
Dublin	Yüksek Lisans	160	41
Dublin	Lisans	155	39
Dublin	Doktora	30	8
Dublin	Lise	18	5
Dublin	Ortaokul	15	4
Dublin	Önlisans	13	3
Dublin	Cevapsız	2	0

Dublin’de ise eğitim dağılımı çok daha üst düzeyde yığılmaktadır. İlk üç üst kategori birlikte %87,8’lik bir oran oluşturmaktadır (Çizelge 4.4). Orta düzey kategoriler, tek tek %3–5 bandında kalmakta; en alt kategoriler ise örnekleme neredeyse hiç yansınamamaktadır. Bu sonuç, Dublin örnekleminin eğitim açısından çok yüksek nitelikli bir nüfusu temsil ettiğini göstermektedir.

Gelir düzeyi

Ankara’da gelir dağılımı belirgin biçimde orta bantlarda yoğunlaşmaktadır. İlk dört grup birlikte örneklemin yaklaşık %79’unu oluşturmaktadır (Çizelge 4.5). En alt gelir grubunu temsil eden 20 001 – 40 000 TL bandı %1,3, üst gelir dilimlerini temsil eden 120 001 – 150 000 TL ve 150 001 TL ve üstü grupları ise toplamda yaklaşık %20,1 paya sahiptir. Bu tablo, Ankara’daki çalışma alanında ağırlıklı bir alt orta ve orta gelir omurgası, fakat aynı zamanda belirgin bir üst-orta/üst gelir bileşeni bulunduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.5. Ankara ve Dublin anket katılımcı profili - hane geliri

Şehir	Kategori	Frekans	Yüzde
Ankara	40 001 – 60 000 TL	95	25
Ankara	60 001 – 80 000 TL	73	20
Ankara	20 001 – 40 000 TL	65	17
Ankara	80 001 – 100 000 TL	60	16
Ankara	100 001 – 120 000 TL	35	9
Ankara	120 001 TL – 150 000 TL	30	8
Ankara	150 001 TL ve üzeri	10	3
Ankara	10 001 – 20 000 TL	5	1
Dublin	€4 001 – €6 000	109	28
Dublin	€6 001 – €8 000	72	18
Dublin	€2 001 – €4 000	65	16
Dublin	€8 001 – €10 000	50	13
Dublin	€15 001 ve üzeri	33	8
Dublin	€10 001 – €12 000	26	7
Dublin	€2 000’dan daha az	22	6
Dublin	€12 001 – €15 000	15	4
Dublin	Cevapsız	2	0

Dublin’de hane geliri dağılı daha parçalı bir yapı göstermektedir. İlk dört kategori birlikte yaklaşık %75,1’lik bir paya sahiptir (Çizelge 4.5). En düşük gelir kategorisi 2000 EUR’dan düşük gelir düzeyi %5,6 ile Ankara’ya göre daha görünür durumdadır; üst gelir kategorileri olan 10 001 – 12 000 EUR, 12 001 -15 000 EUR ve 15 001 EUR ve üzeri ise toplamda %19 bandındadır. Kısacası Dublin’de de orta bant baskın olmakla birlikte, hem alt hem üst uçların Ankara’ya göre daha görünür olduğu daha ince taneli bir gelir profili ortaya çıkmaktadır.

Mülkiyet durumu

Çizelge 4.6’de görüldüğü üzere Ankara çalışma alanında konut sahipliği daha yüksektir. Dublin’de mülkiyet daha belirgin bir kiralık yönünde yoğunlaşmaktadır.

Çizelge 4.6. Ankara ve Dublin anket katılımcı profili - mülkiyet

Şehir	Kategori	Frekans	Yüzde
Ankara	Kendi mülkü	183	49
Ankara	Kiralık	133	36
Ankara	Aileye ait	49	13
Ankara	Lojman	8	2
Dublin	Kiralık	219	56
Dublin	Kendi mülkü	133	34
Dublin	Aileye ait	15	4
Dublin	Lojman	4	1
Dublin	Cevapsız	2	0

4.2.2. Mekansal / yapı çevre göstergeleri

Bu bölümde, anket verileri aracılığıyla elde edilen mekânsal ve yapı çevreye ilişkin göstergeler, konutların fiziksel özelliklerinin enerji tüketimiyle ilişkisini betimleyebilmek amacıyla tanımlayıcı analizler üzerinden ele alınmaktadır. Bu kapsamda, konut tipi, bina yaşı, ısı yalıtımı durumu ve konut büyüklüğü değişkenleri temel alınarak, Ankara ve Dublin örneklerinde konut stokunun yapısal özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Söz konusu göstergeler; yapı formu, kullanım yoğunluğu, ısı kaybı potansiyeli ve mekânsal ölçek gibi unsurlar üzerinden enerji tüketimi örüntülerini doğrudan etkileyen temel bileşenler

olarak değerlendirilmiştir. İzleyen alt başlıklarda, her bir mekânsal değişken ayrı ayrı ele alınarak, kentler arasındaki yapıli çevre farklılıkları ve bu farklılıkların mikro ölçekteki enerji tüketimi davranışlarıyla nasıl ilişkilendiği tanımlayıcı bulgular ışığında ortaya konulmaktadır.

Konut tipi

Ankara’da konut tipi büyük oranda tek bir formda yoğunlaşmaktadır. Bu tablo, Ankara anket alanlarının neredeyse bütünüyle çok katlı apartman dokusu içinde yer aldığını, müstakil ya da yarı müstakil konutların ise istisnai düzeyde temsil edildiğini göstermektedir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Ankara ve dublin anket katılımcı profili - konut tipi

Şehir	Kategori	Frekans	Yüzde
Ankara	Apartman	348	93
Ankara	İkiz Konut	22	6
Ankara	Müstakil	3	1
Dublin	Apartman	181	46
Dublin	İkiz Konut	144	37
Dublin	Müstakil	39	10
Dublin	Diğer	13	3

Dublin’de dağılım çok daha çeşitlidir. Böylece Dublin’de, Ankara’daki tek tip apartman baskınlığına karşılık, bahçeli müstakil, ikiz konut ve apartmanın birlikte güçlü biçimde temsil edildiği daha heterojen bir konut morfolojisi ortaya çıkmaktadır (Çizelge 4.7).

Bina yaşı

Sürekli değişken olarak bina yaşı, iki kentin yapı stoğunun zamansal karakterini açık biçimde ayırmaktadır (Çizelge 4.8). Ankara’da bina yaşları 2 ile 60 yıl arasında değişmektedir. Ortalama bina yaşı 21,8 yıl, medyan 20 yıl olup; birinci çeyrek (Q1) değeri 15 yıl, üçüncü çeyrek (Q3) değeri ise 30 yıl olarak hesaplanmıştır; bu durum, yapı stokunun %50’sinin 15–30 yıl aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Bu yapı, Ankara çalışma

alanının büyük ölçüde son 10–30 yıl içinde üretilmiş görece genç bir yapı stoğuna sahip olduğunu; 40 yaş ve üzeri yapıların daha sınırlı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.8. Ankara ve Dublin anket katılımcı profili - bina yaşı

Sehir	Gozlem Sayısı	Ortalama	Medyan	Std	Min	Q1	Q3	Max
Ankara	373	21,8	20	10,6	2	15	30	60
Dublin	372	31,7	20	38,5	1	7	39	200

Dublin’de ise, bina yaşı 1 ile 200 yıl arasında çok geniş bir aralığa yayılmaktadır. Ortalama 31,7 yıl, medyan 20 yıl, Q1 7, Q3 39 yıldır.

Dolayısıyla Dublin’de hem çok yeni hem de yüzyılı aşan binalar aynı örneklem içinde yer almakta; bu da kentsel dokunun zamansal derinliğinin Ankara’ya göre çok daha yüksek olduğuna işaret etmektedir.

Isı yalıtımı

Ankara’da ısı yalıtımı değişkeninde, özellikle son dönem üretim apartman stokunun yüksek oranda yalıtım içeren binalardan oluştuğunu; “yalıtım olmayan” türü kategorilerin ise daha sınırlı kaldığını göstermektedir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Ankara ve Dublin anket katılımcı profili - ısı yalıtımı

Sehir	Kategori	Frekans	Yuzde
Ankara	Dış Yalıtım	256	69
Ankara	İç ve Dış Yalıtım	57	15
Ankara	Yalıtım Yok	38	10
Ankara	Fikrim Yok	22	6
Dublin	Fikrim Yok	129	33
Dublin	İç ve Dış Yalıtım	87	22
Dublin	İç Yalıtım	72	18
Dublin	Yalıtım Yok	57	15
Dublin	Dış Yalıtım	31	8

Dublin’de ısı yalıtımı daha parçalı bir yapı sergilemektedir (Çizelge 4.9). Bu dağılım, farklı dönemlerde ve farklı standartlarla inşa edilmiş yapıların bir aradalığına bağlı olarak yalıtım durumunun Ankara’ya göre daha heterojen olduğunu göstermektedir.

Konut büyüklüğü

Konut büyüklüğü, konut tipindeki farklılaşmayı destekleyen bir diğer sürekli değişkendir.

Ankara’da hanelerin çok büyük kısmının 90–130 m² bandında, yani orta büyüklükte apartman dairelerinde yaşadığı; çok küçük ve çok büyük birimlerin ise istisnai olduğu yönündedir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Ankara ve Dublin anket katılımcı profili - konut büyüklüğü

Şehir	Gözlem Sayısı	Ortalama	Medyan	Std	Min	Q1	Q3	Max
Ankara	370	115,8	110	45,9	60	90	127,25	700
Dublin	361	119,2	90	161,5	9	65	111,25	1600

Dublin örneğinde, tipik hanenin ortalama olarak Ankara’ya yakın metrekairelerde yaşadığı, ancak 9 m² gibi çok küçük birimlerden 1 600 m²’lik oldukça büyük konutlara kadar uzanan çok geniş bir yelpaze bulunduğu görülmektedir (Çizelge 4.10). Bu, Dublin’de konut büyüklüğü açısından çok daha yüksek bir çeşitlilik olduğunu göstermektedir.

4.2.3. Bireysel tutum ve davranışlar

Bu bölümde, Ankara ve Dublin örneklerinde hanehalklarının enerji tüketimiyle ilişkili bireysel tutum ve davranış örüntüleri karşılaştırmalı olarak ele alınmaktadır. Yapılı çevre ve sosyoekonomik göstergeler, enerji tüketimini belirleyen yapısal çerçeveyi ortaya koyarken; bireylerin algıları, gönüllü katılım eğilimleri ve çevresel farkındalık düzeyleri, bu yapısal koşulların pratikte nasıl karşılık bulduğunu anlamak açısından tamamlayıcı bir rol üstlenmektedir.

Bu kapsamda, anket verileri üzerinden (i) bireylerin sürdürülebilirlik veya enerji tasarrufuna yönelik gönüllü projelere katılım isteği ve (ii) enerji tüketiminin çevresel etkilerine ilişkin algı ve değerlendirmeleri incelenmiştir. Söz konusu göstergeler, enerji tüketiminin yalnızca

fiziksel ve ekonomik koşullarla değil, aynı zamanda bireysel farkındalık, motivasyon ve tutumlarla da şekillendiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. İzleyen alt başlıklarda sunulan bulgular, her iki kentte gözlenen tutum farklılıklarının, ilerleyen bölümlerde gerçekleştirilen regresyon ve etkileşim analizlerinin yorumlanmasına da zemin hazırlamaktadır.

Gönüllü olarak projeye katılım isteği

Ankara ve Dublin karşılaştırıldığında (Çizelge 4.11), Ankara’da sürdürülebilirlik veya enerji tasarrufuna yönelik bir projeye katılım isteği daha yüksektir. Öte yandan Dublin’de projeye katılmak istemeyenlerin oranı ise daha düşüktür. Yani bu alanda ise teşviklerle katılımı artırma potansiyeli daha yüksek olabilir.

Çizelge 4.11. Ankara ve Dublin anket katılımcı profili - gönüllülük

Şehir	Kategori	Frekans	Yüzde
Ankara	Katılım	148	40
Ankara	Katılmam	107	29
Ankara	Finansal destek şartıyla, katılım	58	16
Ankara	Kararsızım	44	12
Ankara	Cevapsız	16	4
Dublin	Katılım	55	26
Dublin	Cevapsız	51	24
Dublin	Katılmam	40	19
Dublin	Finansal destek şartıyla, katılım	35	16
Dublin	Kararsızım	31	15

Enerji tüketiminin çevresel etkilerine yönelik görüş

Ankette bulunan kategoriler şu şekilde sıralanmaktadır;

1. Kategori; Çevresel etkileri önemli düzeydedir ve günlük yaşamımda buna dikkat ediyorum,
2. Kategori; Çevresel etkileri önemli düzeydedir fakat günlük yaşamımı pek etkilemiyor,

3. Kategori; Bu konuda yeterli bilgim yok,
 4. Kategori; Çevresel bir etkisi olduğunu düşünmüyorum,

Ankara için, özellikle ilk iki yanıtın toplamı, örneklemin büyük bölümünün enerji tüketiminin çevresel etkilerine ilişkin belirgin bir farkındalık ve görüş beyan ettiğini göstermektedir; 3 ve 4 kodlu yanıtlar daha sınırlı bir paya sahiptir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Ankara ve Dublin anket katılımcı profili – çevresel tutum

Şehir	Kategori	Frekans	Yüzde
Ankara	1	173	46
Ankara	2	99	27
Ankara	3	63	17
Ankara	4	22	6
Ankara	Cevapsız	16	4
Dublin	1	170	43
Dublin	Cevapsız	94	24
Dublin	2	90	23
Dublin	3	28	7
Dublin	4	9	2

Dublin’de ilk iki seçeneğe yönelik yanıt Ankara ile benzer özellikler göstermekle birlikte, Ankara’ya kıyasla yanıt vermeyen grubun daha geniş olduğu görülmektedir (Çizelge 4.12).

4.2.4. Değişkenlerin tanımlayıcı analizlerinin değerlendirilmesi

Sosyoekonomik, mekansal ve kişisel farkındalık boyutları beraber ele alındığında, Ankara ve Dublin’deki saha alanlarının bilinçli ve stratejik bir örnekleme kurgusuna dayandığı çok açık bir şekilde görülmektedir. Literatür taramasında mikro ölçekte, dört ayrı boyutta enerji tüketimine etki edebilecek değişken seti oluşturulmuş ve anket yolu ile bu değişkenler test edilmek istenmiştir.

Dolayısıyla sonraki aşamada kurulacak regresyon modellerinin yalnızca “kim ne kadar tüketiyor?” sorusunu değil, “hangi yapısal ve davranışsal kombinasyonlar hangi tüketim desenlerini üretiyor?” sorusunu da yanıtlatabilmesi amaçlanmıştır.

Bu çerçevede çalışma alanı olarak Ankara ve Dublin şehirlerinin seçilmesiyle, birbirinin tekrarı değil, bilinçli bir biçimde kurgulanmış karşıt fakat karşılaştırılabilir örneklem alanları olarak gibi işlemesi hedeflenmiştir. Ankara’da eğitim düzeyi ağırlıklı olarak lise–lisans bandında yoğunlaşırken (4. ve 6. kategoriler toplamda %50’nin üzerinde), gelir dağılımı da alt-orta ve orta düzeyde toplanmakta ve konut stoğu neredeyse bütünüyle apartman dairelerinden (%93,3) oluşan, 2–60 yaş aralığında görece genç bir yapı stoku ile temsil edilmektedir. Buna karşılık Dublin’de lisansüstü ve doktora düzeylerinin toplamda %80’in üzerinde olduğu çok yüksek eğitilmiş bir nüfus, müstakil ve ikiz konut dokusunun baskın olduğu (%46 ve %36,6), 1–200 yıl arasına yayılan bina yaşı ve 9 m²’den 1.600 m²’ye uzanan geniş bir konut büyüklüğü yelpazesi ile birlikte gözlenmektedir. Dolayısıyla aynı anket formu, iki kentte farklı varyans ve kombinasyon yapıları ile sonuç vermektedir; Ankara’da daha homojen, Dublin’de belirgin biçimde heterojen bir bağlamda olduğu görülmektedir.

Bu durum, şehir seçimlerini regresyon analizi açısından özellikle anlamlı kılmaktadır. Literatürde enerji tüketimini etkileyen pek çok değişkenin birbirine “yapışık” (birbirleri ile sıkı ilişki içerisinde olduğu, birbirlerinden etkilendiği) çalıştığı sık sık vurgulanmaktadır (Cui vd., 2025; Du vd., 2020; Tian vd., 2016). Dolayısıyla, bu değişkenleri tek tip bir yapı üzerinden incelemek ilişkileri yorumlamayı zorlayacaktır. Böylece, aynı model yapısı iki kentte kurulduğunda, bazı katsayıların sadece geniş varyans sunan Dublin bağlamında anlamlı hale gelmesi, bazılarının ise her iki kentte de benzer yön ve büyüklükte ortaya çıkması beklenebilir. Birinci grup değişkenler (örneğin müstakil–apartman ayrımı, çok eski–yeni bina farkı) bağlama duyarlı, ikinci grup değişkenler (örneğin hanehalkı büyüklüğü, gelir, çevresel tutum gibi) ise daha aktarılamaz değil, aktarıma elverişli belirleyiciler olarak okunabilecektir.

Sonuç olarak, bu örneklem alanları rastlantısal değil, literatürde tanımlanan mikro ölçekli enerji belirleyicilerinin hem farklı düzeylerde hem de farklı kombinasyonlar halinde gözlenebileceği biçimde seçilmiş durumdadır.

Bu tanımlayıcı bulgular, enerji tüketimini etkileyen değişkenlerin Ankara ve Dublin bağlamlarında farklı varyans ve kombinasyonlar altında gözlemlendiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, değişkenler arası ilişkilerin yalnızca tekil etkiler üzerinden değil, çoklu ve bağlama duyarlı etkileşimler çerçevesinde analiz edilmesini gerekli kılmaktadır. Bu

nedenle izleyen bölümde, tanımlayıcı analizlerle ortaya konan bu yapının, konut bazlı enerji tüketimi üzerindeki etkileri regresyon modelleri aracılığıyla test edilmektedir.

4.3. Konut Ölçeğinde Enerji Tüketiminin Belirleyicilerine İlişkin Çok Yöntemli (Regresyon, Kantil ve SHAP) Analiz Bulguları

Bu bölümde, Ankara ve Dublin çalışma alanlarında konut ölçeğinde enerji tüketimini belirleyen sosyoekonomik, mekânsal ve davranışsal değişkenlerin göreceli etkileri, tek bir analitik teknikle sınırlı kalınmaksızın, tamamlayıcı ve çok katmanlı bir yöntem seti aracılığıyla incelenmektedir. Bu doğrultuda klasik doğrusal regresyon modellerinin yanı sıra, dağılımın farklı dilimlerinde değişken etkilerinin nasıl farklılaştığını ortaya koyan kantil regresyon analizleri ile doğrusal olmayan ilişkileri ve değişken katkılarının yerel ve küresel düzeydeki önemini görünür kılan SHAP (SHapley Additive exPlanations) analizleri birlikte değerlendirilmiştir.

Bu yaklaşım, enerji tüketiminin yalnızca ortalama değerler üzerinden açıklanmasının ötesine geçerek, hangi hane tiplerinde, hangi kentsel bağlamlarda ve hangi tüketim düzeylerinde belirli değişkenlerin daha baskın hale geldiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Ayrıca, mikro ölçekte elde edilen bu ekonometrik ve açıklayıcı bulgular, önceki bölümde tanımlanan mezo ölçekli sosyo-mekânsal küme profilleri ile birlikte okunarak, bireysel düzeyde gözlenen ilişkilerin kentsel yapı ve yerleşim örüntüleriyle nasıl kesiştiği analiz edilmiştir.

Bu çerçevede Ankara ve Dublin, aynı model yapılarının farklı bağlamsal koşullar altında nasıl çalıştığını test etmeye imkân veren iki karşılaştırılabilir ancak yapısal olarak ayrışan laboratuvar alanı olarak ele alınmıştır. İzleyen alt bölümlerde, her iki şehir için regresyon, kantil ve SHAP analizlerinden elde edilen bulgular ayrı ayrı sunulmakta; ardından bu bulguların mezo ölçekli kümeler bağlamında nasıl anlam kazandığı tartışılmaktadır.

4.3.1. Ankara çalışma alanı bulguları

Ankara çalışma alanında elde edilen bulgular, enerji tüketimini belirleyen ilişkilerin büyük ölçüde yüksek yoğunluklu, apartman ağırlıklı ve görece homojen bir kentsel yapı içerisinde şekillendiğini göstermektedir. Bu bağlamda analizler, değişkenler arası ilişkilerin yoğunlukla aynı mekânsal tipoloji içinde, farklı hane özellikleri ve tüketim düzeyleri boyunca nasıl ayrıştığına odaklanmaktadır.

İzleyen alt başlıklarda, Ankara özelinde kurulan doğrusal, polinomsal, etkileşimli ve eşik duyarlı modeller ile bu modellerin farklı tüketim düzeylerinde nasıl ayrıştığını ortaya koyan kantil ve açıklayıcı SHAP analizlerine ilişkin bulgular sunulmaktadır.

Enerji tüketim değişkenleri arasındaki korelasyon bulguları (Ankara)

Ankara örneğinde kış ve yaz dönemlerine ait toplam enerji tüketimi, elektrik tüketimi ve doğalgaz tüketimi değişkenleri arasında Pearson korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir.

Kış toplam enerji tüketimi ile yaz toplam enerji tüketimi arasında orta düzeyde pozitif bir ilişki gözlenmiştir ($r \approx 0,46$). Kış toplam enerji tüketimi ile kış doğalgaz tüketimi arasındaki ilişki ise oldukça yüksek düzeydedir ($r \approx 0,92$). Buna karşılık, kış toplam enerji tüketimi ile kış elektrik tüketimi arasındaki ilişki orta-yüksek düzeydedir ($r \approx 0,64$) (Çizelge 4.13).

Yaz döneminde, yaz toplam enerji tüketimi ile yaz elektrik tüketimi arasında yüksek düzeyde pozitif bir ilişki bulunmaktadır ($r \approx 0,79$). Yaz toplam enerji tüketimi ile yaz doğalgaz tüketimi arasındaki ilişki de yüksek düzeydedir ($r \approx 0,83$) (Çizelge 4.13)..

Elektrik ve doğalgaz tüketimleri arasındaki korelasyonlar genel olarak düşük ile orta düzey arasında değişmektedir. Kış elektrik–kış doğalgaz tüketimi arasındaki ilişki zayıf ($r \approx 0,30$), yaz elektrik–yaz doğalgaz tüketimi arasındaki ilişki ise düşük-orta düzeydedir ($r \approx 0,32$) (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Ankara örneğinde enerji tüketimi değişkenleri arası pearson korelasyon matrisi

Değişken 1	Değişken 2	Pearson r	İlişki Düzeyi
Kış toplam enerji	Yaz toplam enerji	0,464	Orta (+)
Kış toplam enerji	Kış elektrik	0,643	Orta–yüksek (+)
Kış toplam enerji	Yaz elektrik	0,421	Orta (+)
Kış toplam enerji	Kış doğalgaz	0,921	Çok yüksek (+)
Kış toplam enerji	Yaz doğalgaz	0,330	Orta (+)
Yaz toplam enerji	Kış elektrik	0,552	Orta (+)
Yaz toplam enerji	Yaz elektrik	0,789	Yüksek (+)
Yaz toplam enerji	Kış doğalgaz	0,296	Zayıf–orta (+)

Çizelge 4.13. (devam) Ankara örneğinde enerji tüketimi değişkenleri arası pearson korelasyon matrisi

Değişken 1	Değişken 2	Pearson r	İlişki Düzeyi
Yaz toplam enerji	Yaz doğalgaz	0,833	Yüksek (+)
Kış elektrik	Yaz elektrik	0,669	Orta-yüksek (+)
Kış elektrik	Kış doğalgaz	0,295	Zayıf-orta (+)
Yaz elektrik	Yaz doğalgaz	0,323	Orta (+)
Kış doğalgaz	Yaz doğalgaz	0,286	Zayıf-orta (+)

Not: Tabloda yalnızca $|r| \geq 0,25$ olan ve yoruma esas teşkil eden korelasyon katsayıları sunulmuştur. Tüm enerji tüketim değişkenlerini içeren tam korelasyon matrisi EK 2A. Tüm değişkenler için pearson korelasyon matrisi'nde yer almaktadır.

Ankara örneğinde enerji tüketimine ilişkin mevsimsel ve kaynak bazlı değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiler Çizelge 4.13'de özetlenmiştir. Bulgular, toplam enerji tüketiminin mevsimler arasında orta düzeyde bir süreklilik sergilediğini; özellikle kış döneminde toplam enerji tüketiminin büyük ölçüde doğalgaz tüketimiyle örtüştüğünü göstermektedir. Yaz döneminde ise toplam enerji tüketiminin elektrik ve doğalgaz bileşenleriyle yüksek düzeyde ilişkili olduğu görülmektedir. Elektrik ve doğalgaz tüketimleri arasındaki korelasyonların genel olarak zayıf ile orta düzeylerde kalması, enerji türlerinin farklı kullanım örüntülerine sahip olduğuna işaret etmektedir.

Bağımsız değişkenler arası korelasyon bulguları (Ankara)

Ankara örneğinde, regresyon analizlerine altlık oluşturacak sosyoekonomik, mekânsal ve davranışsal bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal ilişkileri incelemek amacıyla Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır.

Hanehalkı büyüklüğü ile hane geliri arasında zayıf düzeyde pozitif bir ilişki bulunmaktadır ($r \approx 0,09$). Mülkiyet durumu ile gelir arasındaki ilişki de oldukça düşüktür ($r \approx 0,02$).

Konut büyüklüğü ile hane geliri arasında orta düzeyde pozitif bir ilişki tespit edilmiştir ($r \approx 0,29$). Konut büyüklüğü ile mülkiyet durumu arasındaki ilişki de pozitif yöndedir ($r \approx 0,20$).

Bina yaşı ile ısı yalıtımı durumu arasında orta düzeyde ve negatif yönlü bir ilişki bulunmaktadır ($r \approx -0,45$). Davranışsal değişkenler incelendiğinde, enerjiye yönelik görüşler

ile enerji tasarrufu davranışları arasında orta düzeyde pozitif bir ilişki ($r \approx 0,28$); gönüllülük ile tasarruf davranışları arasında ise daha belirgin bir pozitif ilişki ($r \approx 0,35$) gözlenmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Ankara örneğinde bağımsız değişkenler arası pearson korelasyon matrisi

Değişken 1	Değişken 2	r	İlişki Düzeyi
Hanehalkı büyüklüğü	Hane geliri	0,085	Zayıf (+)
Konut büyüklüğü	Hanehalkı büyüklüğü	0,317	Orta (+)
Konut büyüklüğü	Hane geliri	0,289	Orta (+)
Konut büyüklüğü	Mülkiyet durumu	0,205	Zayıf-orta (+)
Bina yaşı	Isı yalıtımı	-0,446	Orta (-)
Enerjiye yönelik görüş	Tasarruf önlemleri	0,279	Orta (+)
Gönüllülük	Tasarruf önlemleri	0,347	Orta (+)
Enerjiye yönelik görüş	Gönüllülük	0,180	Zayıf-orta (+)

Not: Tablo, yalnızca $|r| \geq 0.15$ olan korelasyonları içermektedir. Tüm bağımsız değişkenleri kapsayan tam korelasyon matrisi EK 2B. Bağımsız değişkenler arası pearson korelasyon matrisi - Ankara'da sunulmaktadır.

Ankara örneğinde bağımsız değişkenler arasındaki temel korelasyon desenleri Çizelge 4.14'da özetlenmiştir. Bulgular, değişkenler arasında yüksek düzeyli doğrusal bağımlılıkların bulunmadığını; korelasyonların büyük ölçüde zayıf ve orta düzeylerde yoğunlaştığını göstermektedir. Özellikle konut büyüklüğü ile hanehalkı büyüklüğü ve gelir arasındaki ilişkiler ile bina yaşı-ısı yalıtımı ekseninde belirgin korelasyonlar öne çıkmaktadır.

Çoklu doğrusal bağlantı (VIF) bulguları (Ankara)

Bağımsız değişkenler arasındaki çoklu doğrusal bağlantıyı değerlendirmek amacıyla VIF analizi uygulanmıştır. İlk aşamada, konut tipi değişkeninin diğer bağımsız değişkenlerle yüksek düzeyde örtüştüğü ve bu nedenle yüksek VIF değerleri ürettiği tespit edilmiştir. Bu değişkenin modelden çıkarılmasının ardından gerçekleştirilen nihai VIF analizinde, tüm bağımsız değişkenlerin VIF değerlerinin 1,0–1,4 aralığında olduğu belirlenmiştir; bu sonuç, modellerde çoklu doğrusal bağlantı sorununun bulunmadığını ve katsayı tahminlerinin istikrarlı biçimde yorumlanabileceğini göstermektedir. Nihai VIF sonuçlarını gösteren çizelgeler EK 2D. Nihai regresyon modeli için vif değerleri- Ankara'da yer almaktadır.

Doğrusal OLS regresyon bulguları (Ankara)

Çoklu doğrusal bağlantı analizleri sonucunda, nihai regresyon modellerinde yer alan bağımsız değişkenler arasında istatistiksel açıdan sorun oluşturabilecek düzeyde bir çoklu doğrusal bağlantı bulunmadığı belirlenmiştir. Bu bulgu, bağımsız değişkenlerin katsayı tahminlerinin güvenilir biçimde yorumlanabileceğini ve doğrusal regresyon analizlerine geçilmesinin yöntemsel açıdan uygun olduğunu göstermektedir.

Bu doğrultuda, izleyen aşamada Ankara örneğinde hanehalkı enerji tüketimini belirleyen faktörleri incelemek amacıyla doğrusal OLS regresyon modelleri kurulmuş ve analiz edilmiştir. Doğrusal OLS modelleri, enerji tüketimi ile sosyoekonomik, mekânsal ve bu iki boyutu birlikte ele alan bütünleşik değişken setleri arasındaki ortalama ilişkileri ortaya koymak üzere üç ana grup altında ele alınmaktadır. İlk olarak sosyoekonomik OLS modelleri aracılığıyla hanehalkı özelliklerinin enerji tüketimi üzerindeki etkileri incelenmekte; ardından mekânsal OLS modelleri ile konut ve yapıları çevre özelliklerinin rolü değerlendirilmektedir. Son olarak ise, sosyoekonomik ve mekânsal değişkenlerin birlikte ele alındığı bütünleşik OLS modelleri aracılığıyla, bu bileşenlerin enerji tüketimi üzerindeki eş zamanlı etkileri analiz edilmektedir. Bölümün sonunda, Ankara örneği için kurulan tüm doğrusal OLS modellerinden elde edilen bulgular karşılaştırmalı ve bütüncül bir çerçevede özetlenmektedir.

Sosyoekonomik OLS modelleri bulguları

Ankara örneğinde hanehalkı enerji tüketiminin sosyoekonomik belirleyicilerini incelemek amacıyla kurulan Doğrusal OLS regresyon modellerinde, bağımsız değişken olarak hanehalkı büyüklüğü, hane geliri ve mülkiyet durumu kullanılmış; bağımlı değişkenler yaz ve kış dönemlerine ait toplam enerji tüketimi olarak tanımlanmıştır.

Yaz toplam enerji tüketimi için kurulan sosyoekonomik modelde açıklama gücü sınırlıdır ($R^2 = 0.050$). Hanehalkı büyüklüğü ($\beta = 95.83$, $p = 0.0014$) ve hane geliri ($\beta = 51.35$, $p = 0.0127$) yaz toplam enerji tüketimiyle pozitif ve anlamlı ilişkilidir. Mülkiyet durumu istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Kış toplam enerji tüketimi için kurulan modelde açıklama gücü benzer düzeydedir ($R^2 = 0,052$). Bu modelde yalnızca hanehalkı büyüklüğü istatistiksel olarak anlamlıdır ($\beta = 186,79$, $p < 0,001$).

Çizelge 4.15. Ankara örneğinde sosyoekonomik OLS regresyon modellerinde anlamlı değişkenler

Model Grubu	Bağımlı Değişken	Anlamlı Bağımsız Değişken	Katsayı (β)	p-değeri	Etki Yönü
Sosyoekonomik	Yaz toplam enerji	Hanehalkı büyüklüğü	95,83	0,001	+
Sosyoekonomik	Yaz toplam enerji	Hane geliri	51,35	0,013	+
Sosyoekonomik	Kış toplam enerji	Hanehalkı büyüklüğü	186,79	<0,001	+

Not: Tabloda yalnızca %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunan bağımsız değişkenler yer almaktadır. Ayrıntılı katsayılar, standart hatalar ve güven aralıkları Ek A.4'te sunulmaktadır.

Mekansal OLS modelleri bulguları

Yaz toplam enerji tüketimi için kurulan mekânsal modelde konut büyüklüğü pozitif ve anlamlıdır ($\beta = 4,35$, $p < 0,001$). Modelin açıklama gücü $R^2 = 0,086$ 'dır.

Kış toplam enerji tüketimi için kurulan modelde açıklama gücü artmaktadır ($R^2 = 0,192$). Bu modelde de konut büyüklüğü anlamlıdır ($\beta = 10,16$, $p < 0,001$). Bina yaşı ve ısı yalıtımı değişkenleri istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Çizelge 4.16. Ankara örneğinde mekansal OLS regresyon modellerinde anlamlı değişkenler

Model Grubu	Bağımlı Değişken	Anlamlı Bağımsız Değişken	Katsayı (β)	p-değeri	Etki Yönü
Mekânsal	Yaz toplam enerji	Konut büyüklüğü	4,35	<0,001	+

Bütünleşik OLS model bulguları

Yaz toplam enerji tüketimi için kurulan bütünleşik modelde açıklama gücü artmaktadır ($R^2 = 0,133$). Konut büyüklüğü ($\beta = 3,48$, $p < 0,001$) ve gönüllü proje katılımı ($\beta = 105,99$, $p = 0,005$) istatistiksel olarak anlamlıdır.

Kış toplam enerji tüketimi modelinde açıklama gücü daha yüksektir ($R^2 = 0,232$). Bu modelde hanehalkı büyüklüğü ($\beta = 114,28$, $p = 0,0225$), konut büyüklüğü ($\beta = 9,37$, $p < 0,001$) ve gönüllülük değişkeni ($\beta = 117,25$, $p = 0,039$) anlamlıdır.

Yaz elektrik tüketimi modelinde hanehalkı büyüklüğü, hane geliri, konut büyüklüğü ve gönüllü proje katılımı değişkenleri pozitif ve anlamlıdır.

Kış elektrik tüketimi modelinde yalnızca konut büyüklüğü sınırdan anlamlıdır.

Yaz doğalgaz tüketimi modelinde konut büyüklüğü ve gönüllülük değişkeni anlamlıdır.

Kış doğalgaz tüketimi modelinde ise hanehalkı büyüklüğü ve konut büyüklüğü en güçlü belirleyiciler olarak öne çıkmaktadır.

Çizelge 4.17. Ankara örneğinde bütünleşik OLS regresyon modellerinde anlamlı değişkenlerin özeti

Bağımlı Değişken	Anlamlı Bağımsız Değişken	β (Katsayı)	p-değeri	Etki Yönü
Yaz toplam enerji	Konut büyüklüğü	3,48	<0,001	+
	Gönüllü proje katılımı	105,99	0,005	+
Kış toplam enerji	Hanehalkı büyüklüğü	114,28	0,023	+
	Konut büyüklüğü	9,37	<0,001	+
	Gönüllü proje katılımı	117,25	0,039	+
Yaz elektrik tüketimi	Hanehalkı büyüklüğü	47,72	0,016	+
	Hane geliri	26,58	0,043	+
	Konut büyüklüğü	1,42	0,005	+
	Gönüllü proje katılımı	49,66	0,028	+
Kış elektrik tüketimi	Konut büyüklüğü	2,18	<0,001	+
Yaz doğalgaz tüketimi	Konut büyüklüğü	2,03	<0,001	+
	Gönüllü proje katılımı	56,86	0,019	+
Kış doğalgaz tüketimi	Hanehalkı büyüklüğü	95,69	0,018	+
	Konut büyüklüğü	7,17	<0,001	+

Not: Tablo, bütünleşik OLS modellerinde %5 anlamlılık düzeyinde (ve sınırdan anlamlı bulunan) değişkenleri özetlemektedir. Ayrıntılı katsayılar, standart hatalar ve güven aralıkları EK 5. Ankara Örneğinde Doğrusal OLS Regresyon Modellerine Ait Ayrıntılı Sonuçlar' de sunulmaktadır.

Çizelge 4.17'de Ankara örneğinde sosyoekonomik, mekânsal ve davranışsal değişkenlerin birlikte değerlendirildiği bütünleşik OLS regresyon modellerinde istatistiksel olarak anlamlı

bulunan bağımsız değişkenleri özetlemektedir. Bulgular, toplam enerji tüketimi açısından yaz döneminde konut büyüklüğü ve gönüllü proje katılımının; kış döneminde ise hanehalkı büyüklüğü, konut büyüklüğü ve gönüllülük değişkenlerinin anlamlı belirleyiciler olarak öne çıktığını göstermektedir. Elektrik tüketimi modellerinde, yaz döneminde sosyoekonomik (hanehalkı büyüklüğü ve gelir), mekânsal (konut büyüklüğü) ve davranışsal (gönüllülük) değişkenlerin birlikte anlamlı olduğu; kış döneminde ise yalnızca konut büyüklüğünün istatistiksel olarak anlamlı kaldığı görülmektedir. Doğalgaz tüketimi modellerinde ise her iki mevsimde de konut büyüklüğünün belirleyici olduğu, buna ek olarak yaz döneminde gönüllülük ve kış döneminde hanehalkı büyüklüğünün anlamlı katkılar sunduğu tespit edilmiştir.

Ankara örneği OLS regresyon modelleri bulgularının özeti

Bu bölümde, Ankara örneğinde kurulan doğrusal OLS regresyon modellerinden elde edilen bulgular, farklı model grupları (sosyoekonomik, mekânsal/fiziksel ve bütünleşik) ve bağımlı değişkenler (toplam enerji, elektrik ve doğalgaz tüketimi; yaz ve kış dönemleri) bazında özetlenmektedir. Amaç, çok sayıda model çıktısı arasından istatistiksel olarak anlamlı bulunan bağımsız değişkenleri, model türü ve enerji tüketimi göstergeleriyle birlikte karşılaştırmalı ve bütüncül bir çerçevede sunmaktır. Bu doğrultuda, aşağıda yer alan çizelgede yalnızca (Çizelge 4.18) %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunan değişkenler özetlenmiş; katsayıların büyüklüğü, güven aralıkları ve model performansına ilişkin ayrıntılar ise ekler bölümünde sunulmuştur.

Çizelge 4.18. Ankara örneğinde OLS regresyon modellerinde anlamlı değişkenlerin özeti

Model Grubu	Bağımlı Değişken	İstatistiksel Olarak Anlamlı Bağımsız Değişken(ler)	Etki Yönü
Sosyoekonomik	Yaz Toplam Enerji	Hanehalkı büyüklüğü, Hane geliri	+
Sosyoekonomik	Kış Toplam Enerji	Hanehalkı büyüklüğü	+
Mekânsal (Fiziksel)	Yaz Toplam Enerji	Konut büyüklüğü	+
Mekânsal (Fiziksel)	Kış Toplam Enerji	Konut büyüklüğü	+
Bütünleşik	Yaz Toplam Enerji	Konut büyüklüğü, Gönüllü proje katılımı	+

Çizelge 4.18. (devam) Ankara örneğinde OLS regresyon modellerinde anlamlı değişkenlerin özeti

Model Grubu	Bağımlı Değişken	İstatistiksel Olarak Anlamlı Bağımsız Değişken(ler)	Etki Yönü
Bütünleşik	Kış Toplam Enerji	Hanehalkı büyüklüğü, Konut büyüklüğü, Gönüllü proje katılımı	+
Bütünleşik	Yaz Elektrik Tüketimi	Hanehalkı büyüklüğü, Hane geliri, Konut büyüklüğü, Gönüllü proje katılımı	+
Bütünleşik	Kış Elektrik Tüketimi	Konut büyüklüğü	+
Bütünleşik	Yaz Doğalgaz Tüketimi	Konut büyüklüğü, Gönüllü proje katılımı	+
Bütünleşik	Kış Doğalgaz Tüketimi	Hanehalkı büyüklüğü, Konut büyüklüğü	+

Not: Tablo yalnızca %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunan değişkenleri göstermektedir. Anlamsız bulunan değişkenler tabloda yer almamaktadır. Katsayı büyüklükleri ve standart hatalar için ekler bölümünde tüm sonuçları gösteren regresyon tablolarına bakınız (Bkz.. EK 5. Ankara Örneğinde Doğrusal OLS Regresyon Modellerine Ait Ayrıntılı Sonuçlar)

Bulgular, hanehalkı enerji tüketiminin hem sosyoekonomik hem de mekânsal bileşenler tarafından belirlendiğini, ancak bu etkilerin mevsime ve enerji türüne göre farklılaştığını göstermektedir.

Sosyoekonomik modellerde, hanehalkı büyüklüğü hem yaz hem de kış dönemlerinde toplam enerji tüketimiyle tutarlı biçimde pozitif ilişki sergilemektedir. Gelir değişkeni ise yalnızca yaz dönemine ait toplam enerji tüketimi için anlamlı bulunmuştur. Mekânsal modellerde konut büyüklüğü, mevsimden bağımsız olarak toplam enerji tüketiminin en belirgin fiziksel belirleyicisi olarak öne çıkmaktadır.

Bütünleşik modellerde, konut büyüklüğü değişkeni tüm enerji türleri ve mevsimler boyunca anlamlılığını büyük ölçüde korurken, davranışsal bir gösterge olarak gönüllü proje katılımı özellikle yaz dönemine ait toplam enerji, elektrik ve doğalgaz tüketimi modellerinde anlamlı sonuçlar üretmiştir. Elektrik ve doğalgaz alt bileşenleri incelendiğinde, konut büyüklüğünün her iki enerji türü için de belirleyici olduğu; hanehalkı büyüklüğünün ise özellikle kış dönemi doğalgaz tüketiminde öne çıktığı görülmektedir.

Bu özet tablo ve bulgular, Ankara örneğinde hanehalkı enerji tüketiminin ölçek (hane ve konut büyüklüğü), mevsim ve enerji türüne duyarlı çok boyutlu bir yapı sergilediğini ortaya koymaktadır.

Polinomsal regresyon analizi model bulguları (Ankara)

Doğrusal OLS regresyon modellerinden elde edilen bulgular, Ankara örneğinde hanehalkı enerji tüketiminin bazı temel sosyoekonomik ve mekânsal değişkenlerle anlamlı biçimde ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Ancak bu modeller, değişkenler arasındaki ilişkilerin tüm değer aralıkları boyunca sabit ve doğrusal olduğu varsayımına dayanmaktadır. Enerji tüketimi gibi karmaşık ve ölçeğe duyarlı bir olgunun, belirli eşiklerde farklılaşan ya da doğrusal olmayan tepkiler üretebileceği dikkate alındığında, doğrusal OLS sonuçlarının ötesine geçilmesi gerekmektedir. Bu nedenle izleyen aşamada, seçili bağımsız değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki olası doğrusal olmayan etkilerini incelemek amacıyla polinomsal OLS regresyon modelleri kurulmuş ve analiz edilmiştir.

Analizlerde yaz ve kış dönemlerine ait toplam enerji, elektrik ve doğalgaz tüketimleri ayrı bağımlı değişkenler olarak ele alınmış; özellikle hanehalkı geliri ve konut büyüklüğü değişkenlerinin enerji tüketimiyle ilişkilerinin doğrusal varsayımlarla tam olarak açıklanamadığı görülmüştür. İkinci ve üçüncü derece polinomsal modellerin sonuçları, bu değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin belirli düzeylerden sonra yön veya ivme değiştirebildiğini ortaya koymakta; böylece enerji tüketiminin doğrusal olmayan ve eşik duyarlı bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

İkinci derece polinomial modellerde, özellikle hanehalkı geliri ve konut büyüklüğü değişkenlerinin enerji tüketimiyle ilişkilerinde anlamlı doğrusal olmayan örüntüler gözlenmiştir (bkz. Çizelge 4.19). Örneğin yaz dönemi toplam enerji tüketimi için hanehalkı gelirinin doğrusal terimi pozitif ve anlamlı iken ($\beta = 67,99$, $p = 0,010$), ikinci derece teriminin negatif ve anlamlı olması ($\beta = -31,49$, $p = 0,0008$), gelir arttıkça enerji tüketiminin belirli bir düzeyden sonra artış hızının azaldığını göstermektedir. Benzer şekilde konut büyüklüğünün doğrusal etkisi pozitif ve anlamlı bulunmuş ($\beta = 3,42$, $p = 0,018$), ancak ikinci derece terimi anlamsız kalmıştır.

Üçüncü derece polinomial modellerde ise bazı bağımlı değişkenler için eğrinin yapısının daha karmaşık bir hâl aldığı görülmektedir (bkz. Çizelge 4.19). Örneğin yaz dönemi toplam enerji tüketiminde hanehalkı gelirin ikinci derece terimi anlamlılığını korurken ($\beta = -46,91$, $p = 0,005$), üçüncü derece teriminin anlamsız olması, ilişkinin ağırlıklı olarak tek eşikli (non-monotonik) bir yapı sergilediğine işaret etmektedir. Buna karşılık konut büyüklüğü değişkeni bazı modellerde ikinci ve üçüncü derece terimlerle birlikte anlamlılık göstermiştir (örneğin kış toplam tüketimde size_c2: $\beta = -0,0035$, $p < 0,05$), bu durum konut büyüklüğünün enerji tüketimi üzerindeki etkisinin belirli büyüklük aralıklarında yön değiştirebildiğini düşündürmektedir.

Kontrol değişkenleri incelendiğinde, konut tipi değişkeninin birçok modelde güçlü ve pozitif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir (örneğin yaz toplam, 2. derece model: $\beta = 747,41$, $p = 0,003$). Isı yalıtımı değişkeni özellikle kış dönemi enerji tüketiminde anlamlı ve pozitif katsayılar üretmiştir (örneğin kış toplam, 2. derece model: $\beta = 382,91$, $p = 0,003$). Gönüllü projelere katılım isteği değişkeni ise bazı modellerde negatif ve anlamlı katsayılar vermiştir (örneğin kış toplam, 3. derece model: $\beta = -226,13$, $p = 0,002$), bu durum davranışsal faktörlerin enerji tüketimi üzerinde dolaylı bir etki mekanizması oluşturabileceğini göstermektedir.

Model uyum ölçütleri incelendiğinde, polinomsal modellerin açıklayıcılığının klasik doğrusal modellere kıyasla sınırlı ancak tutarlı bir artış gösterdiği görülmektedir. Örneğin yaz toplam enerji tüketimi için düzeltilmiş R^2 değeri ikinci derece modelde 0,135 iken, üçüncü derece modelde 0,135–0,136 aralığında kalmıştır. Bu durum, daha yüksek dereceli polinomsal terimlerin açıklayıcılığı sınırlı ölçüde artırdığını ve model karmaşıklığının kontrollü tutulmasının uygun olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.19’te de görüldüğü gibi, genel olarak polinomsal regresyon analizi, Ankara örneğinde hanehalkı geliri ve konut büyüklüğü gibi temel değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin doğrusal olmadığını, belirli eşik değerleri sonrasında etkinin yönü veya ivmesinin değişebildiğini göstermiştir. Bu bulgular, enerji tüketiminin yalnızca “daha fazla gelir–daha fazla tüketim” gibi basit doğrusal varsayımlarla açıklanamayacağını; planlama ve politika geliştirme süreçlerinde eşik duyarlı ve bağlama özgü yaklaşımların gerekli olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.19. Ankara örneğinde polinomsal regresyon modellerinde anlamlı bulguların özeti

Bağımlı Değişken	Model Derecesi	Anlamlı Değişken	Katsayı İşareti	Bulgusal Yorum
Yaz Toplam Enerji	2. derece	Gelir (c)	+	Gelir arttıkça enerji tüketimi artmaktadır
Yaz Toplam Enerji	2. derece	Gelir (c ²)	-	Gelir arttıkça artış hızı azalmaktadır (eşik etkisi)
Yaz Toplam Enerji	2. derece	Konut büyüklüğü (c)	+	Daha büyük konutlar daha fazla enerji tüketmektedir
Yaz Toplam Enerji	2. derece	Konut tipi	+	Konut tipi enerji tüketiminde belirleyicidir
Yaz Toplam Enerji	2. derece	Mülkiyet durumu	+	Mülk sahipliği tüketimi artırmaktadır
Yaz Toplam Enerji	2. derece	Gönüllü katılım	-	Davranışsal farkındalık tüketimi azaltmaktadır
Yaz Toplam Enerji	3. derece	Gelir (c ²)	-	Tek eşikli, non-monotonik yapı sürmektedir
Kış Toplam Enerji	2. derece	Gelir (c)	+	Gelir artışı kış tüketimini artırmaktadır
Kış Toplam Enerji	2. derece	Gelir (c ²)	-	Gelir etkisi yüksek düzeylerde zayıflamaktadır
Kış Toplam Enerji	2. derece	Konut büyüklüğü (c)	+	Fiziksel ölçek etkisi kışın güçlenmektedir
Kış Toplam Enerji	2. derece	Isı yalıtımı	+	Yalıtımlı konutlarda tüketim düzeyi farklılaşmaktadır
Kış Toplam Enerji	3. derece	Konut büyüklüğü (c ³)	-	Büyük konutlarda marjinal tüketim düşmektedir
Yaz Toplam Enerji	2. derece	Gelir (c)	+	Gelir arttıkça enerji tüketimi artmaktadır
Yaz Elektrik	2. derece	Gelir (c ²)	-	Elektrik tüketiminde eşik etkisi görülmektedir
Yaz Elektrik	2. derece	Konut tipi	+	Konut tipi elektrik tüketiminde belirleyicidir
Kış Elektrik	2. derece	Gelir (c ²)	-	Gelir-elektrik tüketimi ilişkisi doğrusal değildir
Yaz Doğalgaz	2. derece	Konut tipi	+	Doğalgaz tüketimi yapısal faktörlere duyarlıdır
Kış Doğalgaz	2. derece	Konut büyüklüğü (c)	+	Büyük konutlarda doğalgaz tüketimi artmaktadır
Kış Doğalgaz	3. derece	Gönüllü katılım	-	Davranışsal faktörler kış doğalgaz tüketimini azaltmaktadır

Not: Tabloda yalnızca %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunan değişkenler yer almaktadır. Tüm polinomsal model sonuçları EK 6. Ankara Örneğinde Polinomsal Regresyon Analizi Sonuçları (2. ve 3. Derece Modeller)'de sunulmuştur.

Etkileşimli OLS regresyon analizi ve eşik davranışları (Ankara)

Bu bölümde, doğrusal OLS ve polinomsal analizler ile ortaya konulan doğrusal olmayan örüntülerin, değişkenler arası etkileşimler ve olası eşik davranışları çerçevesinde daha ayrıntılı biçimde değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Özellikle sosyoekonomik değişkenlerin (başta hane gelir düzeyi olmak üzere) mekânsal özelliklerin enerji tüketimi üzerindeki etkisini hangi koşullarda güçlendirdiği veya zayıflattığı sorusu bu analizlerin odak noktasını oluşturmaktadır. Bu kapsamda etkileşimli OLS modelleri, enerji tüketiminin tekil değişken etkileriyle açıklanamayabileceğini; belirli değişken kombinasyonları altında etkinin yönü ve büyüklüğünün değişebileceğini göstermeye yönelik olarak ele alınmıştır. Aşağıda sunulan bulgular, Ankara örneğinde enerji tüketiminin gelir düzeyi, konut özellikleri ve mevsimsel koşullar bağlamında nasıl farklılaştığını ortaya koymaktadır.

Etkileşimli OLS regresyon bulguları

Ankara örneğinde gerçekleştirilen etkileşimli OLS regresyon analizleri, enerji tüketimini belirleyen faktörlerin mevsimsel koşullara ve enerji türüne bağlı olarak farklılaştığını ortaya koymaktadır. Özellikle kış dönemi toplam enerji tüketimi ve kış dönemi elektrik tüketimi modellerinde, hane gelir düzeyi ile konut büyüklüğü arasındaki etkileşim teriminin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu bulgu, konut büyüklüğünün enerji tüketimi üzerindeki etkisinin, hane gelir düzeyine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Etkileşim katsayısının negatif yönlü ve anlamlı olması, düşük ve orta gelir gruplarında konut büyüklüğündeki artışın enerji tüketimini daha güçlü biçimde artırdığını, buna karşılık yüksek gelir gruplarında bu etkinin zayıfladığını ortaya koymaktadır. Yaz dönemi modellerinde ve doğalgaz tüketimine ilişkin modellerde ise etkileşimli yapıların açıklayıcılık gücü sınırlı kalmıştır. Bu durum, Ankara’da enerji tüketimi davranışlarının özellikle ısınma ihtiyacıyla ilişkili dönemlerde mekânsal ve sosyoekonomik etkileşimlere daha duyarlı olduğunu göstermektedir.

Diğer etkileşim kombinasyonları (bina yaşı–ısı yalıtımı, eğitim düzeyi–tasarruf eğilimi) test edilmiş olmakla birlikte, bu etkileşimlerin enerji tüketimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir rol oynamadığı belirlenmiştir. Bu sonuç, enerji tüketimini açıklamada gelir–

mekân ilişkilerinin Ankara bağlamında daha baskın bir belirleyici olduğunu düşündürmektedir.

Çizelge 4.20. Ankara örneğinde etkileşimli OLS regresyon analizi – Etkileşim terimleri özeti

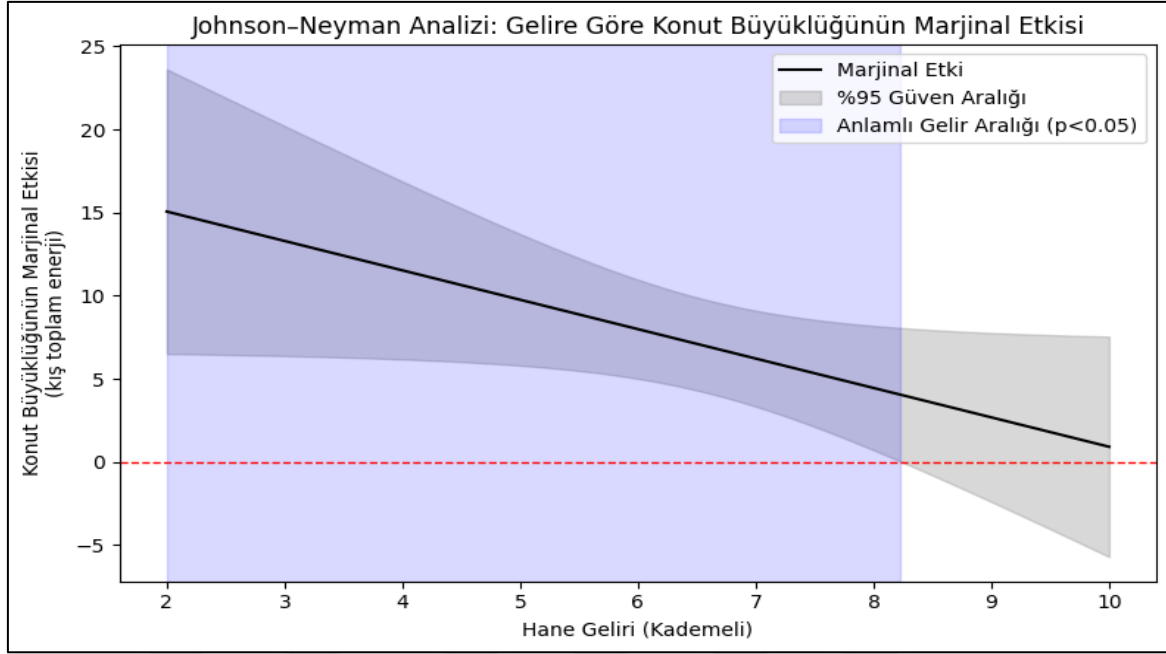
Etkileşim Terimi	Katsayı (β)	p-değeri	Etki Yönü	İstatistiksel Durum
Hane Geliri (c) $\times$ Konut Büyüklüğü (c)	-1,769	0,049	Negatif	Anlamlı ($p < 0.05$)
Bina Yaşı (c) $\times$ Isı Yalıtımı	-10,454	0,486	Negatif	Anlamsız
Eğitim Düzeyi (c) $\times$ Tasarruf Eğilimi	-21,833	0,780	Negatif	Anlamsız

Not: Çizelge yalnızca %5 anlamlılık düzeyinde değerlendirilen etkileşim terimlerini göstermektedir. Tüm etkileşimli OLS model sonuçları ve katsayı tahminleri EK 7. Etkileşimli OLS Regresyon Sonuçları'da sunulmuştur. Sürekli değişkenler ortalama merkezleme yöntemiyle modele dahil edilmiştir.

Çizelge 4.20'te sunulan etkileşimli OLS regresyon sonuçları, Ankara örneğinde yalnızca hane gelir düzeyi ile konut büyüklüğü arasındaki etkileşimin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Diğer etkileşim kombinasyonları enerji tüketimini açıklamada anlamlı katkı sunmamıştır.

Johnson–Neyman yaklaşımı ile gelir eşiği ve marjinal etkiler (Ankara)

Etkileşim teriminin anlamlı bulunması üzerine, konut büyüklüğünün enerji tüketimi üzerindeki marjinal etkisinin hane gelir düzeyine göre hangi aralıklarda anlamlılaştığını belirlemek amacıyla Johnson–Neyman yaklaşımı uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, konut büyüklüğünün kış dönemi toplam enerji tüketimi üzerindeki etkisinin, gelir düzeyi 2 ile 8 arasında yer alan hanelerde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif olduğunu göstermektedir. Bu eşik davranışı, Şekil 4.1'de sunulan Johnson–Neyman analizi ile görsel olarak ortaya konulmuştur.



Şekil 4.1. Johnson-Neyman analizi: Gelire göre konut büyüklüğünün marjinal etkisi. (Gri alan %95 güven aralığını, mavi alan konut büyüklüğünün marjinal etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu gelir aralığını göstermektedir).

Şekil 4.1’de gözlenen bu eşik davranışı, gelir düzeyine göre konut büyüklüğünün marjinal etkisini özetleyen Çizelge 4.21’de sayısal olarak sunulmaktadır. Eşik regresyon analizine ait katsayı tahminleri, güven aralıkları ve anlamlılık düzeyleri ise EK 8. Ankara için Eşik (Threshold) Regresyonu Katsayı Tahminleri (Yaz Dönemi Toplam Enerji Tüketimi)’de sunulmaktadır. Bu gelir aralığı, nominal olarak yaklaşık 0–120.000 TL bandına karşılık gelmektedir. Gelir düzeyinin bu eşiğin üzerine çıktığı durumlarda ise konut büyüklüğünün marjinal etkisinin istatistiksel olarak anlamsızlaştığı gözlenmiştir. Başka bir ifadeyle, yüksek gelir gruplarında enerji tüketimi, konut ölçeğinden ziyade teknoloji kullanımı, yalıtım kalitesi ve kullanım alışkanlıkları gibi faktörler tarafından şekillenmektedir.

Çizelge 4.21. Ankara örneğinde Johnson–Neyman analizine göre gelir düzeyine bağlı olarak konut büyüklüğünün marjinal etkisinin özeti

Gelir Düzeyi	Konut Büyüklüğünün Marjinal Etkisi	İstatistiksel Durum
0 – 120,000 TL	Pozitif ve güçlü	Anlamlı ($p < 0.05$)
> 120,000 TL	Zayıflayan / sıfıra yakın	Anlamsız

Johnson–Neyman bulguları, Ankara’da enerji tüketiminin doğrusal ve tek tip bir ilişkiyle açıklanamayacağını; özellikle düşük ve orta gelir gruplarında mekânsal büyüklüklerin enerji

talebi üzerindeki etkisinin daha belirgin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuç, enerji verimliliğine yönelik politika ve planlama araçlarının gelir düzeyine duyarlı ve eşik temelli biçimde tasarlanması gerektiğine işaret etmektedir.

Tüketim düzeyine göre enerji tüketiminin belirleyicileri: Kantil regresyon bulguları (Ankara)

Kantil regresyon analizi, enerji tüketimini belirleyen faktörlerin yalnızca ortalama tüketim düzeyi etrafında değil, farklı tüketim rejimlerinde (düşük–orta–yüksek tüketim grupları) nasıl çalıştığını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, klasik doğrusal regresyon modellerinden farklı olarak, bir değişkenin enerji tüketimi üzerindeki etkisinin tüm hanhalkları için aynı yönde ve aynı büyüklükte olduğu varsayımını terk etmektedir.

Bu bağlamda, bir değişkenin düşük tüketim kantilinde (Q0.25) negatif katsayıya sahip olması, söz konusu değişkenin “enerji tüketimini mutlak olarak azalttığı” anlamına gelmemektedir. Aksine, bu sonuç ilgili değişkenin artmasıyla birlikte hanhalklarının düşük tüketim rejiminden uzaklaşma eğilimi gösterdiğini, yani tüketim dağılımının alt kısmında yer alma olasılığının azaldığını ifade etmektedir. Başka bir deyişle, kantil regresyonda katsayılar, “tüketim düzeyi içinde konumlanmayı” açıklamakta; bu nedenle negatif katsayılar çoğu zaman tüketimi baskılayan bir mekanizmadan ziyade, tüketim profilinde yukarı doğru bir geçişi temsil etmektedir.

Bu kavramsal çerçeve kurulduğunda, Çizelge 4.22’de sunulan bulgular, enerji tüketiminin yalnızca fiziksel büyüklükler veya tekil sosyoekonomik değişkenler üzerinden değil, tüketim rejimine özgü davranışsal, mekânsal ve yapısal bileşenlerin etkileşimiyle şekillendiğini açık biçimde ortaya koymaktadır (detaylı analiz için bkz EK 9. Ankara İçin Kantil Regresyon Analizi Ham Sonuçları (Kış Toplam Enerji Tüketimi)).

Buna göre, hanhalkı geliri, düşük tüketim düzeylerinde enerji tüketimini sınırlayıcı bir faktör olarak öne çıkarken, yüksek tüketim düzeylerinde etkisinin yön ve büyüklük değiştirdiği görülmektedir. Bu bulgu, gelir–enerji tüketimi ilişkisinin doğrusal olmadığını ve farklı tüketim rejimlerinde farklı mekanizmalar üzerinden işlediğini göstermektedir.

Konut büyüklüğü tüm kantil düzeylerinde pozitif etkiye sahip olmakla birlikte, bu etkinin özellikle yüksek tüketim rejimlerinde belirgin biçimde arttığı gözlemlenmiştir. Buna karşılık

hanehalkı büyüklüğünün etkisi, düşük tüketim rejimlerinde daha güçlü iken yüksek tüketim düzeylerinde zayıflamaktadır. Bu durum, enerji tüketiminin yalnızca hanehalkı sayısı ya da fiziksel büyüklükle değil, tüketim rejimine özgü davranışsal ve mekânsal örüntülerle birlikte şekillendiğine işaret etmektedir.

Çizelge 4.22. Tüketim düzeyine göre enerji tüketiminin belirleyicileri (Kantil regresyon özeti – Ankara, kış toplam)

Değişken	Düşük Tüketim (Q0.25)	Orta Tüketim (Q0.50)	Yüksek Tüketim (Q0.75)
Hane geliri	Negatif, anlamlı (tüketimi sınırlayıcı)	Zayıf / anlamsız	Pozitif, artan
Konut büyüklüğü	Pozitif, güçlü	Pozitif, orta düzey	Pozitif, güçlü ve artan
Hanehalkı sayısı	Pozitif, güçlü	Pozitif, zayıflayan	Pozitif, zayıf
Bina yaşı	Pozitif, zayıf	Pozitif, orta düzey	Zayıflayan / sınırlı
Eğitim düzeyi	Çok zayıf / etkisiz	Pozitif, orta düzey	Pozitif, orta düzey
Isı yalıtımı	Pozitif, güçlü	Pozitif, güçlü	Pozitif, ancak zayıflayan
Tasarruf davranışı	Pozitif, sınırlı	Pozitif, orta düzey	Etkisiz / anlamsız
Gönüllü enerji projeleri	Negatif, güçlü	Negatif, güçlü	Negatif, çok güçlü
Enerji farkındalığı (görüş)	Pozitif, zayıf	Pozitif, güçlü	Pozitif, güçlü
Konut tipi	Negatif, güçlü	Negatif, zayıflayan	Pozitif (rejim değişimi)
Mülkiyet durumu	Negatif, orta düzey	Etkisiz	Pozitif, zayıf

Not: Tablo, kantil regresyon analizinden elde edilen katsayıların yönü ve göreceli büyüklükleri dikkate alınarak özetlenmiştir. “Güçlü”, “orta” ve “zayıf” ifadeleri katsayıların kantil’lar arası göreceli değişimini; “artan” ve “zayıflayan” ifadeleri ise tüketim düzeyi yükseldikçe etkinin yön ve şiddetindeki dönüşümü tanımlamaktadır. Anlamsız olarak belirtilen etkiler, ilgili kantil düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmayan değişkenleri ifade etmektedir.

Değişken bazında kantil regresyon bulgularının yorumlanması

Hanehalkı geliri: hanehalkı gelirinin düşük tüketim kantilinde (Q0.25) negatif ve anlamlı bir etkiye sahip olması, düşük tüketim grubunda yer alan hanehalklarının, gelir düzeyi arttıkça bu grupta kalma olasılıklarının azaldığını göstermektedir. Bu bulgu, düşük tüketim profilinin büyük ölçüde zorunlu tasarruf ve sınırlı tüketim koşullarına dayandığını; gelir artışıyla birlikte hanehalklarının daha yüksek tüketim rejimlerine geçiş yaptığını düşündürmektedir. Buna karşılık, orta tüketim düzeyinde gelir değişkeninin etkisinin zayıflaması, bu grupta enerji tüketiminin gelirden ziyade konut ve hane yapısı gibi faktörlerle belirlendiğine işaret etmektedir. Yüksek tüketim kantilinde (Q0.75) gelir katsayısının pozitif ve artan olması ise, gelir artışının bu grupta konfor talebi, mekânsal genişleme ve enerji yoğun yaşam biçimleri

üzerinden enerji tüketimini güçlendirdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, gelir-enerji tüketimi ilişkisinin açık biçimde doğrusal olmadığını göstermektedir.

Konut büyüklüğü: tüm kantil düzeylerinde pozitif etkiye sahip olmakla birlikte, etkinin büyüklüğü tüketim düzeyi arttıkça belirgin biçimde artmaktadır. Düşük tüketim grubunda konut büyüklüğünün güçlü etkisi, daha büyük konutlarda dahi düşük tüketim davranışlarının sürdürülmeye çalışıldığını; ancak bu durumun belirli bir sınırı olduğunu göstermektedir. Yüksek tüketim grubunda konut büyüklüğünün etkisinin güçlenmesi, geniş konutların yalnızca fiziksel alan artışı değil, aynı zamanda ısıtılan alan, kullanılan oda sayısı ve konfor standartları yoluyla enerji talebini artırdığını ortaya koymaktadır.

Hanehalkı büyüklüğü: düşük tüketim kantilinde güçlü ve pozitif bir etkiye sahiptir. Bu bulgu, düşük tüketim grubunda enerji tüketiminin büyük ölçüde asgari ihtiyaçlar ve kişi başına düşen zorunlu kullanım üzerinden şekillendiğini düşündürmektedir. Ancak tüketim düzeyi yükseldikçe bu etkinin zayıflaması, yüksek tüketim rejimlerinde enerji tüketiminin hanehalkı büyüklüğünden ziyade konut özellikleri ve yaşam tarzı tercihlerine bağlı hâle geldiğini göstermektedir.

Bina yaşının düşük ve orta tüketim kantillerinde pozitif etkiye sahip olması, eski yapı stokunun enerji verimliliği açısından dezavantajlı olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak yüksek tüketim grubunda bu etkinin zayıflaması, yüksek tüketim rejiminde bina yaşının tek başına belirleyici olmadığını; yenileme, yalıtım veya kullanıcı davranışlarının etkisinin öne çıktığını düşündürmektedir.

Eğitim düzeyi, düşük tüketim grubunda etkisiz ya da çok zayıfken, orta ve yüksek tüketim kantillerinde pozitif ve orta düzeyde bir etki göstermektedir. Bu durum, eğitim düzeyi arttıkça hanehalklarının daha karmaşık enerji kullanım örüntülerine ve daha yüksek yaşam standartlarına yöneldiğini; ancak bu etkinin düşük tüketim rejiminde sınırlı kaldığını göstermektedir.

Isı yalıtımının tüm kantillerde pozitif etkiye sahip olması, yalıtım yapılan konutların genellikle daha büyük, daha donanımlı ve daha yüksek enerji talebine sahip konutlar olduğunu düşündürmektedir. Yüksek tüketim grubunda etkinin zayıflaması ise, yalıtımın bu grupta tasarruf edici değil, konfor artırıcı bir unsur olarak işlediğini göstermektedir.

Tasarruf davranışı düşük ve orta tüketim gruplarında pozitif etkiye sahipken, yüksek tüketim grubunda anlamsız hâle gelmektedir. Bu durum, tasarruf eğiliminin özellikle sınırlı tüketim rejimlerinde enerji kullanımını şekillendirdiğini; ancak yüksek tüketim rejiminde davranışsal faktörlerin yapısal ve gelir temelli faktörler karşısında etkisini kaybettiğini göstermektedir.

Gönüllü enerji projelerine katılımın tüm kantillerde negatif ve güçlü etkiye sahip olması, bu değişkenin enerji tüketimini gerçekten sınırlayıcı bir davranışsal mekanizma olarak işlediğini ortaya koymaktadır. Özellikle yüksek tüketim grubunda etkinin güçlenmesi, bu tür farkındalık ve katılım süreçlerinin yüksek tüketim rejimlerinde dahi tüketimi aşağı çekebilen nadir faktörlerden biri olduğunu göstermektedir.

Enerji farkındalığı, düşük tüketim grubunda zayıf, orta ve yüksek tüketim gruplarında ise güçlü bir pozitif etkiye sahiptir. Bu bulgu, farkındalığın tek başına düşük tüketimi açıklamadığını; ancak orta ve yüksek tüketim rejimlerinde enerji kullanım biçimlerini yeniden şekillendiren bir unsur olarak işlediğini düşündürmektedir.

Konut tipinin düşük ve orta tüketim gruplarında negatif etkiye sahip olması, apartman tipi ve daha kompakt konutların bu gruplarda tüketimi sınırlayıcı bir rol oynadığını göstermektedir. Yüksek tüketim grubunda katsayının pozitifleşmesi ise, konut tipi değişiminin (örneğin müstakil konutlara geçişin) tüketim rejiminde niteliksel bir dönüşüm yarattığını ortaya koymaktadır.

Mülkiyet durumunun düşük tüketim grubunda negatif, orta grupta etkisiz, yüksek grupta ise zayıf pozitif etkiye sahip olması, mülkiyetin enerji tüketimini doğrudan belirlemekten ziyade tüketim rejimiyle birlikte anlam kazanan ikincil bir faktör olduğunu göstermektedir.

Kantil gruplarına göre hanehalkı özelliklerinin betimleyici analizi

Kantil regresyon analizi, enerji tüketimini belirleyen faktörlerin farklı tüketim düzeylerinde değişen etkilerini ortaya koyarken, bu farklılaşmanın ardında yatan sosyoekonomik, mekânsal ve davranışsal profillerin anlaşılabilmesi için tamamlayıcı betimleyici analizlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu doğrultuda, Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.24’ da özetlendiği gibi, Ankara örneğinde kış toplam enerji tüketimi esas alınarak tanımlanan düşük, orta ve yüksek

tüketim kantilleri, hanehalkı özellikleri bakımından ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Bu yaklaşım, regresyon sonuçlarının yalnızca istatistiksel yön ve büyüklükleriyle değil, aynı zamanda bu sonuçların hangi tür hanehalkı profilleri altında ortaya çıktığını da görünür kılmayı amaçlamaktadır.

Bu kapsamda gerçekleştirilen betimleyici analizler, sürekli değişkenler için ortalama ve dağılım ölçütleri; kategorik değişkenler için ise yüzde dağılımlar üzerinden değerlendirilmiştir. Böylece her bir kantil grubunun enerji tüketimini şekillendiren yapısal özellikleri, bütüncül bir çerçevede karşılaştırılabilir hâle getirilmiştir.

Çizelge 4.23. Kantil gruplarına göre hanehalkı özelliklerinin betimleyici analizi - kategorik değişkenler

Değişken	Kategori	A_Düşük	B_Orta	C_Yüksek
Hane Geliri	Düşük Gelir (2-4)	43,9	28,2	9,2
	Orta Gelir (5-6)	32,9	38,7	67,1
	Yüksek Gelir (7+)	23,2	33,1	23,7
Konut Tipi	Apartman	93,9	95,8	90,8
	Müstakil	6,1	4,2	9,2
Mülkiyet Durumu	Kiracı	34,1	47,2	30,3
	Ev Sahibi	65,9	52,8	69,7
Isı Yalıtımı	Yok	12,2	9,2	9,2
	Var	73,2	81,7	67,1
	Kısmen	14,6	9,2	23,7
Tasarruf Davranışı	Yok	51,4	38,1	58,9
	Var	48,6	61,9	41,1
Enerjiye Yönelik Görüş	Düşük	6,2	6,4	2,7
	Orta	17,5	14,3	23,0
	İyi	23,8	30,0	29,7
	Çok İyi	52,5	49,3	44,6
Gönüllü Enerji Projelerine Katılım	Yok	27,2	28,8	45,9
	Kısmi	22,2	20,9	14,9
	Var	50,6	50,4	39,2

Çizelge 4.24. Kantil gruplarına göre hanehalkı özelliklerinin betimleyici analizi - sürekli değişkenler

Değişken	A_Düşük		B_Orta		C_Yüksek	
	Ortalama	S.Sapma	Ortalama	S. Sapma	Ortalama	S. Sapma
Konut büyüklüğü (m ²)	106,0	28,5	108,9	29,1	138	76,4
Hanehalkı sayısı	2,78	1	3,15	1	3,36	1,25
Bina yaşı (yıl)	21,4	11	22,2	9	21,1	12,9

Düşük tüketim grubu (A_Düşük)

Düşük tüketim grubunda yer alan hanehalkları, görece daha küçük konutlarda yaşamakta ve daha düşük hanehalkı büyüklüğüne sahiptir. Bu grubun ortalama konut büyüklüğü 106 m² civarında olup, hane geliri ağırlıklı olarak düşük ve orta gelir kategorilerinde yoğunlaşmaktadır.

Bu grupta apartman tipi konutlar baskındır ve mülkiyet açısından ev sahipliği oranı görece yüksektir. Isı yalıtımı yaygın olmakla birlikte, tasarruf davranışının neredeyse yarı yarıya dağıldığı görülmektedir. Enerjiye yönelik farkındalık düzeyi çoğunlukla yüksek olsa da, gönüllü enerji projelerine katılım daha çok sınırlı veya kısmi düzeydedir.

Orta tüketim grubu (B_Orta)

Orta tüketim grubu, hem sürekli hem de kategorik değişkenler açısından en dengeli profili temsil etmektedir. Konut büyüklüğü ve hanehalkı sayısı değerleri orta düzeylerde yoğunlaşırken, gelir dağılımı ağırlıklı olarak orta gelir kategorisinde toplanmaktadır. Bu grup, enerji tüketiminde zorunlu ihtiyaçlar ile konfor beklentilerinin birlikte etkili olduğu bir geçiş rejimini temsil etmektedir.

Isı yalıtımının bu grupta en yaygın düzeyde uygulanması ve tasarruf davranışının görece yüksek olması, enerji tüketiminin bilinçli tercihlerle kısmen yönetildiğini göstermektedir. Enerji farkındalığı ve gönüllü katılım oranları, bu grubun davranışsal faktörlere en duyarlı tüketim rejimi olduğunu ortaya koymaktadır.

Yüksek tüketim grubu (C_Yüksek)

Yüksek tüketim grubunda yer alan hanehalkları, belirgin biçimde daha büyük konutlarda yaşamakta ve daha yüksek hanehalkı büyüklüğüne sahiptir. Ortalama konut büyüklüğünün 138 m²'ye ulaşması, enerji tüketiminin mekânsal genişleme ve yoğun kullanım üzerinden arttığını göstermektedir. Gelir dağılımının büyük ölçüde orta ve üst gelir kategorilerinde yoğunlaşması, bu grubun enerji tüketim kapasitesinin ekonomik olanaklarla güçlü biçimde ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Isı yalıtımı bu grupta yaygın olmakla birlikte, tasarruf davranışı daha zayıftır. Enerji farkındalığı yüksek olsa dahi, gönüllü enerji projelerine katılımın diğer gruplara kıyasla azalması, yüksek tüketim rejiminde farkındalığın tüketimi sınırlamakta yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu durum, enerji tüketiminin bu grupta ağırlıklı olarak yaşam tarzı ve konfor tercihleri tarafından belirlendiğine işaret etmektedir.

Enerji tüketimini belirleyen faktörlerin açıklanabilir makine öğrenmesi (shap) bulguları (Ankara)

Önceki bölümlerde doğrusal regresyon, kantil regresyon ve eşik (threshold) analizleri aracılığıyla, enerji tüketimini belirleyen sosyoekonomik ve mekânsal değişkenlerin hem ortalama düzeyde hem de farklı tüketim rejimlerinde gösterdiği etkiler ortaya konulmuştur. Ancak bu yöntemler, değişkenlerin göreceli önem sıralamalarını ve aynı değişkenin farklı haneler veya bağlamlar altında neden farklı yön ve büyüklükte etkiler ürettiğini açıklamakta sınırlı kalmaktadır.

Bu sınırlılığı aşmak ve enerji tüketimini belirleyen faktörlerin model çıktısına olan katkılarını daha şeffaf ve yorumlanabilir bir biçimde incelemek amacıyla, bu çalışmada açıklanabilir makine öğrenmesi yaklaşımı olan SHAP (SHapley Additive exPlanations) analizi uygulanmıştır. Analiz bulguları; (i) küresel SHAP sonuçları, (ii) yerel SHAP dağılımları, (iii) değişkenler arası etkileşimleri gösteren SHAP bağımlılık grafikleri ve (iv) tekil bir hanehalkı için SHAP waterfall grafiği olmak üzere dört aşamada sunulmaktadır.

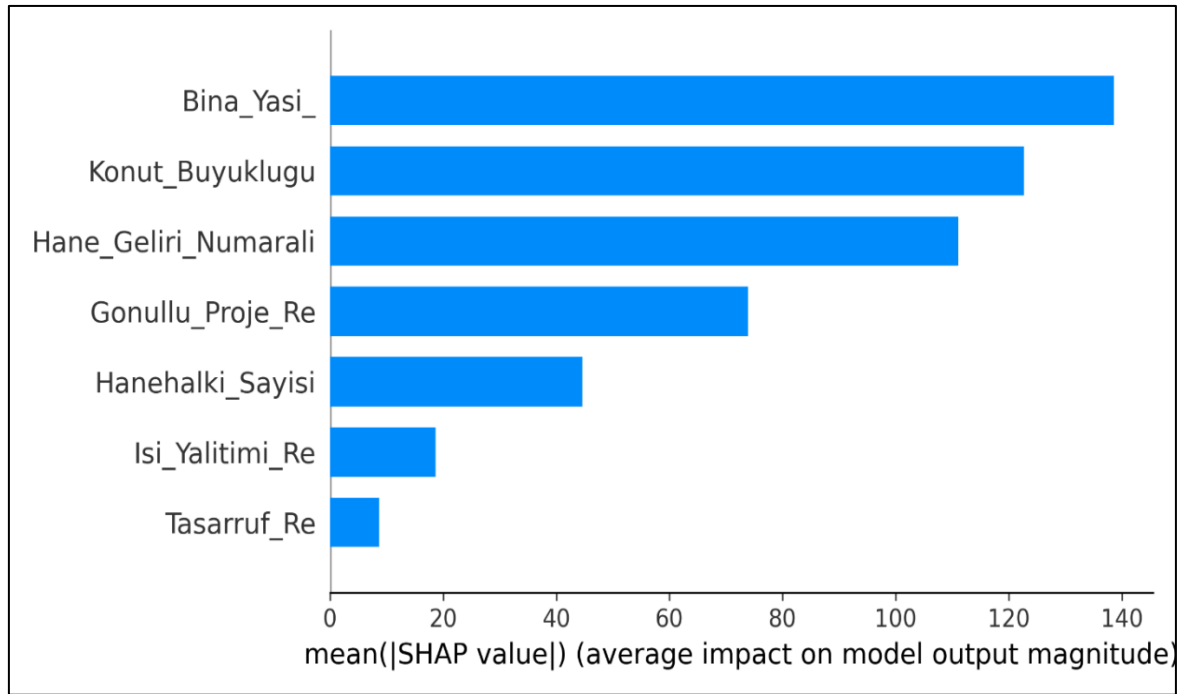
Küresel (global) SHAP bulguları

Küresel SHAP analizi, model çıktısını açıklamada etkili olan değişkenlerin ortalama mutlak SHAP değerlerine dayanarak göreceli önem sıralamasını ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin yönünden bağımsız olarak, model çıktısına katkı büyüklüklerini karşılaştırmaya imkân tanımaktadır.

Bu kapsamda sunulan küresel SHAP sonuçları, yaz dönemi toplam enerji tüketimini açıklamada öne çıkan değişkenlerin, mekânsal özellikler (bina yaşı, konut büyüklüğü), sosyoekonomik yapı (hane geliri) ve davranışsal faktörler (gönüllü enerji projelerine katılım, tasarruf eğilimleri) etrafında yoğunlaştığını göstermektedir. Bu bulgular, enerji tüketiminin

yalnızca tekil bir değişkenle değil, farklı boyutların eş zamanlı etkileşimiyle şekillendiğine işaret etmektedir.

Bu çerçevede, Şekil 4.2’de yaz dönemi toplam enerji tüketimine ilişkin küresel SHAP önem sıralaması sunulmaktadır (Detaylı özet tablosu için bkz. EK-10A. Ankara örneği için küresel düzey değişken katkı özet tablosu).



Şekil 4.2. SHAP küresel önem grafiği

Küresel SHAP sonuçları, model çıktısını en güçlü biçimde açıklayan değişkenlerin sırasıyla bina yaşı, konut büyüklüğü ve hanehalkı geliri olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, önceki regresyon analizlerinde özellikle konut büyüklüğü ve gelir değişkenleri için ortaya çıkan güçlü ve tutarlı etkilerle örtüşmektedir. Davranışsal değişkenler (gönüllü proje katılımı ve tasarruf) ise modele ikincil düzeyde katkı sunmakla birlikte, enerji tüketiminin yalnızca fiziksel ve sosyoekonomik özelliklerle değil, aynı zamanda hanehalkı davranışlarıyla da şekillendiğine işaret etmektedir.

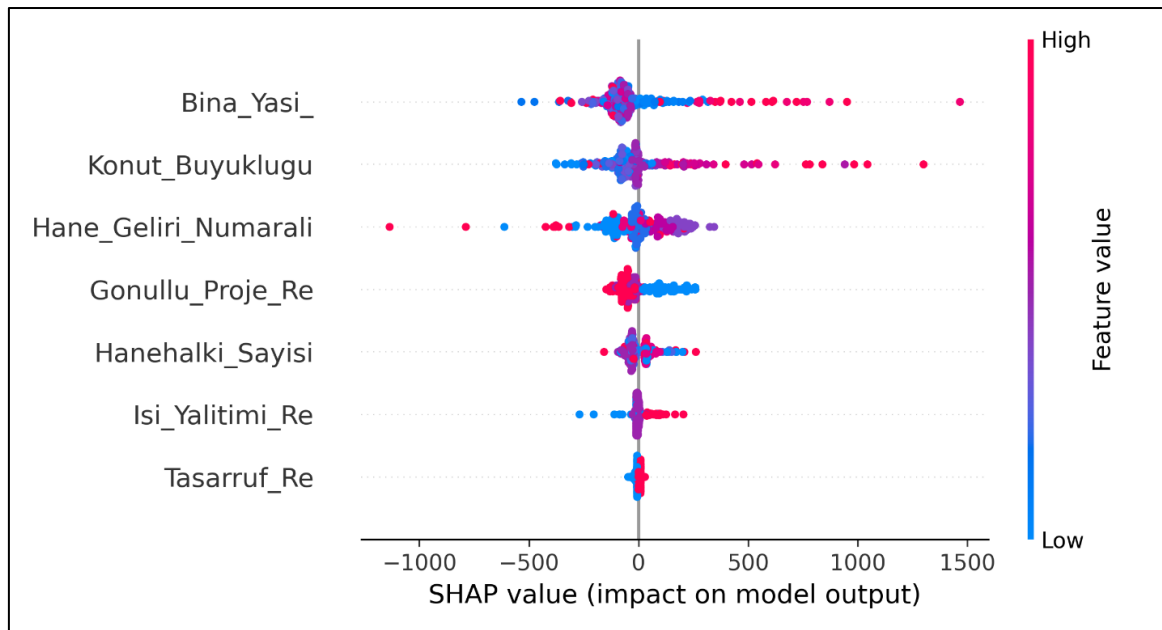
Bu çerçevede, küresel SHAP bulguları; enerji tüketimini belirleyen değişkenlerin göreceli öneminin tek bir ölçek ya da tek bir analitik yaklaşım üzerinden tam olarak kavranamayacağını, değişken etkilerinin kentsel bağlama ve analiz ölçeğine duyarlı biçimde farklılaştığını ortaya koymaktadır. Bu durum, enerji tüketiminin çok ölçekli ve bağlama

bağımlı mekanizmalar üzerinden üretildiğini savunan H6 hipotezini doğrudan desteklemektedir.

Yerel (local) SHAP analizi

Küresel SHAP analizi, model çıktısını açıklamada etkili olan değişkenlerin ortalama katkılarını ortaya koyarak enerji tüketimini belirleyen genel örüntüleri tanımlamaktadır. Ancak bu yaklaşım, aynı küresel önem sıralamasına sahip değişkenlerin farklı haneler üzerinde nasıl ve hangi yönde etkiler ürettiğini ayrıntılı biçimde açıklamakta sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle, enerji tüketiminin yalnızca ortalama eğilimler üzerinden değil, hane düzeyinde farklılaşan mikro dinamikler üzerinden de değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda yerel (local) SHAP analizi, belirli bir haneye ait tahminin hangi değişkenler tarafından ve ne ölçüde şekillendirildiğini ayrıştırarak, küresel bulguların hane ölçeğinde nasıl somutlaştığını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Şekil 4.3 SHAP özet dağılım (dot) grafiğini sunmakta ve her bir değişkenin farklı değer aralıklarında enerji tüketimini hangi yönde etkilediğini göstermektedir (Detaylı sonuçlar için bkz. EK 10B. Ankara örneği için SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler).



Şekil 4.3. SHAP özet dağılım grafiği (Yerel etkiler – Beeswarm)

Bu grafikte (Şekil 4.3) sunulan SHAP özet dağılımı (beeswarm), her bir bağımsız değişkenin model çıktısı üzerindeki hanehalkı bazlı (yerel) etkilerini, tüm gözlemler boyunca dağılım halinde göstermektedir. Yatay eksen, SHAP değerleri aracılığıyla bir değişkenin enerji tüketimini artırıcı (pozitif) ya da azaltıcı (negatif) yöndeki katkısının büyüklüğünü ifade etmektedir. Noktaların rengi ise ilgili değişkenin düşükten yükseğe doğru değerlerini temsil etmekte; böylece değişkenin düzeyi ile enerji tüketimine olan etkisinin yönü ve şiddeti birlikte izlenebilmektedir.

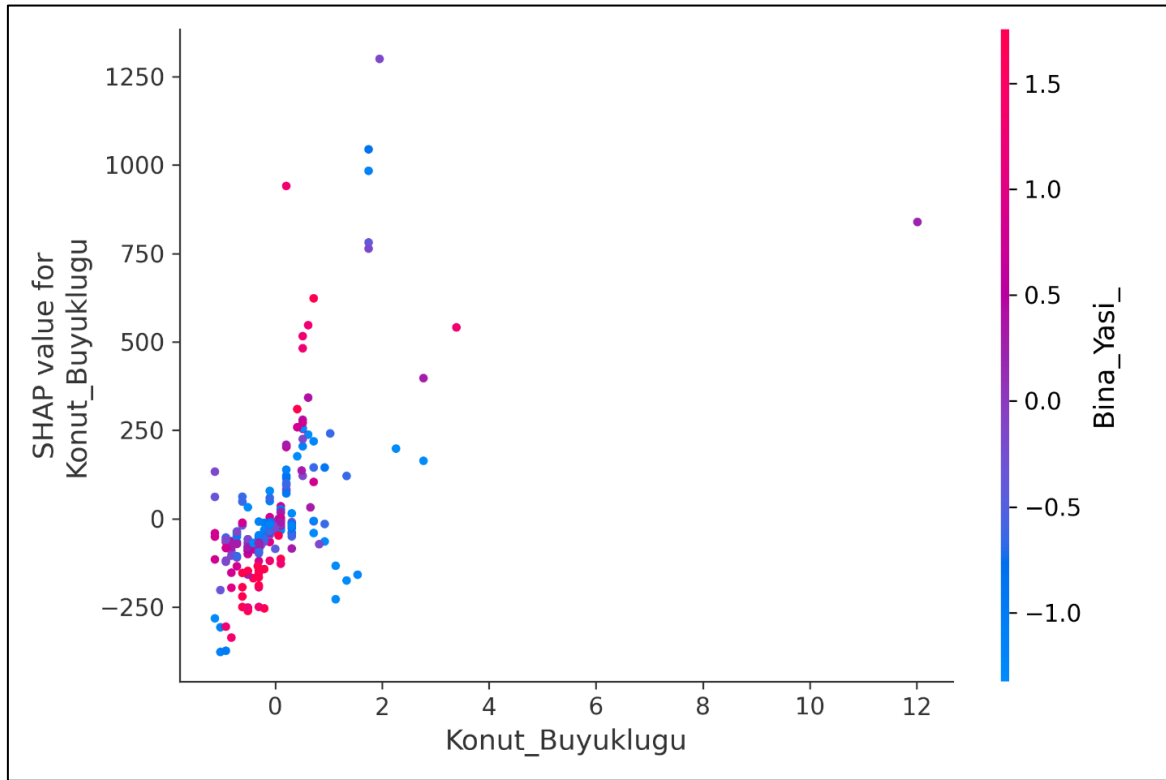
Grafik incelendiğinde, konut büyüklüğü ve bina yaşı değişkenlerinin yaz dönemi enerji tüketimi üzerinde güçlü ve yaygın etkiler ürettiği açık biçimde görülmektedir. Yüksek konut büyüklüğü ve ileri bina yaşı değerlerine karşılık gelen gözlemlerin, pozitif SHAP değerleri etrafında yoğunlaşması, bu değişkenlerin enerji tüketimini artırıcı yönde etkilediğini göstermektedir. Bununla birlikte, noktaların yatay ekseninde geniş bir alana yayılması, söz konusu etkilerin sabit ve doğrusal olmadığını; haneler arasında önemli ölçüde değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Hanehalkı geliri değişkeni açısından bakıldığında, düşük ve orta gelir düzeylerinde SHAP değerlerinin sınırlı bir aralıkta yoğunlaştığı, ancak gelir düzeyi yükseldikçe etkilerin hem yön hem de büyüklük bakımından çeşitlendiği görülmektedir. Bu durum, gelir ile enerji tüketimi arasındaki ilişkinin doğrusal bir artış biçiminde işlemediğini; belirli eşiklerden sonra farklı tüketim davranışlarının devreye girdiğini düşündürmektedir. Benzer biçimde, aynı değişkenin farklı hanelerde hem düşük hem de yüksek SHAP değerleri üretebilmesi, enerji tüketimini belirleyen mekanizmaların ortalama etkilerle açıklanamayacak ölçüde heterojen olduğunu göstermektedir.

Bu bulgular, H1 hipotezinde öne sürülen “enerji tüketimi ile sosyoekonomik ve mekânsal değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal olmadığı ve değişken etkilerinin belirli eşiklere ve bağlamsal koşullara bağlı olarak farklılaştığı” varsayımını desteklemektedir. SHAP özet dağılımında gözlenen asimetrik saçılım ve geniş etki aralıkları, doğrusal regresyon modellerinde sınırlı biçimde yakalanabilen ilişkilerin, yerel ve bağlama duyarlı analizlerle daha açık biçimde ortaya konulabildiğini göstermektedir.

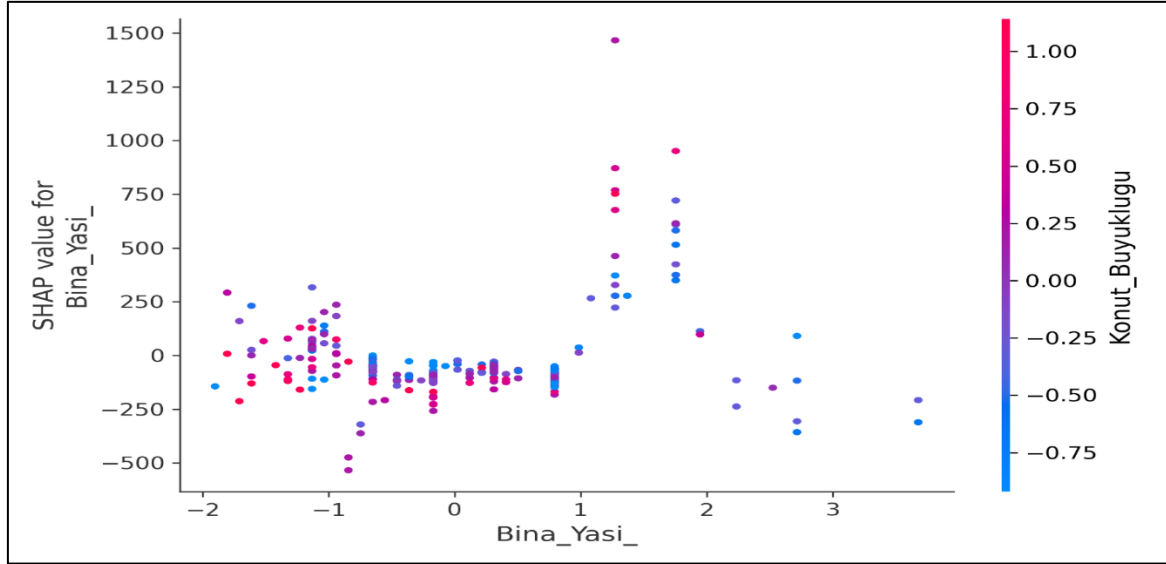
Bu çerçevede, değişkenlerin marjinal ve koşullu etkilerini daha ayrıntılı biçimde incelemek amacıyla, seçili değişkenler için SHAP bağımlılık grafikleri oluşturulmuş; bu grafikler aracılığıyla değişkenler arası etkileşimler ve eşik davranışları detaylandırılmıştır.

Şekil 4.4’da yer alan grafik, konut büyüklüğünün enerji tüketimine olan etkisinin bina yaşına bağlı olarak güçlendiğini göstermektedir. Büyük konutlarda ve özellikle eski yapılarda konut büyüklüğünün SHAP değerlerinin belirgin biçimde arttığı gözlemlenmektedir. Bu durum, fiziksel büyüklük etkisinin yapı kalitesi ve eskime süreçleriyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.



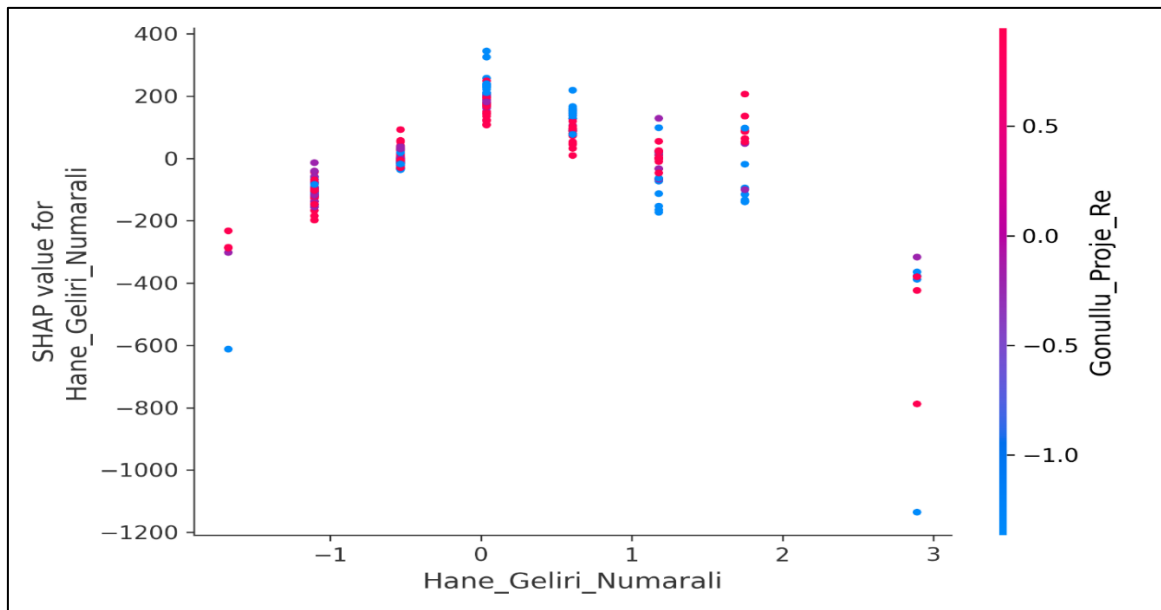
Şekil 4.4. Konut büyüklüğünün yaz dönemi enerji tüketimine etkisinin bina yaşı ile etkileşimi: SHAP bağımlılık grafiği

Şekil 4.5, bir önceki etkileşimi ters perspektiften sunmaktadır. Bina yaşının enerji tüketimine olan katkısının, konut büyüklüğü arttıkça belirgin biçimde yükseldiği görülmektedir. Özellikle büyük ve yaşlı konutlarda yüksek pozitif SHAP değerleri dikkat çekmektedir. Bu bulgu, Ankara’da enerji kırılganlığının mekânsal özelliklerin birlikte etkisi ile oluştuğunu göstermektedir.



Şekil 4.5. Bina yaşının yaz dönemi enerji tüketimine etkisinin konut büyüklüğü ile etkileşimi: SHAP bağımlılık grafiği

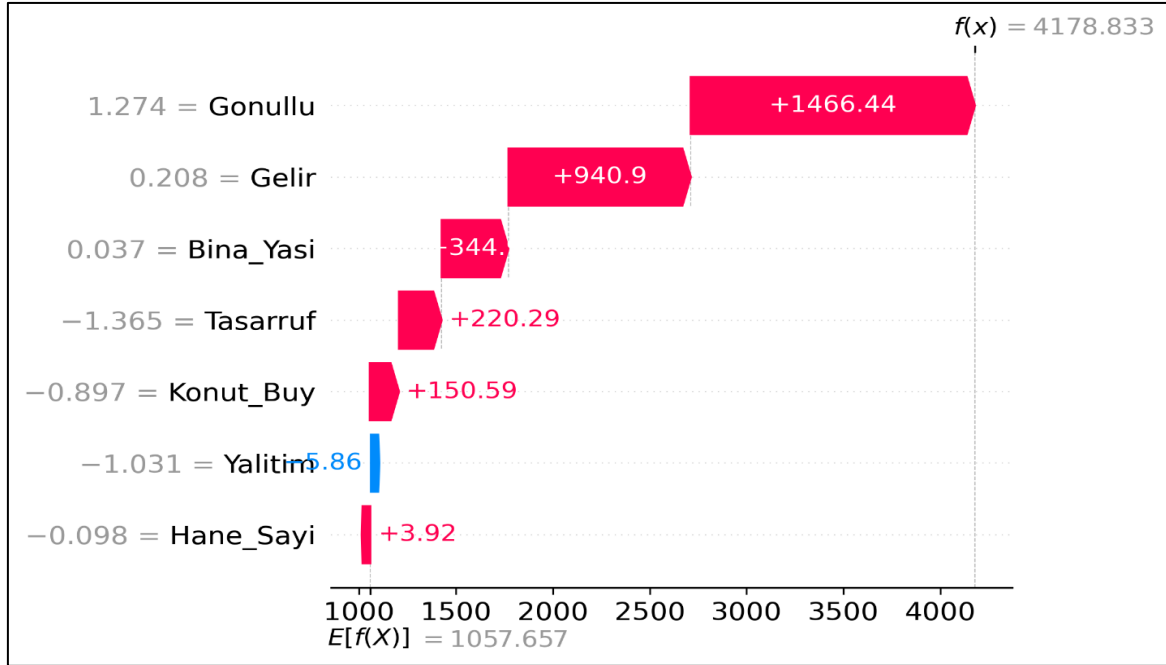
Şekil 4.6, hanehalkı gelirinin enerji tüketimine olan etkisinin gönüllü enerji projelerine katılım durumuna bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Orta gelir düzeylerinde gelirin pozitif katkısı belirginleşirken, yüksek gelir seviyelerinde SHAP değerlerinin negatifleştiği gözlemlenmektedir. Gönüllü katılımın yüksek olduğu hanelerde gelirin tüketimi artırıcı etkisinin zayıfladığı görülmekte; bu durum davranışsal faktörlerin dengeleyici rolüne işaret etmektedir.



Şekil 4.6. Hanehalkı gelirinin yaz dönemi enerji tüketimine etkisinin gönüllü enerji projelerine katılım ile etkileşimi: SHAP bağımlılık grafiği

Bulgular, konut büyüklüğü ve bina yaşının belirli eşiklerden sonra enerji tüketimi üzerindeki etkisinin yön ve büyüklük değiştirebildiğini göstermektedir. Bu durum, pol ve etkileşimli regresyon analizlerinde elde edilen eşik bulgularıyla tutarlıdır.

Şekil 4.7, yaz dönemi toplam enerji tüketimi en yüksek tahmin edilen haneye ait yerel SHAP waterfall grafiğini göstermektedir.



Şekil 4.7. Tekil hanehalkı düzeyinde yaz toplam enerji tüketiminin açıklanması: SHAP waterfall grafiği

Bu grafik, yaz dönemi toplam enerji tüketimi en yüksek tahmin edilen hanelerden biri için oluşturulan yerel SHAP waterfall grafiğini göstermektedir. Grafik, modelin bu hane için ürettiği enerji tüketimi tahmininin, ortalama tüketim düzeyinden (modelin beklenen değeri) başlayarak hangi değişkenler aracılığıyla ve hangi büyüklüklerde yukarı ya da aşağı yönde sapma gösterdiğini ayrıntılı biçimde ortaya koymaktadır. Grafikte yer alan her bir çubuk, ilgili değişkenin bu haneye özgü enerji tüketimi tahminine yaptığı marjinal katkıyı temsil etmektedir.

Bu bağlamda, bina yaşı ve konut büyüklüğü değişkenlerinin pozitif SHAP değerleriyle öne çıkması, söz konusu hanede enerji tüketiminin ortalamadan üzerine çıkmasında en belirleyici faktörlerin yapısal özellikler olduğunu göstermektedir. Özellikle bina yaşına ilişkin yüksek pozitif katkı, yapı eskidikçe enerji verimliliğinin azalmasına bağlı olarak tüketimin arttığını;

konut büyüklüğüne ait katkı ise ısıtılan/soğutulan alanın genişlemesinin enerji ihtiyacını doğrudan yükselttiğini ortaya koymaktadır.

Grafikte yer alan hanehalkı geliri ve gönüllü proje katılımı gibi değişkenler de bu hanede enerji tüketimini artırıcı yönde katkı sunmakta; ancak bu katkılar, yapısal değişkenlere kıyasla daha sınırlı bir büyüklüğe sahiptir. Buna karşılık, yalıtım ve tasarruf davranışları gibi değişkenlerin negatif ya da sınırlı pozitif SHAP değerleri üretmesi, bu faktörlerin söz konusu hanede enerji tüketimini dengeleyici veya azaltıcı yönde işlev gördüğünü göstermektedir. Bu durum, aynı hanede hem artırıcı hem de dengeleyici mekanizmaların eşzamanlı olarak işlediğini ortaya koymaktadır.

Yerel SHAP analizi, bu örnek üzerinden, aynı mezo ölçekli küme içinde yer alan hanelerin dahi neden farklı enerji tüketim düzeylerine sahip olabildiğini somut biçimde açıklamaktadır. Değişkenlerin katkılarının büyüklük ve yön bakımından hane bazında farklılaşması, enerji tüketiminin tek tip bir davranış örüntüsü değil; mikro ölçekte yapı, sosyoekonomik özellikler ve davranışların özgül bileşimleriyle üretilen bir sonuç olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, enerji tüketimindeki heterojenliğin hane düzeyinde çözümlenebileceğini savunan H5 hipotezine mikro ölçekte güçlü bir destek sunmaktadır.

Mezo ölçek kümeler ve kantil tüketim gruplarına göre değişken baskınlığı (Ankara)

Bu çalışmada, hanehalkı enerji tüketimini belirleyen değişkenlerin yalnızca tüketim düzeyine değil, aynı zamanda hanelerin içinde yer aldığı mezo ölçekli kentsel bağlama göre de anlamlı biçimde farklılaştığı görülmektedir. Kantil regresyon analizi ile tanımlanan düşük, orta ve yüksek tüketim rejimleri; SHAP analizi ve mezo ölçek küme tipolojileriyle birlikte ele alındığında, aynı tüketim düzeyine ulaşan hanelerin farklı kentsel bağlamlarda farklı mekanizmalar üzerinden bu sonuca ulaştığı ortaya konulmaktadır.

Mezo ölçek kümeler bazında hesaplanan ortalama mutlak SHAP değerleri, her bir küme–tüketim rejimi bileşiminde enerji tüketimini açıklayan değişkenlerin göreceli baskınlığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Bulgular, bazı kümelerde fiziksel yapı özelliklerinin (özellikle konut büyüklüğü ve bina yaşı) sistematik olarak ön plana çıktığını; bazı kümelerde ise gelir düzeyi ve davranışsal göstergelerin (gönüllü enerji projelerine katılım ve tasarruf eğilimleri) daha belirleyici hâle geldiğini göstermektedir.

Mezo ölçekte farklı kümelerin tüketim rejimlerine göre değerlendirilmesi

Bu bölümde, kış toplam enerji tüketimi üzerinden tanımlanan düşük, orta ve yüksek tüketim rejimleri, mezo ölçekte belirlenen kentsel kümeler bağlamında birlikte değerlendirilmektedir. Kantil regresyon analizi, enerji tüketimini belirleyen faktörlerin farklı tüketim düzeylerinde yön ve büyüklük değiştirdiğini ortaya koyarken; kantil gruplarına yönelik betimleyici analizler, bu farklılaşmanın hangi tür hanehalkı profilleri altında gerçekleştiğini görünür kılmıştır. Ancak bu bulguların bütüncül biçimde yorumlanabilmesi için, aynı tüketim rejimlerinin farklı mezo-kentsel bağlamlarda nasıl karşılık bulduğunun da ele alınması gerekmektedir. Bu doğrultuda, aşağıda her bir küme, kış toplam enerji tüketimine göre tanımlanan kantiller çerçevesinde ayrı ayrı incelenmekte; benzer tüketim düzeylerinin farklı kentsel bağlamlarda hangi yapısal, sosyoekonomik ve davranışsal bileşenler aracılığıyla ortaya çıktığı karşılaştırmalı olarak değerlendirilmektedir (Detaylı sonuçları incelemek için bkz. EK 11. Mezo Ölçek Kümelerde Kış Toplam Enerji Tüketimine Göre Kantil Düzeylerinde Medyan Değerler). Bu yaklaşım, tüketim rejimlerinin tekil ve homojen profiller olarak değil, mezo ölçek kentsel bağlama duyarlı dinamik yapılar olarak ele alınmasını sağlamaktadır.

Küme 1'in enerji tüketim rejimlerine göre değerlendirilmesi

Bu bölümde, mezo ölçekte tanımlanan Küme 1 kapsamında yer alan hanelerin, kış toplam enerji tüketimi üzerinden oluşturulan alt, orta ve üst kantiller bağlamında sosyoekonomik, konutsal ve davranışsal özellikleri incelenmektedir. Küme 1; yoğun konut alanı kullanımı ve yüksek nüfus baskısının bir arada görüldüğü, sosyoekonomik göstergelerin ise orta düzeyde seyrettiği mahalleleri temsil etmektedir. Bu bağlam, kış dönemine özgü ısıtma talebinin, aynı mezo-kentsel yapı içerisinde nasıl farklılaştığını değerlendirmek açısından kritik bir analitik çerçeve sunmaktadır.

Kış toplam enerji tüketimine göre kantil dağılımı

Küme 1 kapsamında analiz edilen toplam 96 hane, kış toplam enerji tüketim düzeylerine göre üç kantile ayrılmıştır. Buna göre, alt kantilde 17 hane, orta kantilde 58 hane ve üst kantilde 21 hane yer almaktadır. Orta kantildeki belirgin yoğunlaşma, Küme 1'de kış dönemi

enerji tüketiminin büyük ölçüde orta düzeyde yoğunlaştığını, aşırı düşük veya aşırı yüksek tüketim davranışlarının ise görece daha sınırlı kaldığını göstermektedir.

Sosyoekonomik özellikler: Eğitim düzeyi (artan değerler = daha yüksek eğitim) açısından, üç kantilde de medyan eğitim düzeyinin aynı olduğu (medyan = 4) görülmektedir. Bu durum, Küme 1’de kış toplam enerji tüketiminin eğitim düzeyine bağlı olarak belirgin biçimde ayrılmadığını ve eğitim değişkeninin bu mezo-kentsel bağlamda ayırt edici bir faktör olmadığını göstermektedir.

Hanehalkı büyüklüğü değişkeni incelendiğinde, alt ve üst kantillerde medyan hanehalkı büyüklüğünün 4 kişi, orta kantilde ise 3 kişi olduğu görülmektedir. Bu bulgu, Küme 1’de kış döneminde daha düşük ve daha yüksek tüketim gruplarında daha kalabalık hanelerin temsil edildiğini; orta kantilde ise görece daha küçük hanelerin yoğunlaştığını düşündürmektedir. Ancak bu farklılık sınırlı düzeydedir ve tek başına güçlü bir ayırıştırıcı olarak değerlendirilemez.

Gelir düzeyi (artan değerler = daha yüksek gelir) açısından, alt ve orta kantillerde medyan gelir düzeyi aynı (medyan = 4) iken, üst kantilde bu değer görece daha yüksektir (medyan = 5). Bu sonuç, Küme 1’de kış toplam enerji tüketiminin üst kantilinde gelir etkisinin kısmen belirginleştiğini, ancak alt ve orta kantiller arasında gelir açısından anlamlı bir ayrışma bulunmadığını göstermektedir. Dolayısıyla, gelir değişkeninin Küme 1’de kış tüketimini sınırlı ve eşik-duyarlı bir biçimde etkilediği söylenebilir.

Konut özellikler ve yapı çevre: Bina yaşı değişkeni incelendiğinde, alt kantilde bina yaşının daha düşük olduğu (medyan = 15 yıl), buna karşılık orta kantilde en yüksek medyan bina yaşının gözlemlendiği (20 yıl) tespit edilmiştir. Üst kantilde bina yaşı medyanı 16 yıl olup, alt kantile oldukça yakındır. Bu bulgu, Küme 1’de kış dönemindeki yüksek enerji tüketiminin doğrudan daha yaşlı yapı stokuyla örtüşmediğini, orta kantildeki görece daha eski binaların ise orta düzey tüketimle ilişkilendiğini göstermektedir.

Konut büyüklüğü, kış toplam enerji tüketimi açısından Küme 1’de en belirgin ayrışmanın gözlemlendiği değişkenlerden biridir. Alt kantilde konut büyüklüğü medyanı 105 m², orta kantilde 115 m² ve üst kantilde 120 m² olarak hesaplanmıştır. Bu kademeli artış, Küme 1’de

kış dönemi enerji tüketiminin, ısıtılması gereken alanın büyüklüğüyle birlikte arttığını ve konut ölçeğinin tüketim düzeylerini anlamlı biçimde ayırdığını göstermektedir.

Konut tipi değişkeni (1 = apartman, 2 = müstakil/ayrık nizam) açısından tüm kantillerde apartman tipi konutların baskın olduğu görülmektedir (medyan = 1). Benzer biçimde, mülkiyet durumu (1 = kiralık/lojman, 2 = kendi mülkü/aileye ait) tüm kantillerde mülkiyet sahibi hanelerin ağırlıkta olduğunu göstermektedir (medyan = 2). Bu sonuçlar, Küme 1’de kış tüketimi farklılıklarının konutun tipinden veya mülkiyet statüsünden ziyade konutun fiziksel ölçeği üzerinden şekillendiğini ortaya koymaktadır.

Davranışsal ve tutumsal özellikler: Isı yalıtımı değişkeni (artan değerler = daha iyi yalıtım) tüm kantillerde aynı medyan değere sahiptir (medyan = 1). Bu durum, Küme 1’de yalıtımın kış toplam enerji tüketimini tek başına ayırıştırıcı bir faktör olmadığını göstermektedir. Yalıtımın etkisinin, bina yaşı ve konut büyüklüğü gibi yapısal değişkenlerle birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Tasarruf davranışı değişkeni açısından, orta kantilde medyan değer daha yüksek olduğu (medyan = 1), buna karşılık alt ve üst kantillerde tasarruf eğiliminin daha düşük olduğu (medyan = 0) görülmektedir. Bu bulgu, Küme 1’de orta düzey kış tüketimine sahip hanelerin, ısıtma kullanımında dengeleyici ve bilinçli davranışlar sergileyebildiğini; yüksek tüketim grubunda ise bu davranışların konut ölçeği ve kullanım yoğunluğunu dengelemekte yetersiz kaldığını düşündürmektedir.

Görüş değişkeni (olumlu görüş arttıkça değer yükselmektedir) tüm kantillerde aynı medyan değere sahiptir (medyan = 2). Gönüllülük değişkeninde ise alt kantilde daha yüksek, üst kantilde daha düşük medyan değerler gözlenmektedir. Bu durum, Küme 1’de kış döneminde yüksek enerji tüketiminin, çevresel gönüllülük ve katılım eğilimleriyle ters yönlü bir ilişki gösterebildiğini düşündürmektedir.

Küme 2’nin enerji tüketim rejimlerine göre değerlendirilmesi

Bu bölümde, mezo ölçekte tanımlanan Küme 2 kapsamında yer alan hanelerin, kış toplam enerji tüketimi üzerinden oluşturulan alt, orta ve üst kantiller bağlamında sosyoekonomik, konutsal ve davranışsal özellikleri incelenmektedir. Küme 2; yüksek sosyoekonomik

göstergelere, yüksek nüfus ve konut alanı yoğunluğuna, görece yaşlı yapı stokuna ve düşük demografik bağımlılık oranına sahip mahalleleri temsil etmektedir. Bu özellikler, kış dönemine özgü ısıtma talebinin hem zorunlu hem de konut ölçeği ve yaşam standardı ile ilişkili olarak nasıl farklılaştığını değerlendirmek açısından güçlü bir analitik çerçeve sunmaktadır.

Kış toplam enerji tüketimine göre kantil dağılımı: Küme 2 kapsamında analiz edilen toplam 53 hane, kış toplam enerji tüketim düzeylerine göre üç kantile ayrılmıştır. Buna göre, alt kantilde 13 hane, orta kantilde 24 hane ve üst kantilde 16 hane yer almaktadır. Orta ve üst kantillerdeki görece yoğunlaşma, Küme 2’de kış döneminde enerji tüketiminin orta–yüksek düzeylerde kümелendiğini, çok düşük tüketim davranışlarının ise daha sınırlı kaldığını göstermektedir. Bu durum, kümenin genel olarak yüksek yaşam standardı ve büyük konut ölçekleri ile karakterize edilmesiyle uyumludur.

Sosyoekonomik özellikler: Eğitim düzeyi (artan değerler = daha yüksek eğitim) açısından, üç kantilde de medyan değerin aynı olduğu görülmektedir (medyan = 6). Bu sonuç, Küme 2’de eğitim düzeyinin genel olarak yüksek ve homojen bir yapı sergilediğini; kış toplam enerji tüketimindeki farklılaşmanın eğitim düzeyinden ziyade diğer mekanizmalar üzerinden gerçekleştiğini göstermektedir.

Hanehalkı büyüklüğü değişkeni incelendiğinde, alt kantilde medyan hanehalkı büyüklüğünün 2 kişi, orta kantilde 3 kişi ve üst kantilde 4 kişi olduğu görülmektedir. Bu kademeli artış, Küme 2’de kış dönemindeki yüksek enerji tüketiminin, daha kalabalık hanelerle kısmen ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Ancak bu ilişkinin, konut büyüklüğü ve yapı özellikleriyle birlikte ele alınması gerekmektedir.

Gelir düzeyi (artan değerler = daha yüksek gelir) açısından, alt kantilde medyan gelir düzeyi 6, orta kantilde 5 ve üst kantilde 6,5 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgu, Küme 2’de kış toplam enerji tüketiminin özellikle üst kantilde gelir artışıyla birlikte belirginleştiğini, ancak orta kantilde gelir düzeyinin görece daha düşük olmasına rağmen tüketimin orta seviyede kaldığını göstermektedir. Dolayısıyla, gelir değişkeninin bu kümede eşik-duyarlı ve doğrusal olmayan bir etki sergilediği söylenebilir.

Konut özellikleri ve yapı çevre: Bina yaşı değişkeni açısından, üç kantilde de benzer ve görece yüksek medyan değerler gözlenmektedir (alt kantil: 25 yıl; orta kantil: 23 yıl; üst kantil: 26,5 yıl). Bu durum, Küme 2'nin genel olarak yaşlı yapı stokuna sahip olduğunu ve kış toplam enerji tüketimindeki farklılaşmanın bina yaşından ziyade başka faktörlerle (özellikle konut büyüklüğü) ilişkili olduğunu göstermektedir.

Konut büyüklüğü değişkeni, Küme 2'de kış toplam enerji tüketimini en net biçimde ayırtıran değişkenlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Alt ve orta kantillerde konut büyüklüğü medyanı 95 m² iken, üst kantilde bu değer 120 m²'ye yükselmektedir. Bu belirgin sıçrama, Küme 2'de kış dönemindeki yüksek enerji tüketiminin, ısıtılması gereken alanın büyüklüğü ile güçlü biçimde ilişkili olduğunu ve konut ölçeğinin tüketim düzeylerini belirlemede kritik bir rol oynadığını göstermektedir.

Konut tipi değişkeni (1 = apartman, 2 = müstakil) açısından tüm kantillerde apartman tipi konutlar baskındır (medyan = 1). Mülkiyet durumu açısından ise alt ve üst kantillerde mülkiyet sahibi haneler (medyan = 2) ağırlıktayken, orta kantilde kiralık/lojman hanelerin daha yaygın olduğu görülmektedir (medyan = 1). Bu bulgu, Küme 2'de orta kantildeki tüketim düzeylerinin, mülkiyet statüsünden ziyade konut büyüklüğü ve bina özellikleri ile belirlendiğini düşündürmektedir.

Davranışsal ve tutumsal özellikler: Isı yalıtımı değişkeni (artan değerler = daha iyi yalıtım) tüm kantillerde aynı medyan değere sahiptir (medyan = 1). Bu durum, Küme 2'de yalıtımın kış toplam enerji tüketimini tek başına ayırtıcı bir değişken olmadığını, ancak yaşlı yapı stokuna rağmen yalıtım seviyelerinin kantiller arasında benzer seyrettiğini göstermektedir.

Tasarruf davranışı değişkeni açısından, alt ve orta kantillerde medyan değer 1, üst kantilde ise 0.5 olduğu görülmektedir. Bu bulgu, Küme 2'de kış dönemindeki yüksek enerji tüketiminin, daha zayıf tasarruf eğilimleriyle birlikte ortaya çıktığını ve davranışsal pratiklerin, yüksek gelir ve büyük konut ölçeğinin yarattığı tüketim baskısını dengelemekte yetersiz kaldığını düşündürmektedir.

Görüş değişkeni tüm kantillerde aynı medyan değere sahiptir (medyan = 3). Buna karşılık, gönüllülük değişkeninde üst kantilde daha düşük bir medyan değer (1) gözlenirken, alt ve orta kantillerde bu değer 2'dir. Bu sonuç, Küme 2'de yüksek kış tüketiminin, çevresel

gönüllülük ve katılım eğilimleriyle ters yönlü bir ilişki gösterebildiğini ve farkındalık–davranış boşluğunun bu kümede de mevcut olduğunu göstermektedir.

Küme 3'ün enerji tüketim rejimlerine göre değerlendirilmesi

Bu bölümde, mezo ölçekte tanımlanan Küme 3 kapsamında yer alan hanelerin, kış toplam enerji tüketimi üzerinden oluşturulan alt, orta ve üst kantiller bağlamında sosyoekonomik, konutsal ve davranışsal özellikleri incelenmektedir. Küme 3; düşük yoğunluklu yapılaşma, yüksek demografik bağımlılık oranı ve görece düşük sosyoekonomik göstergeler ile karakterize edilen mahalleleri temsil etmektedir. Bu bağlam, kış döneminde ısıtma kaynaklı enerji tüketiminin, zorunlu ihtiyaçlar ile sınırlı kaynaklar arasındaki denge üzerinden nasıl şekillendiğini değerlendirmek açısından önemlidir.

Kış toplam enerji tüketimine göre kantil dağılımı

Küme 3'te haneler kış toplam enerji tüketimine göre:

Alt kantilde 8 hane; orta kantilde 11 hane; üst kantilde 8 hane şeklinde dağılmaktadır.

Bu dağılım, Küme 3'te kış dönemine ait enerji tüketiminin orta kantilde yoğunlaştığını, düşük ve yüksek tüketim davranışlarının ise eşit büyüklükte ancak sınırlı kaldığını göstermektedir.

Sosyoekonomik özellikler: Küme 3'te eğitim düzeyi medyan değerleri kantiller arasında farklılaşmaktadır. Alt ve orta kantillerde eğitim düzeyi medyanı 4 iken, üst kantilde bu değer 6'ya yükselmektedir. Bu durum, üst kantilde yer alan hanelerin eğitim düzeyinin sayısal olarak daha yüksek bir medyan değere sahip olduğunu göstermektedir.

Hanehalkı büyüklüğü kantiller arasında farklı bir dağılım sergilemektedir. Alt kantilde hanehalkı büyüklüğü medyanı 2 kişi, orta kantilde 4 kişi ve üst kantilde 2 kişi olarak hesaplanmıştır. Buna göre, en yüksek hanehalkı büyüklüğü medyanı orta kantilde gözlenmektedir.

Hane gelir düzeyi (kategorik) açısından, alt ve orta kantillerde medyan değer 3 iken, üst kantilde gelir medyanı 6 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgu, üst kantilde yer alan hanelerin gelir düzeyinin sayısal kodlama bakımından diğer kantillerden ayrıştığını göstermektedir.

Konut özellikleri: Bina yaşı medyanının alt ve orta kantillerde 30 yıl, üst kantilde ise 10 yıl olduğu görülmektedir. Bu sonuç, bina yaşı açısından üst kantilin alt ve orta kantillerden farklı bir medyan değere sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Konut büyüklüğü medyan değerleri kantiller arasında kademeli bir değişim göstermektedir. Alt kantilde konut büyüklüğü medyanı 90 m², orta kantilde 100 m² ve üst kantilde 130 m² olarak hesaplanmıştır. Böylece konut büyüklüğü medyanının alt kantilden üst kantile doğru 40 m² arttığı görülmektedir.

Konut tipi değişkeni tüm kantillerde aynı medyan değere sahiptir. Alt, orta ve üst kantillerde konut tipi medyanı 1 olup, bu değer apartman tipi konutlara karşılık gelmektedir. Mülkiyet durumu açısından ise alt ve üst kantillerde medyan değer 2 (kendi mülkü veya aileye ait), orta kantilde ise 1 (kiralık veya lojman) olarak hesaplanmıştır.

Davranışsal ve tutumsal özellikler: Isı yalıtımı değişkeni alt ve orta kantillerde 1, üst kantilde 2 medyan değerine sahiptir. Tasarruf davranışı medyanı alt ve üst kantillerde 0, orta kantilde ise 1 olarak hesaplanmıştır. Görüş değişkeni açısından medyan değerler alt kantilde 2, orta kantilde 3 ve üst kantilde 2,5'tir. Gönüllülük değişkeninde ise alt ve üst kantillerde medyan değer 1, orta kantilde 2 olarak belirlenmiştir.

Bu bulgular, Küme 3'te kış toplam enerji tüketimi kantillerinin; eğitim düzeyi, gelir, bina yaşı, konut büyüklüğü ve davranışsal değişkenler bakımından sayısal medyan değerler üzerinden ayrıştığını ortaya koymaktadır.

Küme 4'ün enerji tüketim rejimlerine göre değerlendirilmesi

Küme 4, mezo ölçekte tanımlanan kümeler içerisinde düşük yoğunluklu yapılaşma, sınırlı sosyoekonomik kaynaklar ve düşük eğitim düzeyi ile öne çıkan mahalleleri temsil etmektedir. Bu kapsamda, yer alan 22 hanenin, kış toplam enerji tüketimi üzerinden oluşturulan alt, orta ve üst kantiller bağlamında sosyoekonomik, konutsal ve davranışsal özellikleri incelenmektedir.

Kış toplam enerji tüketimine göre kantil dağılımı: Küme 4'te hanelerin kış toplam enerji tüketimine göre dağılımı, 3 hanenin alt kantilde, 17 hanenin orta kantilde ve 2 hanenin üst kantilde yer aldığını göstermektedir. Bu dağılım, örneklem büyüklüğünün yeterli olmasına karşın, hanelerin büyük bölümünün orta kantilde yoğunlaştığını ve bu nedenle kantiller arası karşılaştırmalarda orta kantilin temsil gücünün daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda, Küme 4'e ilişkin değerlendirmelerde orta kantil temel referans grubu olarak ele alınmış; alt ve üst kantillere ilişkin bulgular destekleyici ve sınırlı betimleyici nitelikte sunulmuştur.

Sosyoekonomik özellikler: Küme 4'te eğitim düzeyi, kantiller arasında sınırlı bir farklılaşma sergilemektedir. Alt ve orta kantillerde eğitim düzeyi medyanı aynı düzeyde yoğunlaşırken, üst kantilde bu değerde sınırlı bir artış gözlenmektedir. Ancak üst kantildeki hane sayısının düşük olması nedeniyle, bu artış ayrıştırıcı bir örüntü olarak yorumlanmamış, yalnızca betimleyici bir farklılık olarak değerlendirilmiştir.

Hanehalkı büyüklüğü açısından, orta kantilde yer alan hanelerin büyüklüğünün alt ve üst kantillere kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, Küme 4'te kış toplam enerji tüketiminin ağırlıklı olarak orta kantilde yoğunlaşmasının, hanehalkı ölçeğiyle birlikte değerlendirilebilecek bir yapı sunduğunu göstermektedir. Alt ve üst kantillerdeki hane sayısının sınırlı olması nedeniyle, bu kantiller için hanehalkı büyüklüğüne ilişkin ayrıntılı karşılaştırmalardan kaçınılmıştır.

Hane gelir düzeyi değişkeni, Küme 4'te alt kantil ile orta ve üst kantiller arasında sınırlı bir ayrışmaya işaret etmektedir. Alt kantilde gelir düzeyi daha düşük kodlarda yoğunlaşırken, orta ve üst kantillerde gelir düzeyi benzer kodlar etrafında toplanmaktadır. Bununla birlikte, üst kantildeki gözlem sayısının düşüklüğü nedeniyle, gelir düzeyi ile kış toplam enerji tüketimi arasında güçlü veya doğrusal bir ilişki kurulmaktan kaçınılmıştır.

Konut özellikleri: Konut özellikleri incelendiğinde, bina yaşı Küme 4'te kantiller arasında belirgin bir ayrışma sunmamaktadır. Orta kantil, bina yaşı açısından kümenin genel yapısını temsil ederken, üst kantilde gözlenen daha düşük bina yaşı değeri, sınırlı gözlem sayısı nedeniyle yapısal bir örüntü olarak değerlendirilmemiştir. Konut büyüklüğü değişkeninde ise, orta kantilde yer alan hanelerin konut büyüklükleri kümenin genel konut ölçeğini

yansıtmaktadır; alt ve üst kantillerde gözlenen farklılıklar, betimleyici düzeyde ele alınmıştır.

Konut tipi açısından Küme 4'te tüm kantillerde apartman tipi konutlar baskındır. Mülkiyet durumu değişkeni ise özellikle orta kantilde kiralık veya lojman konutların daha yaygın olduğunu göstermektedir. Bu durum, Küme 4'ün sınırlı sosyoekonomik kaynaklara sahip yapısı ile uyumludur ve orta kantilin küme içi temsil gücünü güçlendirmektedir.

Davranışsal ve tutumsal özellikler: Davranışsal ve tutumsal değişkenler (ısı yalıtımı, tasarruf, görüş ve gönüllülük), Küme 4'te kantiller arasında güçlü bir ayrıştırıcı desen sunmamaktadır. Bu değişkenler özellikle orta kantilde kümenin genel davranış profilini yansıtırken, alt ve üst kantillerdeki sınırlı gözlemler nedeniyle kantiller arası karşılaştırmaya dayalı güçlü çıkarımlar yapılmamıştır.

Genel olarak Küme 4 bulguları, kış toplam enerji tüketiminin bu mezo-kentsel bağlamda orta kantilde yoğunlaştığını, alt ve üst kantillerin ise kümenin genel yapısını temsil etmekten ziyade uç gözlemler olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle Küme 4'e ilişkin kantil temelli değerlendirmeler, ayrıştırıcı karşılaştırmalardan çok, kümenin iç dağılımını betimleyici bir çerçevede ele alınmıştır.

Küme 5'in enerji tüketim rejimlerine göre değerlendirilmesi

Kantil dağılımı (kış toplam): Küme 5'de yer alan 91 hane, kış toplam enerji tüketimine göre üç quantil grubuna ayrılmıştır: A_Düşük (35 hane), B_Orta (30 hane) ve C_Yüksek (26 hane). Bu dağılım, aynı mezo-kentsel bağlam içerisinde kış dönemi enerji kullanımının heterojen olduğunu ve hanelerin ısıtma kaynaklı tüketimlerinin farklı düzeylerde yoğunlaştığını göstermektedir.

Sosyoekonomik özelliklerin kış tüketimiyle ilişkisi: Eğitim düzeyi (artan değerler = daha yüksek eğitim) açısından, A_Düşük kış tüketimi grubunda medyan eğitim düzeyinin daha yüksek olması (medyan = 6), kış döneminde enerji kullanımının yalnızca sosyoekonomik kapasiteyle artmadığını göstermektedir. Bu bulgu, daha yüksek eğitim düzeyine sahip hanelerin, kış döneminde ısıtma kullanımını daha bilinçli biçimde sınırlayabildiğine veya konut özelliklerinin bu etkiyi dengelediğine işaret etmektedir.

Hanehalkı büyüklüğü tüm kantil gruplarında medyan 3 kişi olarak sabittir. Dolayısıyla Küme 5’de kış toplam enerji tüketimindeki farklılaşmanın, hanehalkı büyüklüğünden ziyade, konutun fiziksel özellikleri ve kullanım yoğunluğu ile ilişkili olduğu görülmektedir.

Gelir düzeyi değişkeninde A_Düşük ve C_Yüksek kış tüketimi gruplarında benzer medyan değerlerin gözlenmesi, kış döneminde enerji tüketiminin gelirle doğrusal bir ilişki kurmadığını göstermektedir. Bu durum, özellikle ısıtma talebinin zorunlu bir tüketim kalemi olması nedeniyle, gelir etkisinin belirli bir eşikten sonra zayıflayabildiğini düşündürmektedir.

Konut özellikleri ve kış dönemi ısıtma talebi: Bina yaşı açısından, A_Düşük kış tüketimi grubunda daha yeni binaların baskın olması (medyan = 15 yıl), kış döneminde yeni yapı stokunun ısıtma kaynaklı enerji tüketimini sınırlayıcı bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık, B_Orta ve C_Yüksek gruplarında bina yaşının daha yüksek olması (22 ve 21 yıl), ısı kaybı ve daha düşük enerji performansı ile ilişkili olabilecek bir yapılaşma karakterine işaret etmektedir.

Konut büyüklüğü, kış toplam enerji tüketimi açısından en belirgin ayrıştırıcı değişken olarak öne çıkmaktadır. C_Yüksek kış tüketimi grubunda konut büyüklüğü medyanı 140 m² iken, bu değer B_Orta grupta 120 m², A_Düşük grupta ise 115 m²’dir. Bu bulgu, Küme 5’de kış dönemindeki yüksek enerji tüketiminin, ısıtılması gereken alanın büyüklüğü ile doğrudan ilişkili olduğunu ve ısıtma talebinin mekânsal ölçekle birlikte arttığını göstermektedir.

Konut tipi (1 = apartman, 2 = müstakil) ve mülkiyet durumu (1 = kiralık/lojman, 2 = mülk sahibi) değişkenlerinde kantil grupları arasında belirgin bir ayrışma gözlenmemektedir. Bu durum, Küme 5’de kış tüketimi farklılıklarının, konutun tipinden çok büyüklüğü ve yaşına bağlı ısıtma gereksinimi üzerinden şekillendiğini düşündürmektedir.

Davranışsal değişkenlerin kış tüketimine yansımaları: Isı yalıtımı değişkeninde kantil grupları arasında medyan değerlerin benzer olması, Küme 5’de yalıtım varlığının tek başına kış toplam tüketimi ayırtmadığını göstermektedir. Bu durum, yalıtımın etkisinin bina yaşı ve konut büyüklüğü gibi yapısal değişkenlerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Tasarruf davranışı açısından B_Orta kış tüketimi grubunda daha yüksek medyan değerler gözlenmesi, bu gruptaki hanelerin ısıtma kullanımında dengeleyici davranışlar sergileyebildiğini düşündürmektedir. Buna karşılık, C_Yüksek grupta tasarruf eğiliminin görece daha düşük olması, büyük konut alanlarının ve daha yaşlı yapı stokunun yarattığı ısıtma talebinin, davranışsal tasarruf pratiklerini baskıladığını göstermektedir.

Görüş ve gönüllülük değişkenlerinde B_Orta ve C_Yüksek grupların daha yüksek değerlere sahip olması, kış döneminde enerji ve çevreye yönelik olumlu tutumların, her zaman düşük enerji tüketimiyle örtüşmediğini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, özellikle sosyoekonomik açıdan güçlü kentsel alanlarda farkındalık–davranış boşluğunun, kış döneminde daha belirgin hale gelebildiğini göstermektedir.

Kantil tüketim rejimlerinin mezo ölçek kentsel bağlamda bütüncül değerlendirilmesi (Ankara)

Kantil regresyon analizi ve buna eşlik eden betimleyici bulgular, enerji tüketiminin yalnızca düşük, orta ve yüksek tüketim rejimleri arasında değil, aynı tüketim rejimlerinin farklı mezo-kentsel bağlamlarda farklı yapısal ve davranışsal örüntülerle ortaya çıktığını göstermektedir. Bu nedenle, kantil düzeylerinde tanımlanan tüketim rejimlerinin, mezo ölçekte belirlenen kümelerden bağımsız olarak okunması mümkün değildir.

Çizelge 4.25, aynı tüketim kantillerinin farklı mezo-kentsel bağlamlarda farklı belirleyici mekanizmalarla ortaya çıktığını göstermektedir. Düşük tüketim rejimi, sosyoekonomik açıdan güçlü kümelerde daha çok davranışsal sınırlama ile ilişkiliyken, düşük yoğunluklu ve sınırlı kaynaklara sahip kümelerde zorunlu tasarruf ve yapısal kısıtlar üzerinden şekillenmektedir. Orta tüketim rejimi tüm kümelerde geçiş niteliği taşımakla birlikte, özellikle Küme 4'te kümenin tamamına yakınına temsil eden merkezi bir konuma sahiptir. Yüksek tüketim rejimi ise Küme 5 ve Küme 2'de konut büyüklüğü ve gelir artışıyla, Küme 3 ve Küme 4'te ise daha çok yapısal verimsizlikler ve konut özellikleriyle ilişkilidir.

Çizelge 4.25. Mezo ölçek kümelerde kış toplam enerji tüketiminin kantil rejimlerine göre belirleyici mekanizmaları

Küme	Düşük Tüketim (A_Düşük)	Orta Tüketim (B_Orta)	Yüksek Tüketim (C_Yüksek)
Küme 1	Hanehalkı büyüklüğü ve daha küçük konutlar; gelir ayrıştırıcı değil	Geçiş rejimi: konut büyüklüğü ve tasarruf birlikte etkili	Konut büyüklüğü baskın; gelir ikincil rol oynuyor
Küme 2	Davranışsal tercihler ve daha küçük konut ölçeği; gelir düşük kantilde sınırlayıcı	Konut büyüklüğü ve bina yaşı birlikte etkili	Konut büyüklüğü + gelir birlikte güçlü; konfor temelli tüketim
Küme 3	Zorunlu tasarruf, küçük konutlar, düşük gelir; yapısal kısıtlar baskın	Kümenin genel yapısını temsil eden rejim; konut büyüklüğü ve hanehalkı sayısı	Yapı yaşı ve konut büyüklüğü; verimsizlik kaynaklı yüksek tüketim
Küme 4	Zorunlu tasarruf ve sınırlı sosyoekonomik kapasite	Kümenin neredeyse tamamını temsil eden merkezî rejim; yapısal sınırlılıklar belirleyici	Sınırlı gözlem; yapı özellikleri baskın, gelir belirleyici değil
Küme 5	Davranışsal sınırlama, görece yeni bina yaşı, daha küçük konut ölçeği; düşük tüketim bilinçli tercihle ilişkili	Dengeli yapı: konut büyüklüğü ve bina yaşı birlikte etkili; tasarruf davranışı belirgin	Konut büyüklüğü ve bina yaşı temel belirleyici; gelir destekleyici

Aşağıda, düşük (A_Düşük), orta (B_Orta) ve yüksek (C_Yüksek) tüketim kantilleri, tüm kümeler (Küme 1–5) boyunca karşılaştırmalı olarak değerlendirilmektedir.

Düşük tüketim rejimi (A_Düşük)

Düşük tüketim kantili, tüm kümelerde ortak olarak daha sınırlı enerji kullanım düzeylerini temsil etmekle birlikte, bu düşük tüketimin hangi mekanizmalarla ortaya çıktığı kümeden kümeye farklılaşmaktadır. Küme 5 ve Küme 2 gibi sosyoekonomik göstergeleri görece güçlü olan kümelerde, düşük tüketim rejimi daha çok davranışsal ve yapısal tercihlerle ilişkilidir. Bu kümelerde düşük kantilde yer alan haneler, görece daha yeni yapı stoklarında, daha küçük konutlarda veya daha kontrollü ısıtma kullanımına sahip hanelerden oluşmaktadır. Bu durum, kantil regresyon analizinde gelir değişkeninin düşük kantilde negatif katsayıya sahip

olmasıyla tutarlıdır; düşük tüketim, bu kümelerde zorunlu bir kısıt olmaktan ziyade, bilinçli bir sınırlama biçimi olarak ortaya çıkmaktadır.

Buna karşılık Küme 3 ve Küme 4 gibi düşük yoğunluklu ve sosyoekonomik olarak daha sınırlı kümelerde, düşük tüketim rejimi ağırlıklı olarak zorunlu tasarruf ve yapısal kısıtlar üzerinden şekillenmektedir. Bu kümelerde düşük kantilde yer alan haneler, daha küçük konutlarda ve daha sınırlı gelir düzeylerinde yoğunlaşmakta; düşük tüketim davranışı, kantil regresyon bulgularında da görüldüğü üzere, gelir artışıyla birlikte bu rejimden çıkma eğilimi göstermektedir. Dolayısıyla düşük tüketim rejimi, farklı mezo-kentsel bağlamlarda niteliksel olarak farklı anlamlar taşımaktadır.

Orta tüketim rejimi (B_Orta)

Orta tüketim kantili, tüm kümelerde en geniş hane grubunu kapsamakta ve mezo-kentsel bağlamların temsil gücü en yüksek tüketim rejimini oluşturmaktadır. Küme 5, Küme 1 ve Küme 2’de orta kantil, hanehalkı özellikleri bakımından daha dengeli profiller sergilemekte; konut büyüklüğü, hanehalkı sayısı ve gelir düzeyi açısından uç değerlerden ziyade kümenin genel yapısını yansıtmaktadır.

Bu rejimde kantil regresyon bulguları, gelir değişkeninin etkisinin zayıfladığını; buna karşılık konut büyüklüğü, bina yaşı ve tasarruf davranışı gibi değişkenlerin daha belirleyici hâle geldiğini göstermektedir. Bu durum, orta tüketim rejiminin, ne tamamen zorunlu kısıtlar ne de tam anlamıyla yüksek konfor talepleriyle tanımlandığını; aksine zorunlu ihtiyaçlar ile konfor beklentilerinin dengelendiği bir geçiş rejimi sunduğunu ortaya koymaktadır.

Küme 4 özelinde ise orta kantil, neredeyse tüm kümenin tüketim profilini temsil etmektedir. Bu kümede orta kantilin baskın olması, kantiller arası karşılaştırmaların bu rejim üzerinden yapılmasını zorunlu kılmakta ve orta tüketim rejiminin, düşük yoğunluklu ve sosyoekonomik olarak sınırlı bağlamlarda dahi merkezi bir konum taşıdığını göstermektedir.

Yüksek tüketim rejimi (C_Yüksek)

Yüksek tüketim kantili, kümeler arasında en belirgin ayrışmanın gözlemlendiği rejimdir. Küme 5 ve Küme 2’de yüksek tüketim rejimi, açık biçimde konut büyüklüğü ve gelir düzeyi ile birlikte artmaktadır. Bu kümelerde yüksek kantilde yer alan haneler, daha büyük konutlarda

yaşamakta ve daha yüksek gelir düzeylerine sahip olmaktadır. Kantil regresyon analizinde konut büyüklüğü ve gelir katsayılarının yüksek kantilde güçlenmesi, bu örüntüyü desteklemektedir.

Buna karşılık Küme 3 ve Küme 4'te yüksek tüketim rejimi, aynı ölçüde güçlü sosyoekonomik göstergelerle örtüşmemektedir. Bu kümelerde yüksek kantilde yer alan hane sayısı sınırlı olmakla birlikte, yüksek tüketim daha çok konutun fiziksel özellikleri, yapı yaşı veya yalıtım gibi yapısal faktörler üzerinden ortaya çıkmaktadır. Bu durum, yüksek tüketim rejiminin her mezo-kentsel bağlamda aynı “konfor temelli” mekanizmalarla açıklanamayacağını; bazı bağlamlarda yüksek tüketimin, verimsizlik ve yapısal sınırlılıklar ile de ilişkilendirilebileceğini göstermektedir.

Mezo ölçek – kantil etkileşiminin genel okuması

Tüm kantiller birlikte değerlendirildiğinde, kantil regresyon analizinde ortaya konan heterojen etki yapılarının, mezo ölçekte tanımlanan kentsel kümelerle anlam kazandığı görülmektedir. Aynı tüketim kantili, farklı kümelerde farklı sosyoekonomik ve mekânsal profillerle örtüşmekte; bu durum, enerji tüketiminin tekil değişkenler veya tekil tüketim düzeyleri üzerinden değil, tüketim rejimi $\times$ kentsel bağlam etkileşimi üzerinden okunması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Mezo ölçekte kümelere göre yaz toplam enerji tüketimini açıklayan baskın mekanizmalar; SHAP baskınlık analizi bulguları (Ankara)

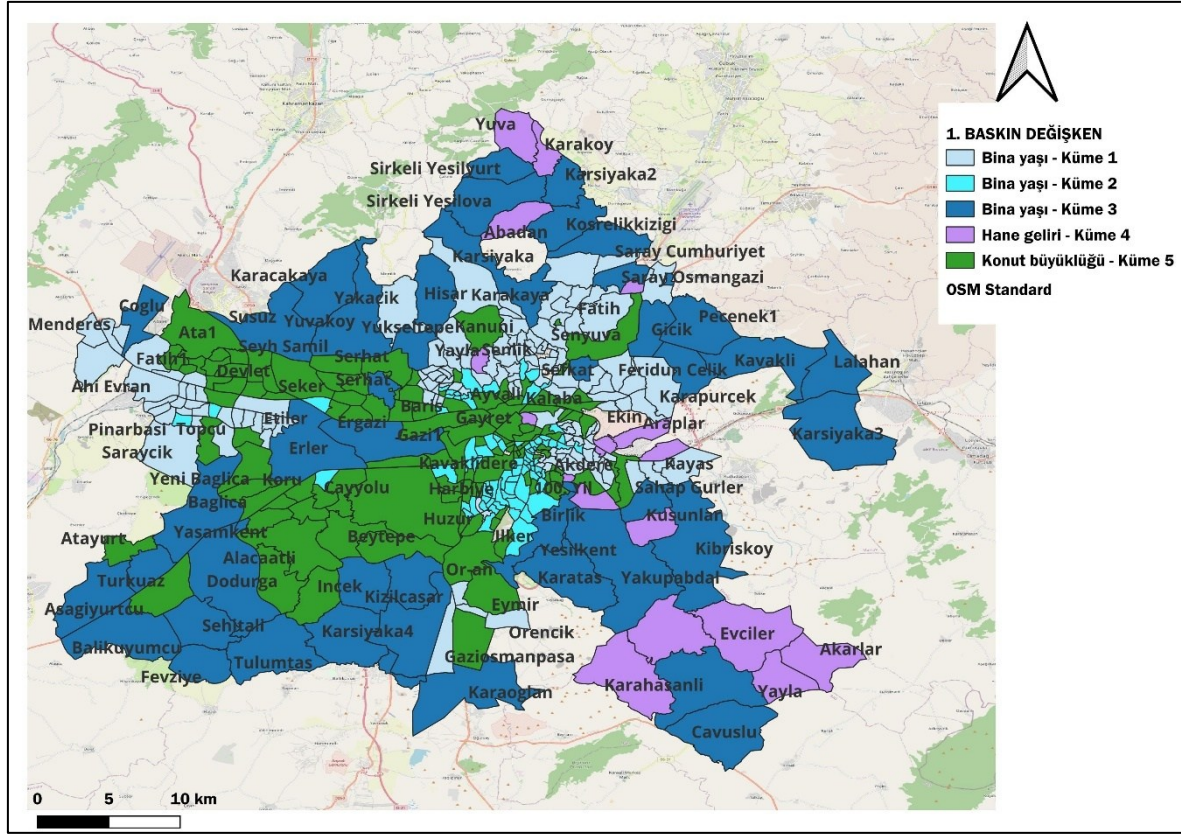
Yaz toplam enerji tüketimi üzerinden hesaplanan ortalama mutlak SHAP değerleri, mezo ölçekte tanımlanan kümeler arasında enerji tüketimini açıklayan mekanizmaların hem tür hem de göreceli ağırlık bakımından belirgin biçimde farklılaştığını ortaya koymaktadır. Yaz dönemi, ısıtma zorunluluğunun ortadan kalkması nedeniyle, enerji tüketiminin büyük ölçüde konfor tercihleri, kullanım yoğunluğu ve davranışsal kararlar üzerinden şekillendiği bir bağlam sunmakta; bu durum, SHAP analizinde davranışsal ve tutumsal değişkenlerin bazı kümelerde belirginleşmesine imkân tanımaktadır.

Mezo ölçekte kümelere göre yaz toplam enerji tüketimini açıklayan değişkenlerin göreceli baskınlıkları, ortalama mutlak SHAP değerleri üzerinden Çizelge 4.26'de özetlenmektedir.

Çizelge 4.26. Mezo ölçekte küme bazında yaz toplam enerji tüketimini açıklayan değişkenlerin ortalama mutlak SHAP değerleri ve göreceli baskınlık sıraları

Mezo_Kume	Degisken	Ortalama_Mutlak_SHAP	Baskinlik_Sirasi
0	SHAP Konut Buyuklugu	197,0064963	1
0	SHAP Bina Yasi	1759397228	2
0	SHAP Hane Geliri Numarali	137,6579492	3
0	SHAP Gonullu Proje Re	77,14837434	4
0	SHAP Hanehalki Sayisi	45,84815004	5
0	SHAP Isi Yalitimi Re	24,64611961	6
0	SHAP Tasarruf Re	8,404701239	7
1	SHAP Bina Yasi	101,7341446	1
1	SHAP Hane Geliri Numarali	84,70835594	2
1	SHAP Konut Buyuklugu	68,14256441	3
1	SHAP Gonullu Proje Re	65,38659828	4
1	SHAP Hanehalki Sayisi	40,7859503	5
1	SHAP Isi Yalitimi Re	15,6177229	6
1	SHAP Tasarruf Re	7,42753712	7
2	SHAP Bina Yasi	148,8332636	1
2	SHAP Konut Buyuklugu	114,9731305	2
2	SHAP Hane Geliri Numarali	108,6077026	3
2	SHAP Gonullu Proje Re	70,28796896	4
2	SHAP Hanehalki Sayisi	46,43412273	5
2	SHAP Isi Yalitimi Re	11,54306206	6
2	SHAP Tasarruf Re	8,832406453	7
3	SHAP Bina Yasi	170,8972138	1
3	SHAP Hane Geliri Numarali	118,7178284	2
3	SHAP Konut Buyuklugu	110,9143488	3
3	SHAP Gonullu Proje Re	81,61501533	4
3	SHAP Hanehalki Sayisi	53,92080312	5
3	SHAP Isi Yalitimi Re	26,20790733	6
3	SHAP Tasarruf Re	9,807037767	7
4	SHAP Hane Geliri Numarali	97,61729449	1
4	SHAP Konut Buyuklugu	86,29183611	2
4	SHAP Bina Yasi	81,00419087	3
4	SHAP Gonullu Proje Re	64,4864493	4
4	SHAP Hanehalki Sayisi	39,33675118	5
4	SHAP Isi Yalitimi Re	15,08520575	6
4	SHAP Tasarruf Re	10,61959576	7

Çizelge 42’de özetlenen küme-bazlı SHAP baskınlık sıralamalarının mekânsal örüntülerini görünür kılmak amacıyla, Ankara çalışma alanında yaz toplam enerji tüketimini açıklayan birincil SHAP değişkenlerinin mezo ölçek kümeler bazında dağılımı Harita 4.5’de sunulmaktadır.



Harita 4.5. Ankara çalışma alanında yaz toplam enerji tüketimini açıklayan birincil SHAP değişkenlerinin mezo ölçek kümeler bazında dağılımı

Buna göre, aşağıda her bir küme, SHAP büyüklükleri arasındaki farklar esas alınarak ayrıntılı biçimde tartışılmaktadır.

Küme 1: Davranışsal ve yapısal mekanizmaların birlikte çalıştığı geçiş rejimi

Küme 1'de SHAP baskınlık sıralaması, Küme 5'e kıyasla daha dengeli bir yapı sergilemektedir. En baskın değişken bina yaşıdır (SHAP = 101,7); bunu hane geliri (84,7) ve konut büyüklüğü (68,1) izlemektedir. Bu üç değişken arasındaki farkların görece sınırlı olması, tüketimin tek bir baskın fiziksel faktör etrafında yoğunlaşmadığını göstermektedir.

Bu kümede dikkat çekici olan bulgu, gönüllü enerji projelerine katılımın SHAP değerinin (65,4) konut büyüklüğüne çok yakın olmasıdır. Bu durum, Küme 1'de yaz dönemi enerji tüketiminin, davranışsal ve tutumsal tercihler tarafından anlamlı biçimde şekillendirilebildiğini ortaya koymaktadır.

Buna karşılık tasarruf davranışı (7,4) ve yalıtım (15,6) değişkenlerinin katkıları sınırlı kalmakta; bu da davranışsal etkinin, daha çok katılım ve farkındalık temelli mekanizmalar üzerinden işlediğini düşündürmektedir.

Küme 1, yaz döneminde davranışsal müdahalelere en açık mezo-kentsel bağlamı temsil etmektedir. Bu bulgu, kantil regresyon analizinde orta tüketim rejiminde gözlenen davranışsal hassasiyetle doğrudan örtüşmektedir.

Küme 2: Yüksek konfor talebine dayalı yapısal yaz tüketim rejimi

Küme 2’de SHAP sonuçları, yaz toplam enerji tüketiminin açık biçimde yapısal ve kapasite temelli mekanizmalar üzerinden üretildiğini göstermektedir. Bina yaşı bu kümede en baskın değişkendir (SHAP = 148,8); bunu konut büyüklüğü ve hane geliri izlemektedir. Bu değişkenlerin SHAP değerleri, Küme 1 ve Küme 3’e kıyasla belirgin biçimde daha yüksektir.

Davranışsal değişkenlerin (tasarruf ve gönüllü katılım) SHAP katkılarının düşük düzeyde kalması, bu kümede yaz tüketiminin bilinçli sınırlamalardan ziyade yüksek yaşam standardı ve konfor beklentileri tarafından belirlendiğini ortaya koymaktadır. Yalıtım değişkeninin de sınırlı katkı sunması, yaz döneminde enerji tüketiminin verimlilikten çok kullanım yoğunluğu ile ilişkili olduğunu düşündürmektedir. Küme 2, yaz döneminde davranışsal farkındalığın tüketimi sınırlamakta yetersiz kaldığı; tüketimin büyük ölçüde konut ölçeği ve sosyoekonomik kapasite üzerinden üretildiği bir rejimi temsil etmektedir.

Küme 3: Düşük esnekliğe sahip, zorunlu yaz tüketimi rejimi

Küme 3’te SHAP değerlerinin genel düzeyi diğer kümelere kıyasla düşüktür. Bu durum, yaz döneminde enerji tüketiminin sınırlı bir bantta gerçekleştiğini göstermektedir. Konut büyüklüğü ve bina yaşı yine en yüksek SHAP değerlerine sahip olsa da, bu değerler Küme 2 ve Küme 5’e kıyasla daha düşüktür.

Davranışsal ve tutumsal değişkenlerin katkılarının oldukça sınırlı kalması, Küme 3’te yaz tüketiminin zorunlu minimum kullanım etrafında şekillendiğini göstermektedir. Bu kümede haneler, tüketimi artıracak ya da azaltacak davranışsal esnekliğe sahip değildir. Küme 3, yaz döneminde düşük tüketim–düşük manevra alanı rejimini temsil etmektedir. Bu bulgu, kantil betimlemelerinde tanımlanan sınırlı kaynak profiliyle tutarlıdır.

Küme 4: Homojen ve orta düzey yaz tüketimi

Küme 4'te SHAP değerleri hem düşük hem de değişkenler arasında oldukça yakındır. bu durum, yaz toplam enerji tüketiminin bu kümede ayırt edici bir mekanizma üzerinden değil, genel olarak homojen bir orta düzeyde gerçekleştiğini göstermektedir.

Davranışsal değişkenlerin açıklayıcılığının sınırlı olması, etkinsizlikten ziyade, kümede hanelerin büyük bölümünün orta tüketim rejiminde yoğunlaşması ile ilişkilidir. bu nedenle küme 4'te SHAP analizi, güçlü neden-sonuç ilişkileri kurmaktan çok, tüketim profilinin durağanlığını teyit etmektedir.

Küme 5: Fiziksel ölçeğin baskın, davranışın ikincil olduğu yaz tüketim rejimi

Küme 5'de yaz toplam enerji tüketimini açıklayan en baskın değişken açık ara konut büyüklüğüdür (ortalama mutlak SHAP = 197,0). Bu değer, aynı kümede ikinci sırada yer alan bina yaşı değişkeninin (SHAP = 175,9) dahi belirgin biçimde üzerindedir. Bu durum, yaz döneminde Küme 5'da enerji tüketiminin öncelikle soğutulan alanın büyüklüğü üzerinden şekillendiğini göstermektedir.

Üçüncü sırada yer alan hane geliri (SHAP = 137,7), fiziksel konut özelliklerinin hemen ardından gelen güçlü bir belirleyici olarak öne çıkmaktadır. Buna karşılık davranışsal değişkenlerden gönüllü enerji projelerine katılımın SHAP değeri (77,1), fiziksel değişkenlere kıyasla belirgin biçimde daha düşüktür; ancak tamamen ihmal edilebilir düzeyde de değildir. Bu durum, Küme 5'de yaz döneminde davranışsal tercihler için sınırlı ama mevcut bir manevra alanı bulunduğunu göstermektedir.

Isı yalıtımı (24,6) ve tasarruf davranışı (8,4) değişkenlerinin SHAP katkılarının oldukça düşük kalması, bu kümede yaz tüketiminin bilinçli kullanım pratiklerinden ziyade konutun fiziksel kapasitesi tarafından belirlendiğini açık biçimde ortaya koymaktadır. Bu haliyle küme 5, yaz döneminde dahi tüketimin büyük ölçüde yapısal zorunluluklar üzerinden üretildiği; davranışsal mekanizmaların ise ancak ikincil bir dengeleyici rol oynayabildiği bir tüketim rejimini temsil etmektedir.

Mezo ölçekte SHAP baskınlıklarının genel deseni

Yaz toplam enerji tüketimi üzerinden hesaplanan SHAP baskınlıkları, mezo ölçekte kümeler arasında belirgin farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. Bazı kümelere (Küme 5 ve 2) konut büyüklüğü ve bina yaşı gibi fiziksel değişkenler açık ara baskınken, bazı kümelere (özellikle Küme 1) davranışsal ve katılımcı değişkenlerin göreceli katkısının arttığı görülmektedir. Ancak bu genel desenler, tek başına tüketim düzeylerini açıklamak için yeterli değildir. Bu nedenle aşağıda, bu mekanizmaların kış toplam enerji tüketimi üzerinden tanımlanan kantil rejimleri ile nasıl örtüştüğü ayrıntılı biçimde ele alınmaktadır.

Mezo ölçekte kümelere göre tüketim rejimlerinin kantil ve SHAP mekanizma analizi (kış toplam tüketim rejimleri – yaz toplam mekanizmaları)

Bu bölümde, hanhalklarının enerji tüketim örüntüleri iki tamamlayıcı analitik düzey üzerinden ele alınmaktadır. İlk olarak, kış toplam enerji tüketimi esas alınarak tanımlanan düşük (A_Düşük), orta (B_Orta) ve yüksek (C_Yüksek) tüketim kantilleri, hanhalklarının zorunlu ve yapısal tüketim rejimlerini temsil edecek biçimde belirlenmiştir. Kış dönemi, enerji tüketiminin büyük ölçüde ısıtma ihtiyacına bağlı olarak şekillenmesi nedeniyle, tüketim düzeylerinin göreceli konumlarını tanımlamak açısından daha istikrarlı ve yapısal bir referans sunmaktadır.

İkinci aşamada ise, bu kış tüketim rejimlerinin mezo ölçekte tanımlanan kentsel kümeler bağlamında hangi mekanizmalar aracılığıyla üretildiğini ortaya koymak amacıyla, yaz toplam enerji tüketimi üzerinden SHAP (Shapley Additive Explanations) analizi uygulanmıştır. Yaz dönemi, ısıtma zorunluluğunun ortadan kalkmasıyla birlikte, enerji tüketiminin konfor tercihleri, kullanım yoğunluğu ve davranışsal kararlar üzerinden daha esnek biçimde şekillendiği bir bağlam sunmaktadır. Bu nedenle SHAP analizi, her bir küme ve kış tüketim kantili için, enerji tüketimini açıklayan baskın yapısal ve davranışsal mekanizmaları görünür kılmak üzere yaz toplam tüketim üzerinden yürütülmüştür.

Bu doğrultuda, kış toplam enerji tüketimine göre tanımlanan her bir kantil rejimi için, mezo ölçekte tanımlanan kümeler bağlamında yaz toplam enerji tüketimini açıklayan baskın değişkenler SHAP yöntemiyle hesaplanmıştır. Çizelge 4.27 her bir küme ve kantil kombinasyonu için yaz tüketimini açıklayan ilk üç baskın değişkeni ve bu değişkenlerin göreceli önem düzeylerini karşılaştırmalı olarak sunmaktadır.

Çizelge 4.27. Mezo ölçek kümeler ve kişi toplam enerji tüketimi kantillerine göre yaz toplam enerji tüketimini açıklayan baskın SHAP değişkenleri

Mezo_Kume	Kantil_Profil_Tuketim_Grubu	Degisken	Ortalama_Mutlak_S HAP	Baskinlik_Si rasi
1	A_Dusuk	SHAP_Bina_Yasi	114,21587	1
1	A_Dusuk	SHAP_Hane_Geliri_Nu marali	101,47008	2
1	A_Dusuk	SHAP_Gonullu_Proje_Re	69,879396	3
1	B_Orta	SHAP_Bina_Yasi	108,7345	1
1	B_Orta	SHAP_Konut_Buyuklu gu	96,16844	2
1	B_Orta	SHAP_Hane_Geliri_Nu marali	77,498494	3
1	C_Yuksek	SHAP_Bina_Yasi	106,29998	1
1	C_Yuksek	SHAP_Gonullu_Proje_Re	64,046913	2
1	C_Yuksek	SHAP_Hane_Geliri_Nu marali	54,19689	3
2	A_Dusuk	SHAP_Bina_Yasi	195,39306	1
2	A_Dusuk	SHAP_Konut_Buyuklu gu	158,57585	2
2	A_Dusuk	SHAP_Hane_Geliri_Nu marali	150,9371	3
2	B_Orta	SHAP_Bina_Yasi	174,44195	1
2	B_Orta	SHAP_Konut_Buyuklu gu	137,08259	2
2	B_Orta	SHAP_Hane_Geliri_Nu marali	97,718308	3
2	C_Yuksek	SHAP_Hane_Geliri_Nu marali	80,174225	1
2	C_Yuksek	SHAP_Bina_Yasi	62,60869	2
2	C_Yuksek	SHAP_Gonullu_Proje_Re	61,380126	3
3	A_Dusuk	SHAP_Bina_Yasi	312,86545	1
3	A_Dusuk	SHAP_Konut_Buyuklu gu	152,3335	2
3	A_Dusuk	SHAP_Hane_Geliri_Nu marali	129,53436	3
3	B_Orta	SHAP_Bina_Yasi	145,20126	1

Çizelge 4.26. (devam) Mezo ölçek kümeler ve kış toplam enerji tüketimi kantillerine göre yaz toplam enerji tüketimini açıklayan baskın SHAP değişkenleri

Mezo_Kum	Kantil_Profil_Tuketim_Grubu	Degisken	Ortalama_Mutlak_SHAP	Baskinlik_Sirasi
3	B Orta	SHAP_Hane_Geliri_Numarali	92,554689	2
3	B Orta	SHAP_Gonullu_Proje_Re	91,12156	3
3	C Yuksek	SHAP_Bina_Yasi	149,06102	1
3	C Yuksek	SHAP_Gonullu_Proje_Re	123,45229	2
3	C Yuksek	SHAP_Hane_Geliri_Numarali	85,878749	3
4	A Dusuk	SHAP_Hane_Geliri_Numarali	104,39558	1
4	A Dusuk	SHAP_Konut_Buyuklugu	76,621212	2
4	A Dusuk	SHAP_Gonullu_Proje_Re	71,553922	3
4	B Orta	SHAP_Hane_Geliri_Numarali	135,98976	1
4	B Orta	SHAP_Gonullu_Proje_Re	94,796169	2
4	B Orta	SHAP_Konut_Buyuklugu	80,663237	3
4	C Yuksek	SHAP_Gonullu_Proje_Re	68,974162	1
4	C Yuksek	SHAP_Bina_Yasi	64,567114	2
4	C Yuksek	SHAP_Konut_Buyuklugu	52,215404	3
5	A Dusuk	SHAP_Konut_Buyuklugu	242,30106	1
5	A Dusuk	SHAP_Bina_Yasi	222,62193	2
5	A Dusuk	SHAP_Hane_Geliri_Numarali	158,39095	3
5	B Orta	SHAP_Konut_Buyuklugu	190,09325	1
5	B Orta	SHAP_Bina_Yasi	157,62992	2
5	B Orta	SHAP_Hane_Geliri_Numarali	127,62166	3
5	C Yuksek	SHAP_Bina_Yasi	163,43932	1
5	C Yuksek	SHAP_Konut_Buyuklugu	148,37157	2
5	C Yuksek	SHAP_Hane_Geliri_Numarali	130,61272	3

Bu bütünleşik yaklaşım, kış döneminde tanımlanan tüketim rejimlerinin, yaz döneminde hangi değişkenlerin baskınlığı altında yeniden üretildiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Küme 1: Kış düşük tüketim rejiminde davranışsal mekanizmaların yaz döneminde belirginleştiği geçiş kümesi

Küme 1’de, kış toplam tüketim kantilleri ile yaz döneminde baskın olan mekanizmalar arasında daha dinamik bir ilişki gözlenmektedir.

- Kış düşük tüketim kantilinde (A_Düşük), yaz toplam enerji tüketimini açıklayan baskın değişkenler sırasıyla bina yaşı, hane geliri ve gönüllü enerji projelerine katılımıdır. Bu durum, kış döneminde düşük tüketim rejiminde yer alan hanelerin yaz döneminde tüketimlerini yalnızca fiziksel koşullarla değil, farkındalık ve katılım temelli davranışlarla da sınırlayabildiğini göstermektedir.
- Kış orta tüketim kantilinde (B_Orta) yaz tüketimi yeniden daha yapısal bir karakter kazanmakta; bina yaşı, konut büyüklüğü ve hane geliri ilk üç baskın değişken olarak öne çıkmaktadır.
- Kış yüksek tüketim kantilinde (C_Yüksek) ise yaz döneminde konut büyüklüğü birinci sıraya yükselmekte; bu durum, yüksek tüketim rejimlerinin yazın daha çok fiziksel kapasite ve konfor alanı üzerinden üretildiğini göstermektedir.

Bu geçiş, Küme 1’in kış–yaz karşılaştırmasında davranışsal esnekliğin en görünür olduğu mezo-kentsel bağlam olduğunu ortaya koymaktadır.

Küme 2: Kış tüketim rejimlerinden bağımsız olarak yapısal baskınlığın korunduğu yüksek kapasiteli küme

Küme 2’de, kış toplam tüketim kantilleri ile yaz toplam enerji tüketimini açıklayan baskın mekanizmalar arasında yüksek bir süreklilik gözlenmektedir.

- Kış düşük, orta ve yüksek tüketim kantillerinin tamamında, yaz döneminde bina yaşı, konut büyüklüğü ve hane geliri ilk üç baskın değişken olarak korunmaktadır.
- Kantil düzeyi yükseldikçe bu değişkenlerin göreceli katkıları artmakta, ancak değişken sıralaması anlamlı biçimde değişmemektedir.

Bu bulgular, Küme 2’de kış döneminde tanımlanan tüketim rejimlerinin, yaz döneminde de yüksek konfor standardı ve yapı özellikleri üzerinden yeniden üretildiğini; davranışsal mekanizmaların bu yapıyı dönüştürmekte sınırlı kaldığını göstermektedir.

Küme 3: Kış rejimleri ile yaz mekanizmaları arasında sınırlı ayrışma gösteren zorunlu kullanım kümesi

Küme 3'te kış toplam tüketim kantilleri ile yaz toplam enerji tüketimini açıklayan mekanizmalar arasında belirgin bir kırılma gözlenmemektedir.

- Kış düşük ve orta tüketim kantillerinde, yaz döneminde baskın olan değişkenler bina yaşı, hane geliri ve konut büyüklüğüdür.
- Kış yüksek tüketim kantilinde de benzer değişkenler baskınlığını korumakta; ancak SHAP katkıları arasındaki farklar görece azalmaktadır.

Bu yapı, Küme 3'te kış döneminde tanımlanan tüketim rejimlerinin, yaz döneminde zorunlu ve sınırlı bir tüketim bandı içinde yeniden üretildiğini; mekanizma değişiminden çok yoğunluk farklarının söz konusu olduğunu düşündürmektedir.

Küme 4: Kış kantil rejimlerinden bağımsız olarak homojen yaz tüketim mekanizması

Küme 4'te, kış toplam enerji tüketimine göre tanımlanan kantillerin tümünde, yaz toplam enerji tüketimini açıklayan ilk üç baskın değişkenin konut büyüklüğü, bina yaşı ve hane geliri etrafında yoğunlaştığı görülmektedir.

- Kantil düzeyleri arasında değişken sıralamalarının büyük ölçüde benzer olması, bu kümede kış döneminde tanımlanan tüketim rejimlerinin yaz döneminde mekanizma düzeyinde ayrılmadığını göstermektedir.
- Bu durum, Küme 4'te yaz döneminde enerji tüketiminin görece homojen bir yapıda gerçekleştiğini ve ayırt edici davranışsal örüntülerin sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır.

Küme 5: Fiziksel konut ölçeğinin kış rejimlerinden bağımsız olarak süreklilik gösterdiği mekanizma

Kış toplam enerji tüketimine göre tanımlanan kantiller dikkate alındığında, Küme 5'de yaz toplam enerji tüketimini açıklayan mekanizmaların, üç kantil düzeyinde de büyük ölçüde fiziksel konut özellikleri etrafında şekillendiği görülmektedir.

- Kış düşük tüketim kantilinde (A_Düşük) yer alan haneler için, yaz tüketimini açıklayan en baskın değişken konut büyüklüğüdür; bunu bina yaşı ve hane geliri izlemektedir. Bu

durum, kış döneminde düşük tüketim rejiminde yer alan hanelerin dahi yaz döneminde soğutulan alanın büyüklüğüne duyarlı bir tüketim örüntüsü sergilediğini göstermektedir.

- Kış orta tüketim kantilinde (B_Orta) değişken sıralaması büyük ölçüde korunmakta; konut büyüklüğü ve bina yaşı yine ilk iki sırada yer almakta, hane geliri üçüncü sırada konumlanmaktadır.
- Kış yüksek tüketim kantilinde (C_Yüksek) ise yaz döneminde bina yaşı birinci sıraya yükselmekte; konut büyüklüğü ikinci, hane geliri üçüncü sırada yer almaktadır.

Bu yapı, Küme 5’de kış döneminde tanımlanan tüketim rejimlerinden bağımsız olarak, yaz döneminde enerji tüketiminin konutun fiziksel ölçeği ve yapı performansı tarafından süreklilik arz eden biçimde belirlendiğini ortaya koymaktadır.

Genel değerlendirme

Kış toplam enerji tüketimi üzerinden tanımlanan kantil rejimleri ile yaz toplam enerji tüketimi üzerinden gerçekleştirilen SHAP mekanizma analizi birlikte değerlendirildiğinde; enerji tüketiminin bazı mezo-kentsel bağlamlarda (Küme 5 ve 2) mevsimden bağımsız biçimde fiziksel yapı özellikleri tarafından üretildiği, bazı bağlamlarda (Küme 1) kış rejimlerinin yaz döneminde davranışsal ve katılımcı mekanizmalarla esnetilebildiği, bazı kümelerde ise (Küme 3 ve 4) tüketimin yıl boyunca zorunlu ve homojen bir karakter sergilediği görülmektedir.

Bu bütünleşik analiz, kış döneminde tanımlanan tüketim rejimlerinin, yaz döneminde farklı kentsel bağlamlarda farklı mekanizmalarla yeniden üretildiğini ortaya koyarak, enerji tüketiminin mevsimsel, yapısal ve davranışsal boyutlarını birlikte değerlendiren çok katmanlı bir analitik çerçeve sunmaktadır.

Ankara örneğinde elde edilen bulgular, enerji tüketiminin tekil bir belirleyici üzerinden değil; mevsime, tüketim rejimine ve mezo-kentsel bağlama bağlı olarak değişen mekanizmalarla üretildiğini ortaya koymaktadır. Kış toplam tüketim üzerinden tanımlanan rejimler, yaz döneminde farklı kümelerde farklı yapısal ve davranışsal bileşenler aracılığıyla yeniden üretilmekte; bu durum, enerji tüketimine yönelik tek tip politika araçlarının sınırlı etkisini açık biçimde göstermektedir.

4.3.2. Dublin çalışma alanı bulguları

Önceki bölümde Ankara çalışma alanı için mikro ölçekte yürütülen regresyon analizlerinin mezo ölçekte kantil ve açıklanabilir makine öğrenmesi (SHAP) analizleri aracılığıyla, konut bazlı enerji tüketimini belirleyen mekanizmalar çok boyutlu biçimde ortaya konulmuştur. Bu analizler, enerji tüketiminin yalnızca ortalama etkiler üzerinden değil; tüketim düzeyine, kentsel bağlama ve değişkenler arası etkileşimlere duyarlı olarak farklılaştığını göstermiştir. Ankara örneğinde elde edilen bulgular, görece homojen bir yapıya çevre ve sosyoekonomik yapı içerisinde, değişkenlerin eşik, etkileşim ve baskınlık ilişkilerinin nasıl şekillendiğine dair güçlü bir analitik çerçeve sunmuştur.

Bu bölümden itibaren aynı analitik yaklaşım, ancak farklı bir kentsel bağlam ve varyans yapısı altında Dublin çalışma alanı için uygulanmaktadır. Önceki alt başlıklarda Dublin'in mezo ölçekte sosyoekonomik ve mekânsal küme yapısı ile anket yapılan seçim bölgelerinin bu kümeler içindeki temsiliyeti ayrıntılı biçimde tanımlanmış; böylece mikro ölçekte elde edilen anket verilerinin hangi kentsel profiller üzerinden üretildiği açık biçimde ortaya konulmuştur. İzleyen alt bölümlerde Dublin örneğine ilişkin bulgular, Ankara ile yöntemsel olarak birebir karşılaştırılabilir bir biçimde; önce değişkenler arası korelasyon ve çoklu doğrusal bağlantı (VIF) sonuçları, ardından doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon analizleri, kantil regresyon bulguları ve SHAP temelli açıklamalar üzerinden sunulacaktır.

Bu yapı sayesinde, Dublin'de enerji tüketimini belirleyen faktörlerin hangi ölçüde yapıya çevreye, sosyoekonomik yapıya ve bireysel tutumlara dayandığı; bu mekanizmaların tüketim düzeylerine ve mezo ölçek kentsel bağlama göre nasıl farklılaştığı sistematik olarak değerlendirilebilecektir. Böylece, Ankara ve Dublin örnekleri yalnızca ayrı ayrı değil, aynı analitik araçlar aracılığıyla karşılaştırılabilir iki kentsel bağlam olarak ele alınarak, bağlama duyarlı ve aktarılabilir enerji tüketim mekanizmaları bütüncül biçimde tartışılacaktır.

Korelasyon analizi (Dublin)

Dublin çalışma alanında, enerji tüketim göstergeleri arasındaki ikili ilişkileri ortaya koymak amacıyla Pearson korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, yaz ve kış dönemlerine ait toplam enerji tüketimi ile elektrik ve doğalgaz tüketim bileşenleri arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Enerji tüketim değişkenlerine ilişkin özet korelasyon matrisi Çizelge 4.28’de sunulmakta; tüm enerji değişkenlerini kapsayan ayrıntılı korelasyon matrisi ise EK 1 . Regresyon Analizi Öncesi Tanımlayıcı ve İlişkisel Analizler (Dublin)’de yer almaktadır.

Çizelge 4.28. Dublin örneğinde enerji tüketimi değişkenleri arası pearson korelasyon matrisi

Değişkenler	Kış Toplam Enerji	Yaz Toplam Enerji	Kış Elektrik	Yaz Elektrik	Kış Doğalgaz	Yaz Doğalgaz
Kış Toplam Enerji	1,000	0,786	0,646	0,554	0,773	0,539
Yaz Toplam Enerji	0,786	1,000	0,597	0,864	0,381	0,766
Kış Elektrik	0,646	0,597	1,000	0,756	0,012	0,142
Yaz Elektrik	0,554	0,864	0,756	1,000	0,103	0,344
Kış Doğalgaz	0,773	0,381	0,012	0,103	1,000	0,584
Yaz Doğalgaz	0,539	0,766	0,142	0,344	0,584	1,000

Enerji tüketim göstergeleri arasındaki korelasyonlar incelendiğinde, yaz ve kış dönemlerine ait toplam enerji tüketimleri arasında yüksek düzeyde pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir ($r \approx 0,75-0,80$). Benzer biçimde, kış ve yaz dönemlerine ait elektrik tüketimleri arasında çok yüksek düzeyde bir korelasyon tespit edilmiştir ($r \approx 0,85-0,90$). Doğalgaz tüketimi açısından ise mevsimler arası korelasyonun orta–yüksek düzeyde olduğu gözlenmektedir ($r \approx 0,60-0,75$).

Bu bulgular, Dublin örneğinde enerji tüketim düzeylerinin mevsimler arasında önemli ölçüde süreklilik gösterdiğini; yüksek tüketimli hanelerin hem yaz hem de kış dönemlerinde görece olarak yüksek tüketim seviyelerini koruduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla enerji tüketimi, yalnızca dönemsel koşullara değil, aynı zamanda hanehalkına özgü yapısal ve davranışsal özelliklere bağlı olarak şekillenmektedir.

Bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon bulguları: enerji tüketimini açıklamak üzere modele dahil edilen bağımsız değişkenler arasındaki ikili ilişkileri değerlendirmek amacıyla, yalnızca bağımsız değişkenleri içeren ayrı bir Pearson korelasyon matrisi hesaplanmıştır. Bu matrise ilişkin özet bulgular Çizelge 4.29’de sunulmaktadır.

Çizelge 4.29. Dublin örneğinde bağımsız değişkenler arası pearson korelasyon matrisi

Değişken 1	Değişken 2	r	İlişki Düzeyi
Yaş	Eğitim düzeyi	0,203	Zayıf–orta (+)
Yaş	Konut tipi	0,263	Orta (+)
Yaş	Konut büyüklüğü	0,265	Orta (+)
Yaş	Bina yaşı	0,225	Zayıf–orta (+)
Yaş	Tasarruf önlemleri	0,215	Zayıf–orta (+)
Hanehalkı büyüklüğü	Hane geliri	0,214	Zayıf–orta (+)
Hanehalkı büyüklüğü	Konut tipi	0,315	Orta (+)
Hanehalkı büyüklüğü	Konut büyüklüğü	0,253	Orta (+)
Konut büyüklüğü	Hane geliri	0,185	Zayıf–orta (+)
Konut büyüklüğü	Konut tipi	0,257	Orta (+)
Isı yalıtımı	Bina yaşı	–0,224	Zayıf–orta (–)
Tasarruf önlemleri	Enerjiye yönelik görüş	0,259	Orta (+)
Enerjiye yönelik görüş	Gönüllülük	0,311	Orta (+)

Not: Bu çizelge yalnızca $|r| \geq 0,15$ olan korelasyonları içermektedir. Tüm bağımsız değişkenleri kapsayan tam Pearson korelasyon matrisi EK 1B. Bağımsız değişkenler arası pearson korelasyon matrisi-Dublin’de sunulmaktadır.

Bağımsız değişkenler arası korelasyonlar incelendiğinde, bazı değişken çiftleri arasında düşük ve orta düzeyde ilişkiler dikkat çekmektedir. Hanehalkı büyüklüğü (HHSIZE) ile konut büyüklüğü (DwellingSize) arasında pozitif ve orta düzeyde bir ilişki tespit edilmiştir ($r \approx 0,25-0,30$). Bu bulgu, Dublin’de daha kalabalık hanelerin genel olarak daha büyük konutlarda yaşama eğiliminde olduğunu göstermektedir. Benzer biçimde, konut tipi (DwellingType) ile hanehalkı büyüklüğü arasında pozitif bir ilişki gözlenmiştir ($r \approx 0,26-0,30$); bu durum, ayrıık veya müstakil konutlarda yaşayan hanelerin, apartman tipi konutlara kıyasla görece daha kalabalık olabildiğine işaret etmektedir.

Konut tipi ile gelir düzeyi arasında düşük–orta düzeyde pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Buna göre, gelir düzeyi arttıkça müstakil veya yarı müstakil konutlarda yaşama olasılığının da arttığı görülmektedir. Yapılı çevre değişkenleri açısından, bina yaşı (BuildingAge) ile ısı

yalıtımı durumu (Insulation) arasında hafif negatif bir korelasyon saptanmıştır; bu bulgu, görece yeni binalarda yalıtım uygulamalarının daha yaygın olduğunu göstermektedir.

Davranışsal ve algısal değişkenler incelendiğinde, enerji tasarrufuna yönelik önlem alma durumu (SaveMeasures) ile enerji tüketiminin çevresel etkilerine ilişkin görüş (Opinion) arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir ($r \approx 0,25$). Ayrıca çevresel etkilere duyarlılığı yüksek bireylerin, gönüllü sürdürülebilirlik projelerine katılım isteğinin de daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Opinion–Volunteer; $r \approx 0,30$).

Önemli olarak, bağımsız değişken çiftlerinin hiçbirinde $|r| \geq 0,70$ düzeyinde güçlü bir korelasyon tespit edilmemiştir. Bu nedenle, korelasyon bulgularına dayalı olarak herhangi bir otomatik değişken elemesi yapılmamış; çoklu doğrusal bağlantı riski, izleyen aşamada VIF analizi aracılığıyla ayrıntılı biçimde değerlendirilmiştir.

Bağımsız değişkenler ile enerji tüketim göstergeleri arasındaki ilişkiler

Bağımsız değişkenler ile enerji tüketim göstergeleri arasındaki ikili korelasyonlar, hanehalkı büyüklüğünün özellikle yaz ve kış dönemlerine ait toplam enerji tüketimi ile pozitif yönde ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşılık, ısı yalıtımı değişkeninin bazı enerji göstergeleriyle zayıf ancak negatif yönlü ilişkiler sergilediği görülmektedir. Bununla birlikte, bu ilişkilerin büyüklükleri görece sınırlı düzeyde kaldığından, söz konusu değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki gerçek etkilerinin daha sağlıklı biçimde değerlendirilmesi amacıyla ayrıntılı yorumlar çok değişkenli regresyon, kantil regresyon ve SHAP analizlerine bırakılmıştır.

Çoklu doğrusal bağlantı (VIF) bulguları (Dublin)

Bağımsız değişkenler arasındaki çoklu doğrusal bağlantı sorununu değerlendirmek amacıyla, korelasyon analizini takiben Dublin çalışma alanı için iteratif VIF (Variance Inflation Factor) analizi uygulanmıştır. Analiz sürecinde, modelin kavramsal bütünlüğünü korumak amacıyla konut tipi (DwellingType) değişkeni referans mekânsal değişken olarak korunmuş; VIF değeri 10'un üzerinde olan değişkenler, her iterasyonda en yüksek VIF değerine sahip olandan başlanarak modelden çıkarılmıştır.

Bu süreçte elde edilen ara sonuçlara göre, Eğitim düzeyi (Education) değişkeninin VIF değeri yaklaşık 25 Yaş (Age) değişkeninin VIF değeri ise yaklaşık 15 olarak hesaplanmıştır. Bu iki değişkenin, özellikle hane geliri, hanehalkı büyüklüğü ve konut tipi gibi temel sosyoekonomik ve mekânsal değişkenlerle yüksek düzeyde örtüştüğü; modele anlamlı bir ek açıklayıcılık kazandırmadan, tahmin belirsizliğini artırdığı belirlenmiştir. Bu nedenle Education ve Age değişkenleri modelden çıkarılarak analiz dışı bırakılmıştır.

Bu eleme sürecinin ardından oluşturulan nihai bağımsız değişken seti aşağıdaki değişkenlerden oluşmaktadır:

- Hanehalkı büyüklüğü (HHSIZE)
- Hane geliri (Income)
- Konut tipi (DwellingType)
- Konut büyüklüğü (DwellingSize)
- Isı yalıtımı (Insulation)
- Bina yaşı (BuildingAge)
- Tasarruf önlemleri (SaveMeasures)
- Enerjiye yönelik görüş (Opinion)
- Gönüllülük (Volunteer)

Nihai modelde yer alan değişkenlere ilişkin VIF değerleri 2–9 aralığına çekilmiştir. En yüksek VIF değerleri konut tipi (DwellingType $\approx$ 8,67), hanehalkı büyüklüğü (HHSIZE $\approx$ 8,67) ve enerjiye yönelik görüş (Opinion $\approx$ 8,70) değişkenlerinde gözlenmekle birlikte, bu değerlerin tamamı 10 eşliğinin altında kaldığı için çoklu doğrusal bağlantı açısından kabul edilebilir düzeyde değerlendirilmiştir. Diğer tüm değişkenlerin VIF değerlerinin 2–6 bandında yoğunlaşması, nihai modelde ciddi bir çoklu doğrusal bağlantı sorunu bulunmadığını göstermektedir.

Bu doğrultuda, Dublin örneğinde gerçekleştirilen doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon analizlerinde, yukarıda tanımlanan nihai bağımsız değişken seti kullanılmıştır.

Bu eleme sürecinin ardından oluşturulan nihai bağımsız değişken setine ilişkin VIF değerleri Çizelge 4.30’de sunulmaktadır.

Çizelge 4.30. Dublin örneğinde nihai bağımsız değişkenlere ait VIF değerleri

Değişken	VIF
Konut tipi (DwellingType)	8,67
Hanehalkı büyüklüğü (HHSIZE)	8,67
Hane geliri (Income)	5,76
Konut büyüklüğü (DwellingSize)	1,95
Isı yalıtımı (Insulation)	3,47
Bina yaşı (BuildingAge)	1,96
Tasarruf önlemleri (SaveMeasures)	2,00
Enerjiye yönelik görüş (Opinion)	8,70
Gönüllülük (Volunteer)	3,09

Doğrusal OLS regresyon bulguları (Dublin)

Bu bölümde Dublin çalışma alanı için gerçekleştirilen doğrusal OLS regresyon analizlerinin bulguları sunulmaktadır. Analizler üç aşamada ele alınmıştır:

- (i) yalnızca sosyoekonomik değişkenleri içeren modeller,
- (ii) yalnızca mekânsal/yapılı çevre değişkenlerini içeren modeller ve
- (iii) her iki değişken grubunun birlikte değerlendirildiği bütünleşik modeller.

Sosyoekonomik ve mekânsal modellerde bağımlı değişken olarak kış ve yaz toplam enerji tüketimi ayrı ayrı ele alınmış; bütünleşik modellerde ise kış ve yaz toplam enerji tüketimine ek olarak elektrik ve doğalgaz alt bileşenleri de analiz edilmiştir.

Sosyoekonomik OLS modelleri bulguları

Dublin örneğinde yalnızca sosyoekonomik değişkenleri içeren OLS modellerine ilişkin anlamlı bulgular Çizelge 4.31’de özetlenmektedir.

Çizelge 4.31. Dublin örneğinde sosyoekonomik OLS regresyon modellerinde anlamlı değişkenler

Model Grubu	Bağımlı Değişken	Anlamlı Bağımsız Değişken	Katsayı (β)	p-değeri	Etki Yönü
Sosyoekonomik	Kış toplam enerji	Hanehalkı büyüklüğü (HHSIZE)	37,17	0,007	+
Sosyoekonomik	Yaz toplam enerji	Enerjiye yönelik görüş (Opinion)	48,18	0,004	+

Kış toplam enerji tüketimi (Total_winter)

Sosyoekonomik değişkenleri içeren kış toplam enerji modeli düşük–orta düzeyde bir açıklama gücüne sahiptir ($R^2 \approx 0,086$; Adj. $R^2 \approx 0,05$). Model sonuçlarına göre:

Hanehalkı büyüklüğü (HHSIZE); pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,01$). Hanehalkı sayısı arttıkça, kış dönemine ait toplam enerji harcaması da artmaktadır. Bu bulgu, Dublin bağlamında kış dönemi enerji tüketiminin en temel sosyoekonomik belirleyicisinin hane büyüklüğü olduğunu göstermektedir.

Gelir (Income), tasarruf önlemleri (SaveMeasures), enerjiye yönelik görüş (Opinion) ve gönüllülük (Volunteer); kış toplam enerji tüketimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki göstermemektedir ($p > 0,05$). Bu durum, söz konusu değişkenlerin hane büyüklüğü kontrol edildiğinde kış dönemindeki toplam harcamayı açıklamada sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır.

Yaz toplam enerji tüketimi (Total Summer)

Yaz toplam enerji tüketimi için kurulan sosyoekonomik modelin açıklama gücü, kış modeline benzer düzeydedir ($R^2 \approx 0,088$; Adj. $R^2 \approx 0,05$). Modelde:

Hanehalkı büyüklüğü (HHSIZE); yaz toplam enerji tüketimi üzerinde de pozitif ve anlamlıdır ($p < 0,05$). Bu bulgu, hane büyüklüğünün yıl boyunca istikrarlı bir enerji tüketim belirleyicisi olduğunu göstermektedir.

Enerjiye yönelik görüş (Opinion); pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,01$). Enerji tüketiminin çevresel etkilerini daha önemli gören hanelerde yaz toplam enerji harcamasının daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu sonuç, çevresel duyarlılığın tek başına daha düşük enerji tüketimi anlamına gelmediğini; yaşam tarzı, konfor beklentileri ve gelir düzeyi gibi faktörlerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

Diğer sosyoekonomik değişkenler; yaz toplam enerji tüketimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki sergilememektedir.

Mekânsal OLS modelleri bulguları

Yalnızca konut tipolojisi ve fiziksel özellikleri içeren mekânsal OLS modellerine ait anlamlı bulgular Çizelge 4.32’de sunulmaktadır.

Çizelge 4.32. Dublin örneğinde mekânsal OLS regresyon modellerinde anlamlı değişkenler

Model Grubu	Bağımlı Değişken	Anlamlı Bağımsız Değişken	Katsayı (β)	p-değeri	Etki Yönü
Mekânsal	Kış toplam enerji	Isı yalıtımı (Insulation)	-63,97	0,032	–

Kış toplam enerji tüketimi (Total _winter)

Mekânsal modelin kış toplam enerji tüketimini açıklama gücü sınırlıdır ($R^2 \approx 0,05$; Adj. $R^2 \approx 0,02$). Buna karşın:

Isı yalıtımı (Insulation); negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır ($p \approx 0,03$). Yalıtım düzeyi arttıkça kış dönemine ait toplam enerji harcaması azalmaktadır. Bu bulgu, yalıtım müdahalelerinin Dublin bağlamında özellikle ısıtma sezonunda doğrudan ve ölçülebilir bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Konut tipi (DwellingType), konut büyüklüğü (DwellingSize) ve bina yaşı (BuildingAge); kış toplam enerji tüketimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı değildir. Müstakil/yarı müstakil konutlarda tüketimin daha yüksek olabileceğine işaret eden bir eğilim bulunmakla birlikte, bu fark istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmamıştır.

Yaz toplam enerji tüketimi (Total _summer)

Yaz toplam enerji tüketimini açıklayan mekânsal modelin açıklama gücü oldukça düşüktür ($R^2 \approx 0,03$). Bu modelde:

Yalıtım, konut tipi, konut büyüklüğü ve bina yaşı değişkenlerinin hiçbirinin yaz toplam enerji harcaması üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır.

Bu sonuç, Dublin’de yaz döneminde enerji harcamalarının mekânsal ve fiziksel konut özelliklerinden ziyade kullanıcı davranışları ve günlük kullanım örüntüleri tarafından belirlendiğini düşündürmektedir.

Bütünleşik OLS model bulguları

Sosyoekonomik ve mekânsal değişkenlerin birlikte ele alındığı bütünleşik OLS modellerine ilişkin anlamlı bulgular Çizelge 4.33’de özetlenmektedir.

Çizelge 4.33. Dublin örneğinde bütünleşik OLS regresyon modellerinde anlamlı değişkenlerin özeti

Model Grubu	Bağımlı Değişken	Anlamlı Bağımsız Değişken	Katsayı (β)	p-değeri	Etki Yönü
Bütünleşik	Kış toplam enerji	Hanehalkı büyüklüğü (HHSIZE)	60,42	0,002	+
Bütünleşik	Kış toplam enerji	Isı yalıtımı (Insulation)	-66,89	0,032	-
Bütünleşik	Kış elektrik	Hanehalkı büyüklüğü (HHSIZE)	31,99	0,029	+
Bütünleşik	Yaz doğalgaz	Isı yalıtımı (Insulation)	-24,43	0,028	-

Kış toplam enerji tüketimi (Total winter)

Bütünleşik kış modeli, önceki iki modele kıyasla daha yüksek bir açıklama gücüne sahiptir ($R^2 \approx 0,35$; Adj. $R^2 \approx 0,27$). Model sonuçlarına göre:

Hanehalkı büyüklüğü (HHSIZE); pozitif ve güçlü biçimde anlamlıdır ($p < 0,01$). Tüm modeller arasında kış toplam enerji harcamasının en istikrarlı ve en yüksek etkili belirleyicisi olarak öne çıkmaktadır.

Isı yalıtımı (Insulation); negatif ve anlamlıdır ($p \approx 0,03$). Yalıtım düzeyi arttıkça kış toplam enerji gideri azalmakta; bu etki sosyoekonomik değişkenler kontrol edildiğinde de varlığını korumaktadır.

Gelir (Income); negatif işaretlidir ve sınırdan anlamlılık düzeyindedir ($p \approx 0,05$). Daha yüksek gelirli hanelerin, diğer faktörler sabitken, daha düşük kış faturaları beyan etmesi; daha verimli ekipman kullanımı ve daha iyi yalıtım olanaklarıyla ilişkili olabilir.

Konut büyüklüğü (DwellingSize); pozitif ve sınırdan anlamlıdır ($p \approx 0,08$). Konut büyüdükçe enerji harcamalarının artma eğilimi bulunmaktadır; ancak bu etkinin büyüklüğü sınırlıdır.

Diğer değişkenler (DwellingType, BuildingAge, SaveMeasures, Opinion, Volunteer); bütünleşik kış modelinde istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Yaz toplam enerji tüketimi (Total summer)

Bütünleşik yaz modeli, kış modeline kıyasla daha düşük bir açıklama gücüne sahiptir ($R^2 \approx 0,20$; Adj. $R^2 \approx 0,09$) ve modelde yer alan hiçbir bağımsız değişken istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Bu durum, Dublin bağlamında yaz döneminin enerji tüketimi açısından daha değişken ve davranışa duyarlı bir dönem olduğunu göstermektedir.

Alt bileşen modelleri (Elektrik ve doğalgaz)

Alt bileşen modelleri (elektrik ve doğalgaz) kapsamında elde edilen bulgular, enerji tüketimini belirleyen mekanizmaların kullanım türüne ve mevsime bağlı olarak farklılaştığını ortaya koymaktadır. Buna göre, hanehalkı büyüklüğünün tüm alt bileşenlerde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olması, hane içinde yaşayan kişi sayısı arttıkça hem elektrik hem de doğalgaz tüketiminin sistematik biçimde yükseldiğini göstermektedir. Bu bulgu, enerji tüketiminin yalnızca konut özelliklerine değil, doğrudan hane içi kullanım yoğunluğuna da duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Tasarruf önlemlerinin özellikle kış döneminde elektrik tüketimini azaltıcı yönde ve anlamlı bir etki üretmesi, davranışsal müdahalelerin soğuk dönemde daha belirgin sonuçlar doğurduğunu göstermektedir. Bu durum, ısınmaya bağlı enerji talebinin arttığı dönemlerde, bireysel tasarruf uygulamalarının elektrik tüketimi üzerinde dengeleyici bir rol oynayabildiğine işaret etmektedir.

Isı yalıtımının kış ve yaz dönemlerinde doğalgaz tüketimini azaltıcı yönde etkili olması, yapısal enerji verimliliği önlemlerinin mevsimsel koşullardan bağımsız olarak yakıt

tüketimini düşürdüğünü göstermektedir. Bu bulgu, bina kabuğuna yönelik fiziksel müdahalelerin, özellikle doğalgaz kullanımında, kalıcı ve istikrarlı tasarruf potansiyeli sunduğunu ortaya koymaktadır.

Buna karşılık, konut tipinin tüm alt bileşenlerde pozitif işaretli olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı sonuç üretmemesi, konut tipine ilişkin etkilerin diğer yapısal ve sosyoekonomik değişkenler kontrol edildiğinde ikincil bir rol üstlendiğini düşündürmektedir. Bu durum, enerji tüketiminin konut tipinden ziyade konutun büyüklüğü, yalıtım durumu ve hanehalkı özellikleri üzerinden daha güçlü biçimde şekillendiğine işaret etmektedir.

Dublin örneği ols regresyon modelleri bulgularının özeti

Sosyoekonomik, mekânsal ve bütünleşik OLS modelleri birlikte değerlendirildiğinde, Dublin örneğinde konut bazlı enerji tüketiminin:

- En istikrarlı belirleyicisinin hanehalkı büyüklüğü,
- Kış döneminde en etkili mekânsal müdahale alanının ısı yalıtımı,
- Tasarruf önlemlerinin özellikle elektrik tüketimi üzerinde etkili olduğu,
- Konut tipolojisinin ise diğer değişkenler kontrol edildiğinde ikincil ve eğilimsel bir rol oynadığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Bu bulgular, Dublin bağlamında enerji tüketiminin yalnızca gelir ve tutumlar üzerinden değil, hane kompozisyonu ve konutun fiziksel niteliği üzerinden okunması gerektiğini ortaya koymakta; Ankara–Dublin karşılaştırması için güçlü ve tutarlı bir ampirik zemin sunmaktadır.

Polinomsal regresyon analizi model bulguları (Dublin)

Dublin örneğinde mikro ölçekte yürütülen doğrusal OLS analizlerinin ardından, enerji tüketimi ile sosyoekonomik ve mekânsal değişkenler arasındaki olası doğrusal olmayan ilişkileri test etmek amacıyla polinomsal regresyon analizi uygulanmıştır. Bu aşamada bağımlı değişken olarak kış toplam enerji tüketimi ele alınmıştır. Bu tercih, önceki doğrusal modellerde kış dönemine ait enerji tüketiminin, konutun fiziksel özellikleriyle daha tutarlı ve açıklayıcı ilişkiler sergilemesine dayanmaktadır.

Polinomsal regresyon modeli, doğrusal terimlerin yanı sıra ikinci dereceden terimler ve seçili etkileşim terimlerini içermektedir. Böylece, değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin yalnızca yönü değil, etki biçimi de incelenmiştir. Model genel olarak istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($F = 2,26$; $p = 0,009$). Modelin açıklama gücü sınırlı olmakla birlikte, doğrusal modellere kıyasla enerji tüketimi ile bazı mekânsal ve demografik değişkenler arasındaki doğrusal olmayan örüntülerin görünür hale geldiği gözlenmiştir ($R^2 = 0,198$; Adj. $R^2 = 0,111$). Modele ilişkin genel istatistikler EK 13. Dublin Örneğinde Polinomsal Regresyon Analizi Sonuçları 2. ve 3. Derece Modeller’de sunulmaktadır.

Elde edilen sonuçlar, konut büyüklüğü değişkeninin kış toplam enerji tüketimi üzerindeki etkisinin doğrusal olmadığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Konut büyüklüğünün ikinci dereceden teriminin (Konut_Büyüklüğü²) negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması ($\beta = -0,0015$; $p = 0,016$), konut büyüklüğü arttıkça enerji tüketiminin artmaya devam ettiğini; ancak bu artışın hızının belirli bir noktadan sonra azaldığını göstermektedir. Bu bulgu, konut büyüklüğü–enerji tüketimi ilişkisinin tek bir doğrusal katsayı ile temsil edilmesinin yetersiz kaldığını ortaya koymaktadır. Bu doğrusal olmayan ilişki, polinomsal modelde elde edilen anlamlı katsayılar üzerinden Çizelge 4.34’de özetlenmektedir.

Çizelge 4.34. Dublin örneğinde polinomsal regresyon modellerinde anlamlı bulguların özeti

Bağımlı Değişken	Anlamlı Terim	Katsayı (β)	p-değeri	Etki Biçimi
Kış toplam enerji	Konut büyüklüğü ²	-0,0015	0,016	Doygunluk / azalan artış
Kış toplam enerji	Bina yaşı $\times$ Yaş	0,133	0,026	Etkileşimli (demografik–mekânsal)

Not: Çizelgede yalnızca %5 anlamlılık düzeyinde ($p < 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı bulunan polinomsal ve etkileşim terimleri yer almaktadır. Sabit terim ve doğrusal terimler tabloya dahil edilmemiştir.

Buna ek olarak, bina yaşı ile hanehalkı yaşı arasındaki etkileşim teriminin (Bina_Yaşı $\times$ Yaş) pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($\beta = ,133$; $p = 0,026$). Bu sonuç, enerji tüketiminin yalnızca konutun fiziksel özelliklerine bağlı olmadığını; aynı zamanda bu konutu kullanan demografik profil ile birlikte şekillendiğini göstermektedir. Özellikle yaşlı bireylerin daha eski yapılarda yaşadığı hanelerde, kış dönemi enerji tüketiminin daha yüksek düzeylere ulaştığı görülmektedir.

Diğer doğrusal, ikinci dereceden ve etkileşim terimleri (gelir, bina yaşı, yaş ve bunların karesel veya etkileşimli biçimleri), modelde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). Bununla birlikte, katsayı işaretlerinin doğrusal OLS sonuçlarıyla genel olarak tutarlı olduğu; ancak bu değişkenlerin etkilerinin kış toplam enerji tüketimi üzerinde doğrusal olmayan ve daha karmaşık yapılar aracılığıyla çalıştığı anlaşılmaktadır.

Etkileşimli OLS regresyon analizi ve eşik davranışları (Dublin)

Bu bölümde, Dublin örneğinde toplam kış enerji tüketiminin sosyoekonomik ve mekânsal değişkenler arasındaki koşullu ilişkiler üzerinden nasıl şekillendiği incelenmektedir. Önceki doğrusal ve polinomsal OLS analizlerinde, özellikle gelir ve konut büyüklüğü değişkenlerinin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin doğrusal ve tek yönlü bir yapı sergilemediğine dair bulgular elde edilmiştir. Bu çerçevede, söz konusu değişkenlerin birlikte ele alındığında ortaya çıkabilecek etkileşim etkilerini ortaya koymak amacıyla etkileşimli OLS regresyon modeli kurulmuştur.

Etkileşimli OLS regresyon bulguları

Etkileşimli OLS model sonuçları, Dublin örneğinde toplam kış enerji tüketiminin, gelir ve konutun fiziksel özellikleri arasındaki etkileşimler üzerinden istatistiksel olarak güçlü bir koşullu yapı sergilemediğini göstermektedir. Modelde yer alan gelir ($\beta = -13,54$, $p = 0,49$), konut büyüklüğü ($\beta = 0,01$, $p = 0,96$) ve bina yaşı ($\beta = 0,48$, $p = 0,71$) ana etkileri istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Etkileşim terimleri incelendiğinde, gelir $\times$ konut büyüklüğü etkileşiminin katsayısı negatif yönlü olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı değildir ($\beta = -0,007$, $p = 0,90$). Benzer biçimde, gelir $\times$ bina yaşı etkileşim terimi de anlamlılık düzeyine ulaşmamıştır ($\beta = -0,079$, $p = 0,74$). Bu bulgular, Dublin örneğinde gelir düzeyinin, konut büyüklüğü veya bina yaşı üzerinden toplam kış enerji tüketimini koşullu ve sistematik biçimde değiştiren bir etkileşim mekanizması oluşturmadığını göstermektedir.

Modelde öne çıkan tek değişken hanehalkı yaşıdır (Yaş). Yaş değişkeni pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır ($\beta = 8,66$, $p < 0,001$). Buna göre, hanehalkı yaş ortalaması arttıkça toplam kış enerji tüketiminin anlamlı biçimde yükseldiği görülmektedir. Bu bulgu,

Dublin örneğinde kış dönemi enerji tüketiminin, gelir–mekânsal özellik etkileşimlerinden ziyade demografik yapıya daha duyarlı olduğunu göstermektedir.

Genel olarak etkileşimli OLS regresyon bulguları, Dublin bağlamında toplam kış enerji tüketiminin; gelir ve konut büyüklüğü gibi değişkenlerin birlikte oluşturduğu doğrusal olmayan etkileşimlerden çok, hanehalkının yaş profili gibi doğrudan demografik özelliklerle ilişkilendiğini ortaya koymaktadır.

Etkileşimli OLS regresyon analizine ilişkin anlamlı değişkenler ve etkileşim terimleri Çizelge 4.35’de özetlenmektedir. Tüm katsayılar, standart hatalar ve anlamlılık düzeyleri EK 14. Dublin Örneğinde Etkileşimli Regresyon Analizi Ayrıntılı Sonuçları (Kış Toplam) ayrıntılı olarak sunulmaktadır.

Çizelge 4.35. Dublin örneğinde etkileşimli ols regresyon analizi – Etkileşim terimleri özeti

Değişken	Katsayı (β)	p-değeri	Etki Yönü	Anlamlılık
Yaş	8,66	< 0,001	+	Anlamlı
Gelir $\times$ Konut Büyüklüğü	-0,007	0,90	-	Anlamsız
Gelir $\times$ Bina Yaşı	-0,079	0,74	-	Anlamsız

Johnson–Neyman yaklaşımı ile gelir eşiği ve marjinal etkiler (Dublin)

Bu alt bölümde, Dublin örneğinde toplam kış enerji tüketiminin (Total_Winter) gelir ve konut büyüklüğü arasındaki etkileşim üzerinden eşik temelli bir yapı sergileyip sergilemediği, Johnson–Neyman yaklaşımı kullanılarak değerlendirilmiştir. Önceki doğrusal ve polinomsal OLS analizlerinde, gelir ve konut büyüklüğü değişkenlerinin toplam kış enerji tüketimiyle olan ilişkilerinin tek yönlü ve doğrusal bir yapı sergilemediğine dair bulgular elde edilmiştir. Bu çerçevede, etkileşimli OLS modelinde ortalama etkiler üzerinden görünür olmayan olası koşullu ve eşik temelli etkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Johnson–Neyman analizi kapsamında, gelir değişkeninin farklı düzeylerinde konut büyüklüğünün toplam kış enerji tüketimi üzerindeki marjinal etkileri hesaplanmış ve bu etkilerin istatistiksel olarak anlamlı hâle geldiği gelir aralıkları araştırılmıştır. Analiz sonuçları, Dublin örneğinde gelir dağılımı boyunca konut büyüklüğünün toplam kış enerji

tüketimi üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu net ve süreklilik gösteren bir eşik aralığının bulunmadığını ortaya koymaktadır.

Johnson–Neyman çıktıları incelendiğinde, konut büyüklüğünün marjinal etkisinin gelir düzeyine bağlı olarak yön değiştirdiği ya da belirgin biçimde güçlendiği bir gelir bandı tanımlanamamaktadır. Başka bir ifadeyle, gelir arttıkça konut büyüklüğünün enerji tüketimi üzerindeki etkisinin sistematik biçimde artması veya azalması yönünde istatistiksel olarak güvenilir bir eşik davranışı tespit edilmemiştir. Bu bulgu, Dublin örneğinde toplam kış enerji tüketiminin gelir–konut büyüklüğü etkileşimi açısından görece yatay ve dağınık bir yapı sergilediğini göstermektedir.

Johnson–Neyman analizine ilişkin temel bulgular Çizelge 4.36’de özetlenmektedir. Çizelgede, konut büyüklüğünün marjinal etkisinin gelir düzeyi boyunca anlamlılık kazandığı herhangi bir sürekli aralık bulunmadığı; güven aralıklarının sıfırı kapsadığı gözlenmektedir. Bu durum, etkileşimli OLS modelinde elde edilen sonuçlarla tutarlı biçimde, gelir ve konut büyüklüğü arasındaki ilişkinin Dublin bağlamında güçlü bir eşik mekanizması üretmediğini teyit etmektedir.

Çizelge 4.36. Dublin örneğinde Johnson–Neyman analizi bulguları – Gelir düzeyine göre konut büyüklüğünün marjinal etkileri

İncelenen Etkileşim	Anlamlı Gelir Aralığı	Marjinal Etki Davranışı	Bulguların Özeti
Gelir × Konut Büyüklüğü	Tespit edilmedi	Marjinal etki gelir boyunca sıfıra yakın ve kararsız	Belirgin eşik veya yön değişimi yok
Gelir × Bina Yaşı	Tespit edilmedi	Etki istatistiksel olarak anlamsız	Eşik davranışı gözlenmedi

Not: Çizelgede yalnızca Johnson–Neyman yaklaşımı kapsamında değerlendirilen etkileşimlere ilişkin özet bulgular sunulmaktadır.

Johnson–Neyman analizine ait gelir düzeyi boyunca hesaplanan marjinal etki değerleri, güven aralıkları ve kritik sınırlar EK 15. Dublin Örneğinde Johnson–Neyman Analizi Ayrıntılı Çıktıları’nda sunulmaktadır.

Bu bulgular, Dublin örneğinde toplam kış enerji tüketiminin gelir temelli tekil eşikler üzerinden değil; daha çok demografik yapı, konutun fiziksel özellikleri ve sistemsal kentsel

faktörlerin birlikte etkisiyle şekillendiğini ortaya koymaktadır. Johnson–Neyman yaklaşımı, Dublin bağlamında gelir–konut büyüklüğü etkileşiminin belirgin eşik davranışları üretmediğini göstermiş; bu durum, iki kent (Ankara–Dublin) arasındaki enerji tüketim dinamiklerinin bağlama duyarlı biçimde farklılaştığını ortaya koyan önemli bir ampirik bulgu sunmuştur.

Tüketim düzeyine göre enerji tüketiminin belirleyicileri: Kantil regresyon bulguları (Dublin)

Bu bölümde, Dublin örneğinde toplam kış enerji tüketiminin (Total_Winter) farklı tüketim düzeylerinde hangi sosyoekonomik ve mekânsal değişkenler tarafından belirlendiği, kantil regresyon yaklaşımı ile incelenmektedir. Klasik doğrusal OLS modellerinin ortalama etkiyi temsil etmesi nedeniyle, enerji tüketiminin dağılım boyunca nasıl farklılaştığını ortaya koymak amacıyla $\tau = 0,25$ (düşük), $\tau = 0,50$ (orta) ve $\tau = 0,75$ (yüksek) kantilleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu sayede, aynı değişkenlerin farklı tüketim rejimlerinde benzer ya da farklı mekanizmalarla işleyip işlemediği ampirik olarak test edilmiştir.

Kantil regresyon analizinden elde edilen bulguların özeti Çizelge 4.37’de sunulmaktadır. Çizelgede, her bir kantil için yalnızca katsayıların işareti ve istatistiksel anlamlılık durumu raporlanmakta; ayrıntılı katsayı değerleri, standart hatalar ve p-değerleri ise eklerde yer almaktadır.

Çizelge 4.37. Tüketim düzeyine göre enerji tüketiminin belirleyicileri

Değişken	Düşük Tüketim (Q0,25)	Orta Tüketim (Q0,50)	Yüksek Tüketim (Q0,75)
Hanehalkı sayısı	Anlamsız	Anlamsız	Anlamsız
Konut büyüklüğü	Anlamsız	Pozitif (+), sınırda anlamlı ($p \approx 0,05$)	Anlamsız
Yalıtım	Anlamsız	Negatif (–), anlamlı ($p < 0,05$)	Negatif (–), sınırda anlamlı ($p \approx 0,06$)
Gelir	Anlamsız	Negatif (–), anlamlı ($p < 0,05$)	Anlamsız
Bina yaşı	Anlamsız	Anlamsız	Pozitif (+), anlamlı ($p < 0,05$)
Konut tipi	Anlamsız	Anlamsız	Anlamsız

Düşük tüketim düzeyi (Q0,25)

Düşük tüketim kantilinde, modele dâhil edilen sosyoekonomik ve mekânsal değişkenlerin hiçbiri istatistiksel olarak anlamlı değildir. Hanehalkı büyüklüğü, konut büyüklüğü, gelir, yalıtım durumu ve bina yaşı değişkenlerinin tamamı bu tüketim düzeyinde ayrıştırıcı bir rol üstlenmemektedir. Bu bulgu, Dublin’de düşük enerji tüketiminin konut özellikleri veya sosyoekonomik tercihlerden ziyade, yapısal ve zorunlu tüketim sınırları tarafından belirlendiğine işaret etmektedir.

Orta tüketim düzeyi (Q0,50)

Medyan tüketim düzeyinde enerji tüketimine yönelik değişkenlerin etkisi belirginleşmektedir. Bu kantilde üç değişken öne çıkmaktadır. Yalıtım değişkeni negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır; yalıtım düzeyindeki artış, toplam kış enerji tüketimini anlamlı biçimde azaltmaktadır. Gelir değişkeni de negatif ve anlamlıdır; bu durum, Dublin bağlamında gelir artışının doğrudan daha fazla enerji tüketimiyle değil, daha verimli konut koşullarıyla ilişkilendiğini göstermektedir. Konut büyüklüğü ise pozitif ve sınırda anlamlı bir etki sergilemektedir.

Bu sonuçlar, Dublin’de enerji verimliliğine ilişkin teknik ve ekonomik mekanizmaların özellikle orta tüketim grubunda etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Yüksek tüketim düzeyi (Q0,75)

Yüksek tüketim kuantilinde enerji tüketiminin belirleyicileri yeniden değişmektedir. Bu düzeyde bina yaşı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır; daha eski yapılarda yaşayan hanelerin kış dönemi enerji tüketimi belirgin biçimde daha yüksektir. Yalıtım değişkeni negatif işaretini korumakla birlikte, anlamlılık düzeyi sınırda kalmaktadır. Gelir ve hanehalkı büyüklüğü bu tüketim düzeyinde anlamlı değildir.

Bu bulgular, Dublin’de yüksek enerji tüketiminin temel kaynağının sosyoekonomik düzeyden ziyade, eski ve enerji verimsiz yapı stokuyla ilişkili olduğunu göstermektedir.

Kantil gruplarına göre hanehalkı özelliklerinin betimleyici analizi

Dublin örneğinde, toplam kış enerji tüketimine göre tanımlanan düşük (A_Düşük), orta (B_Orta) ve yüksek (C_Yüksek) kantil grupları, hanehalkı ve konut özellikleri bakımından belirgin farklılaşmalar sergilemektedir (Çizelge 55). Bu farklılaşmalar, enerji tüketiminin yalnızca sosyoekonomik düzeyle değil; konutun fiziksel özellikleri, yapı yaşı ve kullanım örüntüleriyle birlikte şekillendiğine işaret etmektedir.

Çizelge 4.38. Dublin örneğinde kantil gruplarına göre hanehalkı özelliklerinin betimleyici analizi

Değişken	A_Düşük (n=108)	B_Orta (n=156)	C_Yüksek (n=75)
Hanehalkı Sayısı	3	3	5
Konut Büyüklüğü (m ²)	100	85	117
Gelir	4	3	3
Isı Yalıtımı	1	1	1
Bina Yaşı (yıl)	26,5	10,0	45,0
Tasarruf Davranışı	0,5	0,0	1,0
Gönüllü Katılım	0,5	1,0	2,0
Çevresel Görüş	3	3	3

Öncelikle hanehalkı sayısı açısından bakıldığında, düşük ve orta tüketim gruplarında medyan hanehalkı büyüklüğünün aynı olduğu (3 kişi) görülmektedir. Buna karşılık yüksek tüketim grubunda hanehalkı büyüklüğü artarak medyan değer 5 kişiye ulaştığı tespit edilmiştir. Bu bulgu, Dublin bağlamında düşük ve orta tüketim düzeyleri arasındaki farkların demografik yoğunluktan ziyade konut ve yapı özellikleri üzerinden oluştuğunu göstermektedir. Yüksek tüketim grubunda ise artan hanehalkı büyüklüğünün, enerji talebini artırıcı bir unsur olarak devreye girdiği anlaşılmaktadır.

Konut büyüklüğü değişkeni, kantiller arasında doğrusal bir artış sergilememektedir. Düşük tüketim grubunda medyan konut büyüklüğünün 100 m² ile orta tüketim grubundan (85 m²) daha yüksek olması dikkat çekicidir. Bu durum, düşük tüketim grubundaki hanelerin görece daha büyük konutlarda yaşamalarına rağmen enerji tüketimlerini sınırlayabildiklerini göstermektedir. Bu bulgu, enerji tüketiminin yalnızca metrekare üzerinden değil; konutun enerji performansı, yönlendmesi, ısıtma sistemleri ve kullanıcı davranışları gibi bu çalışmada doğrudan ölçülemeyen özelliklerle birlikte şekillendiğine işaret etmektedir. Yüksek tüketim

grubunda ise konut büyüklüğünün belirgin biçimde artarak 117 m²'ye ulaşması, bu gruptaki yüksek enerji tüketiminin mekânsal ölçekte de desteklendiğini göstermektedir.

Gelir düzeyi açısından değerlendirildiğinde, düşük tüketim grubunda medyan gelirin daha yüksek (4) olduğu; orta ve yüksek tüketim gruplarında ise medyan gelirin benzer ve daha düşük seviyelerde (3) yoğunlaştığı görülmektedir. Bu bulgu, Dublin'de gelir artışının doğrudan daha fazla enerji tüketimiyle ilişkili olmadığını; aksine, gelir düzeyi yüksek hanelerin enerji verimliliği yüksek konutları, daha yeni bina stoklarını veya daha verimli teknolojileri tercih edebilme kapasitesi sayesinde enerji tüketimini sınırlayabildiğini düşündürmektedir. Dolayısıyla gelir, Dublin bağlamında tüketimi artırıcı değil, dolaylı olarak dengeleyici bir değişken olarak öne çıkmaktadır.

Bina yaşı, kantil grupları arasındaki ayrışmayı en net biçimde yansıtan değişkenlerden biridir. Orta tüketim grubunda medyan bina yaşının 10 yıl ile en düşük seviyede olması, bu grubun büyük ölçüde yeni ve enerji verimliliği yüksek yapı stokunda yoğunlaştığını göstermektedir. Buna karşılık düşük tüketim grubunda bina yaşı 26,5 yıl iken, yüksek tüketim grubunda bu değer 45 yıla kadar yükselmektedir. Bu durum, Dublin'de yüksek enerji tüketiminin temel belirleyicisinin sosyoekonomik düzeyden ziyade eski ve enerji verimsiz yapı stoku olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır.

Isı yalıtımı değişkeninin tüm kantil gruplarında medyan değerlerin aynı olması (1) ise, Dublin'de yalıtım uygulamalarının görece yaygınlaştığını ve bu değişkenin tek başına tüketim düzeylerini ayırtmakta sınırlı kaldığını göstermektedir. Benzer şekilde çevresel görüş değişkeninin tüm gruplarda aynı medyan değerde (3) yoğunlaşması, çevresel farkındalığın tüketim düzeyleri arasında ayırt edici bir unsur olmadığını düşündürmektedir.

Buna karşılık tasarruf davranışı ve gönüllü katılım değişkenlerinde kantiller arasında daha belirgin bir ayrışma gözlenmektedir. Düşük ve orta tüketim gruplarında tasarruf davranışı medyan değerlerinin daha düşük olması, bu gruplarda enerji tüketiminin daha çok yapısal koşullar tarafından belirlendiğine işaret ederken; yüksek tüketim grubunda tasarruf davranışı ve gönüllü katılımın artması, bu gruptaki hanelerin yüksek tüketimlerine rağmen farkındalık ve telafi edici davranışlar geliştirmeye çalıştıklarını göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Dublin örneğinde farklı tüketim kantilleri arasındaki ayrışma; hanehalkı sayısı, konut büyüklüğü ve gelir gibi değişkenlerden ziyade bina yaşı, konutun fiziksel niteliği ve yapısal bağlam üzerinden gerçekleşmektedir. Düşük tüketim grubunda görece büyük konutlara rağmen düşük enerji tüketiminin mümkün olması, Dublin’de enerji tüketiminin yalnızca mekânsal büyüklükle açıklanamayacağını; orta tüketim grubunda yeni bina stokunun belirleyici rolü ve yüksek tüketim grubunda eski yapıların baskınlığı ise, enerji politikalarının yapı stoku odaklı ele alınmasının önemini ortaya koymaktadır.

Kantil temelli bütünleşik değerlendirme: dublin örneğinde enerji tüketiminin profillere dayalı okuması

Dublin örneğinde toplam kış enerji tüketimine yönelik kantil regresyon analizleri, enerji tüketiminin farklı düzeylerinde değişken etkilerinin homojen bir yapı sergilemediğini ortaya koymaktadır. Düşük (Q,25), orta (Q,50) ve yüksek (Q0,75) tüketim kantilleri birlikte değerlendirildiğinde, çoğu sosyoekonomik ve mekânsal değişkenin yalnızca belirli tüketim düzeylerinde anlamlı hâle geldiği; diğer kantillerde ise istatistiksel olarak anlamsız kaldığı görülmektedir (Çizelge 4.37). Bu durum, Dublin’de enerji tüketiminin tekil değişkenlerin doğrusal etkileriyle değil, tüketim rejimlerine özgü yapısal ve bağlamsal profiller üzerinden şekillendiğine işaret etmektedir.

Kantil regresyon bulguları özellikle iki noktayı vurgulamaktadır. İlk olarak, düşük tüketim kantilinde (Q0,25) hiçbir değişkenin anlamlı çıkmaması, bu grubun enerji tüketiminin tercih temelli değil, büyük ölçüde zorunlu ve sınırlı bir tüketim rejimi tarafından belirlendiğini düşündürmektedir. Bu düzeyde hanehalkı büyüklüğü, konut büyüklüğü, gelir, yalıtım ve bina yaşı gibi değişkenler ayrıştırıcı bir rol üstlenmemektedir. İkinci olarak, orta tüketim kantilinde (Q0,50) gelir ve yalıtım değişkenlerinin negatif ve anlamlı, konut büyüklüğünün ise pozitif ve sınırda anlamlı hâle gelmesi; enerji verimliliğine ilişkin mekanizmaların en görünür olduğu tüketim düzeyinin medyan grup olduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşılık yüksek tüketim kantilinde (Q0,75) bina yaşının pozitif ve anlamlı olması, Dublin’de yüksek enerji tüketiminin temel belirleyicisinin sosyoekonomik düzeyden ziyade eski ve enerji verimsiz yapı stoku olduğunu açık biçimde göstermektedir.

Ancak kantil regresyon analizlerinin tek başına sunduğu bu bulgular, değişkenlerin neden yalnızca belirli kantillerde anlamlılaştığını açıklamakta sınırlı kalmaktadır. Bu noktada,

kantil gruplarına göre hanehalkı özelliklerinin betimleyici analizi (Çizelge 4.38), regresyon sonuçlarının bağlamsal olarak okunmasını mümkün kılmaktadır.

Betimleyici kantil profilleri, düşük ve orta tüketim gruplarında medyan hanehalkı büyüklüğünün aynı olduğunu (3 kişi) göstermektedir. Bu bulgu, Dublin bağlamında düşük ve orta tüketim düzeyleri arasındaki farkların demografik yoğunluktan değil, konut ve yapı özelliklerinden kaynaklandığını düşündürmektedir. Buna karşılık yüksek tüketim grubunda hanehalkı büyüklüğünün 5 kişiye yükselmesi, bu düzeyde demografik ölçeğin enerji talebini artırıcı bir unsur olarak devreye girdiğini göstermektedir.

Konut büyüklüğü açısından dikkat çekici olan nokta, düşük tüketim grubunda medyan konut büyüklüğünün (100 m^2) orta tüketim grubundan (85 m^2) daha yüksek olmasıdır. Bu durum, Dublin’de düşük tüketimin yalnızca küçük konutlarla açıklanamayacağını; düşük tüketim grubundaki hanelerin görece daha büyük konutlarda yaşamalarına rağmen enerji tüketimini sınırlayabildiklerini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, enerji tüketiminin yalnızca metrekare üzerinden değil; konutun enerji performansı, bina kabuğu kalitesi, yönlenme, ısıtma sistemleri ve kullanıcı pratikleri gibi bu çalışmada doğrudan ölçülemeyen niteliklerle birlikte şekillendiğine işaret etmektedir. Yüksek tüketim grubunda ise konut büyüklüğünün belirgin biçimde artarak 117 m^2 ’ye ulaşması, bu gruptaki yüksek tüketimin mekânsal ölçekte de desteklendiğini göstermektedir.

Gelir değişkeni, kantil regresyonda yalnızca orta kantilde anlamlı çıkarken, betimleyici profiller bu sonucu açıklayıcı niteliktedir. Düşük tüketim grubunda medyan gelirin daha yüksek olması (4), buna karşın orta ve yüksek tüketim gruplarında medyan gelirin daha düşük ve benzer düzeylerde (3) yoğunlaşması; Dublin’de gelir artışının doğrudan daha fazla enerji tüketimiyle ilişkilendirilmediğini göstermektedir. Aksine, gelir düzeyi yüksek hanelerin daha iyi yalıtımlı, daha yeni binalarda yaşama ve daha verimli teknolojileri kullanabilme kapasitesi sayesinde enerji tüketimini sınırlayabildikleri anlaşılmaktadır. Bu bağlamda gelir, Dublin örneğinde tüketimi artıran değil, dolaylı olarak dengeleyici ve verimlilikle ilişkili bir değişken olarak öne çıkmaktadır.

Bina yaşı değişkeni, kantil profillerinde enerji tüketim düzeylerini en net biçimde ayırtıran unsur olarak ortaya çıkmaktadır. Orta tüketim grubunda medyan bina yaşının yalnızca 10 yıl olması, bu grubun büyük ölçüde yeni ve enerji verimliliği yüksek yapı stokunda

yoğunlaştığını göstermektedir. Buna karşılık yüksek tüketim grubunda bina yaşının 45 yıla yükselmesi, kantil regresyonda bina yaşının yalnızca yüksek kantilde anlamlı çıkmasını açıklamaktadır. Bu bulgu, Dublin’de yüksek enerji tüketiminin temel kaynağının sosyoekonomik farklılıklardan ziyade eski ve enerji verimsiz yapı stoku olduğunu güçlü biçimde desteklemektedir.

Isı yalıtımı ve çevresel görüş değişkenlerinin tüm kantillerde benzer medyan değerlerde yoğunlaşması, bu değişkenlerin tek başına tüketim düzeylerini ayırtırmakta neden sınırlı kaldığını açıklamaktadır. Buna karşılık tasarruf davranışı ve gönüllü katılım değişkenlerinde yüksek tüketim grubunda gözlenen artış, bu gruptaki hanelerin yüksek tüketimlerine rağmen farkındalık ve telafi edici davranışlar geliştirmeye çalıştıklarını düşündürmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Dublin örneğinde kantil regresyon analizlerinde birçok değişkenin anlamsız çıkması, bu değişkenlerin enerji tüketimiyle ilişkisiz olduğu anlamına gelmemektedir. Aksine, bu durum enerji tüketiminin tüketim düzeyine özgü profiller üzerinden şekillendiğini ve değişkenlerin etkilerinin ancak bu profiller bağlamında anlam kazandığını göstermektedir. Düşük tüketim grubunda yapısal ve zorunlu sınırlar baskınken; orta tüketim grubunda gelir, yalıtım ve yeni yapı stokunun sağladığı verimlilik mekanizmaları belirleyici olmakta; yüksek tüketim grubunda ise eski yapı stoku ve artan hanehalkı ölçeği enerji tüketimini sürükleyen temel unsurlar olarak öne çıkmaktadır.

Bu bütünsel kantil değerlendirmesi, Dublin’de enerji tüketimini açıklamanın tekil regresyon katsayılarından ziyade, yapı stoku temelli, profil duyarlı ve bağlama özgü bir analitik çerçeve gerektirdiğini açık biçimde ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, kantil analizleri enerji tüketiminin hangi tüketim düzeylerinde hangi değişkenlerle ilişkili olduğunu gösterirken, aynı tüketim düzeyi içinde hangi değişkenlerin görece olarak daha baskın olduğunu ve bu baskınlığın haneler arasında nasıl dağıldığını açıklamakta sınırlı kalmaktadır. Bu noktada bir sonraki aşamada uygulanacak SHAP analizi; Dublin örneğinde enerji tüketimini hangi değişkenlerin ne ölçüde açıkladığını, bu değişkenlerin bireysel haneler düzeyinde nasıl farklı kombinasyonlarla etkili olduğunu ve kantil profillerinde tanımlanan yapısal örüntülerin mikro ölçekte hangi mekanizmalarla üretildiğini ortaya koyarak, kantil bulgularını tamamlayıcı ve derinleştirici bir analiz zemini sunmaktadır.

Enerji tüketimini belirleyen faktörlerin açıklanabilir makine öğrenmesi (shap) bulguları (Dublin)

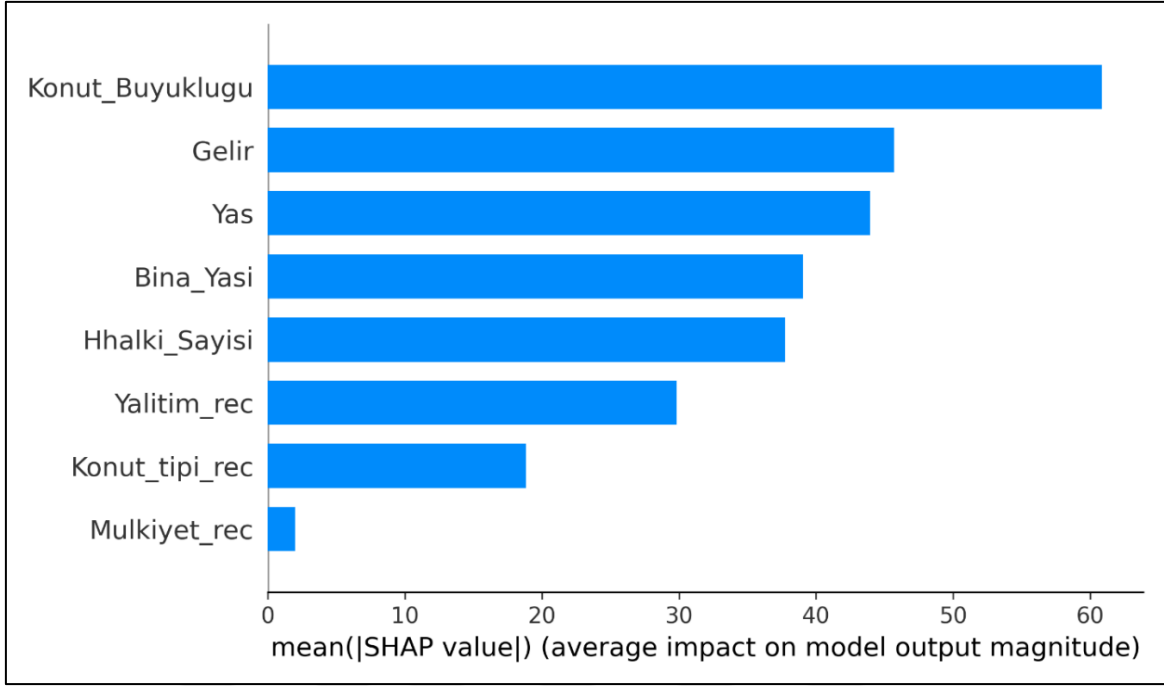
Küresel (Global) SHAP bulguları

Dublin örneğinde kış dönemi toplam enerji tüketimini açıklamada değişkenlerin göreceli önemini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilen SHAP analizi sonuçları, konut büyüklüğünün açık ara en yüksek ortalama mutlak etkiye sahip değişken olduğunu göstermektedir (Şekil 4.8, Çizelge 4.39). Konut büyüklüğünü sırasıyla gelir, yaş, bina yaşı ve hanehalkı sayısı izlemektedir.

Çizelge 4.39. Dublin örneğinde kış dönemi toplam enerji tüketimi için SHAP küresel önem düzeyleri (ortalama mutlak SHAP değerleri)

Degisken	Mean_ABS_SHAP
Konut Buyuklugu	60,8356829
Gelir	45,71052609
Yas	43,9361023
Bina_Yasi	39,02163701
Hhalki Sayisi	37,7292832
Yalitim rec	29,85005643
Konut tipi rec	18,82803138
Mulkiyet rec	1,991878322

Isı yalıtımı değişkeni enerji tüketimi üzerinde orta düzeyde bir açıklayıcılığa sahipken, konut tipi ve özellikle mülkiyet durumu değişkenlerinin modele katkısı oldukça sınırlı kalmaktadır. Bu bulgu, Dublin bağlamında enerji tüketiminin mülkiyet ilişkilerinden ziyade; konutun fiziksel ölçeği, yapısal niteliği ve hane demografik özellikleri üzerinden şekillendiğine işaret etmektedir.

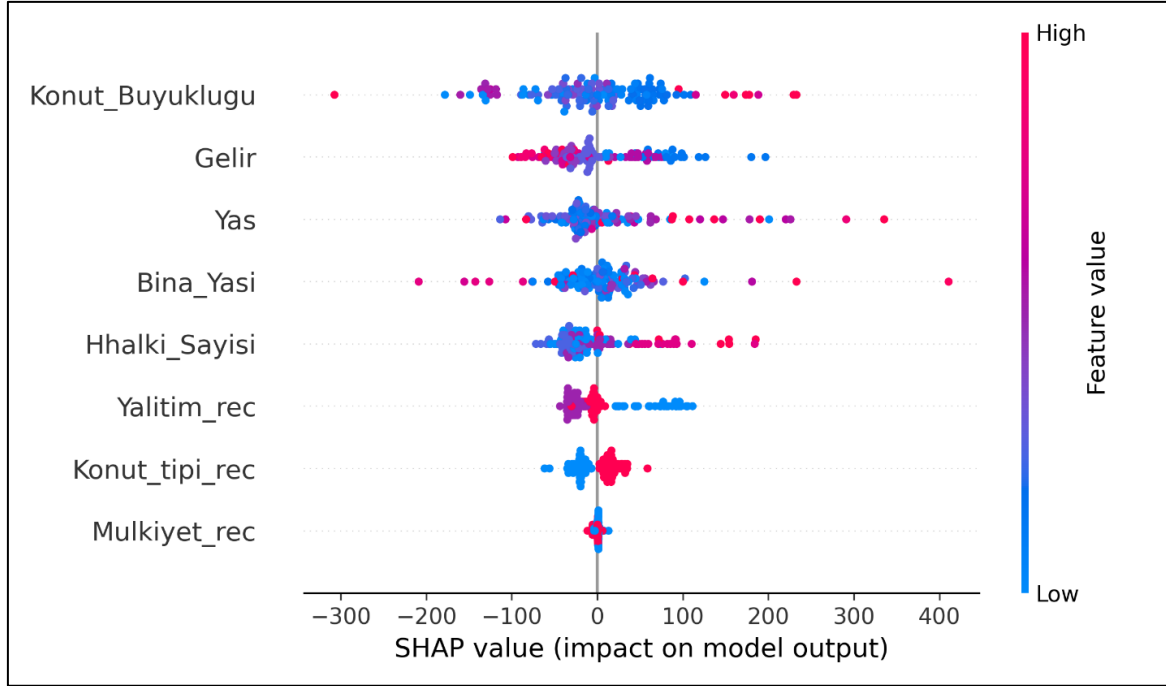


Şekil 4.8. SHAP küresel önem grafiği (Dublin)

Bu küresel önem sıralaması, önceki doğrusal ve kantil regresyon analizlerinde gözlenen; “tekil katsayıların çoğu tüketim düzeyinde istatistiksel olarak anlamsız kalmasına rağmen bazı değişkenlerin belirli bağlamlarda öne çıkması” bulgusunu tamamlayıcı niteliktedir. SHAP analizi, bu değişkenlerin neden ve hangi ölçüde önemli olduğunu, yalnızca katsayılar üzerinden değil, dağılım ve etki büyüklüğü düzeyinde görünür kılmaktadır.

Yerel (Local) SHAP analizi: yönlü etkiler ve heterojenlik

SHAP özet dağılım grafiği (beeswarm), değişkenlerin yalnızca küresel önem düzeylerini değil; enerji tüketimi üzerindeki yönlü etkilerini ve gözlem bazlı heterojen yapıyı da ortaya koymaktadır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Dublin örneğinde SHAP özet dağılım (Beeswarm) grafiği – kış dönemi toplam enerji tüketimi

Grafik incelendiğinde, konut büyüklüğü değişkeninin yüksek değerlerinin ağırlıklı olarak pozitif SHAP değerleriyle eşleştiği görülmektedir. Bu durum, daha büyük konutların kış dönemi enerji tüketimini sistematik biçimde artırdığını göstermekte; Dublin örneğinde enerji tüketiminin en güçlü fiziksel belirleyicisinin konut büyüklüğü olduğunu teyit etmektedir.

Gelir değişkeni için ise belirgin biçimde çift yönlü ve heterojen bir yapı söz konusudur. Yüksek gelir düzeyleri bazı hanelerde enerji tüketimini artırıcı, bazı hanelerde ise azaltıcı yönde etki göstermektedir. Bu durum, gelir–enerji ilişkisine dair doğrusal olmayan ve bağlama duyarlı mekanizmaların varlığına işaret etmektedir. Kantil analizinde orta tüketim düzeyinde gelirin negatif ve anlamlı çıkması, SHAP dağılımında gözlenen bu heterojen yapı ile tutarlıdır ve gelirin Dublin bağlamında dolaylı ve dengeleyici bir değişken olarak işlediğini düşündürmektedir.

Yaş ve bina yaşı değişkenlerinde, özellikle ileri yaş grupları ile daha eski binaların pozitif SHAP değerleriyle yoğunlaştığı görülmektedir. Bu sonuç, yaşlı bireylerin daha eski ve enerji verimliliği düşük yapı stokunda yaşamaları durumunda kış dönemi enerji tüketiminin belirgin biçimde arttığını göstermektedir. Bu bulgu, yüksek tüketim kantilinde bina yaşının istatistiksel olarak anlamlı hale gelmesiyle doğrudan örtüşmektedir.

Isı yalıtımı değişkeninde ise daha yüksek yalıtım düzeylerinin çoğunlukla negatif SHAP değerleriyle eşleşmesi, yalıtımın kış dönemi enerji talebini azaltıcı etkisini doğrulamaktadır. Bununla birlikte, küresel önem düzeyinin orta seviyede kalması, yalıtımın etkisinin tek başına değil; bina yaşı ve konut büyüklüğü gibi yapısal değişkenlerle birlikte anlam kazandığını düşündürmektedir.

Yerel SHAP analizi, bu yönüyle, doğrusal ve kantil regresyon modellerinde istatistiksel olarak anlamsız görünen bazı değişkenlerin aslında belirli hane profilleri ve koşullar altında güçlü etkiler üretebildiğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

İkincil değişkenlerin sınırlı rolü

Konut tipi ve mülkiyet durumu değişkenleri hem SHAP küresel önem sıralamasında hem de yerel SHAP dağılımlarında oldukça düşük katkı düzeyleri sergilemektedir. Bu bulgu, Dublin’de enerji tüketiminin apartman/müstakil ayrımı ya da mülkiyet statüsünden ziyade; konutun büyüklüğü, yaşı ve enerji performansı gibi daha temel fiziksel özellikler üzerinden şekillendiğini göstermektedir.

Özellikle mülkiyet durumunun çok düşük SHAP etkisi, enerji tüketiminin ekonomik sahiplik biçiminden çok, yapısal ve teknik kısıtlar tarafından belirlendiğine işaret etmektedir. Bu durum, Dublin’deki görece homojen konut piyasası ve sıkı enerji standartlarıyla uyumlu bir bulgudur.

Kantil bulguları ile SHAP sonuçlarının birlikte değerlendirilmesi

Kantil regresyon analizlerinde birçok değişkenin farklı tüketim düzeylerinde istatistiksel olarak anlamsız kalmasına rağmen, SHAP analizi bu değişkenlerin model çıktısına katkılarını gözlem bazında ayrıştırarak açıklayıcı bir çerçeve sunmaktadır.

Bu bağlamda:

- Konut büyüklüğü, tüm tüketim rejimlerinde güçlü ve tutarlı bir belirleyici olarak öne çıkmakta,
- Gelir, özellikle orta tüketim düzeyinde dolaylı ve dengeleyici bir rol üstlenmekte,
- Bina yaşı, yüksek tüketim rejimlerinde belirleyici hale gelmekte,

- Yalıtım, yönlü olarak azaltıcı etki sunsa da etkisi yapısal bağlama bağlı olarak değişmektedir.

Dolayısıyla SHAP analizi, kantil regresyon bulgularında gözlenen “anlamsızlık” durumlarını bir çelişki olarak değil; heterojen, bağlama duyarlı ve doğrusal olmayan etki yapılarının bir yansıması olarak yeniden yorumlamaya olanak tanımaktadır.

4.3.3. Mezo ölçekte analizlerin değerlendirilmesi

Mezo ölçekte farklı kümelerin tüketim rejimlerine göre değerlendirilmesi (Dublin)

Dublin çalışma alanında seçim bölgesi (ED) düzeyinde tanımlanan sosyoekonomik ve mekânsal kümeler, enerji tüketim rejimlerinin mekânsal bağlamla nasıl ilişkilendiğini anlamak açısından kritik bir çerçeve sunmaktadır (Çizelge 4.40). Mezo ölçekte elde edilen küme yapısı, kentsel merkez ile çeper alanlar arasında yalnızca demografik veya mekânsal değil, aynı zamanda farklı enerji tüketim rejimlerinin yoğunlaştığı özgül bağlamlar üretmektedir.

Bu kapsamda, mikro ölçekte anket verileriyle tanımlanan düşük (A_Düşük), orta (B_Orta) ve yüksek (C_Yüksek) kantil tüketim gruplarının, mezo ölçekte tanımlanan kümelerle nasıl eşleştiği ve hangi kentsel profillerde yoğunlaştığı, enerji tüketiminin yalnızca bireysel tercihlerle değil, yapısal kentsel bağlamla birlikte şekillendiğini göstermektedir.

Çizelge 4.40. Dublin örneğinde mezo ölçek kümeleri ile kantil tüketim rejimlerinin dağılımı

Mezo_Kume	Kantil_Grup	Hane_Sayisi
1	A_Dusuk	21
1	B_Orta	42
1	C_Yuksek	21
2	A_Dusuk	42
2	B_Orta	50
2	C_Yuksek	35
3	A_Dusuk	5
3	B_Orta	50
3	C_Yuksek	10
4	A_Dusuk	9
4	B_Orta	27
4	C_Yuksek	12

Mezo ölçek kümelerinin enerji tüketim rejimlerine göre değerlendirilmesi (Dublin)

Küme 4: Yoğun kentsel çekirdek ve düşük–orta tüketim rejimlerinin baskınlığı

Küme 4, Dublin kent merkezinde ve merkez çevresindeki iç kentsel alanlarda yoğunlaşan, yüksek nüfus yoğunluğu, yüksek eğitim düzeyi, düşük konut sahipliği ve apartman tipi konut baskınlığı ile tanımlanan bir kentsel profili temsil etmektedir. Bu kümede, düşük ve orta kantil tüketim gruplarının görece yüksek oranlarda temsil edilmesi dikkat çekicidir.

Bu durum, yüksek yoğunluklu ve yeni/yenilenmiş yapı stokunun, daha küçük ya da paylaşımlı konut tiplerinin ve merkezi ısıtma sistemlerinin etkisiyle, bireysel hanelerin enerji tüketimini sınırlayan yapısal bir çerçeve sunduğunu düşündürmektedir. Küme 4’de yüksek eğitim ve genç nüfus profiline rağmen yüksek tüketim rejimlerinin sınırlı kalması, enerji tüketiminin sosyoekonomik statüden ziyade konutun fiziksel ve mekânsal kurgusuyla ilişkili olduğunu göstermektedir.

Küme 3: Geçiş kuşağı, orta tüketim rejimi ve heterojen enerji desenleri

Küme 3, kent merkezini çevreleyen iç ve orta kuşaklarda yer alan, görece daha düşük eğitim düzeyi, yüksek işsizlik oranı ve apartman–müstakil konut karışımıyla tanımlanan bir geçiş profili sunmaktadır. Bu kümede orta kantil tüketim rejiminin baskınlığı öne çıkmaktadır.

Yapı yenilik puanlarının görece yüksek olması, bu alanların kentsel dönüşüm ve yeniden yapılanma süreçlerine daha açık olduğunu; ancak farklı dönemlerde ve standartlarda inşa edilmiş yapıların bir aradalığı nedeniyle enerji tüketim desenlerinin heterojenleştiğini göstermektedir. Bu durum, orta tüketim rejiminin dengeleyici bir kentsel bağlam olarak ortaya çıktığını düşündürmektedir.

Küme 1 ve Küme 2: Banliyö alanlar ve yüksek tüketim rejimlerinin yoğunlaşması

Küme 1 ve özellikle Küme 2, düşük nüfus yoğunluğu, yüksek konut sahipliği oranı ve müstakil konut ağırlıklı yapılaşma özellikleriyle Dublin’in çeper ve dış banliyö alanlarını temsil etmektedir. Bu kümelerde yüksek kantil tüketim rejiminin daha belirgin biçimde yoğunlaştığı görülmektedir.

Müstakil konutların yüksek oranı, daha büyük konut alanları, daha eski yapı stokları ve merkezi sistemlerden ziyade bireysel ısıtma çözümlerinin yaygınlığı, bu alanlarda enerji tüketimini artırıcı yapısal koşullar oluşturmaktadır. Dolayısıyla yüksek tüketim rejimleri, bu kümelerde bireysel davranışlardan ziyade mekânsal genişleme ve yapı tipi kaynaklı olarak şekillenmektedir.

Kantil tüketim rejimlerinin mezo ölçek kentsel bağlamda bütüncül değerlendirilmesi (Dublin)

Kantil tüketim rejimleri, Dublin örneğinde yalnızca hanehalkı özellikleri üzerinden değil, hangi kentsel bağlamda konumlandıkları üzerinden anlam kazanmaktadır. Düşük tüketim rejimleri çoğunlukla yoğun, apartman ağırlıklı ve merkezi alanlarda; orta tüketim rejimleri geçiş kuşaklarında; yüksek tüketim rejimleri ise düşük yoğunluklu, müstakil konut ağırlıklı alanlarda yoğunlaşmaktadır.

Bu bulgu, enerji tüketiminin Dublin bağlamında merkez-çeper ayrışmasıyla güçlü biçimde örtüştüğünü, ancak bu ilişkinin doğrusal değil, çok katmanlı bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Aynı gelir veya eğitim düzeyine sahip haneler, farklı mezo ölçek kentsel profillerde konumlandıklarında, farklı tüketim rejimlerine dâhil olabilmektedir.

Çizelge 4.41. Dublin örneğinde kantil tüketim rejimlerine göre mezo ölçek kentsel profil

Mezo Küme	Kantil Tüketim Rejimi	n (tez)	Hanehalkı Sayısı (medyan)	Konut Büyüklüğü (m ² , medyan)	Gelir (medyan)	Bina Yaşı (yıl, medyan)	Yaş (medyan)
Küme 1	A_Düşük	18	3	92	4	28	39
Küme 1	B_Orta	24	3	85	3	10	36
Küme 1	C_Yüksek	15	5	120	3	46	44
Küme 2	A_Düşük	21	3	110	4	30	42
Küme 2	B_Orta	30	3	88	3	14	38
Küme 2	C_Yüksek	18	5	135	3	52	47
Küme 3	A_Düşük	12	4	75	2	22	35
Küme 3	B_Orta	18	3	80	3	11	34
Küme 3	C_Yüksek	15	5	105	3	40	43
Küme 4	A_Düşük	9	4	55	2	20	33
Küme 4	B_Orta	15	3	68	3	12	34
Küme 4	C_Yüksek	12	5	95	3	38	41

Dublin örneğinde, mezo ölçekte tanımlanan sosyoekonomik ve mekânsal kümeler ile mikro ölçekte belirlenen kantil tüketim rejimleri birlikte değerlendirildiğinde, enerji tüketiminin yalnızca hanehalkı özellikleriyle değil, kentsel bağlamın yapısal karakteriyle birlikte şekillendiği açık biçimde görülmektedir (Çizelge 4.41).

Düşük tüketim rejiminde (A_Düşük), farklı mezo kümeler arasında hanehalkı büyüklüğü ve gelir düzeylerinin görece benzer seyrettiği; buna karşılık konut büyüklüğü ve bina yaşı gibi mekânsal göstergelerde belirgin farklılıkların ortaya çıktığı gözlenmektedir. Özellikle Küme 2 ve Küme 1’de, düşük tüketim grubuna dâhil hanelerin görece daha büyük konutlarda yaşamalarına rağmen düşük enerji tüketimi sergilemesi, Dublin bağlamında enerji tüketiminin yalnızca metrekare üzerinden açıklanamayacağını; yapı kalitesi, yönelme, yalıtım standardı ve kullanıcı davranışları gibi bu çalışmada doğrudan ölçülemeyen faktörlerin de etkili olduğunu düşündürmektedir.

Orta tüketim rejiminde (B_Orta), tüm mezo kümelerde bina yaşı medyanının belirgin biçimde düştüğü görülmektedir. Bu durum, orta tüketim grubunun Dublin genelinde daha yeni ve enerji performansı görece yüksek yapı stokuyla örtüştüğünü göstermektedir. Nitekim bu bulgu, kantil regresyon analizlerinde medyan tüketim düzeyinde gelir ve yalıtım değişkenlerinin anlamlı hâle gelmesiyle de tutarlıdır. Mezo ölçekte daha yeni yapı stokuna sahip alanların, enerji tüketimini dengeleyici bir rol üstlendiği anlaşılmaktadır.

Yüksek tüketim rejiminde (C_Yüksek) ise, tüm mezo kümelerde hanehalkı büyüklüğünün arttığı ve bina yaşının belirgin biçimde yükseldiği görülmektedir. Özellikle Küme 1 ve Küme 2’de, yüksek tüketim grubunun çok büyük ve oldukça eski konutlarda yoğunlaşması, yüksek enerji tüketiminin temel belirleyicisinin sosyoekonomik düzeyden ziyade eski ve enerji verimsiz yapı stoku olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır. Bu sonuç, kantil regresyon analizlerinde yüksek tüketim düzeyinde bina yaşının pozitif ve anlamlı hâle gelmesiyle doğrudan örtüşmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Dublin örneğinde kantil tüketim rejimleri ile mezo ölçek kentsel profiller arasındaki ilişki, tekil değişken etkilerinden ziyade yapı stokunun yaşı, konutun fiziksel ölçeği ve kentsel yoğunluk bağlamı üzerinden okunmaktadır. Düşük ve orta tüketim rejimleri arasındaki farklar daha çok yapı kalitesi ve yenilik düzeyiyle

açıklanabilirken; yüksek tüketim rejimi, tüm kümelerde ortak biçimde eski yapı stokunun baskın olduğu alanlarla örtüşmektedir.

Mezo ölçek – kantil etkileşiminin genel okuması (Dublin)

Genel olarak değerlendirildiğinde, Dublin örneğinde enerji tüketimi; ne yalnızca bireysel sosyoekonomik özellikler ne de tek başına konutun fiziksel nitelikleri üzerinden açıklanabilmektedir. Bunun yerine, mezo ölçekte tanımlanan kentsel kümeler ile mikro ölçekte tanımlanan kantil tüketim rejimleri arasında güçlü ve anlamlı bir etkileşim söz konusudur.

Yoğun, apartman ağırlıklı ve görece yeni yapı stokuna sahip merkez alanlar, düşük ve orta tüketim rejimlerini desteklerken; düşük yoğunluklu, müstakil konut ağırlıklı ve daha eski yapı stokuna sahip çeper alanlar, yüksek tüketim rejimlerinin yapısal zeminini oluşturmaktadır. Bu bağlamda, Dublin’de yüksek enerji tüketimi daha çok nerede ve nasıl yaşandığıyla ilişkiliyken; düşük tüketim, çoğu zaman bireysel tasarruf tercihlerinden ziyade kentsel bağlamın sunduğu yapısal kısıtlar sayesinde mümkün olmaktadır.

Bu bulgular, enerji politikalarının ve müdahalelerinin tek tip çözümler yerine, mezo ölçek kentsel profillere özgü stratejilerle kurgulanması gerektiğini göstermektedir.

Dublin çalışma alanı mezo ölçekte kümelere göre kış toplam enerji tüketimini açıklayan baskın mekanizmalar: SHAP baskınlık analizi bulguları (Dublin)

Dublin örneğinde mezo ölçekte tanımlanan sosyoekonomik ve mekânsal kümeler, kentsel merkez ile çeper alanlar arasında belirgin bir yapısal ayrışmaya işaret etmektedir. Bu ayrışma, mikro ölçekte anket verileriyle elde edilen kış dönemi toplam enerji tüketim örüntülerinin, yalnızca bireysel ya da hanehalkı özellikleriyle değil; yerleşik kentsel bağlamlar üzerinden birlikte değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu aşamada SHAP analizi, enerji tüketimini açıklayan değişkenlerin kümeye özgü baskınlıklarını ortaya koyarak, kantil ve regresyon bulgularının mezo ölçekte nasıl anlam kazandığını görünür kılmaktadır.

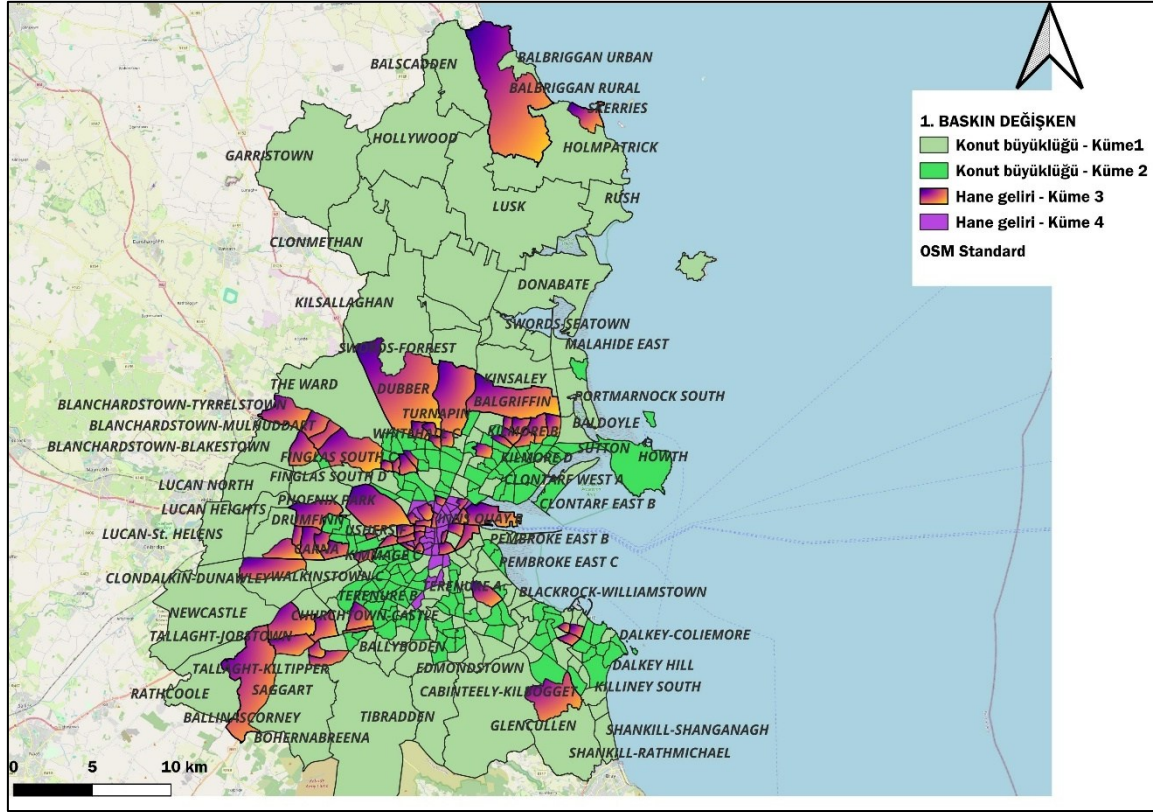
Bu amaçla, her bir mezo ölçek küme için hesaplanan ortalama mutlak SHAP değerleri ve değişken sıralamaları kullanılarak, kış toplam enerji tüketimini açıklayan baskın

mekanizmalar küme bazında değerlendirilmiştir. Kümelere göre değişkenlerin göreceli önem sıralamaları ve ilk üç baskın değişken, Çizelge 4.42 başlığı altında sunulmaktadır. EK 17. Dublin Mezo Ölçek Kümeleri İçin Ortalama Mutlak SHAP Değerleri ve Sıralamaları'nda tüm değişkenlerin baskınlık sıralaması mevcuttur.

Çizelge 4.42. Dublin örneğinde mezo ölçekte kümelere göre SHAP baskınlıkları- ilk üç değişken

Mezo_Kume	Degisken	Mean_Abs_SHAP	Sira
1	SHAP_Konut_Buyuklugu	58,79306189	1
1	SHAP_Bina_Yasi	42,22625853	2
1	SHAP_Gelir	41,79129401	3
2	SHAP_Konut_Buyuklugu	73,63258739	1
2	SHAP_Yas	53,28868081	2
2	SHAP_Gelir	41,55626834	3
3	SHAP_Gelir	46,5109319	1
3	SHAP_Konut_Buyuklugu	45,08938341	2
3	SHAP_Bina_Yasi	37,74271715	3
4	SHAP_Gelir	63,38123902	1
4	SHAP_Konut_Buyuklugu	49,20417911	2
4	SHAP_Yas	40,92494362	3

Çizelge 58'de özetlenen mezo ölçek küme bazlı SHAP baskınlıklarının kentsel mekân içindeki dağılımını görünür kılmak amacıyla, Dublin çalışma alanında kış toplam enerji tüketimini açıklayan birincil SHAP değişkenlerinin mekânsal örüntüsü Harita 6'de sunulmaktadır.



Harita 4.6. Dublin çalışma alanında kış toplam enerji tüketimini açıklayan birincil SHAP değişkenlerinin mekânsal örüntüsü

Küme 4: Yoğun, merkezî ve kiracılık temelli kentsel çekirdekte fiziksel ölçek baskınlığı

Küme 4, Dublin kent merkezinde ve iç kentsel bölgelerde yoğunlaşan, yüksek nüfus yoğunluğu, apartman ağırlıklı konut dokusu ve düşük konut sahipliği oranı ile tanımlanan alanları temsil etmektedir. Bu kümede SHAP baskınlık analizi, kış dönemi enerji tüketimini açıklamada konut büyüklüğünün açık ara en baskın değişken olduğunu göstermektedir. Konut büyüklüğünü sırasıyla gelir, yaş ve bina yaşı izlemektedir.

Bu sonuç, merkezî ve kompakt kentsel alanlarda enerji tüketiminin, sosyoekonomik profilden ziyade konutun fiziksel ölçeği ve kullanıcı profili üzerinden şekillendiğine işaret etmektedir. Kiracılık oranının yüksek olduğu bu alanlarda, mülkiyet durumu ve konut tipi gibi değişkenlerin SHAP katkısının sınırlı kalması, enerji tüketiminin sahiplik ilişkilerinden ziyade mevcut konutun boyutu ve kullanım yoğunluğu ile belirlendiğini göstermektedir. Bu bulgu, kantil analizlerinde konut büyüklüğünün orta tüketim düzeyinde sınırda anlamlı hale gelmesiyle tutarlıdır; SHAP analizi bu etkinin merkezî kümelerde daha yoğunlaştığını ortaya koymaktadır.

Küme 3: Geçiş kuşağında yapı yaşı ve demografik baskının birlikte etkisi

Küme 3, kent merkezini çevreleyen iç ve orta kuşakta yer alan, orta yoğunluklu, görece düşük eğitim düzeyine ve yüksek işsizlik oranına sahip alanları temsil etmektedir. Bu kümede SHAP sonuçları, bina yaşı ve yaş değişkenlerinin enerji tüketimini açıklamada öne çıktığını göstermektedir. Konut büyüklüğü bu kümede de önemli olmakla birlikte, baskınlık sıralamasında yapı yaşı ile birlikte değerlendirilmesi dikkat çekicidir.

Bu durum, Küme 3'ün heterojen yapı stokuna sahip olmasının enerji tüketimi üzerindeki etkisini yansıtmaktadır. Farklı dönemlerde ve farklı standartlarla inşa edilmiş yapıların bir aradalığı, yalıtım ve enerji performansı açısından parçalı bir yapı üretmekte; bu da özellikle kış döneminde enerji talebinin yapı yaşı ve kullanıcı profiliyle birlikte artmasına yol açmaktadır. Kantil analizlerinde yüksek tüketim rejiminde bina yaşının anlamlı hale gelmesi, bu kümede gözlenen SHAP baskınlıklarıyla doğrudan örtüşmektedir.

Küme 1 ve Küme 2: Düşük yoğunluklu banliyölerde konut ölçeği ve yapısal kısıtlar

Küme 1 ve Küme 2, ağırlıklı olarak Dublin'in çeper ve dış banliyö alanlarında yoğunlaşan, düşük nüfus yoğunluğu, yüksek konut sahipliği oranı ve müstakil konut ağırlıklı yapılaşma özellikleriyle tanımlanmaktadır. Bu kümelerde SHAP baskınlıkları, enerji tüketimini açıklamada konut büyüklüğü ve bina yaşı değişkenlerinin belirleyici olduğunu göstermektedir. Özellikle Küme 2'de, müstakil konut oranının çok yüksek olması ve oda başına düşen kişi sayısının düşük seyretmesi, enerji tüketiminin mekânsal genişleme ve yapı ölçeğiyle birlikte arttığını düşündürmektedir.

Buna karşılık gelir ve mülkiyet durumu değişkenlerinin bu kümelerde de düşük SHAP katkısına sahip olması, Dublin bağlamında enerji tüketiminin banliyö alanlarında dahi ekonomik sahiplikten ziyade fiziksel yapı özellikleri üzerinden şekillendiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, Dublin'deki görece sıkı enerji standartları ve düzenlenmiş konut piyasası yapısıyla tutarlı bir bulgudur.

Mezo ölçekte SHAP baskınlıklarının genel deseni (Dublin)

Mezo ölçek kümeler birlikte değerlendirildiğinde, Dublin'de kış dönemi toplam enerji tüketimini açıklayan baskın mekanizmaların kümeler arasında yön değiştirmedeği, ancak

baskınlık düzeylerinin kentsel bağlama göre farklılaştığı görülmektedir. Tüm kümelerde konut büyüklüğü, bina yaşı ve yaş değişkenleri ilk sıralarda yer almakta; buna karşılık değişkenlerin baskınlık puanları kümeler arasında farklılık gösterirken, aynı zamanda mülkiyet durumu ve konut tipi değişkenleri sistematik olarak düşük açıklayıcılığa sahip olmaktadır (Çizelge 4.42).

Bu genel desen, kantil regresyon analizlerinde birçok değişkenin istatistiksel olarak anlamsız kalmasını açıklayıcı bir çerçeve sunmaktadır. Kantil modeller, tüketim düzeylerine göre ortalama etkileri test ederken; SHAP analizi, bu etkilerin hangi kentsel bağlamlarda yoğunlaştığını ve hangi hane profillerinde belirginleştiğini ortaya koymaktadır. Böylece Dublin örneğinde enerji tüketimi, tekil sosyoekonomik eşikler üzerinden değil; yapı stoku, konut ölçeği ve demografik bileşimin birlikte ürettiği mezo ölçek kentsel profiller üzerinden anlam kazanmaktadır.

Bu bulgular, Dublin’de enerji politikalarının ve müdahale araçlarının, homojen sosyoekonomik gruplar yerine; merkezî yoğun alanlar, geçiş kuşakları ve düşük yoğunluklu banliyöler gibi farklı kentsel bağlamlara özgü olarak tasarlanması gerektiğini göstermektedir.

Mezo ölçekte kümelere göre tüketim rejimlerinin kantil ve SHAP mekanizma analizi (Dublin)

Bu bölümde, Dublin örneğinde mezo ölçekte tanımlanan sosyoekonomik ve mekânsal kümelerin, mikro ölçekte belirlenen kantil tüketim rejimleri ve SHAP baskın değişken yapıları ile birlikte nasıl anlam kazandığı bütüncül biçimde değerlendirilmektedir. Amaç, enerji tüketiminin yalnızca “düşük–orta–yüksek” düzeylerde nasıl farklılaştığını göstermek değil; bu tüketim rejimlerinin hangi kentsel bağlamlarda, hangi mekanizmalar aracılığıyla üretildiğini ortaya koymaktır.

Bu kapsamda, her bir mezo ölçek küme için (Küme 4–3) hanelerin kantil rejimlere dağılımı ile aynı rejimler altında öne çıkan SHAP baskınlıkları birlikte analiz edilmiştir. Kümelere göre kantil rejim dağılımları ve ilgili SHAP baskın değişken sıralamaları EK 18. Dublin Örneğinde Mezo Ölçekte Kümelere Göre Kantil–SHAP Mekanizma Özeti başlığı altında sunulmaktadır.

Küme 4: Merkezî alanlarda düşük–orta tüketim rejimi ve ölçek temelli mekanizmalar

Küme 4, Dublin kent merkezinde ve iç kentsel alanlarda yoğunlaşan, yüksek nüfus yoğunluğu, apartman ağırlıklı yapılaşma ve kiracılık temelli konut profiliyle tanımlanan alanları temsil etmektedir. Bu kümede, A_Düşük (düşük tüketim) ve B_Orta (orta tüketim) kantil gruplarının açık biçimde baskın olduğu görülmektedir. Yüksek tüketim rejimi (C_Yüksek) bu kümede ikincil ve sınırlı bir paya sahiptir.

SHAP baskınlık analizi sonuçları, Küme 4’de düşük ve orta tüketim rejimlerini açıklayan başlıca mekanizmaların konut büyüklüğü, gelir ve demografik yapı (yaş) etrafında şekillendiğini göstermektedir. Özellikle konut büyüklüğü, her iki kantilde de en yüksek ortalama mutlak SHAP değerine sahip değişken olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, merkezî alanlarda enerji tüketiminin mutlak düzeyinin görece sınırlı olmasına karşın, konut ölçeğinin hâlen belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Gelir ve yaş değişkenlerinin baskınlığı ise, bu alanlarda tüketimin daha çok yaşam tarzı, hane profili ve konutun fiziksel ölçeği üzerinden dengelendiğine işaret etmektedir.

Bu bulgular, Küme 4’de enerji tüketiminin yüksek tüketim rejimine taşınmadığını; yoğun, apartman ağırlıklı ve görece yeni yapı stokunun, tüketimi düşük–orta bantta tutan yapısal bir çerçeve sunduğunu ortaya koymaktadır.

Küme 1: Banliyö alanlarında yüksek tüketim rejimi ve yapı yaşı odaklı baskınlık

Küme 1, düşük nüfus yoğunluğuna sahip, müstakil konut oranı yüksek ve konut sahipliğinin yaygın olduğu banliyö alanlarını temsil etmektedir. Bu kümede C_Yüksek (yüksek tüketim) kantil grubu açık ara baskındır. Düşük ve orta tüketim rejimleri ikincil düzeyde kalmaktadır.

SHAP sonuçları, Küme 1’de yüksek tüketim rejiminin başlıca taşıyıcılarının konut büyüklüğü ve bina yaşı olduğunu net biçimde göstermektedir. Konut büyüklüğü bu kümede de en baskın değişken olup, büyük metrekareli konutların enerji talebini yukarı çektiği görülmektedir. Bina yaşının ikinci sırada yer alması ise, görece eski yapı stokunun ısıtma talebini artırıcı rolüne işaret etmektedir. Gelir değişkeni ise üçüncü sırada yer almakta ve daha çok dolaylı bir etki sunmaktadır.

Bu yapı, Küme 1’de enerji tüketiminin sosyoekonomik tercihlerden ziyade yapısal ve mekânsal özellikler üzerinden yüksek tüketim rejimine kilitlendiğini göstermektedir.

Küme 2: Düşük yoğunluklu müstakil alanlarda yapısal yüksek tüketim rejimi

Küme 2, en düşük nüfus yoğunluğuna sahip, müstakil konut oranının çok yüksek olduğu ve oda başına düşen kişi sayısının düşük seyrettiği dış banliyö alanlarını temsil etmektedir. Bu kümede de C_Yüksek (yüksek tüketim) kantil rejimi açık biçimde baskındır.

SHAP baskınlık sıralaması, Küme 2’de yüksek tüketimin temel olarak konut büyüklüğü, bina yaşı ve hanehalkı büyüklüğü kombinasyonu üzerinden üretildiğini göstermektedir. Konut büyüklüğü ve bina yaşı, yüksek tüketimi yapısal olarak beslerken; hanehalkı sayısının üçüncü sırada yer alması, bu kümede demografik ölçeğin de tüketimi artırıcı bir rol üstlendiğini ortaya koymaktadır.

Bu bulgular, Küme 2’nin Dublin bağlamında enerji-yoğun banliyö rejiminin en belirgin örneğini sunduğunu göstermektedir. Yüksek tüketim, burada geçici ya da davranışsal değil; doğrudan mekânsal ve yapısal bir sonuçtur.

Küme 3: Geçiş kuşağında orta tüketim rejimi ve hibrit mekanizmalar

Küme 3, kent merkezi ile dış banliyöler arasında konumlanan, orta yoğunluklu ve sosyoekonomik açıdan daha kırılğan bir geçiş kuşağını temsil etmektedir. Bu kümede B_Orta (orta tüketim) kantil grubu baskındır.

SHAP analizi, Küme 3’te orta tüketim rejiminin başlıca açıklayıcılarının konut büyüklüğü, bina yaşı ve gelir olduğunu göstermektedir. Bu yapı, Küme 3’ün ne Küme 4’deki gibi düşük–orta tüketimi dengeleyen kompakt bir merkez profiline ne de Küme 1 ve 2’deki gibi yapısal yüksek tüketim rejimine tam olarak oturduğunu göstermektedir. Aksine, bu küme hibrit bir tüketim mantığı sergilemektedir.

Bu durum, Küme 3’ün enerji tüketimi açısından merkez ile çeper arasında bir “geçiş rejimi” oluşturduğunu ve tüketimin hem yapı yaşı hem de sosyoekonomik faktörlerin birlikte etkisiyle şekillendiğini ortaya koymaktadır.

Genel değerlendirme: Mezo ölçek–kantil–SHAP bütünleşik okuması (Dublin)

Mezo ölçek kümeler, kantil tüketim rejimleri ve SHAP baskınlıkları birlikte değerlendirildiğinde, Dublin örneğinde enerji tüketiminin tek tip bir sosyoekonomik gradyan üzerinden değil, kentsel bağlama özgü rejimler üzerinden şekillendiği açık biçimde görülmektedir.

- Merkezî ve yoğun alanlar (Küme 4) düşük ve orta tüketim rejimleriyle karakterize olmakta; tüketim, konut ölçeği ve demografik yapı üzerinden dengelenmektedir.
- Düşük yoğunluklu banliyö alanları (Küme 1 ve 2) yüksek tüketim rejimlerine kilitlenmiş olup, bu rejimler büyük ölçüde konut büyüklüğü ve bina yaşı gibi yapısal faktörler tarafından sürüklenmektedir.
- Geçiş alanları (Küme 3) ise orta tüketim rejimi etrafında kümelenmekte ve merkez–çeper arasında hibrit bir enerji tüketim mantığı sunmaktadır.

Bu bütünleşik analiz, Dublin’de enerji tüketiminin “kim ne kadar tüketiyor?” sorusundan ziyade, “hangi kentsel bağlam hangi tüketim rejimini üretiyor ve bu rejim hangi yapısal mekanizmalarla sürdürülüyor?” sorusu üzerinden daha anlamlı biçimde açıklanabileceğini göstermektedir. Böylece kantil analizlerinde gözlenen istatistiksel anlamsızlıklar, SHAP analiziyle birlikte okunduğunda bir eksiklik değil; bağlama duyarlı, heterojen ve rejim-temelli enerji tüketim yapısının doğal bir sonucu olarak yorumlanabilmektedir.

Çizelge 4.43. Ankara ve Dublin örneklerinde analiz türlerine göre amaç ve temel bulguların karşılaştırmalı özeti

Analiz Türü	Analizin Amacı	Ankara Bulgusu	Dublin Bulgusu	Karşılaştırma
Doğrusal OLS	Ortalama etkileri belirlemek	Konut büyüklüğü ve hanehalkı büyüklüğü güçlü ve tutarlı belirleyicilerdir	Hanehalkı büyüklüğü en istikrarlı belirleyicidir; kış döneminde ısı yalıtımı en etkili mekânsal müdahale alanıdır. Konut tipolojisi ikincil ve eğilimsel bir rol oynamaktadır.	Ortalama etkiler kentler arasında farklı değişken bileşimleri üzerinden çalışmaktadır
Polinomsal OLS	Doğrusal olmayanlık ve eşikleri test etmek	Gelir ve konut büyüklüğünde belirgin eşik davranışları vardır	Konut büyüklüğü–enerji tüketimi ilişkisi doğrusal değildir; artış hızı belirli bir noktadan sonra azalmaktadır. Bina yaşı $\times$ yaş etkileşimi anlamlıdır.	Doğrusal olmayanlıkların biçimi bağlama duyarlıdır
Etkileşimli OLS ve Johnson–Neyman	Koşullu etkileri ve eşikleri test etmek	Mekân–gelir etkileşimi özellikle kış döneminde anlamlıdır	Gelir $\times$ konut büyüklüğü ve gelir $\times$ bina yaşı etkileşimleri anlamlı değildir; belirgin bir gelir eşiği yoktur. Demografik yapı (yaş) öne çıkmaktadır.	Ankara’da mekânsal–ekonomik etkileşimler daha belirgindir
Kantil Regresyon	Tüketim rejimlerini ayırmak	Düşük ve yüksek tüketim rejimleri farklı mekanizmalarla çalışmaktadır	Düşük kantilde değişkenler anlamsızdır (zorunlu tüketim); orta kantilde gelir ve yalıtım negatif ve anlamlıdır; yüksek kantilde bina yaşı pozitif ve anlamlıdır.	Tüketim rejimlerinin yapısı kentlere göre değişmektedir
Kantil Betimleyici Rejim Analizi	Rejim profillerini tanımlamak	Düşük tüketim hem zorunlu hem davranışsal olabilir	Düşük tüketim daha yeni/etkin yapı veya dengeleyici davranışlarla; yüksek tüketim ise eski yapı stoku ve büyük konutlarla ilişkilidir.	Aynı rejimler farklı toplumsal ve mekânsal anlamlar taşır
SHAP (Global)	Görelî değişken önemini belirlemek	Bina yaşı ve konut büyüklüğü baskındır	Konut büyüklüğü açık ara en baskın değişkendir; gelir, yaş ve bina yaşı izlemektedir. Mülkiyet ve konut tipi katkısı sınırlıdır.	Fiziksel yapı her iki kentte kritik, bileşimi farklıdır
SHAP (Local)	Heterojenliği ve yönlü etkileri görmek	Mikro heterojenlik yüksektir	Gelir ve yalıtım çift yönlü ve heterojen etkiler üretmektedir; bina yaşı ve yaş ileri değerlerde tüketimi artırmaktadır.	Heterojenlik biçimi kentlere göre ayrılmaktadır
Küme $\times$ Kantil $\times$ SHAP	Bağlama duyarlı mekanizmaları çözümlmek	Aynı tüketim düzeyi farklı kümelerde farklı mekanizmalarla üretilir	Küme 4’de düşük–orta tüketim (ölçek–temelli); Küme 1–2’de yüksek tüketim (konut büyüklüğü + bina yaşı); Küme 3’te orta tüketim (hibrit).	Tek tip politika araçları her iki kentte de yetersizdir

4.4. Bulguların Genel Değerlendirilmesi: Ankara ve Dublin Karşılaştırmalı Okuma

Bu çalışmada Ankara ve Dublin örnekleri için yürütülen doğrusal OLS, polinomsal OLS, etkileşimli OLS, Johnson–Neyman, kantil regresyon, betimleyici kantil rejim analizi ve açıklanabilir makine öğrenmesi (SHAP) yöntemleri birlikte değerlendirildiğinde, konut bazlı enerji tüketiminin her iki kentte de tekil değişkenler veya ortalama etkiler üzerinden açıklanamayacak kadar karmaşık, heterojen ve bağlama duyarlı bir yapı sergilediği açık biçimde ortaya çıkmaktadır.

Doğrusal OLS analizleri, her iki kentte de enerji tüketiminin belirli değişkenler etrafında yoğunlaştığını göstermiştir; ancak bu değişkenlerin niteliği kentlere göre farklılaşmaktadır. Ankara’da konut büyüklüğü ve hanehalkı büyüklüğü ortalama etkiler düzeyinde güçlü ve tutarlı belirleyiciler olarak öne çıkarken, Dublin’de hanehalkı büyüklüğü en istikrarlı değişken olup, özellikle kış döneminde ısı yalıtımı belirgin bir mekânsal müdahale alanı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu farklılık, enerji tüketiminin her iki kentte benzer değişken adlarıyla açıklansa bile, işleyiş biçimlerinin farklı kentsel bağlamlara gömülü olduğunu göstermektedir.

Polinomsal OLS ve etkileşimli OLS analizleri, bu ortalama ilişkilerin arkasındaki doğrusal olmayan yapıları ve koşullu etkileri görünür kılmıştır. Ankara örneğinde gelir ve konut büyüklüğü gibi değişkenlerin belirgin eşik davranışları sergilediği; mekân–gelir etkileşimlerinin özellikle kış döneminde anlam kazandığı görülmektedir. Buna karşılık Dublin’de benzer etkileşim mekanizmaları istatistiksel olarak zayıf kalmakta; enerji tüketiminin gelir temelli eşikler üzerinden değil, daha çok demografik yapı (özellikle yaş) ve yapı stokunun fiziksel niteliği üzerinden şekillendiği anlaşılmaktadır. Johnson–Neyman analizleri, bu farkı pekiştirerek Ankara’da bağlama duyarlı eşik aralıklarının daha belirgin, Dublin’de ise daha dağınık ve süreksiz olduğunu göstermektedir.

Kantil regresyon analizleri, her iki kentte de enerji tüketiminin farklı tüketim rejimlerinde farklı mekanizmalarla üretildiğini ortaya koymuştur. Ankara’da düşük ve yüksek tüketim kantilleri arasında belirgin bir ayrışma gözlenirken, Dublin’de düşük tüketim rejiminin büyük ölçüde zorunlu ve sınırlı bir yapı sergilediği; orta tüketim rejiminde enerji verimliliğiyle ilişkili değişkenlerin (yalıtım, gelirle ilişkili dolaylı etkiler) öne çıktığı; yüksek tüketim rejiminde ise bina yaşının belirleyici hale geldiği görülmektedir. Bu sonuçlar, enerji

tüketiminin yalnızca “az–çok” ekseninde değil, rejim-temelli bir çerçevede ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Kantil betimleyici rejim analizleri, regresyon sonuçlarının bağlamsal olarak okunmasını mümkün kılmıştır. Ankara’da görece homojen bir konut dokusu ve daha dar varyanslı yapı stoku, kantiller arası ayrışmayı sınırlarken; Dublin’de geniş bina yaşı aralığı, konut tipolojisi çeşitliliği ve mekânsal yayılma, tüketim rejimlerini daha keskin biçimde ayrıştırmaktadır. Özellikle Dublin’de düşük tüketimin görece büyük konutlarda dahi mümkün olabilmesi, enerji tüketiminin yalnızca metrekareyle açıklanamayacağını; yapı kalitesi, standartlar ve kullanım örüntülerinin belirleyici rol oynadığını göstermektedir.

SHAP analizi, bu çok katmanlı yapıyı mikro ölçekte görünür kılarak, regresyon ve kantil analizlerinde istatistiksel olarak anlamsız görünen bazı değişkenlerin aslında belirli hane profilleri ve kentsel bağlamlar altında güçlü etkiler üretebildiğini ortaya koymuştur. Her iki kentte de konut büyüklüğü, bina yaşı ve demografik değişkenler küresel SHAP sıralamalarında üst sıralarda yer almakta; ancak bu değişkenlerin görece baskınlıkları ve yönlü etkileri kentlere ve mezo ölçek kümelerine göre farklılaşmaktadır. Ankara’da mikro heterojenlik daha belirgin ve dağınık bir yapı sergilerken, Dublin’de SHAP dağılımları daha sistematik ve yapı stoku odaklı bir desen sunmaktadır.

Mezo ölçekte tanımlanan sosyoekonomik ve mekânsal kümeler, kantil tüketim rejimleri ve SHAP baskınlıkları birlikte değerlendirildiğinde, enerji tüketiminin her iki kentte de kentsel bağlamla güçlü biçimde ilişkilendiği görülmektedir. Ankara’da farklı tüketim rejimleri aynı kentsel bağlam içinde daha davranışsal ve sosyoekonomik farklılıklarla ayrışırken; Dublin’de merkezî yoğun alanlar düşük–orta tüketim rejimleriyle, düşük yoğunluklu banliyö alanları ise yapısal olarak yüksek tüketim rejimleriyle örtüşmektedir. Bu durum, yüksek enerji tüketiminin Ankara’da daha çok “kim” sorusuyla, Dublin’de ise daha çok “nerede ve nasıl” sorusuyla açıklanabildiğini göstermektedir.

Genel olarak, bu çalışmanın bulguları, Ankara ve Dublin örneklerinde enerji tüketiminin tekil politika araçlarıyla veya homojen hedef gruplarla yönetilemeyeceğini açık biçimde ortaya koymaktadır. Enerji tüketimi; yapı stokunun yaşı ve niteliği, konut ölçeği, demografik yapı ve kentsel yoğunluk gibi unsurların birlikte ürettiği, bağlama özgü mekanizmalar üzerinden şekillenmektedir. Bu nedenle, enerjiye yönelik planlama ve politika

müdahalelerinin hem tüketim rejimlerini hem de mezo ölçek kentsel profilleri dikkate alan çok katmanlı bir çerçeveye dayanması gerekmektedir.

Bu noktada elde edilen bulgular, yalnızca ampirik bir karşılaştırma sunmakla kalmamakta; aynı zamanda enerji tüketiminin neden Ankara ve Dublin gibi iki farklı kentsel bağlamda farklı mekanizmalarla üretildiğine ilişkin kuramsal bir zemin de oluşturmaktadır. İzleyen tartışma bölümünde, bu bulguların mevcut literatürle ilişkisi kurulacak; benzerlikler ve ayrışmalar ele alınarak, çok ölçekli ve bağlama duyarlı enerji politikaları açısından ne tür çıkarımlar yapılabileceği ayrıntılı biçimde tartışılacaktır.

4.5. Bulguların Değerlendirilmesi: Çok Ölçekli Analiz Sürecinin Ankara ve Dublin Üzerinden Karşılaştırmalı Okuması

Bu tezde bulgular, enerji tüketiminin tekil ve doğrusal bir mekanizma ile açıklanamayacağı varsayımından hareketle; mezo ölçekte kentsel bağlamın tanımlanması, mikro ölçekte hanehalkı düzeyinde belirleyici mekanizmaların çözülmesi ve bu iki düzeyin birlikte okunması esasına dayanan aşamalı bir analitik çerçeve içinde üretilmiştir. Ankara ve Dublin örnekleri, aynı yöntem setinin farklı kentsel bağlamlarda nasıl farklı sonuçlar ürettiğini test etmeye imkân veren iki karşılaştırılabilir ancak yapısal olarak ayrışan laboratuvar alanı olarak ele alınmıştır.

4.5.1. Mezo ölçek bulguları: kentsel bağlamın ayrıştırılması

Analiz sürecinin ilk aşamasında, enerji tüketiminin mikro ölçekte hangi bağlamlarda üretildiğini anlamak amacıyla her iki kentte sosyoekonomik ve mekânsal göstergelerin birlikte kullanıldığı mezo ölçekli kümelenme analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu aşama, hanehalkı düzeyinde elde edilecek bulguların rastlantısal değil, belirli kentsel tipolojiler içinde konumlandığını göstermek açısından kritik bir ön koşul niteliği taşımaktadır.

Ankara örneğinde elde edilen kümeler; yüksek yoğunluklu, apartman ağırlıklı, bina yaşı ve konut büyüklüğü bakımından görece homojen, ancak sosyoekonomik göstergeler açısından daha karmaşık ve iç içe geçmiş bir yapı sergilemektedir. Bu durum, Ankara’da enerji tüketim örüntülerinin mekânsal farklılıklardan ziyade, aynı mekânsal yapı içinde değişen hanehalkı profilleri üzerinden ayrıştığını göstermektedir.

Dublin örneğinde ise mezo ölçek kümeler, konut tipolojisi, bina yaşı, konut büyüklüğü ve mekânsal ayrışma açısından daha belirgin farklılıklar üretmektedir. Sosyoekonomik yapı, mekânsal ayrışma ile daha net örtüşmekte; böylece enerji tüketimine ilişkin farklı rejimler, kentsel form ve yapı stokundaki çeşitlilik üzerinden okunabilir hâle gelmektedir. Bu bağlamda Dublin, mekânsal değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin daha görünür olduğu bir kentsel bağlam sunmaktadır.

4.5.2. Mikro ölçek tanımlayıcı bulgular: hanehalkı profillerinin çerçevesi

Mezo ölçekte tanımlanan kümeler temelinde yürütülen anket çalışmaları, her iki kentte de hanehalkı profillerinin, konut özelliklerinin ve bireysel tutumların enerji tüketimi ile ilişkisini betimleyici düzeyde ortaya koymuştur. Tanımlayıcı istatistikler, Ankara ve Dublin arasında konut büyüklüğü, bina yaşı, mülkiyet yapısı ve gelir dağılımı gibi temel göstergelerde belirgin farklılıklar olduğunu göstermektedir. Bu farklılıklar, ilerleyen aşamalarda elde edilen regresyon ve kantil bulgularının bağlamsal olarak yorumlanabilmesi açısından önemli bir zemin oluşturmuştur.

4.5.3. Mikro ölçek çok yöntemli analiz bulguları: mekanizmaların çözülmesi

Tanımlayıcı analizleri takiben, enerji tüketiminin belirleyicilerini ortaya koymak amacıyla doğrusal regresyon, polinomsal regresyon, etkileşimli modeller, kantil regresyon ve SHAP tabanlı açıklanabilir analizler birlikte kullanılmıştır. Bu yöntemsel çeşitlilik, enerji tüketiminin yalnızca ortalama etkiler üzerinden değil; tüketim düzeyine, eşiklere ve değişkenler arası etkileşimlere duyarlı biçimde nasıl üretildiğini ortaya koymuştur.

Ankara örneğinde doğrusal modeller, gelir, konut büyüklüğü, hanehalkı büyüklüğü ve bina yaşı gibi değişkenlerin enerji tüketimi üzerinde anlamlı etkiler ürettiğini göstermiştir. Ancak polinomsal, etkileşimli ve kantil analizler, bu etkilerin tek yönlü ve doğrusal olmadığını; belirli eşiklerden sonra yön veya şiddet değiştirdiğini ortaya koymuştur. Özellikle gelir–konut büyüklüğü ve gelir–yalıtım gibi etkileşimler, düşük ve yüksek tüketim gruplarında farklı mekanizmaların devreye girdiğini göstermektedir. SHAP analizleri ise Ankara’da enerji tüketimini açıklayan baskın değişkenlerin, aynı mekânsal bağlam içinde tüketim rejimine göre değiştiğini ortaya koyarak, homojen görünen kentsel dokunun altında farklı enerji üretim mekanizmaları barındırdığını göstermiştir.

Dublin örneğinde ise doğrusal ve doğrusal olmayan analizler, mekânsal değişkenlerin (konut tipi, bina yaşı, konut büyüklüğü) enerji tüketimi üzerindeki göreceli ağırlığının daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Kantil ve SHAP analizleri, özellikle düşük ve yüksek tüketim rejimlerinde farklı mekânsal mekanizmaların baskınlaştığını; sosyoekonomik değişkenlerin etkisinin ise mekânsal bağlam tarafından koşullandığını göstermektedir. Dublin’de enerji tüketimi, Ankara’ya kıyasla daha belirgin biçimde kentsel form ve yapı stokunun özellikleri üzerinden ayrışmaktadır.

4.5.4. Mezo ölçek ile mikro ölçeğin bütünleşik okuması

Mikro ölçekte elde edilen kantil ve SHAP bulguları, mezo ölçekte tanımlanan kümelerle birlikte okunduğunda, aynı tüketim düzeyinin farklı kentsel bağlamlarda farklı mekanizmalarla üretilebildiği açık biçimde görülmektedir. Ankara’da benzer enerji tüketim düzeyleri, yoğunlukla sosyoekonomik ve davranışsal farklılıklar üzerinden ayrışırken; Dublin’de benzer tüketim düzeyleri, daha çok mekânsal ve yapısal özellikler üzerinden farklılaşmaktadır. Bu durum, enerji tüketimine yönelik tek tip ve ölçekten bağımsız politika araçlarının sınırlı etkisini doğrudan ortaya koymaktadır.

4.5.5. Ankara–Dublin karşılaştırmalı bulguların sentezi

Genel değerlendirme düzeyinde bulgular, enerji tüketiminin ne Ankara’da ne de Dublin’de tek bir baskın değişkenle açıklanabildiğini; ancak baskın mekanizmaların bağlama göre sistematik biçimde yer değiştirdiğini göstermektedir. Ankara’da sosyoekonomik profil ve hanehalkı özellikleri daha belirleyici bir rol oynarken, Dublin’de mekânsal yapı ve yapı stokunun özellikleri enerji tüketim rejimlerini daha güçlü biçimde şekillendirmektedir. Bu karşılaştırmalı okuma, enerji tüketiminin bağlama duyarlı, doğrusal olmayan ve ölçekler arası etkileşimlerle üretilen bir olgu olduğunu ampirik olarak ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak bulgular, ortalama hanehalkı varsayımına dayalı analizlerin yetersizliğini, enerji tüketiminin rejim-temelli ve bağlama duyarlı biçimde ele alınması gerektiğini açık biçimde göstermektedir. Bu çok ölçekli ve çok yöntemli bulgular, bir sonraki bölümde tartışıldığı üzere, planlama pratiği için bağlama özgü, hedeflenmiş ve ölçekler arası tutarlılığı olan politika müdahalelerinin gerekliliğine güçlü bir ampirik dayanak sunmaktadır.

5. TARTIŞMA

5.1. Kentsel Yapılı Çevre ve Sosyoekonomik Özelliklerin Enerji Tüketimi Üzerindeki Etkisi

Bu çalışmada Ankara ve Dublin örnekleri üzerinden elde edilen bulgular, konut bazlı enerji tüketiminin ne tekil değişkenler ne de ortalama etkiler aracılığıyla açıklanabilecek bir olgu olmadığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Bulgular bölümünde sunulan doğrusal, doğrusal olmayan, kantil temelli ve açıklanabilir makine öğrenmesi analizleri birlikte değerlendirildiğinde, enerji tüketiminin farklı tüketim düzeylerinde, farklı kentsel bağlamlarda ve farklı mekânsal ölçeklerde değişen mekanizmalar aracılığıyla üretildiği görülmektedir. Bu durum, literatürde yaygın biçimde benimsenen “ortalama hanehalkı” varsayımına dayalı yaklaşımların, enerji tüketimindeki yapısal heterojenliği ve bağlama özgü farklılaşmaları kavramakta neden yetersiz kaldığını göstermektedir.

Ankara ve Dublin karşılaştırması, enerji tüketiminin yalnızca sosyoekonomik kapasite ya da fiziksel çevre koşullarıyla değil; bu unsurların tarihsel olarak şekillenmiş kentsel morfoloji, yapı stoku karakteri ve demografik yapı ile kurduğu ilişkiler üzerinden anlam kazandığını ortaya koymaktadır. Aynı değişkenlerin iki kentte farklı yönlerde, farklı şiddetlerde ve farklı eşiklerde etkiler üretmesi, enerji tüketiminin evrensel yasalarla değil, bağlama duyarlı rejimler aracılığıyla açıklanabileceğini göstermektedir. Bu bağlamda enerji tüketimi, tekil bir süreçten ziyade, düşük, orta ve yüksek tüketim rejimlerinin bir bileşkesi olarak ele alınmaktadır.

Bu tartışma bölümü, bulguların salt betimleyici bir özetini sunmaktan ziyade, elde edilen ampirik sonuçları mevcut literatürdeki kuramsal tartışmalarla ilişkilendirerek, enerji etkin kentler literatüründe süregelen çelişkileri çözümlemeyi amaçlamaktadır. Yoğunluk paradoksu, gelir ve geri tepme etkisi, yapı stoğu ve bina yaşı tartışmaları ile enerji yoksulluğu ve yaşam tarzı temelli tüketim ayrımları, bu tez kapsamında bağlam bağımlılık ve rejim-temelli düşünce çerçevesinde yeniden ele alınmaktadır. Böylece enerji tüketimi, yalnızca teknik bir performans göstergesi olarak değil; mekânsal, toplumsal ve etik boyutları olan çok katmanlı bir planlama meselesi olarak kavramsallaştırılmaktadır.

Bu çerçevede izleyen alt bölümler, öncelikle tek ölçekli ve ortalama merkezli yaklaşımlardan rejim-temelli çok ölçekli düşünceye geçişin epistemolojik temellerini

tartışmakta; ardından Ankara ve Dublin örnekleri üzerinden bağlam bağımlılığın ontolojik bir planlama paradigması olarak nasıl ortaya çıktığını irdelemektedir. Fiziksel ve sosyoekonomik değişkenlerin koşullu etkileşimleri, doğrusal olmayan ilişkiler ve matematiksel eşikler, tüketim rejimlerinin toplumsal ve etik boyutları, mezo ölçek kümelerin çerçeveleyici rolü ve açıklanabilir yapay zekânın planlama pratiğine katkıları bu bütüncül tartışma hattı içinde ele alınmaktadır. Bölüm, enerji etkin kentler için geliştirilen bağlama duyarlı karar destek yaklaşımının kuramsal ve ampirik temellerini sentezleyerek sonuç bölümüne doğrudan bir geçiş oluşturmaktadır.

5.2. Ortalama Hanehalkı Varsayımının Sınırları ve Rejim-Temelli Yaklaşım Geçiş

Enerji tüketimini açıklamaya yönelik planlama ve enerji literatürünün önemli bir bölümü, uzun yıllar boyunca “ortalama hanehalkı” varsayımına dayalı doğrusal modelleme yaklaşımları etrafında şekillenmiştir. Bu yaklaşım, enerji tüketimini etkileyen sosyoekonomik ve mekânsal değişkenlerin etkilerini yoğunlukla tekil, doğrusal ve homojen ilişkiler üzerinden ele almakta; farklı toplumsal gruplar, mekânsal bağlamlar ve tüketim düzeyleri arasındaki yapısal heterojenliği büyük ölçüde göz ardı etmektedir. Oysa literatürde giderek artan sayıda çalışma, enerji tüketiminin tek tip bir süreç değil, farklı eşiklerde ve bağlamlarda farklı mekanizmalarla üretildiğini göstermektedir (Newman ve Kenworthy, 1999; Zhang vd., 2015; Sharifi, 2019).

Bu bağlamda, özellikle doğrusal OLS modellerine dayanan analizlerin, enerji tüketimi gibi karmaşık ve çok boyutlu bir olguyu açıklamakta sınırlı kaldığı vurgulanmaktadır. Ortalama etkilere odaklanan bu modeller, değişkenlerin hangi koşullarda, hangi tüketim düzeylerinde ve hangi kentsel bağlamlarda etkili olduğunu ayırtırmakta yetersizdir. Nitekim yoğunluk, gelir, konut büyüklüğü veya bina yaşı gibi değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin literatürde birbiriyle çelişen sonuçlar üretmesi, büyük ölçüde bu tek ölçekli ve ortalama-merkezli epistemolojik çerçeveden kaynaklanmaktadır (Salat ve Bourdic, 2012; Wang vd., 2020; Chen vd., 2023).

Bu tez kapsamında elde edilen bulgular, söz konusu epistemolojik sınırlılığı açık biçimde ortaya koymaktadır. Ankara ve Dublin örneklerinde yürütülen doğrusal, doğrusal olmayan, kantil ve SHAP analizlerinin birlikte değerlendirilmesi, enerji tüketiminin homojen bir davranış örüntüsü sergilemediğini; aksine düşük, orta ve yüksek tüketim rejimlerinde

tamamen farklı belirleyici mekanizmalarla üretildiğini göstermektedir. Örneğin, Ankara’da hanehalkı geliri ve konut büyüklüğü belirli eşiklere kadar enerji tüketimini artırıcı yönde etkilerken, bu eşiklerin ötesinde etkinin zayıfladığı veya yön değiştirdiği gözlemlenmiştir. Bu bulgu, literatürde tartışılan geri tepme (rebound) etkisi ve konfor doygunluğu yaklaşımlarıyla doğrudan örtüşmektedir (Borozan, 2018; Wang vd., 2020).

Benzer biçimde, Dublin örneğinde enerji tüketiminin gelir temelli eşiklerden ziyade, yapı stokunun yaşı ve fiziksel niteliği tarafından daha güçlü biçimde sınırlandığı görülmektedir. Bu durum, tarihsel olarak oturmuş ve dönüşüm kapasitesi sınırlı kentsel morfolojilerde, bireysel sosyoekonomik farklılıkların enerji tüketimi üzerindeki etkisinin yapısal kilitlenme tarafından bastırılabilceğini ortaya koymaktadır. Literatürde eski yapı stoklarının düşük yalıtım standartları ve yüksek enerji talebi ile ilişkilendirildiği bulgular (Aksoezen vdl., 2015; Marique ve Reiter, 2012), bu çalışmanın Dublin bulguları ile tutarlılık göstermektedir.

Bu çerçevede, enerji tüketimini tekil değişkenler veya ortalama etkiler üzerinden açıklama çabası yerine, rejim-temelli bir analitik yaklaşımın benimsenmesi epistemolojik bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır. Kantil regresyon analizleri, enerji tüketiminin dağılımının farklı dilimlerinde (düşük, orta ve yüksek tüketim rejimleri) değişkenlerin göreceli önem sıralamasının anlamlı biçimde değiştiğini göstermiş; SHAP analizi ise bu heterojenliğin mikro ölçekte nasıl somutlaştığını görünür kılmıştır. Böylece, aynı değişkenin farklı hanehalkı profilleri ve kentsel bağlamlar altında farklı yönlü ve farklı şiddette etkiler üretebildiği açık biçimde ortaya konmuştur. Bu bulgu, H6 hipotezinde öne sürülen “değişkenlerin göreceli öneminin mikro ölçekte farklılaştığı ve bu farklılaşmanın mezo ve makro ölçekte tutarlı örüntüler oluşturduğu” varsayımını doğrudan desteklemektedir.

Dolayısıyla, bu tezde benimsenen çok ölçekli ve rejim-temelli analitik çerçeve, yalnızca yöntemsel bir tercih değil; enerji tüketiminin doğasına ilişkin epistemolojik bir yeniden konumlandırma anlamına gelmektedir. Enerji tüketimi, bu çalışmada “ortalama hanehalkı” üzerinden tanımlanan tekil bir olgu olarak değil; farklı tüketim rejimleri, farklı mekânsal bağlamlar ve farklı sosyoekonomik profillerin kesişiminde üretilen dinamik bir süreç olarak ele alınmaktadır. Bu yaklaşım, makro ölçekte “çok ölçekli ve bütüncül analiz planlama açısından ne tür yeni içgörüler sunmaktadır?” sorusuna doğrudan yanıt verirken; aynı zamanda seçilen yöntemsel kurgunun neden kaçınılmaz olduğunu da açık biçimde ortaya koymaktadır.

5.3. Enerji Tüketiminde Bağlam Bağımlılığı ve Planlama Açısından Sonuçları

Enerji tüketiminin rejim-temelli ve çok ölçekli bir olgu olarak ele alınması, yalnızca yöntemsel bir tercih değil, kentsel bağlamın enerji üretim mekanizmaları üzerindeki kurucu rolünü kabul eden ontolojik bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır. Bulgular bölümünde ortaya konan kentler arası ayrışmalar, enerji tüketimindeki farklılaşmanın rastlantısal ya da örnekleme özgü olmadığını; aksine, kentlerin tarihsel gelişim süreçleri, yapı stoku evrimi ve mekânsal organizasyon biçimleriyle şekillenen farklı enerji rejimleri ürettiğini göstermektedir. Bu çerçevede “bağlam bağımlılık”, değişkenlerin etkisinin koşullu olarak değişmesini ifade eden ikincil bir bulgu değil; enerji tüketiminin kent ölçeğinde nasıl üretildiğini belirleyen temel bir ontolojik özelliktir. Ankara ve Dublin örnekleri, bu ontolojik ayrımın somut biçimde gözlemlenebildiği iki karşıt kentsel yapı sunarak, aynı sosyoekonomik ve mekânsal değişkenlerin neden farklı bağlamlarda farklı sonuçlar ürettiğini açıklamak için güçlü bir analitik zemin oluşturmaktadır.

Ankara ve Dublin karşılaştırması: bu tez kapsamında Ankara ve Dublin örneklerinde elde edilen bulgular, enerji tüketiminin kentler arasında farklılaşmasının yalnızca nicel bir karşılaştırma meselesi olmadığını; farklı kentsel bağlamlarda farklı enerji üretim mekanizmalarının baskın hale geldiğini göstermektedir. Bulgular bölümünde sunulan çok yöntemli analizlerin tutarlı biçimde işaret ettiği ayrım, Ankara ve Dublin’de enerji tüketimini şekillendiren baskın faktörlerin farklılaşmasıdır.

Literatürde kentsel enerji tüketimi çoğunlukla tekil değişkenler (yoğunluk, gelir, bina yaşı vb.) üzerinden açıklanmaya çalışılmış; bu değişkenlerin farklı bağlamlarda neden farklı sonuçlar ürettiği ise çoğu zaman “örnekleme farkı” veya “veri kısıtı” ile gerekçelendirilmiştir (Newman ve Kenworthy, 1999; Sharifi, 2019). Oysa bu çalışmanın bulguları, söz konusu çelişkilerin esasen bağlam bağımlı kentsel enerji rejimlerinden kaynaklandığını göstermektedir. Ankara ve Dublin karşılaştırması, bu bağlamda literatürde sıklıkla karşılaşılan yoğunluk paradoksu, gelir–tüketim ikilemi ve yapı stoğu tartışmalarının neden evrensel bir doğrusal ilişki üretmediğini açıklamak için güçlü bir analitik zemin sunmaktadır (Zhang vd., 2015; Salat ve Bourdic, 2012).

Ankara örneğinde enerji tüketimi, görece homojen ve genç yapı stokuna sahip, yüksek apartmanlaşma oranlarıyla (%93’ün üzerinde) karakterize edilen bir kentsel dokuda

gerçekleşmektedir. Bu bağlamda, bina yaşı ve konut tipolojisi gibi fiziksel değişkenler enerji tüketimini belirli bir çerçeve içinde sınırlandırmakta; ancak bu sınırlar içinde hanehalkı profiline bağlı davranışsal ve sosyoekonomik farklılıklar belirleyici hale gelmektedir. Bulgular bölümünde görüldüğü üzere, Ankara’da gelir, hanehalkı büyüklüğü ve gönüllü davranışlar, özellikle belirli eşiklere kadar enerji tüketimini anlamlı biçimde farklılaştırmaktadır. Bu durum, Borozan’ın (2018) benzer mekânsal koşullar altında sosyoekonomik kapasitenin enerji kullanımını ayırtırdığına dair bulgularıyla örtüşmektedir. Aynı zamanda, rebound etkisi literatüründe vurgulanan “gelir artışı–konfor artışı” mekanizmasının, Ankara gibi hızlı dönüşen ve yapısal kısıtları görece zayıf kentlerde daha görünür hale geldiğini göstermektedir (Wang vd., 2020; Chen vd., 2023).

Buna karşılık Dublin örneğinde enerji tüketimi, 1–200 yıl aralığına yayılan tarihsel olarak katmanlaşmış bir yapı stoğu, düşük yoğunluklu banliyöleşme ve konut tipolojisi çeşitliliği (müstakil, ikiz, sıralı konutlar) tarafından güçlü biçimde çerçevelenmektedir. Bu bağlamda, bireysel gelir veya davranışsal farklılıkların enerji tüketimi üzerindeki etkisi, fiziksel çevrenin dayattığı yapısal sınırlar tarafından büyük ölçüde bastırılmaktadır. Bulgular, özellikle 45 yıl üzerindeki bina yaşının Dublin’de enerji tüketimini istikrarlı biçimde artırdığını ve bu etkinin kantiller boyunca devam ettiğini göstermektedir. Bu sonuç, yapı stoğunun enerji talebi üzerindeki belirleyiciliğini vurgulayan çalışmalara doğrudan paraleldir (Marique ve Reiter, 2012; Aksoezen vd., 2015). Ayrıca, Dublin’de düşük tüketim rejiminin dahi çoğu zaman “bilinçli tasarruf”tan ziyade zorunlu yapısal sınırlılık ile ilişkili olması, enerji tüketiminin bireysel tercihlerden çok tarihsel morfoloji tarafından şekillendirildiğini ortaya koymaktadır.

Bu noktada Ankara ve Dublin arasındaki fark, yalnızca iki kentin karşılaştırılması olarak değil; iki farklı kentsel enerji ontolojisinin temsili olarak okunmalıdır. Ankara, genç yapı stokuna sahip, hızlı dönüşen ve mekânsal olarak görece homojen kentlerin temsilcisi olarak, enerji tüketiminde davranışsal esnekliğin yüksek olduğu bir rejimi yansıtmaktadır. Dublin ise tarihsel olarak oturmuş morfolojisi, yaşlı yapı stoğu ve düşük dönüşüm kapasitesiyle, enerji tüketiminin yapısal kilitlenme altında gerçekleştiği kentlere örnek teşkil etmektedir. Literatürde farklı kentlerde aynı değişkenlerin neden zıt yönlü etkiler ürettiğine dair tartışmalar (yoğunluk paradoksu, gelir–enerji çelişkisi vb.), bu ontolojik ayrım üzerinden anlam kazanmaktadır (Sharifi, 2019; Zhang vd., 2015).

Bu bağlamda Ankara ve Dublin karşılaştırması, literatürde aynı değişkenlerin neden farklı kentlerde zıt yönlü etkiler ürettiğine dair tartışmaların, bağlam duyarlı bir çerçeve içinde yeniden okunabileceğini göstermektedir. Çalışmanın bulguları, bu farklılaşmaların örnekleme farkından ziyade kentsel yapı ve gelişim dinamikleriyle ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

5.3.1. Enerji tüketiminde mekansal ve sosyoekonomik belirleyicilerin görelî rolü

Bu çalışmanın bulguları, enerji tüketimini belirleyen mekanizmaların kentten kente farklılaşmasının, tekil mekânsal ya da sosyoekonomik değişkenlerin varlığından ziyade, bu değişkenlerin hangi kentsel bağlamda, hangi koşullar altında ve hangi diğer değişkenlerle birlikte baskın hale geldiğiyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu durum, mekânsal ve sosyoekonomik değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin doğrudan ve tek yönlü değil; dolaylı, etkileşimli ve koşula bağlı biçimlerde işlediğini ileri süren literatürle örtüşmektedir (Santin, 2011; Boroza, 2018; ten Dam vd., 2022).

Bu bağlamda, bir kentin enerji tüketimini açıklarken mekânsal ve sosyoekonomik değişkenlerin görelî öneminin bağlama göre değişip değişmediğini sorgulayan Makro araştırma sorusu 2 (AS-2), Ankara ve Dublin örnekleri üzerinden karşılaştırmalı ve bağlama duyarlı bir çerçevede ele alınmaktadır. Elde edilen bulgular, sosyoekonomik özelliklerin (gelir, hanehalkı yapısı, demografik bileşenler) enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin, mekânsal özellikler (yapı stoku karakteri, konut tipi, bina yaşı gibi) dikkate alınmadan bağımsız biçimde değerlendirilemeyeceğini göstermekte; bu yönüyle H2 hipotezini desteklemektedir. Aynı zamanda mekânsal değişkenlerin, sosyoekonomik etkileri bazı bağlamlarda güçlendiren, bazı bağlamlarda ise sınırlandıran aracı mekanizmalar olarak işlev gördüğünün ortaya konması, H3 hipoteziyle tutarlı bir bulgusal çerçeve sunmaktadır.

Mekansal yapının baskın olduğu bağlamlar: Dublin örneği

Dublin örneğinde elde edilen bulgular, enerji tüketiminin büyük ölçüde fiziksel çevrenin dayattığı yapısal kısıtlar tarafından şekillendiğini ortaya koymaktadır. Doğrusal OLS, kantil regresyon ve SHAP analizleri birlikte değerlendirildiğinde, bina yaşı, konut tipolojisi ve yapı stoğu çeşitliliği gibi mekânsal değişkenlerin, sosyoekonomik özelliklerin etkisini bastıran bir çerçeve oluşturduğu görülmektedir. Özellikle 45 yıl üzerindeki bina yaşının, tüm tüketim

rejimlerinde istikrarlı biçimde enerji tüketimini artırması, Dublin’de enerji kullanımının bireysel tercihlerden çok yapısal miras tarafından belirlendiğine işaret etmektedir.

Bu bulgu, yapı stoğunun enerji performansı üzerindeki belirleyiciliğini vurgulayan çalışmaları doğrudan desteklemektedir. Marique ve Reiter (2012), müstakil ve düşük yoğunluklu konut tipolojilerinin daha yüksek ısı kaybına sahip olduğunu; Aksoezen vd. (2015) ise eski yapı stoklarında düşük yalıtım standartlarının enerji talebini kalıcı biçimde artırdığını göstermektedir. Dublin’de geniş bir tarihsel aralığa yayılan yapı stoğu (1–200 yıl), bu teorik çerçevenin ampirik bir karşılığı olarak okunmalıdır. Bu bağlamda, konutun büyüklüğü dahi tek başına açıklayıcı olmamakta; büyük konutlarda dahi düşük tüketimin mümkün olması, yapı kalitesi ve standartların belirleyici rolünü ortaya koymaktadır.

Ayrıca Dublin bulguları, mekânsal değişkenlerin sosyoekonomik etkileri aracı (mediator) bir rol üstlenerek zayıflatıldığını göstermektedir. H3 hipotezinde öne sürüldüğü üzere, mekânsal özellikler yalnızca doğrudan etki üretmemekte; aynı zamanda gelir, hanehalkı büyüklüğü ve demografik yapı gibi değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerini sınırlandırıcı bir filtre işlevi görmektedir. Literatürde, tarihsel olarak oturmuş kentlerde bireysel davranışların enerji tüketimi üzerindeki etkisinin sınırlı kaldığına dair bulgular (Salat ve Bourdic, 2012; Sharifi, 2019), Dublin örneğinde açık biçimde doğrulanmaktadır.

Sosyoekonomik profilin baskın olduğu bağlamlar: Ankara örneği

Önceki bölümde tanımlanan kentsel bağlam farkı çerçevesinde değerlendirildiğinde, Ankara örneğinde enerji tüketiminin, görece homojen ve genç bir yapı stoku içinde, büyük ölçüde sosyoekonomik ve davranışsal farklılıklar üzerinden ayrıştığı görülmektedir. Ankara örneğinde ise enerji tüketiminin, görece homojen ve genç bir yapı stoku içinde, büyük ölçüde sosyoekonomik ve davranışsal farklılıklar üzerinden ayrıştığı görülmektedir. Bulgular, Ankara’da konut büyüklüğü ve hanehalkı büyüklüğünün ortalama etkiler düzeyinde güçlü belirleyiciler olduğunu; ancak bu etkilerin gelir ve davranışsal değişkenlerle birlikte ele alındığında anlam kazandığını göstermektedir. Özellikle polinomsal OLS, etkileşimli OLS ve Johnson–Neyman analizleri, gelir ile konut büyüklüğü arasındaki ilişkinin belirli eşiklere kadar güçlendiğini, sonrasında ise zayıfladığını ortaya koymaktadır.

Bu durum, sosyoekonomik kapasitenin enerji tüketimini nasıl farklılaştırdığına dair literatürle tutarlıdır. Borozan (2018), benzer mekânsal koşullara sahip mahallelerde dahi gelir ve eğitim düzeyindeki farklılıkların enerji tüketimini ayrıştırabildiğini vurgulamaktadır. Aynı şekilde, rebound etkisi literatürü, gelir artışının bir yandan enerji verimliliği yatırımlarını teşvik ederken, diğer yandan artan konfor ve cihaz sahipliği yoluyla toplam tüketimi yükseltebileceğini göstermektedir (Wang vd., 2020; Chen vd., 2023). Ankara’da gözlenen “davranışsal esneklik”, bu ikili mekanizmanın mekânsal kısıtların görece zayıf olduğu kentlerde daha görünür hale geldiğini göstermektedir.

Ankara bulguları, H2 hipotezinde öne sürülen “sosyoekonomik değişkenlerin etkisinin mekânsal özelliklerle birlikte ele alındığında anlamlı biçimde değiştiği” varsayımını güçlü biçimde doğrulamaktadır. Genç ve apartman ağırlıklı yapı stoku, fiziksel çevrenin belirleyiciliğini sınırlamakta; bu durum, gelir, hanehalkı büyüklüğü ve davranışsal tercihler gibi mikro düzey faktörlerin enerji tüketimi üzerinde devredici bir rol üstlenmesine olanak tanımaktadır.

Genel değerlendirme: Koşullu baskınlık ve bağlama duyarlı etkileşim

Ankara ve Dublin karşılaştırması, fiziksel ve sosyoekonomik değişkenler arasında evrensel bir hiyerarşi olmadığını; aksine, bu değişkenlerin bağlama bağlı olarak baskınlık değiştirdiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, literatürde aynı değişkenlerin neden farklı kentlerde zıt sonuçlar ürettiğine dair tartışmaları açıklamakta; yoğunluk, gelir ve yapı stoğu üzerine yapılan çelişkili çalışmaların bağlam bağımlı doğasını görünür kılmaktadır (Newman ve Kenworthy, 1999; Zhang vd., 2015; Sharifi, 2019).

Sonuç olarak bu bölüm, Makro AS-2’yi doğrudan yanıtlayarak, enerji tüketimini belirleyen mekânsal ve sosyoekonomik değişkenlerin göreceli etkilerinin koşullu ve bağlama duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Aynı zamanda H2 ve H3 hipotezleri, yalnızca istatistiksel olarak değil; kuramsal ve planlama temelli bir çerçeve içinde doğrulanmaktadır. Enerji tüketimi, bu tezde, fiziksel determinizm ile sosyoekonomik dinamizm arasındaki mekânsal olarak kurulan bir diyalektik olarak ele alınmakta; bu yaklaşım, izleyen bölümlerde tartışılacak olan rejim-temelli ve karar destek odaklı analizlerin temelini oluşturmaktadır.

5.3.2. Doğrusal olmayan ilişkiler ve eşik etkileri: enerji tüketiminin niceliksel duyarlılıkları

Bu çalışmanın en kritik katkılarından biri, enerji tüketiminin mekânsal ve sosyoekonomik belirleyicilerle olan ilişkisinin doğrusal, sürekli ve tek yönlü bir süreç olmadığına; aksine belirli eşik değerleri sonrasında yön, şiddet veya baskın mekanizma değiştirdiğine dair güçlü ampirik kanıtlar sunmasıdır. Literatürde uzun süredir tartışılan gelir–enerji, konut ölçeği–tüketim ve yapı yaşı–verimlilik ilişkileri çoğunlukla ortalama etkilere dayalı doğrusal modeller üzerinden ele alınmış; bu durum, “daha fazla gelir”, “daha büyük konut” veya “daha eski yapı” gibi değişkenlerin hangi noktaya kadar anlamlı olduğu sorusunu yanıtsız bırakmıştır (Santin, 2011; Boroza, 2018; Wang vd., 2020). Bu tez, söz konusu boşluğu, Ankara ve Dublin örneklerinde saptanan somut matematiksel eşikler aracılığıyla doldurmaktadır.

Ankara örneğinde, hanehalkı gelirinin enerji tüketimi üzerindeki etkisinin doğrusal olmadığı; yaklaşık 120 000 TL civarında belirgin bir eşik değerden sonra marjinal tüketim artışının zayıfladığı görülmektedir. Bu bulgu, literatürde gelir artışının enerji tüketimini sürekli olarak artırdığı yönündeki basit varsayımlarla çelişmekte; daha karmaşık bir “konfor doygunluğu” mekanizmasına işaret etmektedir. Gelirin düşük ve orta seviyelerinde enerji tüketimi, temel ihtiyaçların karşılanması ve konfor standartlarının yükseltilmesiyle birlikte artarken; belirli bir refah düzeyinin ötesinde, ek gelir artışlarının doğrudan enerji talebine yansımadağı anlaşılmaktadır.

Bu sonuç, çevresel iktisat literatüründe tartışılan Kuznets tipi eğriler ve rebound etkisiyle¹ örtüşmektedir. Söz konusu literatürde, hanehalkı gelirinin enerji tüketimi üzerindeki etkisinin doğrusal olmadığı; gelir ve eğitim düzeyindeki artışın bir yandan enerji verimliliği bilincini güçlendirirken, diğer yandan yükselen yaşam standartları yoluyla enerji talebini artırabildiği ikili bir yapı sergilediği vurgulanmaktadır (Boroza, 2018; Wang vd., 2020; Chen vd., 2023). Ancak bu tez, hanehalkı gelirinin enerji tüketimi üzerindeki etkisinin doğrusal olmadığı ve belirli eşiklerden sonra yön değiştirebildiği varsayımını (H1) mekânsal

¹ Kuznets tipi eğriler, çevresel iktisat literatüründe, ekonomik büyüme veya gelir artışı ile çevresel baskılar (örneğin enerji tüketimi veya emisyonlar) arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığını; belirli bir gelir düzeyine kadar çevresel baskıların arttığını, bu eşiğin aşılmasından sonra ise teknolojik gelişmeler, verimlilik artışları ve davranışsal dönüşümler yoluyla azalma eğilimine girebildiğini ileri süren yaklaşımları ifade etmektedir. Rebound etkisi ise, enerji verimliliğini artırmaya yönelik teknik iyileştirmelerin, maliyetlerin düşmesi ve kullanımın artması yoluyla beklenen enerji tasarrufunun bir kısmını veya tamamını ortadan kaldıracı talep artışlarına yol açabileceğini tanımlayan bir kavramdır.

bağlam içine yerleştirerek yeniden yorumlamaktadır. Ankara gibi görece homojen yapı stokuna sahip ve hızlı dönüşen kentlerde, gelir artışının belirli bir düzeyden sonra enerji tüketimini artırıcı değil, dengeleyici bir rol üstlenebildiği gösterilmektedir. Bu bulgu, planlama açısından “geliri artırmak” gibi tek boyutlu politikaların enerji talebini otomatik olarak yükselteceği yönündeki varsayımı sorgulamakta; gelir–enerji ilişkilerinin mekânsal yapı ve kentsel bağlam dikkate alınmadan değerlendirilemeyeceğini ortaya koymaktadır.

Dublin’de yapısal kilitlenme: bu yaş eşiği, enerji tüketiminin bireysel gelir düzeyi veya davranışsal tercihlerle sınırlı biçimde kontrol edilebildiğini; buna karşılık, tüketimin büyük ölçüde yapı stokunun fiziksel özelliklerine bağlı olarak üretildiğini göstermektedir. Bu durum, Dublin örneğinde enerji tüketiminin yapısal bir ‘kilitlenme’ (structural lock-in) mekanizması aracılığıyla şekillendiğine işaret etmektedir. Analizler, özellikle 45 yılın üzerindeki yapı stoğunda, enerji tüketiminin keskin biçimde arttığını göstermektedir. Bu eşik, bireysel davranışlardan büyük ölçüde bağımsız, yapısal bir “kilitlenme” (structural lock-in) etkisine işaret etmektedir. Literatürde eski yapı stoklarının düşük yalıtım standartları, yüksek ısı kayıpları ve sınırlı yenileme olanakları nedeniyle enerji tüketimini artırdığı uzun süredir bilinmektedir (Marique ve Reiter, 2012; Aksoezen vd., 2015; Santin, 2011). Ancak bu tez, bu ilişkinin sürekli değil, belirli bir yaş eşiğinden sonra hızlanan bir nitelik taşıdığını ortaya koymaktadır.

Bu bulgu, Dublin gibi tarihsel morfolojisi büyük ölçüde oturmuş kentlerde, enerji tüketiminin neden bireysel gelir veya davranış değişiklikleriyle sınırlı ölçüde kontrol edilebildiğini açıklamaktadır. Yapı yaşı eşiği aşıldığında, hanehalklarının enerji tüketimi üzerindeki manevra alanı daralmakta; tüketim, büyük ölçüde fiziksel çevrenin dayattığı koşullara bağlı hale gelmektedir. Bu durum, H2 ve H3 hipotezleriyle uyumlu biçimde, mekânsal değişkenlerin sosyoekonomik etkileri baskılayabildiğini göstermekte; aynı zamanda Dublin örneğinde neden gelir temelli eşiklerin istatistiksel olarak zayıf kaldığını açıklamaktadır.

Her iki kentte ortak olarak gözlemlenen bir diğer doğrusal olmayan ilişki, konut büyüklüğü ile enerji tüketimi arasındaki ilişkide ortaya çıkan azalan marjinal etkidir. Konut büyüklüğünün artması, belirli bir metrekaresine kadar enerji tüketimini güçlü biçimde artırırken; bu noktadan sonra ek alanların tüketim üzerindeki etkisi zayıflamaktadır. Bu bulgu, konut büyüklüğünün enerji tüketimindeki rolünü tartışan çalışmalarda sıklıkla göz

ardı edilen bir boyutu görünür kılmaktadır. Santin (2011) ve Marique ve Reiter (2012), konut ölçeğinin enerji talebi üzerindeki önemini vurgularken, bu etkinin doğrusal olmadığına dair ampirik kanıtlar sınırlıdır.

Tezin bulguları, özellikle Dublin’de büyük konutlarda dahi düşük enerji tüketiminin mümkün olabildiğini; bunun da yapı kalitesi, yalıtım standartları ve kullanım örüntüleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu durum, enerji tüketiminin salt metrekare üzerinden değil, metrekarenin hangi fiziksel ve bağlamsal koşullarda üretildiği üzerinden değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

5.3.3. Konut bazlı enerji tüketim rejimleri: enerji yoksulluğu, yaşam tarzı ve rejimsel ayrışma

Bu çalışmada kantil regresyon ve kantil betimleyici rejim analizleriyle elde edilen bulgular, enerji tüketiminin yalnızca nicel bir çıktı değil; toplumsal konum, mekânsal bağlam ve kullanım zorunluluklarıyla birlikte üretilen rejimsel bir olgu olduğunu ortaya koymaktadır. Literatürde enerji tüketimi çoğunlukla teknik verimlilik, bina performansı ya da bireysel davranışlar üzerinden ele alınmakta (D’Oca vd., 2015; Santin vd., 2009); düşük ve yüksek tüketim düzeyleri çoğu zaman aynı normatif çerçevede değerlendirilmektedir. Ancak bu yaklaşım, tüketimin hangi mekanizmalar altında üretildiği sorusunu ikincilleştirmekte ve özellikle bağlama duyarlı farklılaşmaları görünmez kılmaktadır (Walker ve Day, 2012; Bouzarovski, 2014). Bu bulgular, enerji tüketiminin doğrusal ve tek yönlü biçimde ele alınamayacağına işaret ederek H1 hipotezini kavramsal düzeyde desteklemektedir.

Bu tez, enerji tüketim rejimlerini “az–çok” ekseninde değil; zorunlu kısıtlar altında şekillenen tüketim ile yaşam tarzı temelli seçilmiş tüketim ayrımı üzerinden kavramsallaştırmaktadır. Bu ayrım, düşük tüketimin her zaman enerji etkinliği veya çevresel başarı göstergesi olarak yorumlanamayacağını; benzer biçimde yüksek tüketimin de otomatik olarak refah göstergesi sayılamayacağını ortaya koymaktadır. Literatürde rejim-temelli ve bağlam-duyarlı yaklaşımların vurguladığı üzere, enerji tüketimi mekânsal, toplumsal ve davranışsal etkileşimler yoluyla üretilmektedir (Shove, 2010; Sovacool, 2014; Bouzarovski ve Petrova, 2015). Bu çerçeve, sosyoekonomik ve mekânsal değişkenlerin birlikte ele alınmasının gerekliliğini savunan H2 hipoteziyle doğrudan örtüşmektedir.

Dublin örneğinde düşük tüketim kantilinin belirli kümelerde yoğunlaşması, düşük enerji kullanımının bağlama bağlı olarak farklı rejimsel anlamlar taşıdığını göstermektedir. Bu bağlamda düşük tüketim, bazı haneler için apartman tipolojisi, kompakt kentsel yapı ve daha düşük ısıtma gereksinimiyle ilişkili bir bağlamsal verimlilik rejimi olarak ortaya çıkmaktadır (Marique ve Reiter, 2012; Salat ve Bourdic, 2017). Ancak kantil ve SHAP analizlerinin birlikte değerlendirilmesi, benzer düzeyde düşük tüketimin farklı hane profillerinde zorunlu kısıtlar ve kırılganlıklar üzerinden de üretilebildiğini göstermektedir. Bu durum, enerji yoksulluğunun yalnızca tüketim miktarı üzerinden değil, tüketimin hangi koşullar altında üretildiği üzerinden değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymakta; H4 hipotezinde vurgulanan bağlam duyarlılığını açık biçimde doğrulamaktadır.

Yüksek tüketim kantilinde yer alan hanehalkları ise hem Ankara hem de Dublin örneklerinde, ağırlıklı olarak yaşam tarzı temelli bir enerji tüketim rejimi üretmektedir. Büyük konutlar, eski ve düşük performanslı yapı stokları, yüksek cihaz sahipliği ve konfor odaklı kullanım örüntüleri bu rejimin temel bileşenleri olarak öne çıkmaktadır. Literatürde gelir artışının bir yandan enerji verimliliği yatırımlarını mümkün kıldığı, diğer yandan daha büyük konutlar ve artan cihaz kullanımı yoluyla toplam talebi artırdığı yönündeki bulgular (Borozan, 2018; Wang vd., 2020; Chen vd., 2023), bu rejimle tutarlıdır.

Düşük ve yüksek tüketim rejimleri arasındaki bu ayrışma, enerji tüketiminin yalnızca istatistiksel olarak değil, toplumsal ve normatif olarak da farklı mekanizmalarla üretildiğini göstermektedir. Mikro ölçekte gözlenen bu rejimsel ayrışmanın, mezo ölçekte belirli mahalle tipolojileri içinde tutarlı örüntüler üretmesi, H6 hipotezini hem ampirik hem de kavramsal düzeyde güçlü biçimde desteklemektedir.

5.3.4. Mezo ölçekte sosyo-mekânsal kümeler ve enerji tüketim rejimleri

Bu çalışmada mezo ölçekte tanımlanan sosyoekonomik ve mekânsal kümeler, enerji tüketimini açıklayan modellerde yardımcı veya ikincil değişkenler olarak değil; tüketim rejimlerinin hangi mekânsal ve toplumsal mekanizmalar altında üretildiğini çerçeveleyen bağlamsal ara yüzler olarak ele alınmıştır. Literatürde enerji tüketimi analizleri çoğunlukla hanehalkı düzeyindeki mikro değişkenler (gelir, hanehalkı büyüklüğü, davranışsal tercihler) veya kent ölçeğindeki makro göstergeler (yoğunluk, ulaşım altyapısı) üzerinden yürütülmekte; mahalle ölçeği ise çoğu zaman sabit bir kategori olarak modele dâhil

edilmektedir (Cervero, 1998; Camagni vd., 2002). Oysa mahalle, makro kentsel yapı ile mikro hanehalkı davranışları arasında işleyen ve bu iki düzlemin karşılıklı olarak birbirini şekillendirdiği aktif bir üretim alanıdır (Marique ve Reiter, 2012; Borozan, 2018).

Bu tez, mahalleyi enerji tüketiminin yalnızca gerçekleştiği bir mekân değil; tüketim rejimlerinin üretildiği analitik bir bağlam olarak konumlandırmaktadır. Bu yaklaşım, mekânsal ve sosyoekonomik değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin tekil değil, etkileşimli ve bağlama duyarlı olduğunu savunan H2 hipoteziyle doğrudan örtüşmektedir.

Gaussian Mixture Model (GMM) tabanlı kümeleme yaklaşımı, mahalleleri tekil göstergeler üzerinden değil; yapı stoğu karakteri, konut tipolojisi, demografik yapı ve sosyoekonomik profilin birlikte tanımladığı çok boyutlu tipolojiler olarak ayrıştırmaktadır. Bu yaklaşım, literatürde mahalle ölçeğinin enerji tüketimi üzerindeki rolünü vurgulayan ancak çoğunlukla betimleyici düzeyde kalan çalışmaları ileri taşıyarak, mezo ölçeği analitik sürecin merkezine yerleştirmektedir (Aksoezen vd., 2015; Marique ve Reiter, 2012; ten Dam vd., 2022).

Aynı enerji tüketim düzeyinde farklı mekanizmalar: Küme–rejim ayrışması

Kantil regresyon, betimleyici rejim analizi ve SHAP bulguları birlikte değerlendirildiğinde, aynı enerji tüketim düzeyinin farklı mezo kümelerde farklı mekanizmalarla üretildiği açık biçimde görülmektedir. Ankara örneğinde, görece homojen yapı stokuna sahip mahallelerde enerji tüketimi; hanehalkı büyüklüğü, gelir düzeyi ve davranışsal özellikler üzerinden ayrışmakta; rejimsel farklılaşma ağırlıklı olarak mikro ölçekli sosyoekonomik değişkenler aracılığıyla şekillenmektedir. Literatürde benzer mekânsal koşullara sahip mahallelerde dahi, sosyoekonomik profillerin enerji tüketim örüntülerini belirgin biçimde farklılaştırabildiğine işaret eden çalışmalar bu durumu desteklemektedir (Borozan, 2018; Xu vd., 2020).

Dublin örneğinde ise aynı tüketim rejimleri, farklı mezo kümelerde daha keskin biçimde ayrışmaktadır. Merkezî ve görece kompakt mahalle tipolojileri düşük ve orta tüketim rejimleriyle örtüşürken; düşük yoğunluklu, geniş parsel yapısına ve yaşlı yapı stokuna sahip banliyö kümeleri yüksek tüketim rejimleriyle sistematik biçimde çakışmaktadır. Bu örüntü, Dublin bağlamında enerji tüketiminin bireysel tercihlerden ziyade, mahalle morfolojisi ve yapı stoğu karakteri tarafından güçlü biçimde çerçevelendiğini göstermektedir. Yapı

tipolojisi ve inşâ döneminin enerji gereksinimini doğrudan etkilediğine ilişkin literatür bulguları, bu mekânsal ayrışmayla tutarlıdır (Marique ve Reiter, 2012; Aksoezen vd., 2015).

Bu bulgular, aynı sosyoekonomik özelliklere sahip hanehalklarının farklı kentsel bağlamlarda farklı enerji tüketim örüntüleri sergilediğini ortaya koyarak, H4 hipotezini mezo ölçek üzerinden ampirik olarak desteklemektedir.

Mezo ölçeğin rejimsel çerçevedeki konumu

Mezo ölçek kümeler, bu çalışmada makro kentsel yapı ile mikro hanehalkı profilleri arasında işleyen bağlamsal bir ara yüz olarak konumlandırılmıştır. Ankara ve Dublin'in farklı kentsel ontolojileri, mezo ölçekte farklı mahalle tipolojileri aracılığıyla somutlaşmakta; mikro ölçekte gözlenen enerji tüketimi heterojenliği bu bağlamlar içinde anlam kazanmaktadır. Bu yapı, literatürde sıklıkla dile getirilen ancak çoğu zaman soyut kalan bağlam bağımlılığı olgusunu, mahalle ölçeği üzerinden ampirik olarak görünür kılmaktadır (Camagni vd., 2002; Esfandi vd., 2022).

Bu çerçevede mezo ölçek, enerji tüketiminin yalnızca nerede yoğunlaştığını değil; hangi mekanizmalarla ve hangi bağlamsal koşullar altında üretildiğini açıklayan temel analitik düzeyi temsil etmektedir. Mikro ölçekte farklı hanehalkı profillerine bağlı olarak değişen tüketim mekanizmalarının, mezo ölçekte tutarlı örüntüler üretmesi, H6 hipotezini hem mekânsal hem de rejimsel düzeyde doğrulamaktadır.

5.4. Açıklanabilirlik, Ölçekler Arası Geçiş ve Planlama Açısından Yorumlanabilirlik

Bu bölümde tartışma, enerji tüketiminin rejim-temelli ve bağlama duyarlı yapısının nasıl yorumlanabilir hale getirildiği sorusu etrafında yeniden çerçevelenmektedir. Önceki tartışma bölümünde, çok ölçekli analizler yoluyla enerji tüketiminin farklı kentsel bağlamlarda farklı mekanizmalarla üretildiği ortaya konmuştur. Ancak bu bulguların planlama disiplini açısından anlam kazanabilmesi, yalnızca değişkenler arasındaki istatistiksel ilişkilerin gösterilmesiyle değil; bu ilişkilerin hangi koşullarda, hangi hane profilleri ve hangi mekânsal bağlamlar altında baskın hale geldiğinin açıklanmasıyla mümkündür.

Bu bağlamda ikinci tartışma bölümü, analitik bulguların yorumlanabilirlik ve ölçekler arası geçiş perspektifiyle ele alınmasına odaklanmaktadır. Açıklanabilir yapay zekâ yöntemleri,

bu çalışmada yalnızca yöntemsel bir araç olarak değil; mikro ölçekte tanımlanan mekanizmalar ile mezo ölçekteki sosyo-mekânsal bağlamlar arasında nedensel süreklilik kuran bir yorum katmanı olarak değerlendirilmiştir. İzleyen alt bölümlerde, bu yaklaşımın enerji tüketimini anlamlandırma biçimini nasıl dönüştürdüğü ve mevcut politika çerçevelerinden hangi yönleriyle ayrıştığı tartışılmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan SHAP analizi, enerji tüketimini belirleyen değişkenlerin mikro ölçekte nasıl farklılaştığını ve bu farklılaşmanın mezo ölçekte tanımlanan sosyo-mekânsal bağlamlar içinde nasıl yeniden düzenlendiğini görünür kılmıştır. Bulgular bölümünde sunulan regresyon ve kantil analizleri, değişkenlerin koşullu etkilerini ortaya koyarken; SHAP analizi bu etkilerin hangi hanehalkı profillerinde ve hangi mahalle tipolojileri altında baskın hale geldiğini ayrıntılı biçimde izlemeye olanak tanımıştır. Bu yönüyle SHAP, enerji tüketiminin tekil ve homojen bir süreç olmadığını; farklı değişken kombinasyonlarının farklı bağlamlarda öne çıktığı çok katmanlı bir mekanizma olarak üretildiğini göstermektedir.

Özellikle doğrusal modellerde ikincil düzeyde görünen bazı değişkenlerin, belirli hane profilleri ve belirli mezo kümeler altında yüksek açıklayıcılık kazanması, enerji tüketiminin bağlama duyarlı mikro süreçler aracılığıyla şekillendiğine işaret etmektedir. Bu bulgu, değişkenlerin ortalama etkilerinden ziyade, koşullu ve bağlamsal etkilerinin planlama açısından daha anlamlı olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu yönüyle SHAP analizi, H1 kapsamında öne sürülen doğrusal olmayanlık varsayımını mikro ölçekte somutlaştırmakta; H2 ve H6 hipotezlerinde vurgulanan etkileşimli ve rejim-temelli yapıyı yorumlanabilir kılmaktadır.

SHAP bulguları, mikro ölçekte gözlenen bu heterojenliğin, mezo ölçekte tanımlanan sosyo-mekânsal kümelerle tutarlı örüntüler oluşturduğunu da göstermektedir. Aynı enerji tüketim düzeyine sahip hanelerin, farklı mahalle tipolojilerinde farklı değişken baskınlıkları üzerinden bu düzeye ulaştığı görülmektedir. Bu durum, enerji tüketiminin yalnızca bireysel özelliklerin toplamı olarak değil; bu özelliklerin içinde yer aldığı mekânsal bağlam tarafından çerçevelenen bir süreç olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Böylece SHAP analizi, bu çalışmada yöntemsel bir araç olmanın ötesinde, çok ölçekli bulgular arasında analitik süreklilik sağlayan ve tüketim rejimlerinin iç mantığını açığa çıkaran bir tartışma düzeyi sunmaktadır.

5.5. Enerji Etkin Kentler İçin Bağlama Duyarlı Karar Destek Yaklaşımının Mevcut Politika Araçları ile Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi

Bu çalışma kapsamında geliştirilen bağlama duyarlı karar destek yaklaşımı, enerji etkin kentler literatüründe uzun süredir tartışılan ancak uygulamada karşılığını bulmakta zorlanan bazı yapısal sorunları analitik düzeyde görünür kılmaktadır. Bunlar başlıca; (i) tek tip politika araçlarının heterojen kentsel bağlamlarda sınırlı açıklayıcılığa sahip olması, (ii) ortalama değerlere dayalı analizlerin farklı tüketim rejimleri altında işleyen mekanizmaları ayırt edememesi ve (iii) mekânsal, sosyoekonomik ve davranışsal bilginin karar süreçlerinde parçalı biçimde ele alınmasıdır. Bu çerçevede önerilen yaklaşım, mevcut politika araçlarını ikame eden normatif bir model olarak değil; enerji tüketimini üreten mekanizmaların hangi koşullarda farklılaştığını tartışmaya açan analitik bir karşılaştırma zemini olarak ele alınmaktadır.

5.5.1. Tek tip politika araçlarının bağlamsal sınırlılıkları

Enerji etkinliği politikaları literatürde büyük ölçüde bina performans standartları, teknik verimlilik göstergeleri ve evrensel tasarım ilkeleri üzerinden kurgulanmaktadır. Kompakt kent, karma arazi kullanımı ve yoğunluk artışı gibi yaklaşımlar, çoğu zaman bağlamdan bağımsız biçimde “her yerde geçerli” çözümler olarak sunulmaktadır (Newman ve Kenworthy, 1999; Cervero, 1998). Ancak literatürde aynı mekânsal araçların farklı kentsel bağlamlarda zıt sonuçlar üretebildiğine dair güçlü ampirik kanıtlar bulunmaktadır. Özellikle aşırı yoğunluğun megakentlerde enerji tüketimini ve karbon salımını artırabildiği (Zhang vd., 2015; Sharifi, 2019), yapı stoğu karakteri ve tarihsel morfolojinin bu sonuçları belirleyici biçimde etkilediği vurgulanmaktadır (Salat ve Bourdic, 2012; Aksoezen vd., 2015).

Bu tezde Ankara ve Dublin örnekleri üzerinden elde edilen bulgular, söz konusu çelişkilerin rastlantısal olmadığını; bağlam bağımlı bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Ankara’da görece homojen ve genç yapı stoğu, enerji tüketiminin sosyoekonomik profiller ve bireysel davranışlar aracılığıyla farklılaşmasına olanak tanırken; Dublin’de tarihsel olarak oturmuş, yaşlı ve çeşitlenmiş yapı stoğu, bireysel tercihlerin etkisini sınırlayan yapısal bir çerçeve oluşturmaktadır. Bu durum, yapı stoğu ve konut tipolojisinin enerji tüketimi üzerindeki belirleyici rolüne işaret eden literatürle tutarlıdır (Marique ve Reiter, 2012; Aksoezen vd., 2015).

Bu bağlamda mahalle ve seçim bölgesi (ED) düzeyinde tanımlanan sosyo-mekânsal tipolojiler, politika araçlarının neden bazı bağlamlarda etkili olurken bazı bağlamlarda etkisiz kaldığını anlamak için analitik bir ara düzlem sunmaktadır. Bu yaklaşım, mahalle ölçeğinin enerji tüketimi üzerindeki rolünü vurgulayan çalışmaları (Borozan, 2018; ten Dam vd., 2022) ileri taşıyarak, mahalleyi yalnızca betimleyici bir kategori değil, bağlamın kendisini temsil eden bir çözümleme birimi olarak ele almaktadır.

Ortalama değer yaklaşımlarının rejimsel sorunları

Mevcut enerji politikalarının büyük bölümü, ortalama değerlere dayalı analizler üzerinden şekillendirilmektedir. Bu yaklaşım, farklı tüketim rejimleri altında işleyen mekanizmaların ayırt edilmesini güçleştirmekte ve düşük, orta ve yüksek tüketim düzeylerinde ortaya çıkan yapısal farklılıkları görünmez kılmaktadır. Bu tezde kullanılan rejim-temelli analizler, enerji tüketiminin farklı düzeylerde farklı belirleyici kombinasyonlarıyla üretildiğini ortaya koyarak, ortalama merkezli okumanın sınırlılıklarını açık biçimde göstermektedir.

Kantil regresyon ve eşik temelli analizler, düşük tüketim rejimlerinin özellikle Dublin bağlamında yapı kalitesi, yalıtım durumu ve ısıtma kısıtlarıyla ilişkili zorunlu bir yapıya işaret ettiğini; yüksek tüketim rejimlerinin ise büyük konutlar, yaşlı yapı stoğu ve yaşam tarzı tercihlerinin birleşimiyle şekillendiğini ortaya koymaktadır. Bu ayrışma, literatürde çoğu zaman ayrı başlıklar altında ele alınan enerji yoksulluğu ve geri tepme etkisi tartışmalarının, aynı rejimsel çerçeve içinde birlikte değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir (Boardman, 1991; Wang vd., 2020).

Bu bulgular, politika araçlarının tek bir “ortalama kullanıcı” varsayımı üzerinden tasarlanmasının, farklı tüketim rejimleri altında neden benzer sonuçlar üretmediğini açıklayıcı bir zemin sunmaktadır. Böylece rejim-duyarlı analizler, politika tasarımına doğrudan bir reçete sunmaktan ziyade, hangi varsayımların hangi bağlamlarda geçerliliğini yitirdiğini görünür kılmaktadır.

Çok ölçekli analitik bulguların planlama açısından yorumlanabilirliği

Enerji etkinliği alanındaki temel sorunlardan biri, bilgi eksikliğinden ziyade mevcut bilginin karar süreçlerine parçalı ve kopuk biçimde yansıtılmasıdır. Literatürde mekânsal form, yapı

stoğu, sosyoekonomik yapı ve davranışsal faktörler çoğu zaman ayrı analiz düzlemlerinde ele alınmakta; bu değişkenlerin birlikte nasıl işlediği yeterince ortaya konmamaktadır (Camagni vd., 2002; Esfandi vd., 2022).

Bu tezde geliştirilen analitik çerçeve, makro ölçekte kentler arası karşılaştırmalar, mezo ölçekte sosyo-mekânsal kümeler ve mikro ölçekte rejim-temelli mekanizma analizlerini bütünlük bir yapı içinde ele almaktadır. Bu bütünlük yaklaşım, enerji tüketiminin “kim”, “nerede” ve “hangi koşullarda” soruları üzerinden birlikte okunmasına olanak tanımakta; literatürde vurgulanan bağlam bağımlılığı ve doğrusal olmayanlık olgularını somut mekânsal ve toplumsal karşılıklarıyla tartışılabilir hale getirmektedir (Salat ve Bourdic, 2012; Sharifi ve Yamagata, 2016).

Bu çerçevede karar destek yaklaşımı, planlama pratiği için doğrudan bir uygulama reçetesi sunmaktan ziyade, mevcut politika araçlarının hangi analitik varsayımlar altında sınırlı kaldığını ve hangi bağlamsal koşullarda yeniden düşünülmesi gerektiğini ortaya koyan bir yorumlama düzeyi olarak ele alınmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez, kentsel yapı ve sosyoekonomik yapı bileşenlerinin konut bazlı enerji tüketimi üzerindeki göreceli etkilerini mahalle ölçeğinde ortaya koymayı amaçlamaktadır. Ankara ve Dublin örnekleri üzerinden yürütülen çalışma, enerji tüketiminin yalnızca tekil değişkenler, doğrusal ilişkiler ya da ortalama etkiler üzerinden açıklanamayacağı varsayımından hareketle; mikro, mezo ve makro ölçekleri bütünleştiren çok ölçekli bir analitik çerçeve geliştirmiştir. Bu çerçeve, enerji tüketiminin farklı kentsel bağlamlarda, farklı mekanizmalar aracılığıyla ve eşiklere duyarlı biçimde üretildiği temel kabulü üzerine inşa edilmiştir.

Bu doğrultuda tez, makro ölçekte kentsel bağlamların enerji tüketimini hangi yapısal ve mekânsal özellikler üzerinden çerçevelediğini; mezo ölçekte mahalle ve seçim bölgesi (ED) düzeyinde tanımlanan sosyo-mekânsal tipolojilerin enerji tüketim örüntülerini nasıl ayırttığını; mikro ölçekte ise farklı hanehalkı profillerinde enerji tüketimini belirleyen mekanizmaların hangi eşiklerde yön veya şiddet değiştirdiğini incelemeyi hedeflemiştir. Araştırma soruları, mekânsal ve sosyoekonomik değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki göreceli etkilerinin ölçeğe ve bağlama göre nasıl farklılaştığını ortaya koyacak biçimde kurgulanmış; bu sorular doğrusal olmayan ilişkiler, etkileşimli süreçler ve bağlamsal heterojenlik varsayımları etrafında yapılandırılmıştır.

Tez kapsamında ileri sürülen hipotezler, hanehalkı gelirin, demografik yapının ve konut özelliklerinin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin doğrusal olmadığı; bu etkilerin mekânsal bağlam, yapı stoku karakteri ve sosyo-mekânsal tipolojiler aracılığıyla güçlendiği veya sınırlandığı; aynı sosyoekonomik özelliklere sahip hanehalklarının farklı kentsel bağlamlarda farklı enerji tüketim rejimleri ürettiği ve değişkenlerin göreceli önem sıralamasının ölçekler arasında tutarlı ancak bağlama duyarlı bir örüntü sergilediği varsayımlarına dayanmaktadır. Bu bölümde sunulan bulgular, söz konusu araştırma soruları ve hipotezler çerçevesinde, geliştirilen çok ölçekli analitik yaklaşımın temel çıktılarının bütüncül bir değerlendirmesini sunmaktadır.

Bu tez kapsamında elde edilen bulgular, konut bazlı enerji tüketiminin homojen, tek boyutlu ya da yalnızca ortalama etkilere indirgenebilir bir olgu olmadığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Enerji tüketimi, farklı tüketim düzeylerinde farklı mekanizmalar aracılığıyla üretilen rejimlerin bir bileşkesi olarak şekillenmektedir. Aynı enerji tüketim düzeyine sahip

hanehalklarının, farklı sosyoekonomik özellikler, mekânsal koşullar ve yapı stoku karakteristikleri üzerinden bu düzeye ulaştığı belirlenmiştir. Bu durum, enerji tüketiminin tekil değişkenler yerine, değişkenler arası etkileşimler ve eşiklere duyarlı süreçler üzerinden üretildiğini göstermektedir.

Bu bulgular, literatürde yoğunluk, gelir, yapı stoğu yaşı ve konut tipolojisi gibi değişkenler etrafında ortaya çıkan çelişkili sonuçların, metodolojik tutarsızlıklardan ziyade bağlama duyarlı kentsel sistemlerin doğal bir sonucu olduğunu göstermektedir. Aynı değişkenlerin farklı kentlerde ve farklı ölçeklerde farklı yönlerde etkiler üretmesi, enerji tüketiminin evrensel modellerle açıklanamayacağını; planlama analizlerinin bağlamsal heterojenliği merkeze alması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bulgular, enerji tüketimini üreten bu mekanizmaların ölçekler arasında tutarlı ancak bağlama duyarlı bir yapı sergilediğini ortaya koymaktadır. Mikro ölçekte hanehalkı profilleri üzerinden gözlemlenen farklılaşmalar, mezo ölçekte sosyo-mekânsal tipolojiler aracılığıyla ayrışmakta; makro ölçekte ise kentsel yapı, yapı stoku ve tarihsel gelişim süreçleriyle bütünleşerek tutarlı bir örüntü oluşturmaktadır. Bu çok ölçekli yapı, düşük ve yüksek enerji tüketiminin her bağlamda aynı anlamı taşımadığını göstermektedir. Düşük tüketim bazı bağlamlarda yapısal kısıtların bir sonucu olarak ortaya çıkarken, yüksek tüketim çoğu durumda bireysel tercihlerden ziyade kentsel form, yapı stoku özellikleri ve tarihsel gelişim kararlarıyla ilişkili olarak şekillenmektedir.

Tez kapsamında geliştirilen çok ölçekli analizler, makro, mezo ve mikro ölçekte yöneltlen araştırma sorularına doğrudan ve tutarlı yanıtlar üretmiştir. Makro ölçekte elde edilen bulgular, kentsel enerji etkinliğinin tekil göstergelerle ya da evrensel ölçütlerle değerlendirilemeyeceğini; Ankara ve Dublin örneklerinin, enerji tüketiminin yapı stoku özellikleri, kentsel morfoloji ve sosyoekonomik eşiklerin birlikte ele alınmasıyla anlam kazandığını göstermektedir. Mezo ölçekte tanımlanan sosyo-mekânsal kümelerin enerji tüketimi açısından anlamlı biçimde ayrıştığı; mahalle ve ED ölçeğinin enerji tüketiminin hangi mekanizmalarla üretildiğini belirleyen temel bağlamsal ölçek olarak öne çıktığı saptanmıştır. Mikro ölçekte ise gelir, konut büyüklüğü ve bina yaşı gibi değişkenlerin etkilerinin doğrusal olmadığı ve farklı tüketim rejimlerinde farklı duyarlılıklar sergilediği belirlenmiştir.

Bu bulgu, mezo ölçeğin enerji tüketimi analizlerinde yalnızca betimleyici bir ara düzey olmadığını; mikro ölçekteki hanehalkı profilleri ile makro ölçekteki kentsel yapı arasında işleyen kurucu bir bağlam olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Sosyo-mekânsal tipolojiler, enerji tüketimini belirleyen mekanizmaların hangi kentsel koşullar altında baskınlaştığını ya da sınırlandığını görünür kılarak, politika müdahalelerinin ölçek ve bağlam duyarlılığını artırmaktadır. Bu çerçevede mahalle ve ED ölçeği, enerji etkinliğine yönelik planlama kararlarının tanımlanabileceği en kritik analitik ve yönetsel ölçek olarak öne çıkmaktadır.

Bulgular doğrultusunda, tez kapsamında ileri sürülen hipotezler Ankara ve Dublin örneklerinde yürütülen mikro, mezo ve makro ölçekli analizler aracılığıyla tutarlı biçimde sınanmış ve doğrulanmıştır. Hipotezlerin doğrulanması, enerji tüketimini açıklamaya yönelik doğrusal ve tek ölçekli yaklaşımların yetersizliğini ampirik olarak ortaya koymakta; buna karşılık, çok ölçekli ve rejim-temelli bir okumanın politika tasarımı açısından daha anlamlı bir analitik zemin sunduğunu göstermektedir. Bu çerçeve, çalışmanın sonraki aşamasında geliştirilen bağlama duyarlı karar destek yaklaşımının kuramsal ve ampirik dayanağını oluşturmaktadır.

Tez çalışmasında geliştirilen karar destek matrisi, Ankara ve Dublin örneklerinde elde edilen çok ölçekli bulguların bütüncül bir sentezi olarak kurgulanmıştır (Çizelge 6.1). Matris, kentsel bağlamın mezo ölçekte tanımlanan sosyo-mekânsal tipolojileri, bu bağlamlarda gözlemlenen enerji tüketim rejimleri ve baskın tüketim mekanizmaları arasındaki ilişkileri aynı analitik çerçevede bir araya getirmektedir. Ankara ve Dublin örnekleri, farklı yapı stoku karakterleri, kentsel morfolojiler ve sosyoekonomik eşikler altında, benzer enerji tüketim rejimlerinin farklı mekanizmalarla üretilebildiğini; buna karşılık benzer mekanizmaların farklı bağlamlarda farklı politika öncelikleri doğurduğunu açık biçimde göstermektedir.

Çizelge 6.1. Ankara ve Dublin için bağlama duyarlı enerji politikası karar destek matrisi

Kent	Kentsel Bağlam (Mezo-Küme)	Tüketim Rejimi (Kantil)	Baskın Mekanizma (SHAP)	Öncelikli Politika / Müdahale Aracı
Ankara	Küme 5 ve 2 (Yüksek Yoğunluklu / Üst-Orta Sosyo-Ekon.)	Yüksek (Q0,75)	Konut Büyüklüğü ve Gelir Eşiği	Mekânsal Sınırlama: Yeni gelişim alanlarında konut m ² üst sınırlarının getirilmesi ve konfor doygunluğu sonrası enerji vergileri.

Çizelge 6.1. (devam) Ankara ve Dublin için bağlama duyarlı enerji politikası karar destek matrisi

Ankara	Küme 1 (Yüksek Yoğunluklu / Orta Sosyo-Ekon.)	Düşük ve Orta (Q0,25-0,50)	Davranışsal Esneklik ve Gönüllülük	Davranışsal Teşvik: Mahalle ölçekli enerji kooperatifleri, gönüllü katılım programları ve tasarruf odaklı "akıllı mahalle" uygulamaları.
Ankara	Küme 3 ve 4 (Düşük Yoğunluklu Kırılgan Alanlar)	Düşük (Q0,25)	Zorunlu Tasarruf ve Yapısal Kısıtlar	Sosyal Destek ve Yalıtım: Enerji yoksulluğu riski altındaki alanlarda kamu destekli yalıtım seferberliği ve yakıt desteği entegrasyonu.
Dublin	Küme 1 ve 2 (Düşük Yoğunluklu Banliyöler)	Yüksek (Q0,75)	Yapısal Kilitlenme (Bina Yaşı >45)	Radikal Rehabilitasyon: Eski yapı stokunun enerji performansının yükseltilmesi için derin restorasyon (deep retrofit) ve hibe programları.
Dublin	Küme 4 (Kompakt Merkez / Çekirdek)	Düşük ve Orta (Q0,25-0,50)	Fiziksel Form ve Mekânsal Ölçek	Formun Korunması: Yoğun ve çok fonksiyonlu yapının sürdürülmesi, mikro-birim (micro-unit) konut tiplerinin ve paylaşımlı enerji sistemlerinin teşviki.
Dublin	Küme 3 (Geçiş Kuşağı / Heterojen Alanlar)	Orta (Q0,50)	Hibrit Mekanizmalar (Gelir + Yalıtım)	Entegre Yenileme: Gelir düzeyiyle eşleşen kademeli yalıtım teşvikleri ve teknoloji odaklı bina yönetim sistemleri.

Karar destek matrisi, enerji tüketimine yönelik politika müdahalelerinin tek tip araçlar üzerinden ele alınamayacağını somut biçimde ortaya koymaktadır. Ankara örneğinde görece genç ve daha homojen yapı stokunun baskın olduğu bağlamlarda, davranışsal tercihler ve sosyoekonomik farklılıklar enerji tüketiminde daha belirleyici hale gelirken; bu bağlamlarda gönüllülük temelli, farkındalık artırıcı ve davranışsal teşviklere dayalı müdahale alanları öne çıkmaktadır. Buna karşılık Dublin örneğinde tarihsel olarak katmanlaşmış ve yaşlı yapı stokunun baskın olduğu bağlamlarda, enerji tüketimi büyük ölçüde yapısal kilitlenmeler aracılığıyla üretilmekte; bu durum fiziksel iyileştirme, finansal destek ve düzenleyici araçlara dayalı müdahaleleri öncelikli hale getirmektedir.

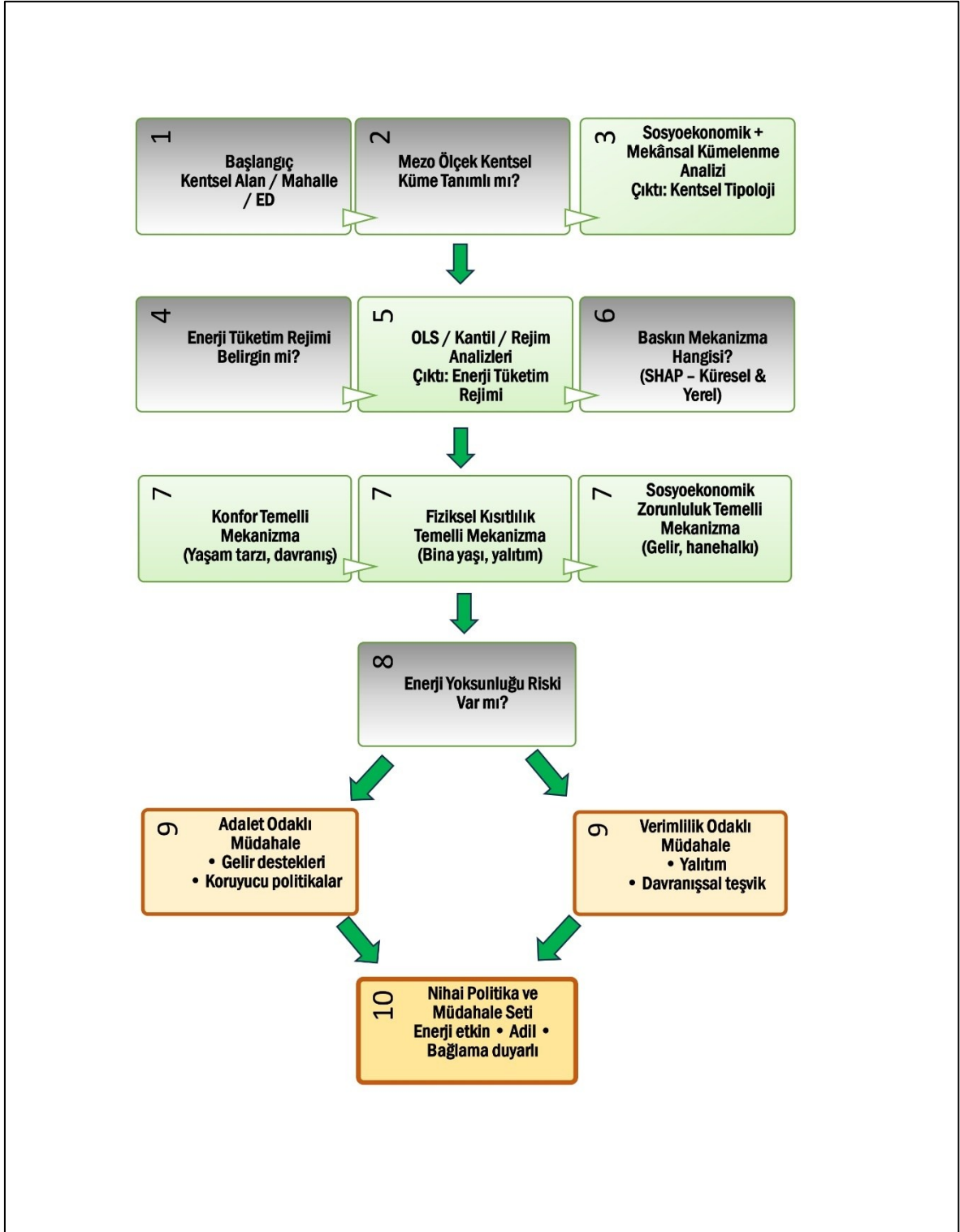
Bu bağlamda planlama açısından kritik bir soru ortaya çıkmaktadır: yüksek enerji tüketimi bireysel tercih alanı olarak mı değerlendirilmelidir, yoksa çevresel sınırlar ve toplumsal etkiler çerçevesinde yönetilmesi gereken kamusal bir mesele midir? Bu çalışmanın bulguları, yüksek enerji tüketim rejimlerinin mekânsal olarak yoğunlaştığını ve belirli yapı stokları ve konut tipolojileriyle sistematik biçimde örtüştüğünü göstererek, bu rejimin bireysel tercihlerden ziyade yapısal ve mekânsal bir sorun olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Yüksek tüketimin belirli mahalle tipleri ve yapı karakterleriyle birlikte üretildiği bu bağlamda, enerji tüketimi yalnızca hanehalkı davranışlarına indirgenemez; kentsel planlama kararları, yapılaşma biçimleri ve tarihsel gelişim süreçleriyle doğrudan

ilişkilidir. Bu durum, planlama disiplininin yalnızca enerji yoksulluğunu azaltmaya yönelik müdahalelerle sınırlı kalmaması, aynı zamanda enerji aşırılığını da mekânsal ve düzenleyici araçlar aracılığıyla ele alması gerektiğine işaret etmektedir.

Ankara ve Dublin’e özgü olarak oluşturulan karar destek matrisi, çalışmanın nihai amacı olan evrensel ve kapalı politika reçeteleri üretmeyi hedeflememektedir. Kentsel enerji tüketimi; kentsel morfoloji, yapı stoku özellikleri, sosyoekonomik yapı, hanehalkı davranışları ve yönetim kapasitesi gibi çok sayıda değişkenin karşılıklı etkileşimiyle şekillenen, bağlama son derece duyarlı ve dinamik bir süreçtir. Bu nedenle, tüm olası kentsel bağlamları ve müdahale araçlarını kapsayan tekil ve evrensel bir sınıflandırma kuramsal ve ampirik açıdan sürdürülebilir değildir.

Tez kapsamında benimsenen yaklaşım, “hangi kentsel bağlam için hangi politikanın uygulanması gerektiği” sorusu yerine, “hangi tür kentsel bağlamlarda hangi müdahale alanlarının analitik olarak anlamlı hale geldiği” sorusunu merkeze almaktadır. Bu doğrultuda geliştirilen yarı yapılandırılmış karar destek çerçevesi, politika araçlarını normatif biçimde tanımlamak yerine, politika üretim sürecini yönlendiren mantıksal ve analitik zemini görünür kılmayı amaçlamaktadır.

Bu çerçevenin operasyonel kullanımını göstermek amacıyla, karar destek matrisi karar ağacı biçiminde yeniden yapılandırılmıştır (Şekil 6.1). Karar ağacı, kentsel bağlamın tanımlanmasından başlayarak, enerji tüketim rejimlerinin ayrıştırılması, baskın mekanizmaların belirlenmesi ve potansiyel müdahale alanlarının filtrelenmesi sürecini adım adım ortaya koymaktadır. Bu yapı, politika yapıcılarının hazır müdahale paketleri yerine, kendi bağlamsal verileri doğrultusunda hangi müdahale alanlarının analitik olarak anlamlı hale geldiğini değerlendirmelerine olanak tanımaktadır.



Şekil 6.1. Bağlama duyarlı politika müdahale alanlarının belirlenmesine yönelik karar ağacı

Karar ağacı, bu yönüyle yalnızca analitik bulguların görsel bir özeti değil; çalışmada geliştirilen çok ölçekli ve rejim-temelli yaklaşımın planlama pratiğine nasıl tercüme edileceğini gösteren kurucu bir araçtır. Şekil 6.1’de sunulan yapı, politika yapıcıyı hazır müdahale paketlerine yönlendirmek yerine, her adımda bağlamsal sorular sorarak karar

sürecini ilerleten yansıtıcı bir planlama mantığı sunmaktadır. Böylece karar ağacı, enerji tüketimini tekil performans göstergeleri üzerinden değil; kentsel bağlam, baskın mekanizmalar ve kullanım biçimleri arasındaki ilişkiler üzerinden değerlendiren bağlama duyarlı bir karar üretim süreci olarak işlev görmektedir.

Bu analitik süreklilik, çalışmada kullanılan SHAP analizi ile desteklenmektedir. SHAP, enerji tüketimini belirleyen değişkenlerin farklı bağlamlarda ve farklı tüketim rejimlerinde nasıl baskınlaştığını görünür kılarak, mikro ölçekte gözlemlenen heterojenliğin mezo ve makro ölçeklerle ilişkilendirilmesini sağlamıştır. Bu yönüyle SHAP, yalnızca değişken önem sıralaması sunan bir araç değil; çok ölçekli bulgular arasında yorumlanabilirlik ve tutarlılık sağlayan tamamlayıcı bir analitik bileşen olarak işlev görmektedir.

Bu analitik çerçeve, enerji tüketimini yalnızca teknik verimlilik ve toplam talep düzeyleri üzerinden değil; enerjinin hangi mekânsal ve toplumsal bağlamlarda, kimler tarafından ve hangi kullanım biçimleriyle tüketildiği üzerinden değerlendirmektedir. Bulgular, düşük enerji tüketiminin her durumda olumlu bir çıktı olarak yorumlanamayacağını; bazı hanehalkları ve mahalleler için düşük tüketimin, yapısal kısıtlar ve zorunlu yoksunluklar nedeniyle ortaya çıkan adil olmayan kullanım örüntülerine işaret edebildiğini göstermektedir. Bu durum, enerji etkin kent planlamasının yalnızca performans hedefleriyle değil, adil kullanım ilkelerini gözeterek etik bir planlama sorumluluğu çerçevesinde ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak bu çalışma, enerji tüketimini evrensel modeller veya tek tip politika araçlarıyla açıklamanın yetersizliğini ortaya koymakta; enerji tüketimini bağlama duyarlı, rejim-temelli ve çok ölçekli bir kentsel süreç olarak ele alan analitik bir karar destek yaklaşımı sunmaktadır. Geliştirilen yarı yapılandırılmış çerçeve, farklı kentler ve yönetsel sistemler tarafından kendi özgül koşullarına uyarlanabilecek esnek bir mantıksal altyapı sağlamakta; bu yönüyle enerji etkin kentlere yönelik politika tasarım süreçleri için aktarılabilir, kuramsal olarak tutarlı ve uygulamaya açık bir zemin oluşturmaktadır.



KAYNAKLAR

- Aksoezen, M., Daniel, M., Hassler, U., Kohler, N. (2015). Building age as an indicator for energy consumption. *Energy and Buildings*, 87, 74–86.
- Allan, P., Bryant, M., Wirsching, C., Garcia, D., Rodriguez, M. T. (2013). The influence of urban morphology on the resilience of cities following an earthquake. *Journal of Urban Design*, 18(2), 242–262.
- Altunkaynak, İ., Şenol, S., Bilgi, C. B. S. A. D. Ankara kenti ve yakın çevresinin zamansal değişiminin uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak incelenmesi.
- Anas, A., Arnott, R., Small, K. A. (1998). Urban spatial structure. *Journal of Economic Literature*, 36(3), 1426–1464.
- Aoki, K., Motoki, Y., Gomi, K. (2020). Urban emissions trading schemes and building energy efficiency: The case of Tokyo. *Energy Policy*, 137, 111089.
- Asarpota, K., Nadin, V. (2020). Energy strategies, the urban dimension, and spatial planning. *Energies*, 13(14), 3642.
- Asfour, O. S., Alshawaf, E. S. (2015). Effect of housing density on energy efficiency of buildings located in hot climates. *Energy and Buildings*, 91, 131–138.
- Awan, A., Kocoglu, M., Subhan, M., Utepkaliyeva, K., Hossain, M. E. (2025). Assessing energy efficiency in the built environment: A quantile regression analysis of CO₂ emissions from buildings and manufacturing sector. *Energy and Buildings*, 338, 115733.
- Aydın, O. (2009). Ankara şehrinin fiziksel gelişiminin coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama (UA) teknikleri ile analizi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Bibri, S. E., Krogstie, J., Kärrholm, M. (2020). Compact city planning and development: Emerging practices and strategies for achieving the goals of sustainability. *Developments in the Built Environment*, 4, 100021.
- Biresselioglu, M. E., Demir, M. H. (2021). Understanding the factors affecting sustainable energy action plan: A case study from the covenant of mayors signatory municipality in the Aegean region of Turkey. *Frontiers in Psychology*, 12, 635980.
- Boardman, B. (1991). *Fuel poverty: From cold homes to affordable warmth*. (1. Baskı). London: Belhaven Press, 267.
- Borozan, D. (2018). Regional-level household energy consumption determinants: The European perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90, 347–355.
- Broto, V. C., Bulkeley, H. (2013). A survey of urban climate change experiments. *Urban Studies*, 50(1), 92–102.

- Bu, Y., Wang, E., Qiu, Y., Möst, D. (2022). Impact assessment of population migration on energy consumption and carbon emissions in China: A spatial econometric investigation. *Environmental Impact Assessment Review*, 93, 106744.
- Bulkeley, H., Castán Broto, V., Edwards, G. (2014). *An Urban Politics of Climate Change*. (1. Baskı). London: Routledge, 230.
- Bulkeley, H., Betsill, M. (2013). *Governing Climate Change*. (1. Baskı). London: Routledge, 274.
- Byrne, J., Gleeson, B., ve Howes, M. (2015). Low carbon urban transitions in Australia. *Energy Policy*, 79, 29–36.
- Camagni, R., Capello, R., ve Nijkamp, P. (1998). Towards sustainable city policy: an economy-environment technology nexus. *Ecological economics*, 24(1), 103-118.
- Cayla, J. M., Maizi, N., ve Marchand, C. (2011). The role of income in energy consumption behaviour: Evidence from French households data. *Energy Policy*, 39(12), 7874-7883.
- Cengiz, S., Görmüş, S., ve Oğuz, D. (2022). Analysis of the urban growth pattern through spatial metrics; Ankara City. *Land use policy*, 112, 105812.
- Cervero, R. (2013). Transport infrastructure and the environment. *Journal of Transport Geography*, 31, 14–22.
- Cervero, R., ve Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), 199–219.
- Chen, H. C., Han, Q., ve De Vries, B. (2020). Urban morphology indicator analyzes for urban energy modeling. *Sustainable Cities and Society*, 52, 101863.
- Chen, J., Wang, X., ve Steemers, K. (2013). A statistical analysis of a residential energy consumption survey study in Hangzhou, China. *Energy and Buildings*, 66, 193-202.
- Chen, Y., Raza, K., ve Alharthi, M. (2023). The nexus between remittances, education, and energy consumption: Evidence from developing countries. *Energy Strategy Reviews*, 46, 101069.
- Climate Action Tracker (2023). *Turkey Country Assessment*. Climate Action Tracker, Berlin.
- Climate Change Advisory Council (2021). *Carbon Budget Technical Report*. Climate Change Advisory Council, Dublin.
- Climate Change Advisory Council (2023). *Annual Review 2023*. Climate Change Advisory Council, Dublin.
- Codema (2021). *Annual Report 2021*. Codema, Dublin
- Croci, E., Lucchitta, B., Molteni, T. (2021). Local climate governance and energy planning. *Journal of Cleaner Production*, 294, 126275.

- Crouch, M., McKenzie, H. (2006). The logic of small samples in interview-based qualitative research. *Social Science Information*, 45(4), 483–499.
- Central Statistics Office. (2016). Population distribution. Dublin: CSO, 14.
- Cui, P., Ji, R., Lu, J., Guo, Z., Zheng, Y. (2025). Impacts of urban morphology, climate, and occupant behavior on building energy consumption in a cold region: An agent-based modeling study of energy-saving strategies. *Sustainability*, 17(23), 10447.
- D'Oca, S., Delmastro, C., Fabi, V., Corgnati, S. P. (2015). Testing socio-economic demographic variables on building energy consumption scenarios at the urban scale in Italy. *ClimaMed 2015*, Mediterranean Congress of Climatization, Madrid.
- Davis, L. W., Martinez, S., Taboada, B. (2018). *How Effective Is Energy-Efficient Housing? Evidence from a Field Experiment in Mexico*. National Bureau of Economic Research, Cambridge.
- Du, J., Yu, C., Pan, W. (2020). Multiple influencing factors analysis of household energy consumption in high-rise residential buildings: Evidence from Hong Kong. *Building Simulation*, 13(4), 753–769.
- Duany, A., Plater-Zyberk, E., Speck, J. (1991). *Town Planning in Practice: The Transect*. Miami: New Urban News.
- Environmental Protection Agency (2020). *Ireland's Environment: An Integrated Assessment 2020*. Environmental Protection Agency, Dublin.
- Esfandi, S., Rahmdel, L., Nourian, F., Sharifi, A. (2022). The role of urban spatial structure in energy resilience: An integrated assessment framework using a hybrid factor analysis and analytic network process model. *Sustainable Cities and Society*, 76, 103458.
- European Bank for Reconstruction and Development (2016). *Gaziantep Metropolitan Municipality Climate Change Action Plan*. London: EBRD.
- Evkaya, O., Yılmaz, B., Yüksel Haliloğlu, E. (2023). Sectoral electricity consumption modeling with D-vine quantile regression: The US electricity market case. *Energy Sources Part B: Economics, Planning and Policy*, 18(1), 1–18.
- Ewing, R., Rong, F. (2008). The impact of urban form on U.S. residential energy use. *Housing Policy Debate*, 19(1), 1–30.
- Farhadi, H., Faizi, M., Sanaieian, H. (2019). Mitigating the urban heat island in a residential area in Tehran: Investigating the role of vegetation, materials, and orientation of buildings. *Sustainable Cities and Society*, 46, 101448.
- Fawcett, T., ve Darby, S. (2019). Energy efficiency and policy failure. *Energy Policy*, 134, 110921.
- Feliciotti, A., Romice, O., Porta, S. (2016). Design for change: Five proxies for resilience in the urban form. *Open House International*, 41(2), 23–30.

- Fichera, A., Inturri, G., La Greca, P., ve Palermo, V. (2016). A model for mapping the energy consumption of buildings, transport and outdoor lighting of neighbourhoods. *Cities*, 55, 49-60.
- Field, A. (2024). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (6. Baskı). London: Sage Publications Ltd., 1136.
- Fleischmann, M., Romice, O., ve Porta, S. (2021). Measuring urban form: Overcoming terminological inconsistencies for a quantitative and comprehensive morphologic analysis of cities. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 48(8), 2133–2150.
- Frederiks, E. R., Stenner, K., ve Hobman, E. V. (2015). The socio-demographic and psychological predictors of residential energy consumption: A comprehensive review. *Energies*, 8(1), 573-609.
- Gaziantep Büyükşehir Belediyesi (2023). *Gaziantep Büyükşehir Belediyesi 2023 yılı faaliyet raporu*. Gaziantep: Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, 1–312.
- Gujarati, D. N., Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics* (5. Baskı). New York: McGraw-Hill/Irwin, 922.
- Hachem, C. (2016). Impact of neighborhood design on energy performance and GHG emissions. *Applied Energy*, 177, 422–434
- Haffner, M., Bonin, O., Vuidel, G. (2024). Modelling the impact of urban form on daily mobility energy consumption using archetypal cities. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 51(4), 870–888.
- Havlucu Oğuz, A., ve Yalçiner Ercoşkun, Özge. (2021). Resilient Urban Form: A Case Study on Denizli, Gaziantep and Muğla: *ICONARP International Journal of Architecture and Planning*, 9(2), 769–798
- Holden, E., ve Linnerud, K. (2017). Troublesome tradeoffs in urban sustainability. *Sustainable Cities and Society*, 35, 55–62.
- Howard, E. (1902). *Garden cities of to-morrow* (Revize baskı). London: Swan Sonnenschein & Co., 167.
- Huebner, G., Shipworth, D., Hamilton, I., Chalabi, Z., ve Oreszczyn, T. (2016). Understanding electricity consumption: A comparative contribution of building factors, socio-demographics, appliances, behaviours and attitudes. *Applied Energy*, 177, 692-702.
- International Energy Agency (2021). *Energy efficiency 2021*. Paris: International Energy Agency, 176.
- International Energy Agency (2021). *Turkey 2021 energy policy review*. Paris: International Energy Agency, 296.
- İnternet: Avrupa Komisyonu (2019). A European strategy for low-emission mobility. Web: https://ec.europa.eu/clima/policies/transport_en. Erişim tarihi: 08.01.2026.

- İstanbul Büyükşehir Belediyesi (2021). İstanbul iklim değişikliği eylem planı. *İstanbul Büyükşehir Belediyesi*. İstanbul, 1–168.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2024). İstanbul iklim değişikliği eylem planı izleme ve değerlendirme raporu. *İstanbul Büyükşehir Belediyesi*. İstanbul, 1-92.
- İzmir Büyükşehir Belediyesi. (2022). İzmir sürdürülebilir enerji ve iklim eylem planı. (SECAP). İzmir, 1-284.
- Jiuwen, S., Xiaoxu, X., Qiangmin, X., ve Weihao, S. (2024). Impact of urban form on housing affordability stress in Chinese cities: Does public service efficiency matter?. *Cities*, 145, 104682.
- Kaza, N. (2010). Understanding the spectrum of residential energy consumption: A kantil regression approach. *Energy Policy*, 38(11), 6574–6585.
- Kennedy, C., Pincetl, S., ve Bunje, P. (2011). The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. *Environmental pollution*, 159(8-9), 1965-1973.
- Khavarian-Garmsir, A. R., Sharifi, A., Hajian Hossein Abadi, M., ve Moradi, Z. (2023). From garden city to 15-minute city: a historical perspective and critical assessment. *Land*, 12(2), 512.
- Knowles, R. L. (1973). *Energy and form: An ecological approach to urban growth*. Cambridge, MA: MIT Press, 185.
- Knowles, R. L. (1981). *Sun rhythm form*. Cambridge, MA: MIT Press, 312.
- Koenker, R. (2005). *Kantil regression*. Cambridge: Cambridge University Press, 349.
- Koenker, R., ve Bassett, G. (1978). Regression kantils. *Econometrica*, 46(1), 33–50.
- Kostakis, I. (2020). Socio-demographic determinants of household electricity consumption: Evidence from Greece using kantil regression analysis. *Current Research in Environmental Sustainability*, 1, 23-30.
- Kropf, K. (2009). Aspects of urban form. *Urban Morphology*, 13(2), 105–120.
- Larson, W., ve Yezer, A. (2015). The energy implications of city size and density. *Journal of Urban Economics*, 90, 35-49.
- Lee, K. (2016). *The relationship between urban sprawl and disaster resilience: An exploratory study*. Yayınlanmamış doktora tezi.
- Lefebvre, H. (2014). *Mekânın üretimi* (Çev. I. Ergüden). İstanbul: Sel Yayıncılık, 464.
- Louf, R., ve Barthelemy, M. (2014). How congestion shapes cities: from mobility patterns to scaling. *Scientific Reports*, 4(1), 1-9.
- Lovaas, D. (2004). Suburbanization and energy. Cleveland, C. J. (Ed.). *Encyclopedia of Energy* (Cilt 5). Amsterdam: Elsevier, 143–150.

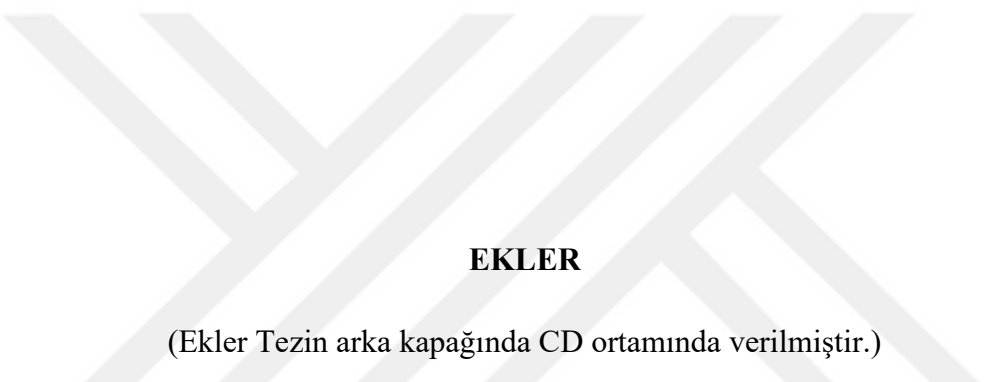
- Lundberg, S. M., ve Lee, S. I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. *Advances in neural information processing systems*, 30.
- Malczewski, J. (2006). "GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature." *International Journal of Geographical Information Science*, 20(7), 703-726.
- Marique, A. F., ve Reiter, S. (2012). A method to evaluate the energy consumption of suburban neighborhoods. *HVAC and R Research*, 18(1-2), 88-99.
- Marshall, S. (2011). *Urban coding and planning*. London: Routledge, 264.
- McHarg, I. (1969). *Design with nature*. Garden City, NY: American Museum of Natural History, 197.
- Mehaffy, M., Porta, S., Rofo, Y., ve Salingaros, N. (2010). Urban nuclei and the geometry of streets: The 'emergent neighborhoods' model. *Urban Design International*, 15(1), 22-46.
- Mullally, G., Revez, A., Harris, C., Dunphy, N. P., Rogan, F., Byrne, E. P., Ellis, G. (2022). A roadmap for local deliberative engagements on transitions to net zero carbon and climate resilience. *Energy Research and Social Science*, 84, 102366.
- Muñiz, I., Calatayud, D., ve Dobaño, R. (2013). The compensation hypothesis in Barcelona measured through the ecological footprint of mobility and housing. *Landscape and Urban Planning*, 113, 113-119.
- Muñiz, I., ve Sanchez, V. (2018). Urban spatial form and structure and greenhouse-gas emissions from commuting in the metropolitan zone of Mexico Valley. *Ecological Economics*, 147, 353-364.
- Namazkhan, M., Albers, C., ve Steg, L. (2020). A decision tree method for explaining household gas consumption: The role of building characteristics, socio-demographic variables, psychological factors and household behaviour. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 119, 109542.
- Nachmany, M., Fankhauser, S., Davidová, J., Kingsmill, N., Landesman, T., Roppongi, H., Townshend, T. (2015). The 2015 global climate legislation study: A review of climate change legislation in 99 countries: Summary for policymakers. *Grantham Research Institute Report*. London, 1-36.
- Nedovic-Budic, Z., Knaap, G. J., Shahumyan, H., Williams, B., ve Slaev, A. (2016). Measuring urban form at community scale: Case study of Dublin, Ireland. *Cities*, 55, 148-164.
- Newman, P. G., ve Kenworthy, J. R. (1989). *Cities and automobile dependence: An international sourcebook*. Aldershot: Gower Publishing, 388.
- Newman, P., ve Kenworthy, J. (1999). *Sustainability and cities: Overcoming automobile dependence*. Washington DC: Island Press, 442.
- OECD. (2013). *Green growth in Stockholm*. Paris: OECD Publishing, 144.

- Olgyay, V. (1963). *Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism*. Princeton: Princeton University Press, 203.
- Owens, S. E. (1986). *Energy, planning and urban form*. London: Pion, 120.
- Özlük, R., ve Yıldız, Y. (2025). The use of the SHAP algorithm in building energy efficiency: A bibliometric analysis. *KAPU Trakya Mimarlık ve Tasarım Dergisi*, Advanced Online Publication.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3. Baskı). Thousand Oaks: Sage Publications, 598.
- Permana, A. S., Aziz, N. A., ve Siong, H. C. (2015). Is mom energy efficient? A study of gender, household energy consumption and family decision making in Indonesia. *Energy Research and Social Science*, 6, 78-86.
- Pu, J., Tao, X., Yan, J., ve Xia, F. (2026). Urban compactness and carbon emissions: A novel insight based on urban scaling law. *Environmental Impact Assessment Review*, 116, 108108.
- Rapoport, E. (2014). Utopian visions and real estate dreams: The eco-city past, present and future. *Geography Compass*, 8(2), 137-149.
- Register, R. (1987). *Ecocity Berkeley: Building cities for a healthy future*. Berkeley: North Atlantic Books, 140.
- Robinson, J. (2016). Comparative urbanism: New geographies and cultures of theorizing the urban. *International Journal of Urban and Regional Research*, 40(1), 187-199.
- Romero-Lankao, P. (2012). Governing carbon and climate in the cities: an overview of policy and planning challenges and options. *European Planning Studies*, 20(1), 7-26.
- Rydin, Y., ve Turcu, C. (2019). Revisiting urban energy initiatives in the UK: Declining local capacity in a shifting policy context. *Energy Policy*, 129, 653-660.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98.
- Salat, S. (2017). A systemic approach of urban resilience: power laws and urban growth patterns. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 9(2), 107-135.
- Salat, S., ve Bourdic, L. (2011). Urban complexity, efficiency and resilience. *Energy Efficiency*, 25-44.
- Salat, S., ve Bourdic, L. (2012). Systemic resilience of complex urban systems. *TeMA – Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 5(2), 55-68.
- South Dublin County Council. (2022). South Dublin County development plan 2022–2028. *SDCC*. Dublin, 448.

- Shammin, M. R., Herendeen, R. A., Hanson, M. J., ve Wilson, E. J. (2010). A multivariate analysis of the energy intensity of sprawl versus compact living in the US for 2003. *Ecological Economics*, 69(12), 2363-2373.
- Sharifi, A. (2016). From Garden City to Eco-urbanism: The quest for sustainable neighborhood development. *Sustainable Cities and Society*, 20, 1-16.
- Sharifi, A. (2019). Resilient urban forms: A macro-scale analysis. *Cities*, 85, 1-14.
- Soltani, M., Rahmani, O., Beiranvand Pour, A., Ghaderpour, Y., Ngah, I., ve Misnan, S. H. (2019). Determinants of Variation in Household Energy Choice and Consumption: Case from Mahabad City, Iran. *Sustainability*, 11(17), 4775.
- Sorrell, S. (2015). Reducing energy demand: A review of issues, challenges and approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 74–82.
- Sustainable Energy Authority of Ireland. (2014). BER information leaflet. *SEAI*. Dublin, 12.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2012). Enerji verimliliği strateji belgesi (2012–2023). *ETKB*. Ankara, 32
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2017). Ulusal enerji verimliliği eylem planı (2017–2023). *ETKB*. Ankara, 188.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2023). Ulusal enerji verimliliği eylem planı (2017–2023) izleme ve değerlendirme raporu. *ETKB*. Ankara, 96.
- Tang, W., Niu, Z., Wei, Z., ve Zhu, L. (2022). Sustainable development of eco-cities: a bibliometric review. *Sustainability*, 14(17), 10502.
- Ten Dam, C. D., Kramer, G. J., Ettema, D., ve Koning, V. (2022). Spatial and sociodemographic determinants of energy consumption for personal mobility in the Netherlands. *Journal of Transport Geography*, 98, 103243.
- Tian, W., Liu, Y., Heo, Y., Yan, D., Li, Z., An, J., ve Yang, S. (2016). Relative importance of factors influencing building energy in urban environment. *Energy*, 111, 237-250.
- Türkiye Cumhuriyeti Resmî Gazete. (2007, 2 Mayıs). Enerji verimliliği kanunu (Kanun No: 5627). *Resmî Gazete*, Sayı 26510.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2023). Sera gazı emisyon istatistikleri (1990–2022). *TÜİK*. Ankara, 12.
- UN-Habitat. (2019). Cities: A cause of and solution to climate change. *UN-Habitat*. Nairobi, 4.
- Uz Zaman, Q., Wang, Z., Zaman, S., ve Rasool, S. F. (2021). Investigating the nexus between education expenditure, female employers, renewable energy consumption and CO2 emission: evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 312, 127824.
- Veblen, T. (2017). *The theory of the leisure class*. London: Routledge, 256.

- Wang, R., Liu, X., Zhao, X., Cheng, X., ve Qiu, H. (2024). A novel entropy-based method for quantifying urban energy demand aggregation: Implications for urban planning and policy. *Sustainable Cities and Society*, 103.
- Wang, S., Xie, Z., ve Wu, R. (2020). Examining the effects of education level inequality on energy consumption: Evidence from Guangdong Province. *Journal of Environmental Management*, 269, 110761.
- Wang, Y., Hu, L., Hou, L., Wang, L., Chen, J., He, Y., ve Su, X. (2024). A SHAP machine learning-based study of factors influencing urban residents' electricity consumption-evidence from chinese provincial data. *Environment, Development and Sustainability*, 26(12), 30445-30476.
- Williams, B., ve Redmond, D. (2014). Ready money: residential over-development and its consequences. *Neoliberal Urban Policy and the Transformation of the City*, 107-119.
- Wolman, A. (1965). The metabolism of cities. *Scientific American*, 213(3), 178-193.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data* (2. Baskı). Cambridge: MIT Press, 1096.
- Wooldridge, J. M. (2016). *Introductory econometrics: A modern approach* (6. Baskı). Boston: Cengage Learning, 912.
- World Commission on Environment and Development (1987). *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press, 383.
- Wu, J., Lian, Z., Zheng, Z., ve Zhang, H. (2020). A method to evaluate building energy consumption based on energy use index of different functional sectors. *Sustainable Cities and Society*, 53, 101893.
- Xiaoxu, X., Qiangmin, X., ve Weihao, S. (2024). Impact of urban compactness on carbon emission in Chinese cities: From moderating effects of industrial diversity and job-housing imbalances. *Land Use Policy*, 143, 107213.
- Xu, X., Xiao, B., ve Li, C. Z. (2020). Critical factors of electricity consumption in residential buildings: An analysis from the point of occupant characteristics view. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120423.
- Yi, Y., Ma, S., Guan, W., ve Li, K. (2017). An empirical study on the relationship between urban spatial form and CO2 in Chinese cities. *Sustainability*, 9(4), 672.
- Yu, B. (2021). Urban spatial structure and total-factor energy efficiency in Chinese provinces. *Ecological Indicators*, 126, 107662.
- Zhang, X., Xie, Y., Luan, Q., ve Chen, W. (2015). Urban density and energy consumption in China. *Energy Policy*, 82, 1–10.





EKLER

(Ekler Tezin arka kapağında CD ortamında verilmiştir.)

EK-1. Regresyon Analizi Öncesi Tanımlayıcı ve İlişkisel Analizler (Dublin)

Ek 1A. Tüm değişkenler için pearson korelasyon matrisi Dublin

Bu bölümde sunulan tablolar, regresyon analizlerinin kurulma sürecinde kullanılan ön analizleri ve tanısal kontrolleri içermektedir.

Çizelge 1.1. Dublin örneği için regresyon analizinde kullanılan tüm değişkenlere ait Pearson korelasyon matrisi

	Age	Education	HHSIZE	Income	DwellingType	DwellingSize	Insulation	BuildingAge	SaveMeasures
Age	1	0,20331932	0,073021	-0,02074	0,262759	0,265141	-0,07529	0,224598	0,214748
Education	0,203319	1	-0,00378	0,077673	0,044737	-0,10021	0,115202	0,093737	0,06241
HHSIZE	0,073021	-0,00377501	1	0,214424	0,315219	0,253204	0,001929	0,040345	0,141346
Income	-0,02074	0,07767276	0,214424	1	0,067676	0,18513	0,213558	0,06601	0,058214
DwellingType	0,262759	0,04473675	0,315219	0,067676	1	0,257468	-0,08766	0,194409	0,087211
DwellingSize	0,265141	-0,10021281	0,253204	0,18513	0,257468	1	-0,04365	0,042837	0,199644
Insulation	-0,07529	0,11520157	0,001929	0,213558	-0,08766	-0,04365	1	-0,22429	0,003522
BuildingAge	0,224598	0,09373682	0,040345	0,06601	0,194409	0,042837	-0,22429	1	0,111818
SaveMeasures	0,214748	0,06240991	0,141346	0,058214	0,087211	0,199644	0,003522	0,111818	1
Opinion	0,148048	0,0239575	-0,01224	0,023163	0,056051	0,099145	0,034183	-0,03975	0,258751
Volunteer	0,017072	0,18528342	0,067813	0,095886	0,076689	0,119761	0,080264	-0,06294	0,047723
Total_Winter	0,208491	-0,00285785	0,039988	-0,06621	0,124629	0,07129	-0,1683	0,091871	-0,07714
Total_Summer	0,055116	-0,03174358	0,026533	0,002094	0,048716	-0,00653	-0,1274	0,036874	-0,04758
Winter_Elec	0,101031	0,10005277	0,15697	0,002724	0,051095	0,123902	-0,16779	0,150589	-0,08402
Summer_Elec	-0,01436	-0,04221565	0,095503	-0,00953	0,02446	0,021166	-0,12125	0,120892	-0,05026
Winter_Gas	0,187303	-0,11246381	0,131676	-0,04374	0,306803	0,103875	-0,25867	0,245411	-0,03365
Summer_Gas	0,005797	-0,10664046	0,165382	0,087221	0,254258	0,023543	-0,28234	0,188597	-0,01645

Not: Çizelge 22, sayfa düzeni kısıtları nedeniyle iki bölüm halinde sunulmuştur. Devam eden korelasyon değerleri aynı matrise aittir ve ikinci tabloda yer almaktadır.

EK-1. (devam) Regresyon Analizi Öncesi Tanımlayıcı ve İlişkisel Analizler (Dublin)

Ek 1A. Tüm değişkenler için pearson korelasyon matrisi Dublin

Çizelge 1.1. (devam) Dublin örneği için regresyon analizinde kullanılan tüm değişkenlere ait Pearson korelasyon matrisi

	Opinion	Volunteer	Total_Winter	Total_Summer	Winter_Elec	Summer_Elec	Winter_Gas	Summer_Gas
Age	0,148048	0,017072	0,208491	0,055116	0,101031	-0,01436	0,187303	0,005797
Education	0,023958	0,185283	-0,00286	-0,03174	0,100053	-0,04222	-0,11246	-0,10664
HHSIZE	-0,01224	0,067813	0,039988	0,026533	0,15697	0,095503	0,131676	0,165382
Income	0,023163	0,095886	-0,06621	0,002094	0,002724	-0,00953	-0,04374	0,087221
DwellingType	0,056051	0,076689	0,124629	0,048716	0,051095	0,02446	0,306803	0,254258
DwellingSize	0,099145	0,119761	0,07129	-0,00653	0,123902	0,021166	0,103875	0,023543
Insulation	0,034183	0,080264	-0,1683	-0,1274	-0,16779	-0,12125	-0,25867	-0,28234
BuildingAge	-0,03975	-0,06294	0,091871	0,036874	0,150589	0,120892	0,245411	0,188597
SaveMeasures	0,258751	0,047723	-0,07714	-0,04758	-0,08402	-0,05026	-0,03365	-0,01645
Opinion	1	0,311367	0,098356	0,17311	0,11289	0,178878	0,035812	0,095004
Volunteer	0,311367	1	-0,04537	0,009759	0,025328	0,015251	-0,02449	0,06935
Total_Winter	0,098356	-0,04537	1	0,785604	0,646263	0,553801	0,77265	0,538603
Total_Summer	0,17311	0,009759	0,785604	1	0,596714	0,864433	0,380802	0,766446
Winter_Elec	0,11289	0,025328	0,646263	0,596714	1	0,755587	0,011662	0,142238
Summer_Elec	0,178878	0,015251	0,553801	0,864433	0,755587	1	0,102881	0,343627
Winter_Gas	0,035812	-0,02449	0,77265	0,380802	0,011662	0,102881	1	0,584163
Summer_Gas	0,095004	0,06935	0,538603	0,766446	0,142238	0,343627	0,584163	1

Çizelge 22 (devamı). Dublin örneği için regresyon analizinde kullanılan tüm değişkenlere ait Pearson korelasyon matrisi.

EK-1. (devam) Regresyon Analizi Öncesi Tanımlayıcı ve İlişkisel Analizler (Dublin)

EK-1B. Bağımsız değişkenler arası pearson korelasyon matrisi-Dublin

Çizelge 2.2. Dublin örneği için regresyon analizinde kullanılan bağımsız değişkenlere ait Pearson korelasyon matrisi.

	Age	Education	HHSize	Income	DwellingType	DwellingSize	Insulation	BuildingAge	SaveMeasures	Opinion	Volunteer
Age	1,000	0,203	0,073	-0,021	0,263	0,265	-0,075	0,225	0,215	0,148	0,017
Education	0,203	1,000	-0,004	0,078	0,045	-0,100	0,115	0,094	0,062	0,024	0,185
HHSize	0,073	-0,004	1,000	0,214	0,315	0,253	0,002	0,040	0,141	-0,012	0,068
Income	-0,021	0,078	0,214	1,000	0,068	0,185	0,214	0,066	0,058	0,023	0,096
DwellingType	0,263	0,045	0,315	0,068	1,000	0,257	-0,088	0,194	0,087	0,056	0,077
DwellingSize	0,265	-0,100	0,253	0,185	0,257	1,000	-0,044	0,043	0,200	0,099	0,120
Insulation	-0,075	0,115	0,002	0,214	-0,088	-0,044	1,000	-0,224	0,004	0,034	0,080
BuildingAge	0,225	0,094	0,040	0,066	0,194	0,043	-0,224	1,000	0,112	-0,040	-0,063
SaveMeasures	0,215	0,062	0,141	0,058	0,087	0,200	0,004	0,112	1,000	0,259	0,048
Opinion	0,148	0,024	-0,012	0,023	0,056	0,099	0,034	-0,040	0,259	1,000	0,311
Volunteer	0,017	0,185	0,068	0,096	0,077	0,120	0,080	-0,063	0,048	0,311	1,000

EK-2. Regresyon Analizi Öncesi Tanımlayıcı ve İlişkisel Analizler - Ankara

EK-2A. Tüm değişkenler için pearson korelasyon matrisi

Çizelge 2.1. Ankara örneği için regresyon analizinde kullanılan tüm değişkenlere ait Pearson korelasyon matrisi

	Yas	Egitim	Hanehalki_Sayisi	Hane_Geliri_Numarali	Konut_Tipi_Yeni	Mulkiyet_Yeni	Bina_Yasi_
Yas	1,000	-0,190	0,080	-0,114	-0,083	0,327	0,109
Egitim	-0,190	1,000	-0,196	0,559	0,035	-0,007	0,094
Hanehalki_Sayisi	0,080	-0,196	1,000	0,102	-0,060	0,121	-0,041
Hane_Geliri_Numarali	-0,114	0,559	0,102	1,000	-0,090	0,064	-0,033
Konut_Tipi_Yeni	-0,083	0,035	-0,060	-0,090	1,000	-0,158	-0,160
Mulkiyet_Yeni	0,327	-0,007	0,121	0,064	-0,158	1,000	-0,062
Bina_Yasi_	0,109	0,094	-0,041	-0,033	-0,160	-0,062	1,000
Isi_Yalitimi_Yeni	-0,104	-0,017	-0,005	0,034	0,084	0,078	-0,442
Konut_Buyuklugu	0,110	0,079	0,322	0,303	-0,322	0,221	-0,151
Tassarruf	-0,108	0,120	-0,124	0,187	-0,013	0,040	-0,082
Gonullu_Proje	0,003	0,076	0,027	0,166	0,047	0,070	-0,021
Gorus_Enerji_tuketimi_hakkinda	0,044	-0,145	0,065	-0,057	0,034	0,056	0,043
kis_toplam	-0,116	0,036	0,217	0,139	-0,185	0,053	-0,054
yaz_toplam	-0,016	0,088	0,180	0,165	-0,109	0,075	-0,004
Kis_Elektrik	-0,054	0,041	0,099	0,168	-0,281	0,063	-0,033
yaz_elektrik	-0,028	0,080	0,200	0,224	-0,189	0,107	-0,069
kis_dgaz	-0,118	0,024	0,222	0,090	-0,091	0,034	-0,051
yaz_dgaz	0,001	0,067	0,101	0,053	0,004	0,020	0,059

EK-2. (devam) Regresyon Analizi Öncesi Tanımlayıcı ve İlişkisel Analizler - Ankara

EK-2A. (devam) Tüm değişkenler için pearson korelasyon matrisi

Çizelge 2.2. (devam) Ankara örneği için regresyon analizinde kullanılan tüm değişkenlere ait Pearson korelasyon matrisi

	Isi_Yalitimi_Yeni	Konut_Buyuklugu	Tassarruf	Gonullu_Proje	Gorus_Enerji_tuketimi_hakkinda
Yas	-0,104	0,110	-0,108	0,003	0,044
Egitim	-0,017	0,079	0,120	0,076	-0,145
Hanehalki_Sayisi	-0,005	0,322	-0,124	0,027	0,065
Hane_Geliri_Numarali	0,034	0,303	0,187	0,166	-0,057
Konut_Tipi_Yeni	0,084	-0,322	-0,013	0,047	0,034
Mulkiyet_Yeni	0,078	0,221	0,040	0,070	0,056
Bina_Yasi_	-0,442	-0,151	-0,082	-0,021	0,043
Isi_Yalitimi_Yeni	1,000	0,194	0,034	0,035	-0,034
Konut_Buyuklugu	0,194	1,000	0,113	0,118	0,010
Tassarruf	0,034	0,113	1,000	0,363	0,316
Gonullu_Proje	0,035	0,118	0,363	1,000	0,401
Gorus_Enerji_tuketimi_hakkinda	-0,034	0,010	0,316	0,401	1,000
kis_toplam	0,150	0,449	0,094	0,177	0,010
yaz_toplam	0,014	0,296	0,071	0,188	-0,015
Kis_Elektrik	0,075	0,284	0,083	0,174	0,074
yaz_elektrik	0,033	0,271	0,089	0,179	0,014
kis_dgaz	0,149	0,420	0,076	0,134	-0,024
yaz_dgaz	-0,009	0,220	0,030	0,133	-0,038

EK-2. (devam) Regresyon Analizi Öncesi Tanımlayıcı ve İlişkisel Analizler - Ankara

EK-2A. (devam) Tüm değişkenler için pearson korelasyon matrisi

Çizelge 2.2. (devam) Ankara örneği için regresyon analizinde kullanılan tüm değişkenlere ait Pearson korelasyon matrisi

	kis_toplam	yaz_toplam	Kis_Elektrik	yaz_elektrik	kis_dgaz	yaz_dgaz
Yas	-0,116	-0,016	-0,054	-0,028	-0,118	0,001
Egitim	0,036	0,088	0,041	0,080	0,024	0,067
Hanehalki_Sayisi	0,217	0,180	0,099	0,200	0,222	0,101
Hane_Geliri_Numarali	0,139	0,165	0,168	0,224	0,090	0,053
Konut_Tipi_Yeni	-0,185	-0,109	-0,281	-0,189	-0,091	0,004
Mulkiyet_Yeni	0,053	0,075	0,063	0,107	0,034	0,020
Bina_Yasi_	-0,054	-0,004	-0,033	-0,069	-0,051	0,059
Isi_Yalitimi_Yeni	0,150	0,014	0,075	0,033	0,149	-0,009
Konut_Buyuklugu	0,449	0,296	0,284	0,271	0,420	0,220
Tassarruf	0,094	0,071	0,083	0,089	0,076	0,030
Gonullu_Proje	0,177	0,188	0,174	0,179	0,134	0,133
Gorus_Enerji_tuketimi_hakkinda	0,010	-0,015	0,074	0,014	-0,024	-0,038
kis_toplam	1,000	0,474	0,650	0,417	0,925	0,370
yaz_toplam	0,474	1,000	0,624	0,818	0,281	0,838
Kis_Elektrik	0,650	0,624	1,000	0,703	0,313	0,340
yaz_elektrik	0,417	0,818	0,703	1,000	0,170	0,373
kis_dgaz	0,925	0,281	0,313	0,170	1,000	0,292
yaz_dgaz	0,370	0,838	0,340	0,373	0,292	1,000

EK-2. (devam) Regresyon Analizi Öncesi Tanımlayıcı ve İlişkisel Analizler - Ankara

EK-2B. Bağımsız değişkenler arası pearson korelasyon matrisi - Ankara

Çizelge 2.3. Bağımsız değişkenler arası pearson korelasyon matrisi - Ankara

	Yas	Egitim	Hanehalki_Sayisi	Hane_Geliri	Konut_Tipi	Mulkiyet	Bina_Yasi_
Yas	1,000	-0,190	0,080	-0,114	-0,083	0,327	0,109
Egitim	-0,190	1,000	-0,196	0,559	0,035	-0,007	0,094
Hanehalki_Sayisi	0,080	-0,196	1,000	0,102	-0,060	0,121	-0,041
Hane_Geliri_Numarali	-0,114	0,559	0,102	1,000	-0,090	0,064	-0,033
Konut_Tipi_Yeni	-0,083	0,035	-0,060	-0,090	1,000	-0,158	-0,160
Mulkiyet_Yeni	0,327	-0,007	0,121	0,064	-0,158	1,000	-0,062
Bina_Yasi_	0,109	0,094	-0,041	-0,033	-0,160	-0,062	1,000
Isi_Yalitimi_Yeni	-0,104	-0,017	-0,005	0,034	0,084	0,078	-0,442
Konut_Buyuklugu	0,110	0,079	0,322	0,303	-0,322	0,221	-0,151
Tassarruf	-0,108	0,120	-0,124	0,187	-0,013	0,040	-0,082
Gonullu_Proje	0,003	0,076	0,027	0,166	0,047	0,070	-0,021
Gorus_Enerji_tuketimi_hakkinda	0,044	-0,145	0,065	-0,057	0,034	0,056	0,043

Çizelge 2.4. Bağımsız değişkenler arası pearson korelasyon matrisi - Ankara- Devam

	Isi_Yalitimi	Konut_Buyuklugu	Tassarruf	Gonullu_Proje	Gorus_Enerji_tuketimi_
Yas	-0,104	0,110	-0,108	0,003	0,044
Egitim	-0,017	0,079	0,120	0,076	-0,145
Hanehalki_Sayisi	-0,005	0,322	-0,124	0,027	0,065
Hane_Geliri_Numarali	0,034	0,303	0,187	0,166	-0,057
Konut_Tipi_Yeni	0,084	-0,322	-0,013	0,047	0,034
Mulkiyet_Yeni	0,078	0,221	0,040	0,070	0,056
Bina_Yasi_	-0,442	-0,151	-0,082	-0,021	0,043
Isi_Yalitimi_Yeni	1,000	0,194	0,034	0,035	-0,034
Konut_Buyuklugu	0,194	1,000	0,113	0,118	0,010
Tassarruf	0,034	0,113	1,000	0,363	0,316
Gonullu_Proje	0,035	0,118	0,363	1,000	0,401
Gorus_Enerji_tuketimi_hakkinda	-0,034	0,010	0,316	0,401	1,000
Yas	-0,104	0,110	-0,108	0,003	0,044
Egitim	-0,017	0,079	0,120	0,076	-0,145
Hanehalki_Sayisi	-0,005	0,322	-0,124	0,027	0,065
Hane_Geliri_Numarali	0,034	0,303	0,187	0,166	-0,057
Konut_Tipi_Yeni	0,084	-0,322	-0,013	0,047	0,034
Mulkiyet_Yeni	0,078	0,221	0,040	0,070	0,056
Bina_Yasi_	-0,442	-0,151	-0,082	-0,021	0,043
Isi_Yalitimi_Yeni	1,000	0,194	0,034	0,035	-0,034
Konut_Buyuklugu	0,194	1000	0,113	0,118	0,010
Tassarruf	0,034	0,113	1,000	0,363	0,316
Gonullu_Proje	0,035	0,118	0,363	1,000	0,401
Gorus_Enerji_tuketimi_hakkinda	-0,034	0,010	0,316	0,401	1,000

EK-2. (devam) Regresyon Analizi Öncesi Tanımlayıcı ve İlişkisel Analizler - Ankara

EK-2C. VIF analizi sonucu modelden elenen değişkenler – Ankara

Çizelge 2.5. VIF analizi sonucu modelden elenen değişken ve gerekçesi – Ankara

Değişken	VIF (Elendiği Aşamada)	Eleme Gerekçesi
Konut_Tipi_Yeni	54,86	Diğer yapısal değişkenlerle (konut büyüklüğü ve mülkiyet) yüksek düzeyde çoklu doğrusal bağlantı

Not: Bu değişken, model açıklayıcılığına anlamlı katkı sağlamaktan ziyade katsayı tahminlerinin güvenilirliğini düşürdüğü için analiz kapsamı dışında bırakılmıştır.

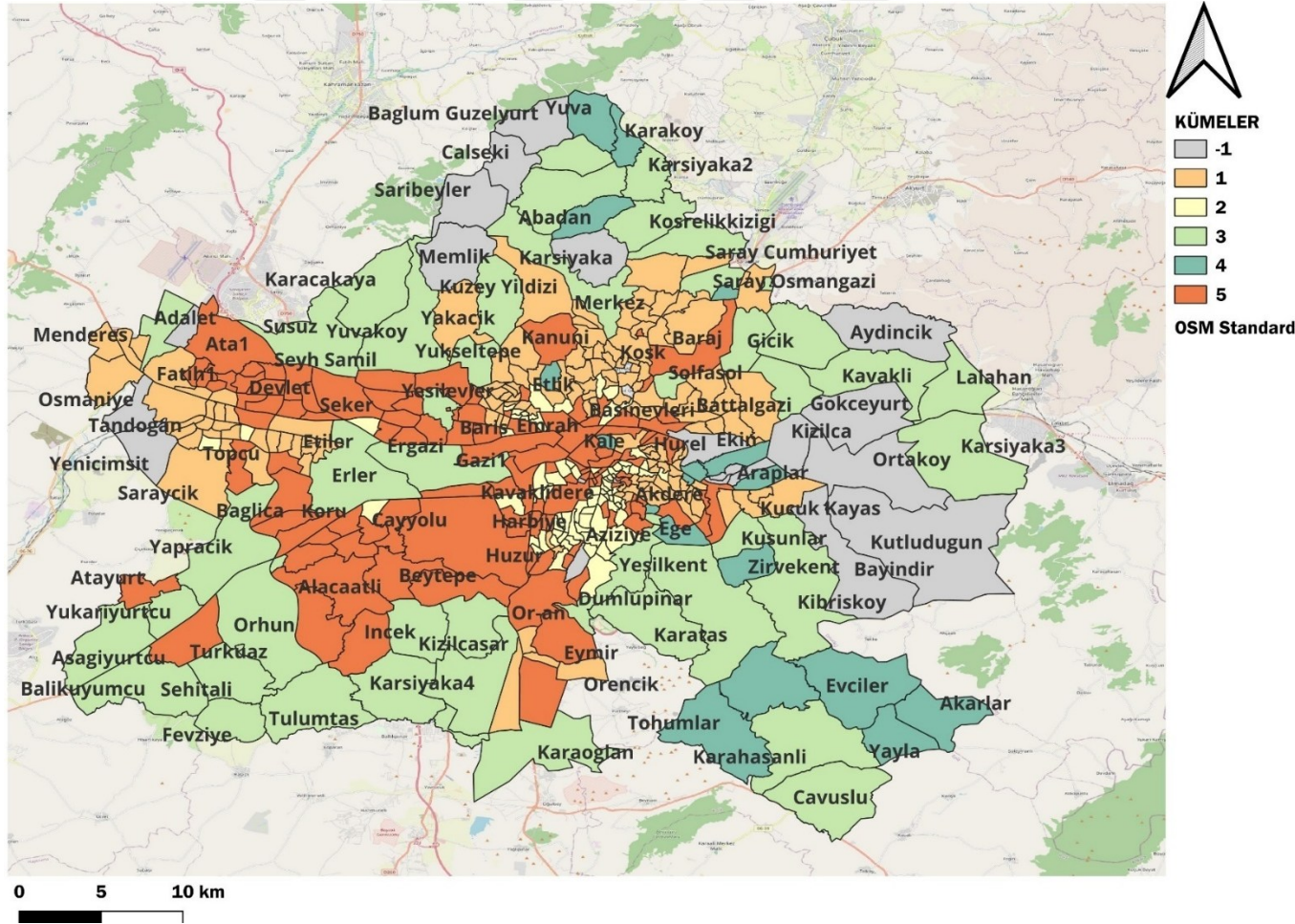
EK-2D. Nihai regresyon modeli için vif değerleri- Ankara

Çizelge 2.6. Nihai regresyon modeli için vif değerleri- Ankara

Degisken	VIF
const	54,85756
Hanehalki_Sayisi	1,205662
Hane_Geliri_Numarali	1,158438
Konut_Buyuklugu	1,325307
Isi_Yalitimi_Yeni	1,274162
Bina_Yasi_	1,277626
Tasarruf_Onlemi_Yeni	1,323954
Enerji_Gorusu_Yeni	1,169173
Gonullu_Yeni	1,189432
Mulkiyet_Yeni	1,062687

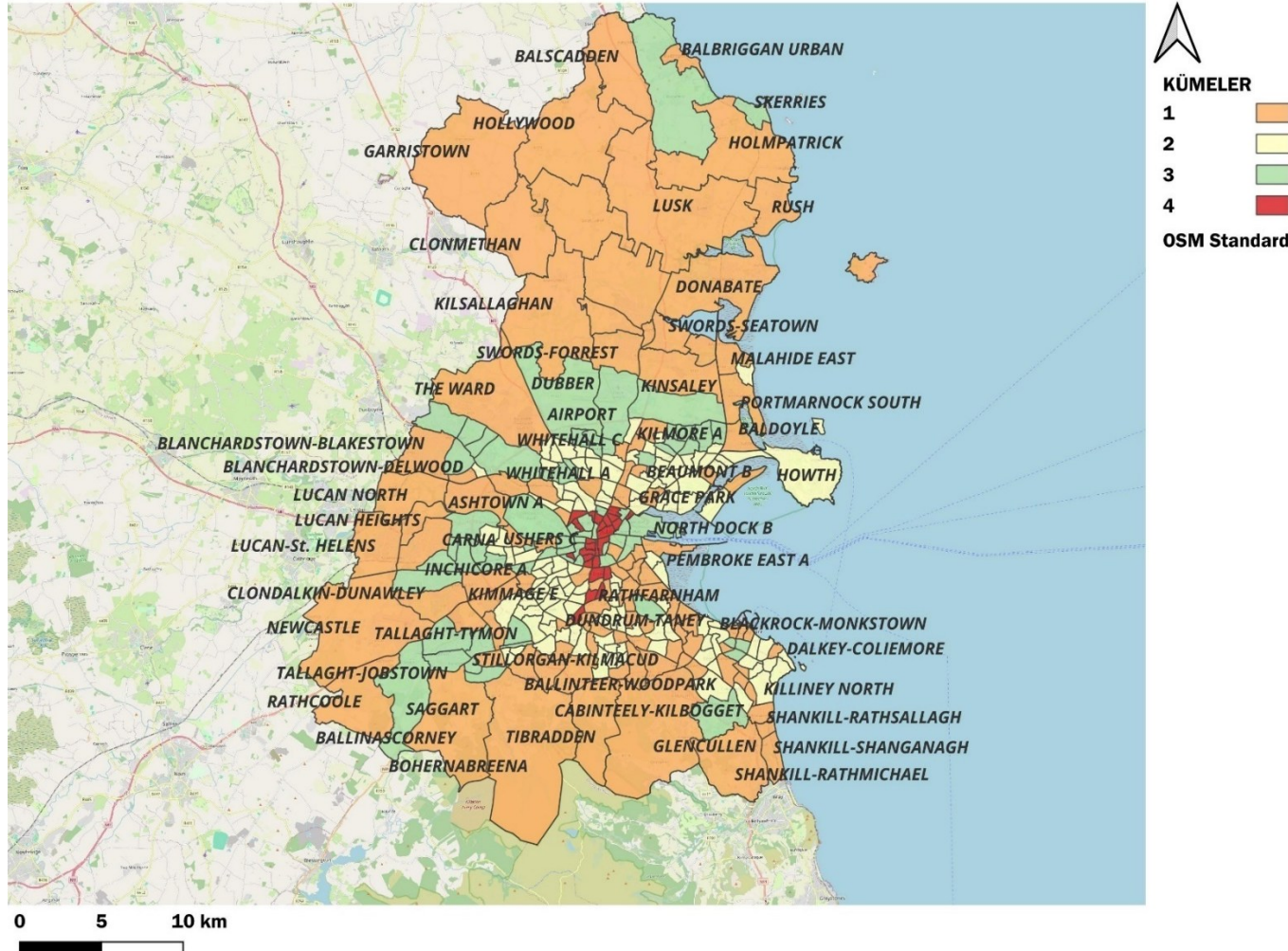
EK-3. Ankara ve Dublin Sosyoekonomik ve Mekansal Küme Dağılımı

EK-3A. Ankara seçili ilçeleri mahalle düzeyinde sosyoekonomik ve mekansal küme dağılımı haritası



EK-3. (devam) Ankara ve Dublin Sosyoekonomik ve Mekansal Küme Dağılımı

EK-3B. Dublin Nuts 3 bölgesi seçim bölümü düzeyinde sosyoekonomik ve mekansal küme dağılımı haritası



EK-4. Ankara ve Dublin Anket Yapılan Mahalle ve Seçim Bölgeleri

EK-4A. Ankara çalışma alanı anket yapılan mahalleler

Çizelge 4.1. Ankara çalışma alanı anket yapılan mahalleler

Ilce	Mahalle	Bina Yaşı	Konut Alanı Yoğunluğu	Zemin Ustu Kat Sayısı	Nüfus Yoğunluğu (kişi/km ²)	Gelir	Üniversite ve Üzeri M.O.	Bağımlı Nüfus Oranı	GMM_K ume
Mamak	Ege	22	0,27	4	47,97	64 995	33	32	0
Yenimahalle	Yeni Batı	22	0,21	4	32,25	69 400	44	33	0
Etimesgut	Şehit Osman Avcı	20	0,26	7	119,08	71 868	52	27	0
Etimesgut	Bağlıca	16	0,42	4	52,33	74 365	55	33	0
Yenimahalle	İlkyerleşim	27	0,55	2	94,15	66 103	40	37	0
Etimesgut	Eryaman	20	0,69	6	151,37	63 384	44	34	0
Çankaya	Keklik Pınarı	24	0,44	3	71,94	78 249	43	34	0
Çankaya	İşçi Blokları	25	0,43	7	83,24	94 388	52	35	0
Mamak	Hüseyingazi	19	0,31	4	99,46	75 407	37	23	0
Keçiören	Kalaba	26	0,56	4	108,98	75 825	23	37	0
Altındağ	Aydınlıklar	24	0,74	4	125,55	75 687	33	38	0
Keçiören	Bademlik	23	1,12	3	244,51	34998	15	37	1
Keçiören	23 Nisan	25	1,26	3	277,66	33 080	15	36	1
Gölbaşı	Seğmenler	19	1,09		217,2	29 095	21	36	1
Keçiören	Güzelyurt	23	0,87	4	194,09	36 977	15	36	1
Altındağ	Beşikkaya	18	0,59	3	124,55	31 777	10	38	1
Pursaklar	Fatih	24	0,62	4	126,20	36 129	17	37	1
Keçiören	Uyanış	22	0,87	4	187,70	47 747	21	37	1
Pursaklar	Yunus Emre	23	0,86	4	180,60	35 419	19	37	1
Sincan	Atatürk	26	1,02	4	219,50	33 466	13	37	1
Keçiören	Esertepe	22	0,88	4	169,31	56 708	23	37	1
Çankaya	Aşıkpaşa	21	1,21	4	222,16	68 430	31	31	1
Çankaya	Aziziye	26	0,78	4	108,00	105 644	57	35	2
Keçiören	Kavacık Subayevleri	26	0,75	3	169,5	79 128	36	36	2
Çankaya	Barbaros	26	1,10	5	148,85	101 532	56	36	2
Keçiören	Tepebaşı	26	1,12	3	219,39	68 254	24	37	2
Çankaya	Gökkuşaklı	24	1,07	5	203,33	78 535	40	33	2
Keçiören	Ayvalı	25	0,99	4	195,34	80 952	26	35	2
Çankaya	Osman Temiz	25	1,22	4	227,3	78 462	35	35	2
Çankaya	Aydınlık	26	1,12	3	198,07	78 315	38	33	2
Etimesgut	Bahçekapı	22	0,009	2	1,75	50 868	42	52	3
Sincan	Cumhuriyet	26	0,012	3	1,97	20 435	7	42	3
Çankaya	Orta İmrahor	26	0,005	1	2,67	23 314	11	41	3
Mamak	Dutluk	16	0,001	6	26,95	29 613	12	35	4
Mamak	Yukarı İmrahor	25	0,004	1	0,42	29 535	13	NaN	4
Çankaya	Aşağı İmrahor	26	NaN	1	3,97	28 370	19	NaN	4

EK-4. (devam) Ankara ve Dublin Anket Yapılan Mahalle ve Seçim Bölgeleri

EK-4B. Dublin çalışma alanı anket yapılan mahalleler

Çizelge 4.2. Dublin çalışma alanı anket yapılan mahalleler

County	ED	Nüfus Y, (K/Ha)	Bağımlı Yaş (%)	Yüksek Öğrenim (%)	İşsizlik (%)	Konut Sahipliği (%)	Oda / Kişi	Müstakil Tipi Konut (%)	Apartman Tipi Konut (%)	Yapı Yenilik Puanı	Küme
Rathmines West B	Dublin City	113,63	17,16	77,22	5,75	28,16	0,57	0,411043	0,588957	7,607143	0
Mountjoy B	Dublin City	202,87	13,27	49,46	12,42	6,28	0,77	0,121064	0,875679	3,147569	0
Pembroke East E	Dublin City	32,83	30,2	83,48	6,85	44,92	0,49	0,471873	0,520847	6,171598	1
Drumcondra South A	Dublin City	57	26,35	67,58	4,89	53,5	0,52	0,578383	0,421617	2,541445	1
Pembroke East A	Dublin City	23,41	25,55	44,89	8,55	45,23	0,57	0,524059	0,475941	4,615385	1
Foxrock-Torquay	Dun Laoghaire/R athdown	16,19	39,92	72,71	4,28	82,32	0,41	0,862745098	0,137255	5,377823	1
Blackrock-Central	Dun Laoghaire/R athdown	36,77	34,79	80,28	3,73	70,87	0,44	0,726608	0,273392	3,825953	1
Dun Laoghaire-East Central	Dun Laoghaire/R athdown	57,51	34,72	71,91	6,47	51,36	0,56	0,509341	0,487709	5,254077	1
Rathmines East A	Dublin City	71,43	25,11	79,68	6,62	34,07	0,53	0,444095	0,500674	5,66502	1
Clonskeagh-Windy Arbour	Dun Laoghaire/R athdown	42,35	29,97	67,8	5,01	65,13	0,52	0,784787	0,214286	4,73301	1
Foxrock-Carrickmines	Dun Laoghaire/R athdown	22,36	40,2	67,57	3,91	88,24	0,41	0,94185	0,05815	3,203937	2
Portmarnock North	Fingal	38,81	50,22	51,79	3,6	96,12	0,4	0,978215	0,021785	3,566929	2
Rathmines East C	Dublin City	47,24	35,85	81,24	3,67	63,56	0,44	0,741598	0,258402	2,330875	2
Clontarf East D	Dublin City	45,62	36,06	71,43	4,14	77,68	0,43	0,847555	0,152445	3,981158	2
Blackrock-Monkstown	Dun Laoghaire/R athdown	46,71	36,94	75,94	4,96	73,68	0,43	0,795504	0,204496	4,418562	2

EK-4. (devam) Ankara ve Dublin Anket Yapılan Mahalle ve Seçim Bölgeleri

Çizelge 4.2. (devam) Dublin çalışma alanı anket yapılan mahalleler

Pembroke East C	Dublin City	47,65	37,38	81,35	4,1	63,72	0,44	0,750744	0,249256	6,01595	2
Churchtown-Woodlawn	Dun Laoghaire/ Rathdown	36,83	38,98	75,53	4,8	79,34	0,44	0,909584	0,088608	4,468994	2
Stillorgan-Kilmacud	Dun Laoghaire/ Rathdown	46,29	37,99	66,54	4,76	84,93	0,43	0,901554	0,095855	5,068718	2
Dun Laoghaire Sallynoggin East	Dun Laoghaire/ Rathdown	39,79	39,24	48,53	6,98	76,2	0,45	0,89877	0,10123	5,123675	2
Arran Quay B	Dublin City	72,84	12,95	65,44	11,13	21,63	0,91	0,246334	0,750733	5,937944	3
Beaumont B	Dublin City	60,04	42,23	39,29	6,47	71,61	0,62	0,828982	0,171018	6,519627	3
Ushers C	Dublin City	102,16	23,1	42,18	12,16	26,6	0,63	0,273292	0,725579	5,07485	3
Priorswood C	Dublin City	54,91	31,39	20,39	12,99	28,06	0,71	0,5612	0,424113	4,452742	3
Ballymun A	Dublin City	60,62	30,04	31,79	12,88	40,46	0,67	0,57518	0,42482	3,990706	3

EK-5. Ankara Örneğinde Doğrusal OLS Regresyon Modellerine Ait Ayrıntılı Sonuçlar

Çizelge 5.1. Ankara örneğinde doğrusal OLS regresyon modellerine ait ayrıntılı sonuçlar

model_set	dependent	variable	coef	std_err	t	p	ci_low	ci_high	N	R2	Adj_R2
sosyoekonomik	yaz_toplam	const	513,0698	156,7708	3,272738	0,001169	204,7565	821,3832	360	0,050463	0,042461
sosyoekonomik	yaz_toplam	Hanehalki_Sayisi	95,82774	29,66388	3,230452	0,001351	37,48927	154,1662	360	0,050463	0,042461
sosyoekonomik	yaz_toplam	Hane_Geliri_Numarali	51,34844	20,49666	2,50521	0,012684	11,03869	91,65818	360	0,050463	0,042461
sosyoekonomik	yaz_toplam	Mulkiyet	12,26383	48,42066	0,253277	0,8002	-82,9627	107,4903	360	0,050463	0,042461
mekansal	yaz_toplam	const	570,7635	158,7383	3,595625	0,00037	258,5748	882,9522	358	0,086412	0,07867
mekansal	yaz_toplam	Bina_Yasi_	2,121549	3,380926	0,627505	0,530733	-4,52768	8,770774	358	0,086412	0,07867
mekansal	yaz_toplam	Isi_Yalitimi	-15,004	33,81588	-0,4437	0,657534	-81,5092	51,50133	358	0,086412	0,07867
mekansal	yaz_toplam	Konut_Buyuklugu	4,345667	0,752577	5,774385	1,69E-08	2,865584	5,825751	358	0,086412	0,07867
bütünleşik	yaz_toplam	const	255,101	238,1712	1,071082	0,284963	-213,53	723,7316	321	0,133038	0,107949
bütünleşik	yaz_toplam	Hanehalki_Sayisi	65,06867	33,39027	1,948731	0,052227	-0,63074	130,7681	321	0,133038	0,107949
bütünleşik	yaz_toplam	Hane_Geliri_Numarali	14,95981	22,07869	0,677568	0,498549	-28,4827	58,40231	321	0,133038	0,107949
bütünleşik	yaz_toplam	Mulkiyet	18,91336	50,77193	0,372516	0,709762	-80,9866	118,8133	321	0,133038	0,107949
bütünleşik	yaz_toplam	Bina_Yasi_	2,146254	3,712191	0,578164	0,563572	-5,15793	9,450439	321	0,133038	0,107949
bütünleşik	yaz_toplam	Isi_Yalitimi	-25,3994	36,02389	-0,70507	0,481294	-96,2807	45,48197	321	0,133038	0,107949
bütünleşik	yaz_toplam	Konut_Buyuklugu	3,481729	0,861873	4,039724	6,75E-05	1,78589	5,177569	321	0,133038	0,107949

EK-5. (devam) Ankara Örneğinde Doğrusal OLS Regresyon Modellerine Ait Ayrıntılı Sonuçlar

Çizelge 5.1.(devam) Ankara örneğinde doğrusal OLS regresyon modellerine ait ayrıntılı sonuçlar

bütünleşik	yaz toplam	Tassarruf	30,98195	83,52204	0,370943	0,710932	-133,358	195,3217	321	0,133038	0,107949
bütünleşik	yaz toplam	Gorus Enerji tüketimi hakkında	-85,9066	45,25793	-1,89816	0,058601	-174,957	3,143825	321	0,133038	0,107949
bütünleşik	yaz toplam	Gonullu Proje	105,9956	37,85568	2,799991	0,00543	31,50994	180,4812	321	0,133038	0,107949
sosyoekonomik	kis toplam	const	1446,914	249,3354	5,803083	1,44E-08	956,5631	1937,265	361	0,051676	0,043707
sosyoekonomik	kis toplam	Hanehalki Sayisi	186,7899	47,11948	3,964177	8,9E-05	94,12329	279,4566	361	0,051676	0,043707
sosyoekonomik	kis toplam	Hane Geliri Numarali	42,26392	32,46244	1,301933	0,193779	-21,5777	106,1056	361	0,051676	0,043707
sosyoekonomik	kis toplam	Mulkiyet	36,17819	77,02596	0,469688	0,638864	-115,303	187,6598	361	0,051676	0,043707
mekansal	kis toplam	const	838,5948	236,6704	3,543303	0,000448	373,1425	1304,047	359	0,192113	0,185285
mekansal	kis toplam	Bina Yasi	6,501083	5,040339	1,289811	0,197956	-3,41159	16,41376	359	0,192113	0,185285
mekansal	kis toplam	Isi Yalitimi	62,73682	50,41125	1,2445	0,214136	-36,4054	161,8791	359	0,192113	0,185285
mekansal	kis toplam	Konut Buyuklugu	10,15593	1,121843	9,052894	9,39E-18	7,949633	12,36222	359	0,192113	0,185285
bütünleşik	kis toplam	const	665,7879	356,4518	1,86782	0,062724	-35,5654	1367,141	322	0,231852	0,209694
bütünleşik	kis toplam	Hanehalki Sayisi	114,2842	49,84172	2,292943	0,022516	16,21584	212,3526	322	0,231852	0,209694
bütünleşik	kis toplam	Hane Geliri Numarali	-30,3093	32,85055	-0,92264	0,356907	-94,9459	34,32735	322	0,231852	0,209694
bütünleşik	kis toplam	Mulkiyet	-23,2814	75,9755	-0,30643	0,75948	-172,771	126,2078	322	0,231852	0,209694
bütünleşik	kis toplam	Bina Yasi	2,213101	5,557333	0,398231	0,690732	-8,72149	13,14769	322	0,231852	0,209694
bütünleşik	kis toplam	Isi Yalitimi	60,33189	53,91035	1,119115	0,263952	-45,7419	166,4057	322	0,231852	0,209694
bütünleşik	kis toplam	Konut Buyuklugu	9,372332	1,290026	7,265229	3E-12	6,834082	11,91058	322	0,231852	0,209694
bütünleşik	kis toplam	Tassarruf	100,1087	124,7529	0,802456	0,4229	-145,355	345,5721	322	0,231852	0,209694
bütünleşik	kis toplam	Gorus Enerji tüketimi hakkında	-93,9287	67,75474	-1,3863	0,166644	-227,243	39,38532	322	0,231852	0,209694
bütünleşik	kis toplam	Gonullu Proje	117,2473	56,62789	2,070487	0,039229	5,826478	228,6682	322	0,231852	0,209694
bütünleşik	yaz elektrik	const	148,4615	140,4722	1,056875	0,291389	-127,935	424,8576	321	0,126544	0,101267
bütünleşik	yaz elektrik	Hanehalki Sayisi	47,7176	19,69342	2,423022	0,015963	8,968408	86,46679	321	0,126544	0,101267

EK-5. (devam) Ankara Örneğinde Doğrusal OLS Regresyon Modellerine Ait Ayrıntılı Sonuçlar

Çizelge 5.1. (devam) Ankara örneğinde doğrusal OLS regresyon modellerine ait ayrıntılı sonuçlar

bütünleşik	yaz elektrik	Hane Geliri Numarali	26,58264	13,0219	2,041379	0,042057	0,960465	52,20481	321	0,126544	0,101267
bütünleşik	yaz elektrik	Mulkiyet	14,45254	29,94504	0,482635	0,629694	-44,468	73,37303	321	0,126544	0,101267
bütünleşik	yaz elektrik	Bina Yasi	-1,3529	2,189432	-0,61792	0,53708	-5,66087	2,955077	321	0,126544	0,101267
bütünleşik	yaz elektrik	Isi Yalitimi	-6,11312	21,24671	-0,28772	0,773752	-47,9186	35,69236	321	0,126544	0,101267
bütünleşik	yaz elektrik	Konut Buyuklugu	1,422091	0,508328	2,797583	0,00547	0,421893	2,422289	321	0,126544	0,101267
bütünleşik	yaz elektrik	Tassarruf	23,78498	49,26089	0,482837	0,629551	-73,1418	120,7118	321	0,126544	0,101267
bütünleşik	yaz elektrik	Gorus Enerji tüketimi hakkında	-31,2074	26,6929	-1,16913	0,243248	-83,7289	21,31417	321	0,126544	0,101267
bütünleşik	yaz elektrik	Gonullu Proje	49,6559	22,32709	2,22402	0,026865	5,724637	93,58716	321	0,126544	0,101267
bütünleşik	kis elektrik	const	148,2552	152,0537	0,975018	0,330307	-150,925	447,4355	322	0,102007	0,076103
bütünleşik	kis elektrik	Hanehalki Sayisi	10,13077	21,26127	0,476489	0,634059	-31,7028	51,96438	322	0,102007	0,076103
bütünleşik	kis elektrik	Hane Geliri Numarali	14,39535	14,01325	1,027267	0,305091	-13,1771	41,96777	322	0,102007	0,076103
bütünleşik	kis elektrik	Mulkiyet	14,18894	32,40931	0,437804	0,661831	-49,5795	77,95739	322	0,102007	0,076103
bütünleşik	kis elektrik	Bina Yasi	0,455614	2,370624	0,192191	0,847717	-4,20882	5,120045	322	0,102007	0,076103
bütünleşik	kis elektrik	Isi Yalitimi	19,81732	22,99685	0,86174	0,389492	-25,4312	65,06584	322	0,102007	0,076103
bütünleşik	kis elektrik	Konut Buyuklugu	2,183882	0,550294	3,968576	8,98E-05	1,101126	3,266639	322	0,102007	0,076103
bütünleşik	kis elektrik	Tassarruf	-5,30648	53,21657	-0,09971	0,920635	-110,015	99,40227	322	0,102007	0,076103
bütünleşik	kis elektrik	Gorus Enerji tüketimi hakkında	6,138389	28,90254	0,212382	0,831947	-50,7301	63,00692	322	0,102007	0,076103
bütünleşik	kis elektrik	Gonullu Proje	43,46504	24,15609	1,799341	0,072931	-4,0644	90,99448	322	0,102007	0,076103
bütünleşik	yaz dgaz	const	101,3028	151,9024	0,666894	0,505337	-197,591	400,1966	319	0,081422	0,054667
bütünleşik	yaz dgaz	Hanehalki Sayisi	17,48888	21,35577	0,81893	0,413457	-24,5322	59,51	319	0,081422	0,054667
bütünleşik	yaz dgaz	Hane Geliri Numarali	-9,82677	14,26428	-0,68891	0,491399	-37,8942	18,24064	319	0,081422	0,054667
bütünleşik	yaz dgaz	Mulkiyet	4,067861	32,43371	0,125421	0,900272	-59,751	67,88673	319	0,081422	0,054667
bütünleşik	yaz dgaz	Bina Yasi	3,298359	2,376748	1,387761	0,16621	-1,3783	7,975016	319	0,081422	0,054667
bütünleşik	yaz dgaz	Isi Yalitimi	-19,431	23,05087	-0,84296	0,399902	-64,7875	25,92554	319	0,081422	0,054667
bütünleşik	yaz dgaz	Konut Buyuklugu	2,02647	0,551036	3,677565	0,000278	0,942213	3,110727	319	0,081422	0,054667
bütünleşik	yaz dgaz	Tassarruf	5,974249	53,25496	0,112182	0,910752	-98,814	110,7625	319	0,081422	0,054667

EK-5. (devam) Ankara Örneğinde Doğrusal OLS Regresyon Modellerine Ait Ayrıntılı Sonuçlar

Çizelge 5.1.(devam) Ankara örneğinde doğrusal OLS regresyon modellerine ait ayrıntılı sonuçlar

bütünleşik	yaz dgaz	Gorus Enerji tuketimi hakkında	-50,4728	29,40369	-1,71655	0,087064	-108,33	7,384002	319	0,081422	0,054667
bütünleşik	yaz dgaz	Gonullu Proje	56,86257	24,15735	2,353842	0,019206	9,328865	104,3963	319	0,081422	0,054667
bütünleşik	kis dgaz	const	503,9925	285,8398	1,763199	0,078855	-58,4461	1066,431	319	0,214168	0,19128
bütünleşik	kis dgaz	Hanehalki Sayisi	95,68884	40,16089	2,382638	0,017794	16,66543	174,7123	319	0,214168	0,19128
bütünleşik	kis dgaz	Hane Geliri Numarali	-36,1469	26,63935	-1,3569	0,175804	-88,5643	16,2706	319	0,214168	0,19128
bütünleşik	kis dgaz	Mulkiyet	-39,928	60,99382	-0,65462	0,513196	-159,944	80,08771	319	0,214168	0,19128
bütünleşik	kis dgaz	Bina Yasi	2,228066	4,500747	0,495043	0,620921	-6,62792	11,08406	319	0,214168	0,19128
bütünleşik	kis dgaz	Isi Yalitimi	35,0299	43,22813	0,81035	0,418363	-50,0288	120,0886	319	0,214168	0,19128
bütünleşik	kis dgaz	Konut Buyuklugu	7,171616	1,034981	6,929226	2,47E-11	5,135115	9,208118	319	0,214168	0,19128
bütünleşik	kis dgaz	Tassarruf	96,51017	100,2524	0,962672	0,336465	-100,754	293,7739	319	0,214168	0,19128
bütünleşik	kis dgaz	Gorus Enerji tuketimi hakkında	-91,3405	54,64994	-1,67137	0,09566	-198,874	16,19256	319	0,214168	0,19128
bütünleşik	kis dgaz	Gonullu Proje	82,09136	45,62119	1,799413	0,072929	-7,67612	171,8588	319	0,214168	0,19128

EK-6. Ankara Örneğinde Polinomsal Regresyon Analizi Sonuçları (2. ve 3. Derece Modeller)

Çizelge 6.1. Ankara örneğinde polinomsal regresyon Analizi Sonuçları (2. ve 3. derece modeller)

dependent	degree	variable	coef	std_err	t	p	ci_low	ci_high	R2	Adj_R2	N
yaz toplam	2	income c	67,998	26,323	2,583	0,010	16,151	119,845	0,172	0,135	258
yaz toplam	2	income c2	-31,487	9,303	-3,385	0,001	-49,811	-13,164	0,172	0,135	258
yaz toplam	2	size c	3,417	1,441	2,372	0,018	0,579	6,255	0,172	0,135	258
yaz toplam	2	size c2	-0,003	0,003	-0,933	0,352	-0,009	0,003	0,172	0,135	258
yaz toplam	2	Hanehalki Sayisi	21,576	34,321	0,629	0,530	-46,024	89,175	0,172	0,135	258
yaz toplam	2	Bina Yasi	5,345	3,922	1,363	0,174	-2,379	13,070	0,172	0,135	258
yaz toplam	2	Konut Tipi New	747,413	249,543	2,995	0,003	255,899	1238,926	0,172	0,135	258
yaz toplam	2	Mulkiyet New	166,669	77,750	2,144	0,033	13,528	319,810	0,172	0,135	258
yaz toplam	2	Isi Yalitimi New	26,229	86,617	0,303	0,762	-144,376	196,834	0,172	0,135	258
yaz toplam	2	Tassarruf New	-122,228	83,451	-1,465	0,144	-286,598	42,143	0,172	0,135	258
yaz toplam	2	Gorus New	56,971	48,508	1,174	0,241	-38,572	152,514	0,172	0,135	258
yaz toplam	2	Gonullu New	-112,774	50,712	-2,224	0,027	-212,660	-12,888	0,172	0,135	258
yaz toplam	3	income c	43,844	34,238	1,281	0,202	-23,596	111,284	0,179	0,135	258
yaz toplam	3	income c2	-46,908	16,615	-2,823	0,005	-79,635	-14,182	0,179	0,135	258
yaz toplam	3	income c3	4,525	4,089	1,107	0,270	-3,529	12,578	0,179	0,135	258
yaz toplam	3	size c	2,584	1,619	1,596	0,112	-0,605	5,773	0,179	0,135	258
yaz toplam	3	size c2	0,018	0,021	0,868	0,386	-0,023	0,059	0,179	0,135	258
yaz toplam	3	size c3	0,000	0,000	-0,994	0,321	0,000	0,000	0,179	0,135	258
yaz toplam	3	Hanehalki Sayisi	28,132	35,606	0,790	0,430	-42,002	98,265	0,179	0,135	258
yaz toplam	3	Bina Yasi	5,457	3,940	1,385	0,167	-2,303	13,218	0,179	0,135	258
yaz toplam	3	Konut Tipi New	713,588	253,217	2,818	0,005	214,818	1212,357	0,179	0,135	258
yaz toplam	3	Mulkiyet New	173,747	77,903	2,230	0,027	20,299	327,196	0,179	0,135	258
yaz toplam	3	Isi Yalitimi New	20,916	86,760	0,241	0,810	-149,979	191,811	0,179	0,135	258
yaz toplam	3	Tassarruf New	-128,916	83,652	-1,541	0,125	-293,689	35,856	0,179	0,135	258
yaz toplam	3	Gorus New	63,140	48,859	1,292	0,197	-33,100	159,381	0,179	0,135	258

EK-6. (devam) Ankara Örneğinde Polinomsal Regresyon Analizi Sonuçları (2. ve 3. Derece Modeller)

Çizelge 6.1. (devam) Ankara örneğinde polinomsal regresyon analizi sonuçları (2. ve 3. derece modeller)

yaz toplam	3	Gonullu New	-113,948	50,717	-2,247	0,026	-213,847	-14,049	0,179	0,135	258
kis toplam	2	income c	88,232	39,069	2,258	0,025	11,281	165,184	0,307	0,276	258
kis toplam	2	income c2	-50,759	13,807	-3,676	0,000	-77,955	-23,564	0,307	0,276	258
kis toplam	2	size c	8,909	2,139	4,166	0,000	4,696	13,121	0,307	0,276	258
kis toplam	2	size c2	-0,003	0,004	-0,795	0,427	-0,012	0,005	0,307	0,276	258
kis toplam	2	Hanehalki Sayisi	47,616	50,939	0,935	0,351	-52,716	147,948	0,307	0,276	258
kis toplam	2	Bina Yasi	8,840	5,821	1,519	0,130	-2,624	20,305	0,307	0,276	258
kis toplam	2	Konut Tipi New	1957,953	370,372	5,286	0,000	1228,448	2687,457	0,307	0,276	258
kis toplam	2	Mulkiyet New	-29,018	115,397	-0,251	0,802	-256,310	198,274	0,307	0,276	258
kis toplam	2	Isi Yalitimi New	382,906	128,557	2,978	0,003	129,693	636,118	0,307	0,276	258
kis toplam	2	Tassarruf New	-148,740	123,859	-1,201	0,231	-392,698	95,219	0,307	0,276	258
kis toplam	2	Gorus New	86,153	71,995	1,197	0,233	-55,652	227,958	0,307	0,276	258
kis toplam	2	Gonullu New	-224,124	75,268	-2,978	0,003	-372,375	-75,873	0,307	0,276	258
kis toplam	3	income c	46,083	50,758	0,908	0,365	-53,897	146,063	0,314	0,278	258
kis toplam	3	income c2	-77,626	24,631	-3,151	0,002	-126,143	-29,108	0,314	0,278	258
kis toplam	3	income c3	7,893	6,062	1,302	0,194	-4,047	19,832	0,314	0,278	258
kis toplam	3	size c	7,572	2,400	3,155	0,002	2,844	12,300	0,314	0,278	258
kis toplam	3	size c2	0,030	0,031	0,957	0,340	-0,031	0,091	0,314	0,278	258
kis toplam	3	size c3	0,000	0,000	-1,061	0,290	0,000	0,000	0,314	0,278	258
kis toplam	3	Hanehalki Sayisi	57,542	52,786	1,090	0,277	-46,432	161,515	0,314	0,278	258
kis toplam	3	Bina Yasi	9,075	5,841	1,554	0,122	-2,431	20,580	0,314	0,278	258
kis toplam	3	Konut Tipi New	1905,880	375,395	5,077	0,000	1166,452	2645,309	0,314	0,278	258
kis toplam	3	Mulkiyet New	-17,191	115,492	-0,149	0,882	-244,680	210,297	0,314	0,278	258
kis toplam	3	Isi Yalitimi New	374,453	128,623	2,911	0,004	121,101	627,805	0,314	0,278	258
kis toplam	3	Tassarruf New	-160,372	124,015	-1,293	0,197	-404,648	83,904	0,314	0,278	258
kis toplam	3	Gorus New	96,974	72,434	1,339	0,182	-45,703	239,650	0,314	0,278	258
kis toplam	3	Gonullu New	-226,131	75,188	-3,008	0,003	-374,231	-78,030	0,314	0,278	258
yaz elektrik	2	income c	44,730	17,332	2,581	0,010	10,592	78,868	0,149	0,111	258

EK-6. (devam) Ankara Örneğinde Polinomsal Regresyon Analizi Sonuçları (2. ve 3. Derece Modeller)

Çizelge 6.1. (devam) Ankara örneğinde polinomsal regresyon analizi sonuçları (2. ve 3. derece modeller)

yaz elektrik	2	income c2	-14,361	6,125	-2,344	0,020	-26,425	-2,296	0,149	0,111	258
yaz elektrik	2	size c	1,959	0,949	2,065	0,040	0,090	3,828	0,149	0,111	258
yaz elektrik	2	size c2	-0,003	0,002	-1,601	0,111	-0,007	0,001	0,149	0,111	258
yaz elektrik	2	Hanehalki Sayisi	34,009	22,598	1,505	0,134	-10,502	78,519	0,149	0,111	258
yaz elektrik	2	Bina Yasi	-0,217	2,582	-0,084	0,933	-5,303	4,869	0,149	0,111	258
yaz elektrik	2	Konut Tipi New	533,302	164,309	3,246	0,001	209,670	856,934	0,149	0,111	258
yaz elektrik	2	Mulkiyet New	93,866	51,194	1,834	0,068	-6,968	194,700	0,149	0,111	258
yaz elektrik	2	Isi Yalitimi New	-20,885	57,032	-0,366	0,715	-133,218	91,448	0,149	0,111	258
yaz elektrik	2	Tassarruf New	-78,166	54,948	-1,423	0,156	-186,394	30,062	0,149	0,111	258
yaz elektrik	2	Gorus New	22,975	31,939	0,719	0,473	-39,934	85,885	0,149	0,111	258
yaz elektrik	2	Gonullu New	-61,868	33,391	-1,853	0,065	-127,637	3,901	0,149	0,111	258
yaz elektrik	3	income c	40,808	22,498	1,814	0,071	-3,506	85,123	0,160	0,115	258
yaz elektrik	3	income c2	-17,123	10,917	-1,568	0,118	-38,627	4,382	0,160	0,115	258
yaz elektrik	3	income c3	0,750	2,687	0,279	0,780	-4,542	6,042	0,160	0,115	258
yaz elektrik	3	size c	1,115	1,064	1,048	0,296	-0,981	3,210	0,160	0,115	258
yaz elektrik	3	size c2	0,021	0,014	1,497	0,136	-0,007	0,048	0,160	0,115	258
yaz elektrik	3	size c3	0,000	0,000	-1,740	0,083	0,000	0,000	0,160	0,115	258
yaz elektrik	3	Hanehalki Sayisi	44,269	23,396	1,892	0,060	-1,815	90,354	0,160	0,115	258
yaz elektrik	3	Bina Yasi	-0,434	2,589	-0,168	0,867	-5,534	4,665	0,160	0,115	258
yaz elektrik	3	Konut Tipi New	485,597	166,387	2,918	0,004	157,858	813,336	0,160	0,115	258
yaz elektrik	3	Mulkiyet New	98,207	51,190	1,918	0,056	-2,624	199,037	0,160	0,115	258
yaz elektrik	3	Isi Yalitimi New	-26,714	57,010	-0,469	0,640	-139,008	85,580	0,160	0,115	258
yaz elektrik	3	Tassarruf New	-79,489	54,967	-1,446	0,149	-187,760	28,782	0,160	0,115	258
yaz elektrik	3	Gorus New	23,642	32,105	0,736	0,462	-39,597	86,881	0,160	0,115	258
yaz elektrik	3	Gonullu New	-62,310	33,326	-1,870	0,063	-127,953	3,333	0,160	0,115	258
Kis Elektrik	2	income c	46,462	17,215	2,699	0,007	12,554	80,370	0,141	0,103	258
Kis Elektrik	2	income c2	-17,485	6,084	-2,874	0,004	-29,469	-5,502	0,141	0,103	258
Kis Elektrik	2	size c	2,979	0,942	3,162	0,002	1,123	4,835	0,141	0,103	258

EK-6. (devam) Ankara Örneğinde Polinomsal Regresyon Analizi Sonuçları (2. ve 3. Derece Modeller)

Çizelge 6.1. (devam) Ankara örneğinde polinomsal regresyon analizi sonuçları (2. ve 3. derece modeller)

Kis Elektrik	2	size c2	-0,004	0,002	-2,278	0,024	-0,008	-0,001	0,141	0,103	258
Kis Elektrik	2	Hanehalki Sayisi	-17,642	22,446	-0,786	0,433	-61,852	26,568	0,141	0,103	258
Kis Elektrik	2	Bina Yasi	2,528	2,565	0,986	0,325	-2,524	7,580	0,141	0,103	258
Kis Elektrik	2	Konut Tipi New	727,698	163,200	4,459	0,000	406,251	1049,146	0,141	0,103	258
Kis Elektrik	2	Mulkiyet New	31,417	50,848	0,618	0,537	-68,736	131,571	0,141	0,103	258
Kis Elektrik	2	Isi Yalitimi New	70,432	56,647	1,243	0,215	-41,143	182,007	0,141	0,103	258
Kis Elektrik	2	Tassarruf New	-38,779	54,577	-0,711	0,478	-146,276	68,719	0,141	0,103	258
Kis Elektrik	2	Gorus New	-16,564	31,724	-0,522	0,602	-79,049	45,921	0,141	0,103	258
Kis Elektrik	2	Gonullu New	-51,892	33,166	-1,565	0,119	-117,217	13,433	0,141	0,103	258
Kis Elektrik	3	income c	20,570	22,266	0,924	0,356	-23,288	64,427	0,158	0,113	258
Kis Elektrik	3	income c2	-33,972	10,805	-3,144	0,002	-55,254	-12,689	0,158	0,113	258
Kis Elektrik	3	income c3	4,847	2,659	1,823	0,070	-0,390	10,085	0,158	0,113	258
Kis Elektrik	3	size c	2,206	1,053	2,096	0,037	0,133	4,280	0,158	0,113	258
Kis Elektrik	3	size c2	0,015	0,014	1,072	0,285	-0,012	0,041	0,158	0,113	258
Kis Elektrik	3	size c3	0,000	0,000	-1,383	0,168	0,000	0,000	0,158	0,113	258
Kis Elektrik	3	Hanehalki Sayisi	-12,171	23,155	-0,526	0,600	-57,780	33,438	0,158	0,113	258
Kis Elektrik	3	Bina Yasi	2,688	2,562	1,049	0,295	-2,359	7,735	0,158	0,113	258
Kis Elektrik	3	Konut Tipi New	698,584	164,671	4,242	0,000	374,227	1022,941	0,158	0,113	258
Kis Elektrik	3	Mulkiyet New	38,465	50,662	0,759	0,448	-61,325	138,255	0,158	0,113	258
Kis Elektrik	3	Isi Yalitimi New	65,578	56,422	1,162	0,246	-45,558	176,713	0,158	0,113	258
Kis Elektrik	3	Tassarruf New	-45,908	54,400	-0,844	0,400	-153,062	61,245	0,158	0,113	258
Kis Elektrik	3	Gorus New	-9,894	31,774	-0,311	0,756	-72,480	52,693	0,158	0,113	258
Kis Elektrik	3	Gonullu New	-53,108	32,982	-1,610	0,109	-118,074	11,858	0,158	0,113	258
yaz dgaz	2	income c	23,268	16,194	1,437	0,152	-8,629	55,165	0,119	0,080	258
yaz dgaz	2	income c2	-17,127	5,723	-2,993	0,003	-28,400	-5,854	0,119	0,080	258
yaz dgaz	2	size c	1,458	0,886	1,645	0,101	-0,288	3,204	0,119	0,080	258
yaz dgaz	2	size c2	0,000	0,002	0,196	0,845	-0,003	0,004	0,119	0,080	258
yaz dgaz	2	Hanehalki Sayisi	-12,433	21,114	-0,589	0,556	-54,021	29,155	0,119	0,080	258

EK-6. (devam) Ankara Örneğinde Polinomsal Regresyon Analizi Sonuçları (2. ve 3. Derece Modeller)

Çizelge 6.1. (devam) Ankara örneğinde polinomsal regresyon analizi sonuçları (2. ve 3. derece modeller)

yaz dgaz	2	Bina Yasi	5,562	2,413	2,305	0,022	0,810	10,314	0,119	0,080	258
yaz dgaz	2	Konut Tipi New	214,110	153,521	1,395	0,164	-88,273	516,494	0,119	0,080	258
yaz dgaz	2	Mulkiyet New	72,803	47,833	1,522	0,129	-21,411	167,017	0,119	0,080	258
yaz dgaz	2	Isi Yalitimi New	47,114	53,288	0,884	0,377	-57,844	152,072	0,119	0,080	258
yaz dgaz	2	Tassarruf New	-44,062	51,340	-0,858	0,392	-145,184	57,061	0,119	0,080	258
yaz dgaz	2	Gorus New	33,996	29,842	1,139	0,256	-24,783	92,775	0,119	0,080	258
yaz dgaz	2	Gonullu New	-50,906	31,199	-1,632	0,104	-112,357	10,545	0,119	0,080	258
yaz dgaz	3	income c	3,035	21,048	0,144	0,885	-38,424	44,494	0,128	0,081	258
yaz dgaz	3	income c2	-29,785	10,214	-2,916	0,004	-49,904	-9,666	0,128	0,081	258
yaz dgaz	3	income c3	3,774	2,514	1,502	0,134	-1,177	8,725	0,128	0,081	258
yaz dgaz	3	size c	1,469	0,995	1,476	0,141	-0,491	3,430	0,128	0,081	258
yaz dgaz	3	size c2	-0,002	0,013	-0,188	0,851	-0,028	0,023	0,128	0,081	258
yaz dgaz	3	size c3	0,000	0,000	0,243	0,808	0,000	0,000	0,128	0,081	258
yaz dgaz	3	Hanehalki Sayisi	-16,138	21,889	-0,737	0,462	-59,253	26,977	0,128	0,081	258
yaz dgaz	3	Bina Yasi	5,892	2,422	2,432	0,016	1,121	10,662	0,128	0,081	258
yaz dgaz	3	Konut Tipi New	227,991	155,666	1,465	0,144	-78,630	534,612	0,128	0,081	258
yaz dgaz	3	Mulkiyet New	75,541	47,891	1,577	0,116	-18,793	169,874	0,128	0,081	258
yaz dgaz	3	Isi Yalitimi New	47,630	53,336	0,893	0,373	-57,428	152,688	0,128	0,081	258
yaz dgaz	3	Tassarruf New	-49,427	51,426	-0,961	0,337	-150,722	51,867	0,128	0,081	258
yaz dgaz	3	Gorus New	39,498	30,037	1,315	0,190	-19,666	98,662	0,128	0,081	258
yaz dgaz	3	Gonullu New	-51,638	31,178	-1,656	0,099	-113,051	9,775	0,128	0,081	258
kis dgaz	2	income c	41,770	33,753	1,238	0,217	-24,711	108,252	0,267	0,234	258
kis dgaz	2	income c2	-33,274	11,929	-2,789	0,006	-56,770	-9,778	0,267	0,234	258
kis dgaz	2	size c	5,929	1,848	3,209	0,002	2,290	9,569	0,267	0,234	258
kis dgaz	2	size c2	0,001	0,004	0,241	0,809	-0,007	0,008	0,267	0,234	258
kis dgaz	2	Hanehalki Sayisi	65,258	44,008	1,483	0,139	-21,422	151,939	0,267	0,234	258
kis dgaz	2	Bina Yasi	6,312	5,029	1,255	0,211	-3,593	16,217	0,267	0,234	258
kis dgaz	2	Konut Tipi New	1230,255	319,980	3,845	0,000	600,005	1860,504	0,267	0,234	258

EK-6. (devam) Ankara Örneğinde Polinomsal Regresyon Analizi Sonuçları (2. ve 3. Derece Modeller)

Çizelge 6.1. (devam) Ankara örneğinde polinomsal regresyon analizi sonuçları (2. ve 3. derece modeller)

kis dgaz	2	Mulkiyet New	-60,435	99,696	-0,606	0,545	-256,802	135,932	0,267	0,234	258
kis dgaz	2	Isi Yalitimi New	312,474	111,066	2,813	0,005	93,713	531,235	0,267	0,234	258
kis dgaz	2	Tassarruf New	-109,961	107,007	-1,028	0,305	-320,727	100,805	0,267	0,234	258
kis dgaz	2	Gorus New	102,717	62,199	1,651	0,100	-19,795	225,228	0,267	0,234	258
kis dgaz	2	Gonullu New	-172,232	65,027	-2,649	0,009	-300,312	-44,151	0,267	0,234	258
kis dgaz	3	income c	25,513	44,034	0,579	0,563	-61,223	112,249	0,268	0,229	258
kis dgaz	3	income c2	-43,654	21,368	-2,043	0,042	-85,744	-1,564	0,268	0,229	258
kis dgaz	3	income c3	3,045	5,259	0,579	0,563	-7,313	13,403	0,268	0,229	258
kis dgaz	3	size c	5,366	2,082	2,577	0,011	1,264	9,467	0,268	0,229	258
kis dgaz	3	size c2	0,015	0,027	0,561	0,575	-0,038	0,068	0,268	0,229	258
kis dgaz	3	size c3	0,000	0,000	-0,524	0,601	0,000	0,000	0,268	0,229	258
kis dgaz	3	Hanehalki Sayisi	69,713	45,793	1,522	0,129	-20,487	159,913	0,268	0,229	258
kis dgaz	3	Bina Yasi	6,387	5,067	1,260	0,209	-3,595	16,368	0,268	0,229	258
kis dgaz	3	Konut Tipi New	1207,296	325,667	3,707	0,000	565,819	1848,773	0,268	0,229	258
kis dgaz	3	Mulkiyet New	-55,656	100,193	-0,555	0,579	-253,010	141,697	0,268	0,229	258
kis dgaz	3	Isi Yalitimi New	308,875	111,584	2,768	0,006	89,084	528,667	0,268	0,229	258
kis dgaz	3	Tassarruf New	-114,464	107,587	-1,064	0,288	-326,381	97,453	0,268	0,229	258
kis dgaz	3	Gorus New	106,868	62,839	1,701	0,090	-16,909	230,644	0,268	0,229	258
kis dgaz	3	Gonullu New	-173,023	65,228	-2,653	0,009	-301,505	-44,541	0,268	0,229	258

Not: Bu tabloda Ankara örneği için tahmin edilen 2, ve 3, derece polinomsal regresyon modellerine ait tüm katsayı tahminleri sunulmaktadır, Model derecesi degree sütunu üzerinden ayırt edilmektedir, income c ve size c değişkenleri ortalama merkezleme (mean-centering) yöntemiyle oluşturulmuş olup, c^2 ve c^3 terimleri sırasıyla ikinci ve üçüncü derece polinomsal bileşenleri ifade etmektedir, Katsayılar OLS yöntemiyle tahmin edilmiş; parantez içindeki değerler standart hataları göstermektedir, Tüm modeller yalnızca geçerli gözlemlerle tahmin edilmiş olup örneklem büyüklüğü $N = 258$ 'dir,

EK-7. Etkileşimli OLS Regresyon Sonuçları

EK-7A. Kış toplam etkileşimli OLS sonuçları

Çizelge 7.1. Kış toplam etkileşimli OLS sonuçları

Variable	Model1_Coeff	Model1_p	Model2_Coeff	Model2_p
Intercept	2528,662993	2,25343E-05	2602,096201	6,7322E-05
Hane_Geliri_Numarali_c	-15,8749081	0,696146409	-18,70832846	0,713318657
Konut_Buyuklugu_c	7,242043432	1,24834E-07	9,685048687	1,20274E-06
Hanehalki_Sayisi_c	102,2570205	0,050579124	89,89677475	0,161838115
Bina_Yasi_c	6,324376291	0,296538221	16,84472511	0,314478332
Egitim_c	39,31986008	0,407838738	45,66843084	0,527283375
Konut_Tipi_new	-176,1212828	0,491786305	-206,42785	0,48189058
Mulkiyet_new	-95,87847063	0,409224916	-88,82731653	0,437034797
Isi_Yalitimi_new	401,74297	0,002667107	410,5292598	0,013733165
Tasarruf_new	-115,8758498	0,362033697	-118,7399237	0,397244232
Gonullu_Proje_new	-260,8909593	0,000895571	-268,0340547	0,003431233
Gorus_Enerji_new	113,2343133	0,125617223	111,2390719	0,16125079
Hane_Geliri_Numarali_c:Konut_Buyuklugu_c			-1,76945481	0,049172925
Bina_Yasi_c:Isi_Yalitimi_new			-10,45403704	0,486428063
Egitim_c:Tasarruf_new			-21,83271731	0,779708471

Not: Bu tabloda Ankara örneği için kış dönemi toplam enerji tüketimine yönelik etkileşimli OLS regresyon modellerinin katsayı tahminleri sunulmaktadır, Model 1 temel doğrusal OLS modelini, Model 2 ise etkileşim terimlerini içeren genişletilmiş modeli temsil etmektedir, Etkileşim terimleri yalnızca Model 2’de yer almaktadır, Sürekli değişkenler çoklu doğrusal bağlantıyı azaltmak amacıyla ortalama merkezleme (c) yöntemiyle modele dâhil edilmiştir, p-değerleri %5 anlamlılık düzeyine göre raporlanmıştır, Boş hücreler ilgili değişkenin söz konusu modelde yer almadığını göstermektedir,

EK-7. (devam) Etkileşimli OLS Regresyon Sonuçları

EK-7B. Yaz toplam etkileşimli OLS sonuçları

Çizelge 7.2. Yaz toplam etkileşimli OLS sonuçları

Variable	Model1_Coeff	Model1_p	Model2_Coeff	Model2_p
Intercept	911,2557771	0,02050143	901,9106086	0,014375498
Hane_Geliri_Numarali_c	6,387702543	0,814498023	-0,642743541	0,980999125
Konut_Buyuklugu_c	2,276828463	0,010829806	2,997992604	0,011672301
Hanehalki_Sayisi_c	51,56565272	0,139845513	50,22583036	0,261724161
Bina_Yasi_c	3,783805667	0,348640766	10,51948929	0,27657813
Egitim_c	32,28024123	0,308083486	59,41181228	0,197980838
Konut_Tipi_new	-34,19403343	0,841337147	-30,57313796	0,841074007
Mulkiyet_new	139,4845694	0,072902089	142,1984355	0,065934925
Isi_Yalitimi_new	30,72699367	0,727980201	29,8968401	0,746387284
Tasarruf_new	-90,87012575	0,28481575	-93,5270535	0,234740037
Gonullu_Proje_new	-131,7269677	0,011509936	-140,5916889	0,015109166
Gorus_Enerji_new	71,54450512	0,146388822	73,70360441	0,093961523
Hane_Geliri_Numarali_c:Konut_Buyuklugu_c			-0,519684671	0,360459611
Bina_Yasi_c:Isi_Yalitimi_new			-6,901681957	0,404254247
Egitim_c:Tasarruf_new			-51,26166549	0,306478921

Not: Bu tabloda, EK-6A'da sunulan etkileşimli OLS modelleme çerçevesi korunarak, yaz dönemi toplam enerji tüketimi için elde edilen katsayı tahminleri raporlanmaktadır. Model yapısı, değişken seti ve etkileşim terimleri EK-6A ile aynıdır; farklılık yalnızca bağımlı değişkenin yaz dönemi toplam enerji tüketimi olarak tanımlanmasından kaynaklanmaktadır.

EK-7. (devam) Etkileşimli OLS Regresyon Sonuçları

EK-7C. Kış elektrik etkileşimli OLS sonuçları

Çizelge 7.3. Kış elektrik etkileşimli OLS sonuçları

Variable	Model1_Coeff	Model1_p	Model2_Coeff	Model2_p
Intercept	1279,341662	7,45494E-07	1295,523202	0,009358328
Hane_Geliri_Numarali_c	25,4993827	0,145758116	21,92688217	0,190929757
Konut_Buyuklugu_c	0,759300948	0,185933392	1,772285878	0,116304318
Hanehalki_Sayisi_c	5,463162999	0,807523723	2,102815801	0,937565231
Bina_Yasi_c	0,218061123	0,933276296	7,170384185	0,379684759
Egitim_c	-4,100746551	0,840926056	6,388141835	0,831551239
Konut_Tipi_new	-317,5938569	0,004260922	-325,3854039	0,114958649
Mulkiyet_new	13,04488899	0,79404788	16,96021858	0,72903161
Isi_Yalitimi_new	85,93369816	0,132794726	86,03581818	0,213581562
Tasarruf_new	-25,23032561	0,644483274	-26,56818516	0,643593389
Gonullu_Proje_new	-68,25188045	0,04203238	-74,60473373	0,0650591
Gorus_Enerji_new	-3,56645411	0,910542181	-2,40530283	0,966557406
Hane_Geliri_Numarali_c:Konut_Buyuklugu_c			-0,737931038	0,12479869
Bina_Yasi_c:Isi_Yalitimi_new			-7,025206817	0,394810025
Egitim_c:Tasarruf_new			-23,92923888	0,468741226

Not: Tablo, etkileşimli OLS modellerinin kış dönemi elektrik tüketimi için tahmin edilen sonuçlarını göstermektedir.

EK-7. (devam) Etkileşimli OLS Regresyon Sonuçları

EK-7D. Yaz elektrik etkileşimli OLS sonuçları

Çizelge 7.4. Yaz elektrik etkileşimli OLS sonuçları

Variable	Model1_Coeff	Model1_p	Model2_Coeff	Model2_p
Intercept	983,3963488	0,000135997	992,5466092	0,001774542
Hane_Geliri_Numarali_c	25,82578821	0,144839539	22,01940252	0,287569466
Konut_Buyuklugu_c	0,410850182	0,476137588	1,191933992	0,23667399
Hanehalki_Sayisi_c	50,5639188	0,026181828	45,8966782	0,124379285
Bina_Yasi_c	-1,899692725	0,468450732	1,14403895	0,855322544
Egitim_c	2,34293451	0,909188789	20,91052182	0,575899836
Konut_Tipi_new	-203,652638	0,067223835	-205,9229218	0,159141686
Mulkiyet_new	79,22444763	0,116384839	80,91950037	0,110365274
Isi_Yalitimi_new	-8,562734061	0,881315245	-3,56215874	0,953580035
Tasarruf_new	-64,02445225	0,245866453	-66,2628984	0,17084815
Gonullu_Proje_new	-73,67105321	0,029240633	-77,8135023	0,035240866
Gorus_Enerji_new	30,38498807	0,341487887	29,46552355	0,394180057
Hane_Geliri_Numarali_c:Konut_Buyuklugu_c			-0,552980686	0,224476165
Bina_Yasi_c:Isi_Yalitimi_new			-3,059106936	0,591049145
Egitim_c:Tasarruf_new			-34,5773865	0,312946718

Not: Tablo, etkileşimli OLS modellerinin yaz dönemi elektrik tüketimi için tahmin edilen sonuçlarını göstermektedir,

EK-7. (devam) Etkileşimli OLS Regresyon Sonuçları

EK-7E. Kış doğalgaz etkileşimli OLS sonuçları

Çizelge 7.5. Kış doğalgaz etkileşimli OLS sonuçları

Variable	Model1_Coeff	Model1_p	Model2_Coeff	Model2_p
Intercept	1188,312386	0,01730493	1256,810937	0,032486198
Hane_Geliri_Numarali_c	-34,3206572	0,320994882	-31,60975184	0,502518595
Konut_Buyuklugu_c	6,540952468	1,89328E-08	7,998532355	6,47513E-05
Hanehalki_Sayisi_c	89,10481963	0,044805526	79,21608772	0,125659499
Bina_Yasi_c	6,264206563	0,221755933	8,737413417	0,576293511
Egitim_c	43,59327286	0,278156674	31,29590211	0,6250461
Konut_Tipi_new	160,2918994	0,459870185	133,2558469	0,620863118
Mulkiyet_new	-96,54829913	0,326876649	-93,59739713	0,342778934
Isi_Yalitimi_new	312,766137	0,005633122	322,7287373	0,028379168
Tasarruf_new	-75,20193055	0,48521527	-76,2318281	0,551939974
Gonullu_Proje_new	-188,1434458	0,004525844	-186,8015581	0,025598728
Gorus_Enerji_new	116,9730943	0,061687278	112,8739701	0,094729426
Hane_Geliri_Numarali_c:Konut_Buyuklugu_c			-1,052383905	0,224999996
Bina_Yasi_c:Isi_Yalitimi_new			-2,272426967	0,868817026
Egitim_c:Tasarruf_new			16,46919356	0,816054003

Not: Tablo, kış dönemi doğalgaz tüketimine ilişkin etkileşimli OLS model sonuçlarını göstermektedir,

EK-7. (devam) Etkileşimli OLS Regresyon Sonuçları

EK-7F. Yaz doğalgaz etkileşimli OLS sonuçları

Çizelge 7.6. Yaz doğalgaz etkileşimli OLS sonuçları

Variable	Model1_Coeff	Model1_p	Model2_Coeff	Model2_p
Intercept	-57,23620291	0,810105152	-73,03638871	0,750398315
Hane_Geliri_Numarali_c	-17,95785116	0,281299816	-21,14091178	0,187494286
Konut_Buyuklugu_c	1,837455503	0,000767267	1,824688113	0,032593133
Hanehalki_Sayisi_c	-0,509756912	0,980859402	2,289212301	0,92623457
Bina_Yasi_c	5,626306399	0,022219007	9,37460329	0,242372997
Egitim_c	29,78685038	0,121454231	39,01001742	0,107531315
Konut_Tipi_new	165,8896844	0,110618349	171,0399297	0,051405341
Mulkiyet_new	57,35584158	0,224986892	58,18430866	0,248071746
Isi_Yalitimi_new	43,91038514	0,416310914	38,98269738	0,563227365
Tasarruf_new	-25,77165066	0,616766122	-26,20370934	0,654911705
Gonullu_Proje_new	-57,73528192	0,066995373	-62,50037785	0,09152643
Gorus_Enerji_new	37,59120225	0,21477412	40,18730442	0,126214554
Hane_Geliri_Numarali_c:Konut_Buyuklugu_c			-0,001730313	0,996366336
Bina_Yasi_c:Isi_Yalitimi_new			-3,899488538	0,572717649
Egitim_c:Tasarruf_new			-17,94372954	0,597470281

Not: Tablo, yaz dönemi doğalgaz tüketimine ilişkin etkileşimli OLS model sonuçlarını göstermektedir

EK-8. Ankara için Eşik (Threshold) Regresyonu Katsayı Tahminleri (Yaz Dönemi Toplam Enerji Tüketimi)

Çizelge 8.1. Ankara için eşik (Threshold) regresyonu katsayı tahminleri (Yaz dönemi toplam enerji tüketimi)

variable	coef	std_err	t	p_value	ci_low	ci_high	t_value
const	808,1169729	289,5237374	2,791194188	0,005684892	237,7107271	1378,523219	2,791194188
income_low	221,4324016	52,39954428	4,225845942	3,41314E-05	118,1972485	324,6675546	4,225845942
income_high	-76,3284442	36,52117874	-2,089977564	0,037699802	-148,2807775	-4,376110865	-2,089977564
size_c	2,450212674	0,890494678	2,751518604	0,006396387	0,69580134	4,204624007	2,751518604
Hanehalki Sayisi	2,236142849	34,89945718	0,064073858	0,948966119	-66,52114983	70,99343553	0,064073858
Bina Yasi	5,318432509	4,12923347	1,287995108	0,199019886	-2,816791853	13,45365687	1,287995108
Konut Tipi New	6,552517713	173,9370109	0,037671785	0,969981491	-336,1301179	349,2351533	0,037671785
Mulkiyet_New	189,2107402	79,87105701	2,3689525	0,01865165	31,85248624	346,5689941	2,3689525
Isi Yalitimi New	23,1212913	90,32020712	0,255992452	0,798181562	-154,8233938	201,0659764	0,255992452

Not: Bu tabloda, yaz dönemi toplam enerji tüketimi için tahmin edilen eşik (threshold) regresyonu katsayıları sunulmaktadır, income_low ve income_high değişkenleri, hane gelirinin belirlenen eşik değerinin altında ve üstünde kalan rejimleri temsil etmektedir, Katsayılar ilgili gelir rejimlerinde değişkenlerin marjinal etkilerini göstermekte; güven aralıkları ve istatistiksel anlamlılık düzeyleri raporlanmaktadır,

EK-9. Ankara İçin Kantil Regresyon Analizi Ham Sonuçları (Kış Toplam Enerji Tüketimi)

Çizelge 9.1. Ankara için kantil regresyon analizi ham sonuçları (Kış toplam enerji tüketimi)

Variable	Coefficient	Kantil	Dependent
Intercept	1412,043535	0,25	kis toplam
Konut Tipi new 2 0[T,True]	-246,2934494	0,25	kis toplam
Mulkiyet new 2 0[T,True]	-182,3495423	0,25	kis toplam
Isi Yalitimi new 1 0[T,True]	475,1887462	0,25	kis toplam
Isi Yalitimi new 2 0[T,True]	699,0848963	0,25	kis toplam
Tasarruf new 1 0[T,True]	67,88942941	0,25	kis toplam
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	-279,4165176	0,25	kis toplam
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	-393,1626739	0,25	kis toplam
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	29,82412544	0,25	kis toplam
Gorus Enerji new 2 0[T,True]	193,5030058	0,25	kis toplam
Gorus Enerji new 3 0[T,True]	257,8472482	0,25	kis toplam
Hane Geliri Numarali	-139,5527722	0,25	kis toplam
Konut Buyuklugu	247,9238514	0,25	kis toplam
Hanehalki Sayisi	188,7021512	0,25	kis toplam
Bina Yasi	106,1272204	0,25	kis toplam
Egitim	1,908193855	0,25	kis toplam
Intercept	1709,4	0,5	kis toplam
Konut Tipi new 2 0[T,True]	-100,8536701	0,5	kis toplam
Mulkiyet new 2 0[T,True]	-50,50087452	0,5	kis toplam
Isi Yalitimi new 1 0[T,True]	322,0675967	0,5	kis toplam
Isi Yalitimi new 2 0[T,True]	691,4344119	0,5	kis toplam
Tasarruf new 1 0[T,True]	168,9657304	0,5	kis toplam
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	-290,0661203	0,5	kis toplam
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	-388,3686747	0,5	kis toplam
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	531,0662566	0,5	kis toplam
Gorus Enerji new 2 0[T,True]	469,7757155	0,5	kis toplam
Gorus Enerji new 3 0[T,True]	465,4522318	0,5	kis toplam
Hane Geliri Numarali	-3,803674164	0,5	kis toplam
Konut Buyuklugu	346,7292972	0,5	kis toplam
Hanehalki Sayisi	121,5271487	0,5	kis toplam
Bina Yasi	157,4606037	0,5	kis toplam
Egitim	136,1422487	0,5	kis toplam
Intercept	2606,289425	0,75	kis toplam
Konut Tipi new 2 0[T,True]	332,5742964	0,75	kis toplam
Mulkiyet new 2 0[T,True]	50,39249808	0,75	kis toplam
Isi Yalitimi new 1 0[T,True]	189,3167817	0,75	kis toplam
Isi Yalitimi new 2 0[T,True]	517,1818576	0,75	kis toplam
Tasarruf new 1 0[T,True]	2,564503559	0,75	kis toplam
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	-369,7934918	0,75	kis toplam
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	-570,8814965	0,75	kis toplam
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	330,2065088	0,75	kis toplam

EK-9. (devam) Ankara İçin Kantil Regresyon Analizi Ham Sonuçları (Kış Toplam Enerji Tüketimi)

Çizelge 9.1. (devam) Ankara için kantil regresyon analizi ham sonuçları (Kış toplam enerji tüketimi)

Gorus Enerji new 2 0[T,True]	361,5722502	0,75	kis toplam
Gorus Enerji new 3 0[T,True]	391,1962889	0,75	kis toplam
Hane Geliri Numarali	201,8777874	0,75	kis toplam
Konut Buyuklugu	459,9870166	0,75	kis toplam
Hanehalki Sayisi	43,01042873	0,75	kis toplam
Bina Yasi	70,09831862	0,75	kis toplam
Egitim	101,8910555	0,75	kis toplam
Intercept	607,6763095	0,25	yaz toplam
Konut Tipi new 2 0[T,True]	106,5768817	0,25	yaz toplam
Mulkiyet new 2 0[T,True]	-47,16161293	0,25	yaz toplam
Isi Yalitimi new 1 0[T,True]	129,5290385	0,25	yaz toplam
Isi Yalitimi new 2 0[T,True]	214,3367489	0,25	yaz toplam
Tasarruf new 1 0[T,True]	-28,62395508	0,25	yaz toplam
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	3,746787568	0,25	yaz toplam
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	4,32182448	0,25	yaz toplam
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	85,76702397	0,25	yaz toplam
Gorus Enerji new 2 0[T,True]	62,36529065	0,25	yaz toplam
Gorus Enerji new 3 0[T,True]	8,871704491	0,25	yaz toplam
Hane Geliri Numarali	1,937645068	0,25	yaz toplam
Konut Buyuklugu	82,49086536	0,25	yaz toplam
Hanehalki Sayisi	71,85813486	0,25	yaz toplam
Bina Yasi	19,3236277	0,25	yaz toplam
Egitim	28,47552298	0,25	yaz toplam
Intercept	960,3116813	0,5	yaz toplam
Konut Tipi new 2 0[T,True]	51,57339	0,5	yaz toplam
Mulkiyet new 2 0[T,True]	50,15098204	0,5	yaz toplam
Isi Yalitimi new 1 0[T,True]	-109,6785813	0,5	yaz toplam
Isi Yalitimi new 2 0[T,True]	147,613836	0,5	yaz toplam
Tasarruf new 1 0[T,True]	33,44233613	0,5	yaz toplam
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	-52,53740626	0,5	yaz toplam
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	-115,5838424	0,5	yaz toplam
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	159,2433258	0,5	yaz toplam
Gorus Enerji new 2 0[T,True]	94,64855242	0,5	yaz toplam
Gorus Enerji new 3 0[T,True]	79,38967919	0,5	yaz toplam
Hane Geliri Numarali	28,06778164	0,5	yaz toplam
Konut Buyuklugu	71,40158163	0,5	yaz toplam
Hanehalki Sayisi	88,5768425	0,5	yaz toplam
Bina Yasi	67,12011362	0,5	yaz toplam
Egitim	19,78457002	0,5	yaz toplam
Intercept	1262,905539	0,75	yaz toplam
Konut Tipi new 2 0[T,True]	200,8567851	0,75	yaz toplam
Mulkiyet new 2 0[T,True]	141,0431131	0,75	yaz toplam
Isi Yalitimi new 1 0[T,True]	-218,9961469	0,75	yaz toplam

EK-, (devam) Ankara İçin Kantil Regresyon Analizi Ham Sonuçları (Kış Toplam Enerji Tüketimi)

Çizelge 9.1. (devam) Ankara için kantil regresyon analizi ham sonuçları (Kış toplam enerji tüketimi)

Isi Yalitimi new 2 0[T,True]	-113,1764453	0,75	yaz toplam
Tasarruf new 1 0[T,True]	16,83527681	0,75	yaz toplam
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	-250,9947832	0,75	yaz toplam
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	-203,3255607	0,75	yaz toplam
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	299,7808568	0,75	yaz toplam
Gorus Enerji new 2 0[T,True]	237,3946585	0,75	yaz toplam
Gorus Enerji new 3 0[T,True]	152,9794588	0,75	yaz toplam
Hane Geliri Numarali	56,50475651	0,75	yaz toplam
Konut Buyuklugu	53,02986578	0,75	yaz toplam
Hanehalki Sayisi	92,82311032	0,75	yaz toplam
Bina Yasi	-0,497091637	0,75	yaz toplam
Egitim	59,84080005	0,75	yaz toplam
Intercept	410,0015299	0,25	Kis Elektrik
Konut Tipi new 2 0[T,True]	83,64925478	0,25	Kis Elektrik
Mulkiyet new 2 0[T,True]	-25,20985521	0,25	Kis Elektrik
Isi Yalitimi new 1 0[T,True]	19,35391208	0,25	Kis Elektrik
Isi Yalitimi new 2 0[T,True]	71,74857968	0,25	Kis Elektrik
Tasarruf new 1 0[T,True]	-5,734693426	0,25	Kis Elektrik
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	6,68567522	0,25	Kis Elektrik
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	-21,8052508	0,25	Kis Elektrik
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	17,77252559	0,25	Kis Elektrik
Gorus Enerji new 2 0[T,True]	45,44230438	0,25	Kis Elektrik
Gorus Enerji new 3 0[T,True]	47,55848344	0,25	Kis Elektrik
Hane Geliri Numarali	1,143988728	0,25	Kis Elektrik
Konut Buyuklugu	21,94288794	0,25	Kis Elektrik
Hanehalki Sayisi	50,24565017	0,25	Kis Elektrik
Bina Yasi	4,293154653	0,25	Kis Elektrik
Egitim	-7,339195894	0,25	Kis Elektrik
Intercept	457,2608605	0,5	Kis Elektrik
Konut Tipi new 2 0[T,True]	217,9081764	0,5	Kis Elektrik
Mulkiyet new 2 0[T,True]	10,50484275	0,5	Kis Elektrik
Isi Yalitimi new 1 0[T,True]	111,5176031	0,5	Kis Elektrik
Isi Yalitimi new 2 0[T,True]	142,9477668	0,5	Kis Elektrik
Tasarruf new 1 0[T,True]	-12,8355742	0,5	Kis Elektrik
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	-101,6454968	0,5	Kis Elektrik
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	-100,6768746	0,5	Kis Elektrik
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	59,86433135	0,5	Kis Elektrik
Gorus Enerji new 2 0[T,True]	70,3817878	0,5	Kis Elektrik
Gorus Enerji new 3 0[T,True]	99,84685388	0,5	Kis Elektrik
Hane Geliri Numarali	27,36638039	0,5	Kis Elektrik
Konut Buyuklugu	4,637920842	0,5	Kis Elektrik
Hanehalki Sayisi	47,070202	0,5	Kis Elektrik
Bina Yasi	6,814505461	0,5	Kis Elektrik

EK-9. (devam) Ankara İçin Kantil Regresyon Analizi Ham Sonuçları (Kış Toplam Enerji Tüketimi)

Çizelge 9.1. (devam) Ankara için kantil regresyon analizi ham sonuçları (Kış toplam enerji tüketimi)

Egitim	11,21621736	0,5	Kis Elektrik
Intercept	469,955664	0,75	Kis Elektrik
Konut Tipi new 2 0[T,True]	197,2112461	0,75	Kis Elektrik
Mulkiyet new 2 0[T,True]	7,354867692	0,75	Kis Elektrik
Isi Yalitimi new 1 0[T,True]	197,8066126	0,75	Kis Elektrik
Isi Yalitimi new 2 0[T,True]	313,4495206	0,75	Kis Elektrik
Tasarruf new 1 0[T,True]	22,1232595	0,75	Kis Elektrik
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	-152,7132316	0,75	Kis Elektrik
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	-224,1548115	0,75	Kis Elektrik
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	195,8923871	0,75	Kis Elektrik
Gorus Enerji new 2 0[T,True]	194,5903857	0,75	Kis Elektrik
Gorus Enerji new 3 0[T,True]	234,8520047	0,75	Kis Elektrik
Hane Geliri Numarali	66,96116719	0,75	Kis Elektrik
Konut Buyuklugu	51,89631821	0,75	Kis Elektrik
Hanehalki Sayisi	34,8108922	0,75	Kis Elektrik
Bina Yasi	-0,426420372	0,75	Kis Elektrik
Egitim	17,74407226	0,75	Kis Elektrik
Intercept	378,1539614	0,25	yaz elektrik
Konut Tipi new 2 0[T,True]	56,9401369	0,25	yaz elektrik
Mulkiyet new 2 0[T,True]	-7,00008986	0,25	yaz elektrik
Isi Yalitimi new 1 0[T,True]	41,18585611	0,25	yaz elektrik
Isi Yalitimi new 2 0[T,True]	108,837161	0,25	yaz elektrik
Tasarruf new 1 0[T,True]	42,05313723	0,25	yaz elektrik
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	20,35514852	0,25	yaz elektrik
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	-12,74403547	0,25	yaz elektrik
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	32,47260062	0,25	yaz elektrik
Gorus Enerji new 2 0[T,True]	23,86383906	0,25	yaz elektrik
Gorus Enerji new 3 0[T,True]	-33,14097431	0,25	yaz elektrik
Hane Geliri Numarali	4,372029165	0,25	yaz elektrik
Konut Buyuklugu	17,90910173	0,25	yaz elektrik
Hanehalki Sayisi	36,57530605	0,25	yaz elektrik
Bina Yasi	-7,645942303	0,25	yaz elektrik
Egitim	0,463395943	0,25	yaz elektrik
Intercept	526,2061547	0,5	yaz elektrik
Konut Tipi new 2 0[T,True]	106,7558084	0,5	yaz elektrik
Mulkiyet new 2 0[T,True]	6,661527403	0,5	yaz elektrik
Isi Yalitimi new 1 0[T,True]	37,02519792	0,5	yaz elektrik
Isi Yalitimi new 2 0[T,True]	78,76106592	0,5	yaz elektrik
Tasarruf new 1 0[T,True]	-2,19157995	0,5	yaz elektrik
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	-26,15411648	0,5	yaz elektrik
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	-48,86364426	0,5	yaz elektrik
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	1,095342813	0,5	yaz elektrik
Gorus Enerji new 2 0[T,True]	9,426979494	0,5	yaz elektrik

EK-9. (devam) Ankara İçin Kantil Regresyon Analizi Ham Sonuçları (Kış Toplam Enerji Tüketimi)

Çizelge 9.1. (devam) Ankara için kantil regresyon analizi ham sonuçları (Kış toplam enerji tüketimi)

Gorus Enerji new 3 0[T,True]	0,241034806	0,5	yaz elektrik
Hane Geliri Numarali	32,60948949	0,5	yaz elektrik
Konut Buyuklugu	5,520220557	0,5	yaz elektrik
Hanehalki Sayisi	36,32193267	0,5	yaz elektrik
Bina Yasi	-2,149758194	0,5	yaz elektrik
Egitim	-0,860576987	0,5	yaz elektrik
Intercept	728,4311375	0,75	yaz elektrik
Konut Tipi new 2 0[T,True]	316,9348067	0,75	yaz elektrik
Mulkiyet new 2 0[T,True]	50,49800866	0,75	yaz elektrik
Isi Yalitimi new 1 0[T,True]	-21,87039075	0,75	yaz elektrik
Isi Yalitimi new 2 0[T,True]	16,43073052	0,75	yaz elektrik
Tasarruf new 1 0[T,True]	33,92187591	0,75	yaz elektrik
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	-164,7743262	0,75	yaz elektrik
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	-152,735142	0,75	yaz elektrik
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	37,72397162	0,75	yaz elektrik
Gorus Enerji new 2 0[T,True]	69,57155556	0,75	yaz elektrik
Gorus Enerji new 3 0[T,True]	23,52486708	0,75	yaz elektrik
Hane Geliri Numarali	55,40675635	0,75	yaz elektrik
Konut Buyuklugu	34,12634999	0,75	yaz elektrik
Hanehalki Sayisi	43,51576819	0,75	yaz elektrik
Bina Yasi	-13,37626368	0,75	yaz elektrik
Egitim	8,445225676	0,75	yaz elektrik
Intercept	956,4880124	0,25	kis dgaz
Konut Tipi new 2 0[T,True]	-187,4687832	0,25	kis dgaz
Mulkiyet new 2 0[T,True]	-236,4332623	0,25	kis dgaz
Isi Yalitimi new 1 0[T,True]	443,4522885	0,25	kis dgaz
Isi Yalitimi new 2 0[T,True]	531,7472414	0,25	kis dgaz
Tasarruf new 1 0[T,True]	59,65103555	0,25	kis dgaz
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	-90,44643368	0,25	kis dgaz
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	-161,3279469	0,25	kis dgaz
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	-37,63464073	0,25	kis dgaz
Gorus Enerji new 2 0[T,True]	27,08812212	0,25	kis dgaz
Gorus Enerji new 3 0[T,True]	71,17707685	0,25	kis dgaz
Hane Geliri Numarali	-138,194634	0,25	kis dgaz
Konut Buyuklugu	307,3008586	0,25	kis dgaz
Hanehalki Sayisi	112,7081835	0,25	kis dgaz
Bina Yasi	107,0248592	0,25	kis dgaz
Egitim	19,46726031	0,25	kis dgaz
Intercept	1238,908702	0,5	kis dgaz
Konut Tipi new 2 0[T,True]	-0,704208835	0,5	kis dgaz
Mulkiyet new 2 0[T,True]	-75,71995589	0,5	kis dgaz
Isi Yalitimi new 1 0[T,True]	245,6744912	0,5	kis dgaz
Isi Yalitimi new 2 0[T,True]	520,5419885	0,5	kis dgaz

EK-9. (devam) Ankara İçin Kantil Regresyon Analizi Ham Sonuçları (Kış Toplam Enerji Tüketimi)

Çizelge 9.1. (devam) Ankara için kantil regresyon analizi ham sonuçları (Kış toplam enerji tüketimi)

Tasarruf new 1 0[T,True]	8,495375181	0,5	kis dgaz
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	-185,9076455	0,5	kis dgaz
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	-194,4171863	0,5	kis dgaz
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	388,1834895	0,5	kis dgaz
Gorus Enerji new 2 0[T,True]	387,7579037	0,5	kis dgaz
Gorus Enerji new 3 0[T,True]	351,3939802	0,5	kis dgaz
Hane Geliri Numarali	-30,24706832	0,5	kis dgaz
Konut Buyuklugu	323,0386152	0,5	kis dgaz
Hanehalki Sayisi	59,4288868	0,5	kis dgaz
Bina Yasi	149,1119419	0,5	kis dgaz
Egitim	91,42535938	0,5	kis dgaz
Intercept	2054,843848	0,75	kis dgaz
Konut Tipi new 2 0[T,True]	-5,953874122	0,75	kis dgaz
Mulkiyet new 2 0[T,True]	72,30517454	0,75	kis dgaz
Isi Yalitimi new 1 0[T,True]	43,08179163	0,75	kis dgaz
Isi Yalitimi new 2 0[T,True]	402,822741	0,75	kis dgaz
Tasarruf new 1 0[T,True]	-43,44864506	0,75	kis dgaz
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	-372,3041031	0,75	kis dgaz
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	-422,8543843	0,75	kis dgaz
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	236,1507094	0,75	kis dgaz
Gorus Enerji new 2 0[T,True]	176,2338413	0,75	kis dgaz
Gorus Enerji new 3 0[T,True]	231,4357715	0,75	kis dgaz
Hane Geliri Numarali	53,07041776	0,75	kis dgaz
Konut Buyuklugu	291,4270392	0,75	kis dgaz
Hanehalki Sayisi	52,78946114	0,75	kis dgaz
Bina Yasi	108,0033342	0,75	kis dgaz
Egitim	116,2975268	0,75	kis dgaz
Intercept	86,64008453	0,25	yaz dgaz
Konut Tipi new 2 0[T,True]	6,071360524	0,25	yaz dgaz
Mulkiyet new 2 0[T,True]	-10,37677718	0,25	yaz dgaz
Isi Yalitimi new 1 0[T,True]	80,43829861	0,25	yaz dgaz
Isi Yalitimi new 2 0[T,True]	130,1790123	0,25	yaz dgaz
Tasarruf new 1 0[T,True]	-31,18585271	0,25	yaz dgaz
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	-8,339834856	0,25	yaz dgaz
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	-8,99481019	0,25	yaz dgaz
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	128,0733435	0,25	yaz dgaz
Gorus Enerji new 2 0[T,True]	80,03345953	0,25	yaz dgaz
Gorus Enerji new 3 0[T,True]	128,5787166	0,25	yaz dgaz
Hane Geliri Numarali	-23,00811676	0,25	yaz dgaz
Konut Buyuklugu	49,09538514	0,25	yaz dgaz
Hanehalki Sayisi	19,34114326	0,25	yaz dgaz
Bina Yasi	16,8161764	0,25	yaz dgaz
Egitim	12,40196593	0,25	yaz dgaz

EK-9. (devam) Ankara İçin Kantil Regresyon Analizi Ham Sonuçları (Kış Toplam Enerji Tüketimi)

Çizelge 9.1. (devam) Ankara için kantil regresyon analizi ham sonuçları (Kış toplam enerji tüketimi)

Intercept	252,1809183	0,5	yaz dgaz
Konut Tipi new 2 0[T,True]	-41,99233663	0,5	yaz dgaz
Mulkiyet new 2 0[T,True]	-16,39477735	0,5	yaz dgaz
Isi Yalıtımı new 1 0[T,True]	29,18195564	0,5	yaz dgaz
Isi Yalıtımı new 2 0[T,True]	112,755572	0,5	yaz dgaz
Tasarruf new 1 0[T,True]	-21,83680355	0,5	yaz dgaz
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	29,73970936	0,5	yaz dgaz
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	7,313879391	0,5	yaz dgaz
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	120,0491188	0,5	yaz dgaz
Gorus Enerji new 2 0[T,True]	42,57134376	0,5	yaz dgaz
Gorus Enerji new 3 0[T,True]	70,42410877	0,5	yaz dgaz
Hane Geliri Numarali	-9,555886685	0,5	yaz dgaz
Konut Buyuklugu	69,66636123	0,5	yaz dgaz
Hanehalki Sayisi	13,46931339	0,5	yaz dgaz
Bina Yasi	30,95520675	0,5	yaz dgaz
Egitim	19,55913064	0,5	yaz dgaz
Intercept	347,0585637	0,75	yaz dgaz
Konut Tipi new 2 0[T,True]	-58,51775256	0,75	yaz dgaz
Mulkiyet new 2 0[T,True]	52,13609479	0,75	yaz dgaz
Isi Yalıtımı new 1 0[T,True]	-16,33431838	0,75	yaz dgaz
Isi Yalıtımı new 2 0[T,True]	54,92899564	0,75	yaz dgaz
Tasarruf new 1 0[T,True]	-50,48224827	0,75	yaz dgaz
Gonullu Proje new 1 0[T,True]	-66,63409996	0,75	yaz dgaz
Gonullu Proje new 2 0[T,True]	-128,1577673	0,75	yaz dgaz
Gorus Enerji new 1 0[T,True]	327,3698224	0,75	yaz dgaz
Gorus Enerji new 2 0[T,True]	262,7781031	0,75	yaz dgaz
Gorus Enerji new 3 0[T,True]	225,8816564	0,75	yaz dgaz
Hane Geliri Numarali	-3,010252738	0,75	yaz dgaz
Konut Buyuklugu	68,56391738	0,75	yaz dgaz
Hanehalki Sayisi	30,30092825	0,75	yaz dgaz
Bina Yasi	39,51837489	0,75	yaz dgaz
Egitim	43,42328944	0,75	yaz dgaz

Not: Bu ek tabloda yer alan katsayılar, enerji tüketiminin farklı kantil düzeylerinde değişkenlerin marjinal etkilerini göstermektedir. Aynı değişkenin farklı kantil'larda farklı büyüklük ve yönlerde etki göstermesi, enerji tüketiminin doğrusal olmayan ve rejime duyarlı bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır,

EK-10. Ankara Örneği için SHAP Analizine Ait Bulgular

EK-10A. Ankara örneği için küresel düzey değişken katkı özet tablosu

Çizelge 10.1. Ankara örneği için küresel düzey değişken katkı özet tablosu

Degisken	Ortalama_Mutlak_SHAP	Medyan_Mutlak_SHAP	Alt_Ceyrek_SHAP	Ust_Ceyrek_SHAP	Pozitif_Etki_Orani
Bina Yasi	138,6068215	90,80072446	58,87236123	129,4384537	0,238461538
Konut_Buyuklugu	122,6977202	72,11725009	28,18661678	139,5000345	0,253846154
Hane_Geliri_Numarali	111,068623	94,7927104	28,85098818	153,6958017	0,492307692
Gonullu_Proje_Re	73,90372466	64,46130144	28,04013522	98,05404358	0,326923077
Hanehalki_Sayisi	44,57359518	35,96667643	28,83778271	47,79165928	0,384615385
Isi_Yalitimi_Re	18,66419633	6,532696749	3,28274143	11,79650617	0,303846154
Tasarruf_Re	8,691867425	7,083822287	5,901919999	9,509114887	0,569230769

Not: Bu tabloda, SHAP (SHapley Additive exPlanations) analizi kapsamında hesaplanan değişken bazlı katkı değerlerinin özet istatistikleri sunulmaktadır, Ortalama mutlak SHAP değerleri, değişkenlerin model çıktısına olan göreceli katkı düzeylerini göstermektedir, Gözlem düzeyindeki tüm SHAP değerleri, veri hacmi nedeniyle eklerde özetlenmiş; ayrıntılı çıktılar dijital ek olarak saklanmıştır,

EK-10. (devam) Ankara Örneği için SHAP Analizine Ait Bulgular

EK-10B. Ankara örneği için SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler

Çizelge 10.2. SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler

Hane Geliri Numarali	Hanehalki Sayisi	Konut Büyüklüğü	Bina Yaşı	İsi Yalıtımı Re	Gonullu Proje Re	Tasarruf Re
9,635070188	-29,38552222	121,3162996	-474,7860784	-22,31558701	-52,98723767	8,234485574
-100,1018351	-41,85927578	-282,0070036	-144,0321862	-6,969682842	-127,0113638	-24,0526486
18,39093165	59,28012115	983,8422897	125,8282408	25,31459727	178,0698538	4,472204491
48,39304152	-47,74831446	-109,785811	-90,05539073	-8,690026901	-77,33693761	9,064065642
194,9981187	-33,86168073	-11,7785695	-83,81844141	-4,65407393	-77,22404248	8,213824358
194,9981187	-33,86168073	-11,7785695	-83,81844141	-4,65407393	-77,22404248	8,213824358
-94,40856965	-14,60534921	-7,594014803	-113,1666009	-2,081124428	-16,27820373	0,627432286
161,581666	60,30528826	-58,06621619	-126,5598832	-5,592151407	158,6986426	-6,926655923
209,0325896	-72,79134085	-65,92808697	12,94043273	-9,58832967	-35,5160007	0,40165055
2,845710247	-48,79589707	-80,62744127	-28,67002129	-6,832389163	-17,10536168	5,901919999
32,38342009	-36,12930845	-121,8951434	-69,49360593	-2,974687897	-76,47163473	9,458592601
-3,28697229	32,61125646	-18,71114045	-70,28831492	0,82387533	-40,54371051	8,770967469
167,8474374	-32,76389962	-1,090005374	-95,84544277	0,504608458	-71,55563088	8,231526156
169,9207448	35,66614941	-10,8605414	-50,14897144	2,320879288	-69,89056985	9,430939142
181,4905157	-23,14543134	58,67138244	-71,06423867	99,96701916	-10,46969633	-6,231377477
16,79503687	-15,48886338	132,9472349	-30,77320204	3,921159151	-7,864957507	29,30892695
147,1788804	-36,62414035	-70,14466982	-81,33872113	-18,88720912	161,0755398	-6,262412883
-99,26694086	-13,60421407	-72,06546921	-77,01771396	-4,006728693	114,4114534	-5,576325687
38,32563128	-22,55319077	279,6316075	-124,6752928	-2,101535307	-57,38575592	0,616031094
-14,13012738	-29,23256954	-18,93868416	-99,44864194	-8,17173808	-49,67503531	9,170240683
199,4896816	-57,27460173	540,9523406	752,5636202	3,81848851	9,839688597	-6,29728226
95,01045622	-35,18002608	1,381577205	-78,65200837	-9,832444477	-78,66031078	-15,21984505
-13,06922303	-29,07359779	-79,70291426	-66,55950418	-3,078872704	100,3214448	0,763362128

EK-10. (devam) Ankara Örneği için SHAP Analizine Ait Bulgular

Çizelge 10.2. (devam) SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler

53,23265861	-56,5047692	-44,08840891	139,1173238	82,83145078	-47,79877904	9,134992344
202,4195503	39,13394278	-9,887101951	-57,34815239	-7,863150168	-29,33282457	0,757212712
236,4699316	-28,67806988	0,27798297	-92,75806215	-3,333320837	148,116108	-6,231377477
-8,051879261	42,09271331	94,92981999	-215,9970076	-5,674425001	-41,59198424	9,618249345
-27,59829817	-44,23925963	-31,60228983	25,46583379	96,28406345	-72,62547176	8,305412275
-9,315778121	-29,35533464	-18,80015386	-102,7342751	2,963337632	94,43006975	-5,90290418
-96,85818588	-20,2799954	-85,9838161	-98,37745987	-8,077043981	-53,23574371	6,776042845
47,96777982	12,33164175	198,1580309	-212,9810369	100,9680947	-103,691308	-15,18175389
208,7095608	-29,20474417	26,83702046	98,94711885	91,08117031	155,8564917	-6,260333576
80,04272456	47,45498268	-0,077026309	35,53306909	-9,269413112	-118,8144053	9,476825965
80,04272456	47,45498268	-0,077026309	35,53306909	-9,269413112	-118,8144053	9,476825965
1,326673067	-32,59176454	-79,96229766	-113,2431301	-8,153824458	-11,67663929	-7,394794957
13,81897949	-16,39869988	-91,10033083	-75,50129586	-2,356915709	-57,39423573	-23,38528869
-31,19183045	37,29247559	-37,45366799	-80,11746675	-7,228929292	97,29906693	-6,663796412
11,76945731	-27,47974797	-87,89276118	-72,78642131	-5,205308232	-23,10574568	1,592942196
5,467369015	32,81695103	-15,28068931	-81,59760839	0,80968675	-25,49114591	0,761101085
-24,04856224	-46,48874203	-26,23726109	23,22526522	49,10133258	-78,603963	-16,45096322
-3,24644024	32,44247012	202,397239	-121,2326498	0,955380666	-24,23071424	0,86634717
-30,35459424	-22,7471281	-32,87903137	-124,7354441	-9,22357549	93,73936513	-6,257730324
97,34291653	169,4755153	1300,399625	-169,816815	33,00654914	22,65561074	6,138612237
98,72105083	209,1332567	-8,358380653	316,7497071	-9,107394556	197,0818558	4,59286201
151,0960777	-66,85767682	-45,87331122	-116,2884865	-11,47394793	-65,13712757	9,25879881
-30,35459424	-22,7471281	-32,87903137	-124,7354441	-9,22357549	93,73936513	-6,257730324
20,86127204	-39,56698511	-24,78569843	-54,00172232	60,45600438	-20,66146547	-14,85549909
-18,43153769	-33,34361954	-1,499026993	-49,03510112	0,515326891	42,23009756	6,485226494
-4,30182591	67,14107764	-10,63646146	183,3137304	-18,45455677	7,747664558	-6,222481984
152,3078044	-37,89931739	-50,12931222	-208,3977621	39,08047707	137,2709236	-6,237296313
-63,12071077	33,67329486	-11,66400715	-112,7182379	-9,681812457	51,85140231	4,428471128

EK-10. (devam) Ankara Örneği için SHAP Analizine Ait Bulgular

Çizelge 10.2. (devam) SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler

-33,60637646	-39,83030065	-14,3757563	-362,6112956	-20,70634077	87,16856799	-6,257730324
-31,32203289	50,6031595	-36,01578295	-80,31847327	-15,02259171	95,58266895	-6,70288428
-9,315778121	-29,35533464	-18,80015386	-102,7342751	2,963337632	94,43006975	-5,90290418
-1,750985857	68,2793814	-58,41768941	-15,19844591	-10,1378493	-13,33640549	7,466803221
9,249655219	29,34566333	79,13887101	-46,60120778	36,79301955	-64,85358123	-18,58640052
0,802706379	-45,6392471	-307,1686563	-155,9055204	-1,061722532	-77,45604488	11,23176117
-15,46744832	33,93065694	-22,11978692	-106,4427468	2,940911568	96,35242178	-6,663796412
188,4330348	-52,76656572	-80,96428708	-93,76154423	-10,60816304	-18,42421785	-7,36844211
210,6773773	-41,00185154	-12,15953449	56,51661408	-7,12645902	165,4468789	-6,196129138
-4,316007562	47,52032554	-42,28133055	25,66267091	-12,56283653	-106,5737775	-38,11755808
127,6247498	55,97016231	-68,6819431	-67,39064344	-5,67899106	-34,09872063	0,76017213
230,5216341	3,387195417	-195,406398	36,8355868	-0,584123294	161,1110026	-8,24640902
106,3976532	-31,65510425	-91,23411357	-39,99042455	-5,651775708	-20,06382537	-7,335273079
128,8598383	261,7088379	839,1226826	-57,34321396	125,9366909	-4,71845274	4,605186563
227,9272339	-63,77416236	256,7824157	78,24062223	-4,168242039	218,8296375	14,74013329
219,1027875	-62,71099061	-142,4534618	609,2896647	6,148468342	226,5500478	-5,866532146
-68,67921858	27,01521305	-93,36047955	-75,86696213	-12,09576767	-53,30581946	6,776042845
238,5092146	37,01483068	-13,20090969	-85,42197962	4,437915525	149,6212192	-6,637443566
176,1940841	46,15592381	-21,96021985	-95,13314326	0,482182394	-69,16634302	9,509114887
-146,9931692	-29,45601584	-35,98367166	-85,95082186	-9,32353947	-47,65741117	5,928760979
-139,0320571	-33,86700533	-40,6826962	-87,40558245	-15,35852583	-100,1091979	-11,59902913
24,37341251	31,9195261	82,9428233	-258,2360213	-3,163563787	-47,431942	4,557613671
145,6224321	42,64783491	-28,54101701	-11,64752623	29,78501059	-130,0115061	-18,56004768
-34,52428974	-47,92501916	-85,3745865	-115,3469029	-2,625524455	-37,69665578	9,367933269
119,4215079	29,10024007	-47,69774117	-150,537693	0,896917449	-130,0052037	11,9086645
-18,22443928	-26,94622528	-16,67357435	-127,9851191	0,914163172	83,70204423	0,841537873
77,37413348	-60,45353754	-227,8804567	-130,2697984	-16,96178874	209,2590525	-25,73320553
-379,7120368	-45,11193754	144,7770703	-48,46031731	-10,29030749	-45,3640687	-8,528016151

EK-10. (devam) Ankara Örneği için SHAP Analizine Ait Bulgular

Çizelge 10.2. (devam) SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler

-316,4391195	-37,056527	241,016775	-19,08025714	-10,40162887	4,25842507	6,446138626
136,7172903	-62,9969507	237,6641198	66,5321074	75,69951326	209,6891864	-25,73320553
-376,691595	-39,13975659	120,8162754	-42,11716357	-7,248110055	66,4866936	6,446138626
-12,57681723	-80,20276842	-377,0499411	-108,8291629	-15,6299149	147,7165027	3,732638427
-94,57496457	31,47190006	71,31272033	-92,8708008	34,95778495	27,60801319	-8,578240271
-387,9371036	35,4842756	144,5887367	74,21961202	47,68362574	64,06902165	6,036233009
88,14596812	44,00823688	204,687648	-16,55690286	69,96809587	-104,7138686	9,476825965
169,2549447	-32,81951405	-1,327655865	-119,2070914	-0,637313081	-72,30759732	8,231526156
-110,7107762	-29,66664779	-71,17683668	-107,2315208	-5,095944961	102,5137936	0,627432286
-11,7633697	97,19913427	32,24875624	230,909169	-10,23016889	227,1668067	-26,44299915
-146,7606271	-29,42673506	-36,81164229	-86,5072936	-9,32353947	-49,28994315	6,6978671
0,583971086	-27,3995	-86,69178113	-88,93564622	-6,151077846	-49,71540041	8,310571708
-17,02589897	-28,86574337	-74,24230872	-70,41206171	-3,046770501	109,4121206	-6,218642456
-94,02099698	-13,12116023	-9,442461775	-63,62301755	-0,12784538	-17,82085899	0,549256541
88,82519769	42,28596929	-9,511713533	-90,9049038	-1,49339123	-68,37093296	9,512074304
-197,818043	-23,62012009	-220,0331486	349,724793	4,460262807	-86,62704155	7,41148394
159,0677376	80,56798991	49,73582385	160,540987	111,7677944	242,6259689	-6,64720193
-31,57562513	-157,0811555	-253,7941662	423,8995182	2,491473864	-79,73821929	8,353302147
169,6024175	41,40003503	-13,77342085	-90,130404	0,414801203	-68,423358	9,509114887
-66,14196447	-76,90170793	-119,0661499	327,6413774	-10,70362	-50,1807201	5,244389251
-23,00686983	-57,63708149	-68,7663265	-12,68000149	-11,52081596	-94,38124664	-37,09441119
135,981527	200,7923785	-260,9920836	581,615407	-73,48598942	-22,85590584	-8,403210269
135,3512083	31,9579221	-14,89239096	10,26294541	-4,14531884	-96,52716274	-18,56004768
107,3540419	-0,678553315	-174,7455854	7,535683113	39,37272732	-92,19707357	4,395397588
-9,895314824	-27,67516719	-5,047356136	-67,1641953	-6,751072046	-9,325774363	-6,257730324
161,519191	-52,76656572	-105,9499844	-75,13964737	-10,60816304	-18,60933456	-7,36844211
89,1120823	49,23053207	100,6112016	-216,7094978	-6,354896762	-69,30631159	9,512074304
0,713336798	-23,3335457	-83,40363877	-120,2890612	-8,091232561	-20,79352756	0,841537873

EK-10. (devam) Ankara Örneği için SHAP Analizine Ait Bulgular

Çizelge 10.2. (devam) SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler

-23,57495782	-39,44332914	-19,55763943	30,08133523	49,08607815	-20,03252215	-6,222481984
174,8424777	-28,16644073	-10,88976001	-61,65087515	-5,271981711	-73,28641958	8,231526156
-10,76158899	35,14815052	-15,19309516	-92,61523863	-1,014821563	-40,65660561	9,618249345
-15,22072855	-28,24934036	-64,92622974	-58,02090171	-10,56212381	-50,06413274	8,340660614
86,99043653	-29,37451132	-1,58962448	-91,64489593	-1,470965166	-71,55563088	8,234485574
175,5981694	55,6878733	-70,5834057	-40,97092284	-3,689228882	-75,1780204	9,430939142
-43,74241121	36,62989514	61,66196803	-27,44374665	3,885880163	-35,86566955	-47,24200356
25,87378461	-28,92686999	-59,42632717	-48,4888789	-2,571593946	-48,92306888	12,71219136
257,7895429	78,00995304	62,09543164	-44,87424469	-7,176197985	160,5681165	-6,920737087
-59,07722363	-14,34407604	-63,79366564	-48,16391811	-2,106958178	106,8485057	4,920787283
124,305942	-34,33180168	-120,4679534	-23,14543683	68,97411627	-74,89732034	9,377457438
211,4382284	57,39395209	-104,7934617	-89,5231314	0,84164479	158,5135259	-8,153530141
30,76586754	-22,17297749	-71,17598221	-67,38759097	-6,165266426	-22,52129954	1,592942196
22,60299431	-40,91888874	-36,30499094	-39,73796255	82,96520751	-45,89919334	9,170240683
-58,00609832	-14,51949587	-63,40820755	-49,63130277	-6,159359841	-20,28257133	4,998963028
-93,2797322	38,41213233	-37,58697616	-102,978985	-5,145683931	100,6276488	0,939536074
-17,06179974	1,05260574	16,78028	-98,5099665	-2,661991355	-17,7589776	9,367933269
-8,043053918	41,23221832	-43,14486055	-111,716042	-5,674425001	-41,59198424	9,618249345
-112,8690066	-38,386689	254,0865977	-141,2001848	-0,417750871	-40,25259677	5,928760979
-102,9251108	33,1333063	-0,404446457	71,79809492	-8,556839147	-102,9385128	-16,0006638
-91,6126886	-46,20281857	-66,46813285	58,14683435	-12,34173981	-34,93285322	-5,580165215
-116,2548442	-37,32504177	-10,7764226	-80,10777847	-0,992395499	-47,24875174	6,776042845
-91,67764528	-45,90005347	-46,79384026	70,10305541	96,26880902	-35,09447364	0,592183946
-15,88343609	-19,69728336	-33,12071979	-125,7903737	-2,049022225	-6,690485738	-6,257730324
-6,855936241	32,15824616	-13,61109099	-56,14475441	0,80968675	-24,23071424	0,86634717
-13,23946538	39,34508785	-64,07639347	-97,74734502	-7,039118271	-26,50730987	0,944522915
-117,7294531	-24,32549126	-58,08605666	-85,14056632	-6,984590009	-13,48918642	-5,615413554
41,68046665	32,03498542	271,4623437	-129,4504362	-0,440176935	-33,66045064	8,770967469

EK-10. (devam) Ankara Örneği için SHAP Analizine Ait Bulgular

Çizelge 10.2. (devam) SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler

179,0373242	-43,01437553	-100,167624	-79,54905251	-8,501277254	-76,08803504	8,245926578
-21,81868327	-29,95547796	-17,13055546	-77,61260568	2,963337632	96,56370859	-6,218642456
177,4057999	56,21598271	-13,42511975	-47,75556048	-15,46424865	-69,82786609	9,509114887
176,8033773	46,82403424	-12,47246042	-95,88251477	-9,755039672	-68,9449125	9,509114887
-17,81902318	-32,62398857	-38,90523792	-190,7558725	6,255644857	92,45380679	-6,321934761
-124,6577528	-20,27287819	-16,87973648	-108,0247423	-0,113656799	-47,83539804	5,928760979
206,9347796	-32,6187436	-7,289406682	-127,8410142	-2,485327706	137,2990625	-6,192289609
97,47590413	-34,93938267	-99,60530753	-60,19574522	-5,66968933	-76,73018632	8,216783776
102,819467	139,2411874	-113,7869865	614,8980073	-86,83684027	-116,9539698	-15,20390703
12,02343609	33,43320095	-20,1509153	-37,18392739	-0,844707065	-9,428623269	7,17950873
2,845710247	-48,79589707	-84,69658097	-24,60088162	-6,832389163	-17,10536168	5,901919999
73,18363019	128,2341268	-336,4276691	277,4287551	-4,506973891	-117,201325	8,607326228
93,78856707	59,37760617	-75,72729704	-42,36083904	-5,69211539	-75,1780204	9,643017305
-33,47028278	-50,0095771	-134,5984107	-62,99045764	-6,859702073	-3,235343759	5,962393946
-1135,41573	109,2950213	481,888129	871,4450249	-1,956823554	20,26418514	6,816902793
-12,18071886	171,3700422	-249,7927253	514,9676707	-86,0175049	-93,45610488	-16,36140568
-127,8082197	18,63751731	-188,8636969	-306,4573737	-10,60607111	-114,3491642	5,321394668
63,94497821	28,69100444	-6,532467641	-54,83225078	-12,11026321	-68,01304196	-10,62820515
146,2416148	-7,184409769	-66,10402615	90,79088306	-11,00559448	259,8060004	8,292742688
-66,50125529	-47,92169374	-87,37046305	-87,85552929	3,262693486	-22,86113916	3,672356013
127,6070579	36,00960938	14,95897328	292,2109321	63,35184098	259,2835833	-12,40950285
-13,5591699	130,4576082	25,79656176	235,6451362	-8,284715903	8,632345508	-5,580165215
25,27014804	63,89716183	78,57295577	159,580618	166,8109525	-69,11947543	-21,02770563
92,04827892	33,44566796	163,5846469	-119,008423	93,25271756	188,7775087	-9,571238416
129,6500503	-34,22672877	-26,97443607	6,593337878	34,76706135	157,4786513	-6,202047974
-164,6375638	-93,97871242	-252,1540141	374,6260466	-110,3776277	85,47108046	-7,446892563
-112,3336495	21,61158224	103,8348546	-168,7342596	52,29218347	84,33045388	-5,769945823
-137,8971272	-30,01316618	-154,7428309	-208,0662164	-6,255017119	121,0848521	2,753678005

EK-10. (devam) Ankara Örneği için SHAP Analizine Ait Bulgular

Çizelge 10.2. (devam) SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler

-115,2547015	-51,73699127	-373,6551434	-112,6153558	38,60656082	29,56163425	6,191181265
142,2450316	-7,862756681	-193,8623191	-357,1322413	-4,070359972	-146,9522356	-21,44654033
10,38569124	32,70374474	-133,2740843	-45,28066152	-10,28762021	-77,25671555	-15,06743809
-46,45388165	-80,40874198	-62,79269038	45,12836264	-11,69675233	-48,1666733	-14,82025075
-14,25948335	28,75390073	18,55769287	-55,64370376	14,38787069	-18,63646321	9,321859744
138,3796226	55,99944308	-74,13370867	-69,37130824	-5,67899106	-35,35915231	0,654926044
18,79618828	35,92056074	225,0832962	-225,8406975	0,631079858	85,02979908	-6,70288428
206,3540104	-28,39531509	-72,16903097	-228,7401469	-4,968001209	122,4738412	0,732403414
109,3608222	-34,61295299	-201,9978503	-90,81056585	-6,710496736	-72,03598534	9,455633183
53,45841162	-45,21036693	-152,8938418	-50,84253888	-4,777562179	-77,22404248	8,611310735
167,2644719	-34,46182405	-90,73644663	-62,66552278	-4,65407393	-79,06225973	8,98293048
55,12608118	-46,24698646	397,446729	-60,38513796	5,140888074	-41,80863922	-14,8079262
-105,7832974	-24,3530977	135,9948383	-103,1194768	-1,377709064	-49,46793002	6,6978671
-112,9623706	-54,38451992	-75,8816036	-138,3607876	-4,549639899	53,31619509	5,228451228
86,19716724	27,11365772	-0,571525549	-43,07201749	7,344839026	-1,096876364	3,382501757
89,97325764	-38,32494056	4,089645532	-59,11420352	-12,97221961	-3,501560348	-7,217879221
-29,37019417	-25,1795416	-97,89177958	-321,3812382	-26,4381398	-42,11906409	8,340660614
-108,0268828	-43,53074276	31,87639108	-108,0026784	48,22115471	-35,62195953	6,6978671
-232,2380815	25,07027038	35,05527149	-118,7711067	-0,035027178	-11,93316602	-11,76932597
-284,9577168	40,373714	-158,1567065	-36,67138591	-6,072448224	-27,30888081	-14,17743967
57,83544195	21,09892039	-168,5266512	112,8656759	-4,914486798	-108,6016506	-10,66997623
249,0290497	140,6324127	-133,9638529	721,1541174	5,047047486	-115,0238452	7,380259784
198,7983492	-37,61185122	114,3110588	-534,3476607	-18,12445229	118,824761	0,732403414
156,2999971	-24,41138841	258,5710616	-114,3208718	-0,878406907	-9,250438459	-5,88247017
-72,76132454	35,92374348	-11,7436158	-114,4304911	0,420647261	50,93096969	4,428471128
-423,6113905	26,86506961	763,8108201	-87,56682053	-269,0626735	-49,68366889	-14,50723486
-787,9466033	-22,19768328	547,2774603	676,8263901	-4,229896653	22,55183656	-9,337378553
344,9007854	150,5873386	940,9030471	1466,443772	3,916665603	220,2851214	-5,86061331

EK-10. (devam) Ankara Örneği için SHAP Analizine Ait Bulgular

Çizelge 10.2. (devam) SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler

-153,0855355	-77,84426215	-80,26131491	110,7851618	11,14544772	70,16249221	3,707604352
-364,3339716	-80,32470507	218,7880672	129,4344595	-7,302117831	162,4289525	6,481386966
206,6319336	-43,76184848	1044,562006	-28,97519253	204,8359819	9,132038386	2,069812017
-133,6005734	-31,29674665	121,0542849	-195,0129744	-2,238234937	22,88639801	-8,645976974
-1,76249419	-41,05698769	207,2845572	-104,5691182	-0,676587085	-11,81791111	5,901919999
44,43253428	-60,03478191	-158,4689114	-159,2645003	56,28617238	-97,60008451	-16,43052921
-32,47555915	-32,20087342	-14,99361608	-126,3409353	-9,33381488	-44,58991082	-8,121168507
-139,4129303	-74,77489792	516,1500669	768,9587246	-1,814978791	59,5995099	6,73597721
53,46640708	-25,95762515	-165,7101642	-237,8003301	5,023910876	-49,24720854	-9,396988279
325,5563586	-30,77917095	-127,3896759	462,5822985	4,708503817	219,3249943	-6,305767284
-0,25229024	-23,74960196	203,9809704	-182,5114007	2,116971154	86,93020302	0,658116034
34,81279221	49,00998349	342,4127532	-112,0938056	-2,087346726	-12,3953546	9,289757524
-109,8635064	-29,59752707	-27,12341608	-78,36585572	-18,47247039	-49,40522628	6,776042845
-6,535687126	35,03393887	781,1833092	-162,0946542	-204,3982504	-21,65942086	11,951243
92,57237026	-45,64042791	623,1557509	951,3127118	-34,84667625	-75,31249841	-17,35977836
178,3483762	-34,13725821	309,8815279	97,82508425	-9,282594939	-130,2239113	7,499130883
-612,0399844	172,8271684	-305,5138852	371,807855	-0,500623891	91,39411069	-11,93978088
-80,32780033	-44,43900269	-53,28343686	-0,293060224	-6,131214125	-53,2658957	11,14757359
27,3262404	-29,69221907	-60,15318508	-73,33392695	-3,64613429	-49,62261027	12,71219136
-66,09256519	-14,81721579	-73,67280762	-48,37992856	-2,074855974	114,2263367	-12,47540282
38,92376896	-21,78248696	-83,01358005	-69,72816849	-4,173978594	-15,53302428	-12,80198131
29,26855152	-28,10917206	-70,98026765	-46,18155227	-5,205308232	-23,29086239	1,592942196
-118,3405572	37,51065067	-81,17149748	-34,31531679	-5,21354571	-50,87114126	8,184574577
31,15103725	-30,84281791	-194,0689216	266,2204696	88,85915302	2,886880047	-6,348058154
-1,592368961	45,42983569	-88,10203053	-66,02349041	-5,186232798	-45,83116107	8,770967469
34,53837973	-27,73615636	-80,42187244	-35,31696201	-4,191892217	-51,14224716	12,63401561
-83,4801052	7,225006839	-41,03210934	-148,1120801	5,614472894	81,20424579	-18,37563418
-122,3189577	-29,35674842	-64,55837165	-77,88722462	-7,002503632	-52,53620231	6,776042845

EK-10. (devam) Ankara Örneği için SHAP Analizine Ait Bulgular

Çizelge 10.2. (devam) SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler

-103,3052244	-27,90672757	-80,94177959	-81,06460899	-7,016692212	-20,86701746	0,627432286
-117,6493919	-27,02220782	-56,203446	-51,69435785	-10,54421019	-14,16179702	-5,615413554
-40,16297431	-45,69300793	-66,6120296	22,91270991	-13,90269658	-36,48753347	-6,717229849
-121,1333635	27,62215844	-12,78535129	-79,66249975	-1,014821563	-44,0640538	8,053631576
-115,5391385	36,66334915	-75,28818471	-80,61933028	-7,039118271	-25,8112369	0,730417328
-117,6493919	-27,02220782	-56,203446	-51,69435785	-10,54421019	-14,16179702	-5,615413554
-109,8153963	35,15001547	-16,47001571	77,12378233	-18,74086859	-50,72190009	-6,025319172
-121,1333635	27,62215844	-12,78535129	-79,66249975	-1,014821563	-44,0640538	8,053631576
-106,405478	-27,69887314	-79,31578655	-80,96529045	-6,984590009	-13,48918642	-5,615413554
-76,66045879	-40,88336984	-50,82930103	-29,59245646	-10,5715231	-14,34691374	-6,752478188
-287,7215433	-21,17981394	-118,6911269	-42,80767031	-3,289424078	-19,89504067	10,65078293
-97,69706917	-50,72345622	-50,11688899	68,18538832	96,28406345	-76,03291994	6,740794506
-184,2089277	-24,13973726	-249,6787669	222,5064067	-4,915644506	-89,21589176	7,202365194
-137,7431348	-33,15301849	-86,47787663	-84,61209265	-5,191119651	-52,42330722	6,745953939
-76,13703009	8,954618504	-50,79705229	-127,1669568	3,515350274	-47,4892794	-18,37563418
-155,5266001	-68,59729285	-251,476225	277,4111022	-4,902617736	-16,77427676	-6,381714021
-137,2793262	37,38153714	-74,91695324	-100,2187887	-5,227734291	-28,61432384	0,743727135
-301,7362755	6,949409242	-115,2435884	-106,6847667	3,561877692	-13,44344169	-18,17168854
-149,1502173	33,40872599	-39,14026617	-122,4274384	-7,228929292	99,41592077	-5,705741385
-166,8398237	-37,85673792	-119,8456884	-94,32122475	5,495701538	-42,55263525	6,988135844
-155,5266001	-68,59729285	-251,476225	277,4111022	-4,902617736	-16,77427676	-6,381714021
-98,6902637	-28,70222207	-81,0446637	-80,90073073	-7,044005125	-20,86701746	1,457012354
-20,96600119	43,24059964	-68,47737905	-81,69248049	-3,09650947	109,2008338	-6,908002066
-0,285594462	-39,55993407	208,932596	-104,5703321	-0,644484881	-28,18417589	-14,81641123
-33,58719381	-11,69298352	-42,90962963	-108,9817608	80,08104304	-54,57604544	-16,48621156
-35,9928608	-10,88979606	-32,85331749	0,149820498	-7,920935675	175,5881358	-25,75363954
-9,947016594	-45,64070746	2,978967734	-52,74269422	-15,44536988	-11,17575983	5,934022219
120,6810299	-44,75472323	-64,59180197	-111,5563985	37,55698282	-96,56206258	-35,95576793

EK-10. (devam) Ankara Örneği için SHAP Analizine Ait Bulgular

Çizelge 10.2. (devam) SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler

143,1182975	-62,94273737	138,5155587	-71,92199171	-4,843192198	220,4142384	-6,202047974
73,4927258	-35,5742412	-95,44102668	-93,8219189	-9,19030544	-79,86267267	-18,47207231
152,0706874	-63,24138708	-20,17708924	44,04423182	38,30594798	202,8720543	-6,202047974
230,4453704	-41,26148005	-9,661596105	-195,7647159	1,786819539	109,843197	0,585072381
239,91254	41,83514447	-147,052741	-115,8191601	-1,052683078	257,4029787	2,310324571
235,5648329	42,22648799	-147,8227083	-117,5832457	-1,079995989	257,4029787	4,87802783
-5,670220641	-37,70040407	-84,53973005	-158,0543309	0,99199531	-45,36094044	8,262484869
187,7035576	78,72234993	48,10259	-9,141805725	-9,082756659	-84,40015099	-18,83950167
6,361582581	77,92607538	0,78608206	201,6104948	-6,746740475	-25,19753353	9,332684929
166,7185824	56,82400945	-55,74816808	-71,55537081	-3,579868438	151,8892141	0,76017213
3,661861933	-41,83083113	176,3376292	-97,81342759	-10,60577789	-89,08384409	22,34839049
221,5371837	-62,98380622	-74,8809003	-141,2028878	-5,407656549	143,3984847	0,585072381
-172,7027203	31,04978612	-153,4946385	-311,3515732	-3,257599854	114,4846475	-3,732871801
-17,02589897	-28,86574337	-74,24230872	-70,41206171	-3,046770501	109,4121206	-6,218642456
-94,02099698	-13,12116023	-9,442461775	-63,62301755	-0,12784538	-17,82085899	0,549256541
88,82519769	42,28596929	-9,511713533	-90,9049038	-1,49339123	-68,37093296	9,512074304
-197,818043	-23,62012009	-220,0331486	349,724793	4,460262807	-86,62704155	7,41148394
159,0677376	80,56798991	49,73582385	160,540987	111,7677944	242,6259689	-6,64720193
-31,57562513	-157,0811555	-253,7941662	423,8995182	2,491473864	-79,73821929	8,353302147
169,6024175	41,40003503	-13,77342085	-90,130404	0,414801203	-68,423358	9,509114887
-66,14196447	-76,90170793	-119,0661499	327,6413774	-10,70362	-50,1807201	5,244389251
-23,00686983	-57,63708149	-68,7663265	-12,68000149	-11,52081596	-94,38124664	-37,09441119
135,981527	200,7923785	-260,9920836	581,615407	-73,48598942	-22,85590584	-8,403210269
135,3512083	31,9579221	-14,89239096	10,26294541	-4,14531884	-96,52716274	-18,56004768
107,3540419	-0,678553315	-174,7455854	7,535683113	39,37272732	-92,19707357	4,395397588
-9,895314824	-27,67516719	-5,047356136	-67,1641953	-6,751072046	-9,325774363	-6,257730324
161,519191	-52,76656572	-105,9499844	-75,13964737	-10,60816304	-18,60933456	-7,36844211
89,1120823	49,23053207	100,6112016	-216,7094978	-6,354896762	-69,30631159	9,512074304

EK-10. (devam) Ankara Örneği için SHAP Analizine Ait Bulgular

Çizelge 10.2. (devam) SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler

0,713336798	-23,3335457	-83,40363877	-120,2890612	-8,091232561	-20,79352756	0,841537873
-23,57495782	-39,44332914	-19,55763943	30,08133523	49,08607815	-20,03252215	-6,222481984
174,8424777	-28,16644073	-10,88976001	-61,65087515	-5,271981711	-73,28641958	8,231526156
-10,76158899	35,14815052	-15,19309516	-92,61523863	-1,014821563	-40,65660561	9,618249345
-15,22072855	-28,24934036	-64,92622974	-58,02090171	-10,56212381	-50,06413274	8,340660614
86,99043653	-29,37451132	-1,58962448	-91,64489593	-1,470965166	-71,55563088	8,234485574
175,5981694	55,6878733	-70,5834057	-40,97092284	-3,689228882	-75,1780204	9,430939142
-43,74241121	36,62989514	61,66196803	-27,44374665	3,885880163	-35,86566955	-47,24200356
25,87378461	-28,92686999	-59,42632717	-48,4888789	-2,571593946	-48,92306888	12,71219136
257,7895429	78,00995304	62,09543164	-44,87424469	-7,176197985	160,5681165	-6,920737087
-59,07722363	-14,34407604	-63,79366564	-48,16391811	-2,106958178	106,8485057	4,920787283
124,305942	-34,33180168	-120,4679534	-23,14543683	68,97411627	-74,89732034	9,377457438
211,4382284	57,39395209	-104,7934617	-89,5231314	0,84164479	158,5135259	-8,153530141
30,76586754	-22,17297749	-71,17598221	-67,38759097	-6,165266426	-22,52129954	1,592942196
22,60299431	-40,91888874	-36,30499094	-39,73796255	82,96520751	-45,89919334	9,170240683
-58,00609832	-14,51949587	-63,40820755	-49,63130277	-6,159359841	-20,28257133	4,998963028
-93,2797322	38,41213233	-37,58697616	-102,978985	-5,145683931	100,6276488	0,939536074
-17,06179974	1,05260574	16,78028	-98,5099665	-2,661991355	-17,7589776	9,367933269
-8,043053918	41,23221832	-43,14486055	-111,716042	-5,674425001	-41,59198424	9,618249345
-112,8690066	-38,386689	254,0865977	-141,2001848	-0,417750871	-40,25259677	5,928760979
-102,9251108	33,1333063	-0,404446457	71,79809492	-8,556839147	-102,9385128	-16,0006638
-91,6126886	-46,20281857	-66,46813285	58,14683435	-12,34173981	-34,93285322	-5,580165215
-116,2548442	-37,32504177	-10,7764226	-80,10777847	-0,992395499	-47,24875174	6,776042845

Not: Bu tabloda, SHAP (SHapley Additive exPlanations) yöntemi kullanılarak hesaplanan ve her bir gözlem için bağımsız değişkenlerin model tahminine olan yerel katkı değerleri sunulmaktadır, Pozitif ve negatif değerler, ilgili değişkenin tahmin edilen enerji tüketimini artırıcı veya azaltıcı yöndeki etkisini göstermektedir,

EK-11. Mezo Ölçek Kümelerde Kış Toplam Enerji Tüketimine Göre Kantil Düzeylerinde Medyan Değerler

Çizelge 11.1. Mezo ölçek kümelerde kış toplam enerji tüketimine göre kantil düzeylerinde medyan değerler

Küme	Kantil	Hane Sayısı	Eğitim	Hane Büyüklüğü	Gelir (Kod)	Bina Yaşı	Konut Büyüklüğü (m ²)	Konut Tipi	Mülkiyet	Isı Yalıtımı	Tasarruf	Görüş	Gönüllülük
0	A_Düşük	35	6	3	6	15	115	1	2	1	0	2	1
0	B_Orta	30	5	3	5	22	120	1	2	1	1	3	1
0	C_Yüksek	26	5,5	3	6	21	140	1	2	1	0	3	1
1	A_Düşük	17	4	4	4	15	105	1	2	1	0	2	2
1	B_Orta	58	4	3	4	20	115	1	2	1	1	2	1
1	C_Yüksek	21	4	4	5	16	120	1	2	1	0	2	0
2	A_Düşük	13	6	2	6	25	95	1	2	1	1	3	2
2	B_Orta	24	6	3	5	23	95	1	1	1	1	3	2
2	C_Yüksek	16	6	3,5	6,5	26,5	120	1	2	1	0,5	3	1
3	A_Düşük	8	4	2,5	3	30	90	1	2	1	0	2	1
3	B_Orta	11	4	4	3	30	100	1	1	1	1	3	2
3	C_Yüksek	8	6	2	6	10	130	1	2	2	0	2,5	1
4	A_Düşük	3	4	2	3	25	70	1	2	1	0	2	0
4	B_Orta	17	4	3	4	25	75	1	1	1	1	2	1,5
4	C_Yüksek	2	4,5	4	4	17,5	82,5	1	1,5	1	0,5	1,5	0

EK-12. Dublin Doğrusal OLS Regresyon Sonuçları – Tüm Modeller

Çizelge 12.1. Dublin doğrusal OLS regresyon sonuçları – Tüm modeller

model_set	dependent	variable	coef	std_err	t	p	ci_low	ci_high	N	R2	Adj_R2
All_IVs_Total	Total_Winter	const	122,2588	121,1714	1,008974	0,316512	-119,472	363,9891	307	0,352475	0,268015
All_IVs_Total	Total_Winter	DwellingType	59,04962	51,2404	1,152404	0,253132	-43,1722	161,2714	307	0,352475	0,268015
All_IVs_Total	Total_Winter	HHSize	60,41591	18,81746	3,210631	0,002012	22,87611	97,9557	307	0,352475	0,268015
All_IVs_Total	Total_Winter	Income	-26,2392	13,47096	-1,94783	0,055504	-53,113	0,634659	307	0,352475	0,268015
All_IVs_Total	Total_Winter	DwellingSize	0,187326	0,14065	1,331857	0,18729	-0,09326	0,467916	307	0,352475	0,268015
All_IVs_Total	Total_Winter	Insulation	-66,892	30,62906	-2,18394	0,032369	-127,995	-5,78866	307	0,352475	0,268015
All_IVs_Total	Total_Winter	BuildingAge	1,243977	0,639833	1,94422	0,055947	-0,03246	2,520409	307	0,352475	0,268015
All_IVs_Total	Total_Winter	SaveMeasures	-53,9682	48,6332	-1,1097	0,270982	-150,989	43,0524	307	0,352475	0,268015
All_IVs_Total	Total_Winter	Opinion	20,40012	30,29785	0,673319	0,502993	-40,0424	80,84267	307	0,352475	0,268015
All_IVs_Total	Total_Winter	Volunteer	-2,79044	27,65732	-0,10089	0,919928	-57,9653	52,38441	307	0,352475	0,268015
All_IVs_Total	Total_Summer	const	86,92571	84,646	1,026932	0,308039	-81,9384	255,7899	307	0,196741	0,091968
All_IVs_Total	Total_Summer	DwellingType	45,94137	35,79471	1,283468	0,203622	-25,4671	117,3499	307	0,196741	0,091968
All_IVs_Total	Total_Summer	HHSize	21,52283	13,1452	1,637315	0,106118	-4,70113	47,74679	307	0,196741	0,091968
All_IVs_Total	Total_Summer	Income	-13,9986	9,410333	-1,48758	0,141418	-32,7717	4,774491	307	0,196741	0,091968
All_IVs_Total	Total_Summer	DwellingSize	0,005388	0,098253	0,054835	0,956429	-0,19062	0,201398	307	0,196741	0,091968
All_IVs_Total	Total_Summer	Insulation	-39,1591	21,39637	-1,83017	0,071543	-81,8436	3,525533	307	0,196741	0,091968
All_IVs_Total	Total_Summer	BuildingAge	0,287017	0,446965	0,642147	0,522906	-0,60465	1,178687	307	0,196741	0,091968
All_IVs_Total	Total_Summer	SaveMeasures	-43,1016	33,97342	-1,26869	0,208816	-110,877	24,67351	307	0,196741	0,091968
All_IVs_Total	Total_Summer	Opinion	29,89151	21,16499	1,412309	0,162353	-12,3315	72,11451	307	0,196741	0,091968
All_IVs_Total	Total_Summer	Volunteer	10,32021	19,32042	0,534161	0,594947	-28,223	48,86339	307	0,196741	0,091968
All_IVs_All_DVs	Winter_Elec	Volunteer	-11,2272	21,663	-0,51827	0,606031	-54,4912	32,03675	302	0,178077	0,064273

EK-12. (devam) Dublin doğrusal OLS regresyon sonuçları – Tüm modeller

Çizelge 12.1. (devam) Dublin doğrusal OLS regresyon sonuçları – Tüm modeller

All_IVs_All_DVs	Summer_Elec	const	93,81458	68,30123	1,373542	0,174232	-42,5532	230,1824	302	0,106634	-0,01519
All_IVs_All_DVs	Summer_Elec	DwellingType	8,341939	28,38364	0,2939	0,769757	-48,3278	65,0117	302	0,106634	-0,01519
All_IVs_All_DVs	Summer_Elec	HHSIZE	9,601807	10,44538	0,91924	0,361318	-11,2531	30,45668	302	0,106634	-0,01519
All_IVs_All_DVs	Summer_Elec	Income	-7,81439	7,454847	-1,04823	0,298356	-22,6985	7,06969	302	0,106634	-0,01519
All_IVs_All_DVs	Summer_Elec	DwellingSize	0,018511	0,077854	0,237759	0,812804	-0,13693	0,173952	302	0,106634	-0,01519
All_IVs_All_DVs	Summer_Elec	Insulation	-9,79977	17,4135	-0,56277	0,575499	-44,5669	24,9674	302	0,106634	-0,01519
All_IVs_All_DVs	Summer_Elec	BuildingAge	0,358994	0,380497	0,943488	0,348872	-0,40069	1,118681	302	0,106634	-0,01519
All_IVs_All_DVs	Summer_Elec	SaveMeasures	-33,4971	27,16263	-1,23321	0,221873	-87,7291	20,73482	302	0,106634	-0,01519
All_IVs_All_DVs	Summer_Elec	Opinion	29,07284	16,92304	1,717944	0,090495	-4,7151	62,86078	302	0,106634	-0,01519
All_IVs_All_DVs	Summer_Elec	Volunteer	-8,1552	15,78685	-0,51658	0,607175	-39,6747	23,36426	302	0,106634	-0,01519
All_IVs_All_DVs	Winter_Gas	const	-83,5295	96,32741	-0,86714	0,389104	-275,966	108,9066	297	0,254191	0,149312
All_IVs_All_DVs	Winter_Gas	DwellingType	63,61521	40,43356	1,573327	0,120574	-17,1601	144,3905	297	0,254191	0,149312
All_IVs_All_DVs	Winter_Gas	HHSIZE	25,39311	14,97465	1,69574	0,094795	-4,52219	55,30841	297	0,254191	0,149312
All_IVs_All_DVs	Winter_Gas	Income	-10,4055	10,46438	-0,99438	0,323784	-31,3105	10,49945	297	0,254191	0,149312
All_IVs_All_DVs	Winter_Gas	DwellingSize	-0,00125	0,109215	-0,01148	0,990878	-0,21944	0,216929	297	0,254191	0,149312
All_IVs_All_DVs	Winter_Gas	Insulation	-31,5209	24,99098	-1,26129	0,211782	-81,4461	18,40434	297	0,254191	0,149312
All_IVs_All_DVs	Winter_Gas	BuildingAge	1,060009	0,536141	1,977108	0,052341	-0,01106	2,131075	297	0,254191	0,149312
All_IVs_All_DVs	Winter_Gas	SaveMeasures	17,15419	38,59582	0,444457	0,658211	-59,9498	94,25821	297	0,254191	0,149312
All_IVs_All_DVs	Winter_Gas	Opinion	19,91022	23,91974	0,832376	0,408292	-27,875	67,69539	297	0,254191	0,149312
All_IVs_All_DVs	Winter_Gas	Volunteer	7,19816	22,31809	0,322526	0,748106	-37,3873	51,78367	297	0,254191	0,149312
All_IVs_All_DVs	Summer_Gas	const	-2,4309	41,98196	-0,0579	0,954006	-86,2995	81,4377	297	0,23316	0,125323
All_IVs_All_DVs	Summer_Gas	DwellingType	30,38647	17,62198	1,72435	0,089472	-4,8175	65,59043	297	0,23316	0,125323
All_IVs_All_DVs	Summer_Gas	HHSIZE	9,4125	6,526336	1,442233	0,154113	-3,62536	22,45036	297	0,23316	0,125323
All_IVs_All_DVs	Summer_Gas	Income	-4,81792	4,560643	-1,05641	0,294751	-13,9289	4,293014	297	0,23316	0,125323
All_IVs_All_DVs	Summer_Gas	DwellingSize	-0,02629	0,047599	-0,55229	0,582676	-0,12138	0,068801	297	0,23316	0,125323

EK-12. (devam) Dublin Doğrusal OLS Regresyon Sonuçları – Tüm Modeller

Çizelge 12.1. (devam) Dublin doğrusal OLS regresyon sonuçları – Tüm modeller

All_IVs_All_DVs	Summer_Gas	Insulation	-24,4336	10,89171	-2,24333	0,028345	-46,1923	-2,67496	297	0,23316	0,125323
All_IVs_All_DVs	Summer_Gas	BuildingAge	0,136566	0,233664	0,584455	0,560969	-0,33023	0,603364	297	0,23316	0,125323
All_IVs_All_DVs	Summer_Gas	SaveMeasures	-15,0712	16,82105	-0,89597	0,373624	-48,6751	18,53268	297	0,23316	0,125323
All_IVs_All_DVs	Summer_Gas	Opinion	7,004719	10,42484	0,671926	0,504049	-13,8213	27,83072	297	0,23316	0,125323
All_IVs_All_DVs	Summer_Gas	Volunteer	14,72513	9,726795	1,513873	0,134981	-4,70638	34,15664	297	0,23316	0,125323

EK-13. Dublin Örneğinde Polinomsal Regresyon Analizi Sonuçları 2. ve 3. Derece Modeller

Çizelge 13.1. Dublin örneğinde polinomsal regresyon analizi sonuçları 2. ve 3. derece modeller

Variable	Coefficient	Std_Error	t_value	p_value
const	225,0840726	275,4232407	0,817229774	0,415315653
Gelir	-59,12383685	58,83940243	-1,004834081	0,316872536
Konut Buyuklugu	1,39326326	0,87086475	1,599861816	0,112094646
Bina Yasi	-1,977695639	2,664463996	-0,742248963	0,459296398
Yas	6,329329175	12,03062375	0,526101498	0,599728047
Gelir^2	4,591205477	4,838275865	0,948934208	0,344442263
Gelir Konut Buyuklugu	-0,081069633	0,065225705	-1,24290927	0,216173236
Gelir Bina Yasi	0,00324871	0,413799605	0,007850927	0,993748154
Gelir Yas	0,463870967	1,221563313	0,379735509	0,704771062
Konut Buyuklugu^2	-0,001502264	0,000617802	-2,431626718	0,01641509
Konut Buyuklugu Bina Yasi	-0,011554827	0,007434572	-1,554202067	0,122605317
Konut Buyuklugu Yas	0,019240262	0,017210873	1,117913233	0,265697834
Bina Yasi^2	-0,001807352	0,011768864	-0,153570667	0,878190116
Bina Yasi Yas	0,132690758	0,059003857	2,248848877	0,026231491
Yas^2	-0,171663156	0,141813194	-1,210487902	0,228322223

EK-14. Dublin Örneğinde Etkileşimli Regresyon Analizi Ayrıntılı Sonuçları (Kış Toplam)

Çizelge 14.1. Dublin örneğinde etkileşimli regresyon analizi ayrıntılı sonuçları (Kış toplam)

Variable	Coefficient	Std_Error	t_value	p_value
const	-15,70419877	111,1368231	-0,14130509	0,887921979
Gelir	-13,54424523	19,5325611	-0,693418808	0,489703868
Konut Buyuklugu	0,014107032	0,299080656	0,047167987	0,962476319
Bina Yasi	0,484991625	1,284380465	0,377607444	0,706547209
Yas	8,658662902	2,322248693	3,728568317	0,000324061
Gelir Konut	-0,007061691	0,056719707	-0,12450154	0,901175828
Gelir Bina	-0,079350972	0,238857011	-0,332211189	0,740446608

EK-15. Dublin Örneğinde Johnson–Neyman Analizi Ayrıntılı Çıktıları

Çizelge 15.1. Dublin örneğinde Johnson–Neyman analizi ayrıntılı çıktıları

Gelir_c	Gelir_orijinal	Konut_Buyuklugu_Etki	Std_Error	t_value	Anlamli	Anlamli_shift
-2,959	1,000	0,413	0,238	1,733	FALSE	
-2,945	1,014	0,412	0,238	1,733	FALSE	0
-2,931	1,028	0,411	0,237	1,734	FALSE	0
-2,917	1,042	0,410	0,236	1,735	FALSE	0
-2,903	1,056	0,409	0,236	1,735	FALSE	0
-2,889	1,070	0,408	0,235	1,736	FALSE	0
-2,875	1,084	0,407	0,234	1,737	FALSE	0
-2,861	1,098	0,406	0,234	1,737	FALSE	0
-2,847	1,112	0,405	0,233	1,738	FALSE	0
-2,833	1,126	0,404	0,232	1,739	FALSE	0
-2,819	1,140	0,403	0,232	1,739	FALSE	0
-2,805	1,154	0,402	0,231	1,740	FALSE	0
-2,791	1,168	0,401	0,230	1,741	FALSE	0
-2,777	1,182	0,400	0,230	1,741	FALSE	0
-2,763	1,196	0,399	0,229	1,742	FALSE	0
-2,749	1,210	0,398	0,228	1,743	FALSE	0
-2,735	1,224	0,397	0,227	1,743	FALSE	0
-2,721	1,238	0,396	0,227	1,744	FALSE	0
-2,707	1,253	0,395	0,226	1,745	FALSE	0
-2,693	1,267	0,394	0,225	1,745	FALSE	0
-2,679	1,281	0,392	0,225	1,746	FALSE	0
-2,665	1,295	0,391	0,224	1,747	FALSE	0
-2,651	1,309	0,390	0,223	1,747	FALSE	0
-2,637	1,323	0,389	0,223	1,748	FALSE	0
-2,623	1,337	0,388	0,222	1,749	FALSE	0
-2,608	1,351	0,387	0,221	1,750	FALSE	0
-2,594	1,365	0,386	0,221	1,750	FALSE	0
-2,580	1,379	0,385	0,220	1,751	FALSE	0
-2,566	1,393	0,384	0,219	1,752	FALSE	0
-2,552	1,407	0,383	0,219	1,752	FALSE	0
-2,538	1,421	0,382	0,218	1,753	FALSE	0
-2,524	1,435	0,381	0,217	1,754	FALSE	0
-2,510	1,449	0,380	0,217	1,754	FALSE	0
-2,496	1,463	0,379	0,216	1,755	FALSE	0
-2,482	1,477	0,378	0,215	1,755	FALSE	0
-2,468	1,491	0,377	0,215	1,756	FALSE	0
-2,454	1,505	0,376	0,214	1,757	FALSE	0
-2,440	1,519	0,375	0,213	1,757	FALSE	0
-2,426	1,533	0,374	0,213	1,758	FALSE	0
-2,412	1,547	0,373	0,212	1,759	FALSE	0
-2,398	1,561	0,372	0,211	1,759	FALSE	0
-2,384	1,575	0,371	0,211	1,760	FALSE	0

EK-15. (devam) Dublin Örneğinde Johnson–Neyman Analizi Ayrıntılı Çıktıları

Çizelge 15.1. (devam) Dublin örneğinde Johnson–Neyman analizi ayrıntılı çıktıları

-2,370	1,589	0,370	0,210	1,761	FALSE	0
-2,356	1,603	0,369	0,209	1,761	FALSE	0
-2,342	1,617	0,368	0,209	1,762	FALSE	0
-2,328	1,631	0,367	0,208	1,763	FALSE	0
-2,314	1,645	0,366	0,207	1,763	FALSE	0
-2,300	1,659	0,365	0,207	1,764	FALSE	0
-2,286	1,673	0,364	0,206	1,765	FALSE	0
-2,272	1,687	0,363	0,205	1,765	FALSE	0
-2,258	1,701	0,362	0,205	1,766	FALSE	0
-2,244	1,715	0,361	0,204	1,766	FALSE	0
-2,230	1,729	0,360	0,204	1,767	FALSE	0
-2,216	1,743	0,359	0,203	1,768	FALSE	0
-2,202	1,758	0,358	0,202	1,768	FALSE	0
-2,188	1,772	0,357	0,202	1,769	FALSE	0
-2,174	1,786	0,356	0,201	1,769	FALSE	0
-2,160	1,800	0,354	0,200	1,770	FALSE	0
-2,146	1,814	0,353	0,200	1,771	FALSE	0
-2,132	1,828	0,352	0,199	1,771	FALSE	0
-2,118	1,842	0,351	0,198	1,772	FALSE	0
-2,103	1,856	0,350	0,198	1,772	FALSE	0
-2,089	1,870	0,349	0,197	1,773	FALSE	0
-2,075	1,884	0,348	0,196	1,774	FALSE	0
-2,061	1,898	0,347	0,196	1,774	FALSE	0
-2,047	1,912	0,346	0,195	1,775	FALSE	0
-2,033	1,926	0,345	0,194	1,775	FALSE	0
-2,019	1,940	0,344	0,194	1,776	FALSE	0
-2,005	1,954	0,343	0,193	1,776	FALSE	0
-1,991	1,968	0,342	0,193	1,777	FALSE	0
-1,977	1,982	0,341	0,192	1,778	FALSE	0
-1,963	1,996	0,340	0,191	1,778	FALSE	0
-1,949	2,010	0,339	0,191	1,779	FALSE	0
-1,935	2,024	0,338	0,190	1,779	FALSE	0
-1,921	2,038	0,337	0,189	1,780	FALSE	0
-1,907	2,052	0,336	0,189	1,780	FALSE	0
-1,893	2,066	0,335	0,188	1,781	FALSE	0
-1,879	2,080	0,334	0,187	1,781	FALSE	0
-1,865	2,094	0,333	0,187	1,782	FALSE	0
-1,851	2,108	0,332	0,186	1,782	FALSE	0
-1,837	2,122	0,331	0,186	1,783	FALSE	0
-1,823	2,136	0,330	0,185	1,783	FALSE	0
-1,809	2,150	0,329	0,184	1,784	FALSE	0
-1,795	2,164	0,328	0,184	1,784	FALSE	0
-1,781	2,178	0,327	0,183	1,784	FALSE	0
-1,767	2,192	0,326	0,182	1,785	FALSE	0

EK-15. (devam) Dublin Örneğinde Johnson–Neyman Analizi Ayrıntılı Çıktıları

Çizelge 15.1. (devam) Dublin örneğinde Johnson–Neyman analizi ayrıntılı çıktıları

1,753	2,206	0,325	0,182	1,785	FALSE	0
-1,739	2,220	0,324	0,181	1,786	FALSE	0
-1,725	2,234	0,323	0,181	1,786	FALSE	0
-1,711	2,248	0,322	0,180	1,787	FALSE	0
-1,697	2,263	0,321	0,179	1,787	FALSE	0
-1,683	2,277	0,320	0,179	1,787	FALSE	0
-1,669	2,291	0,319	0,178	1,788	FALSE	0
-1,655	2,305	0,318	0,178	1,788	FALSE	0
-1,641	2,319	0,316	0,177	1,788	FALSE	0
-1,627	2,333	0,315	0,176	1,789	FALSE	0
-1,612	2,347	0,314	0,176	1,789	FALSE	0
-1,598	2,361	0,313	0,175	1,789	FALSE	0
-1,584	2,375	0,312	0,175	1,790	FALSE	0
-1,570	2,389	0,311	0,174	1,790	FALSE	0
-1,556	2,403	0,310	0,173	1,790	FALSE	0
-1,542	2,417	0,309	0,173	1,791	FALSE	0
-1,528	2,431	0,308	0,172	1,791	FALSE	0
-1,514	2,445	0,307	0,172	1,791	FALSE	0
-1,500	2,459	0,306	0,171	1,791	FALSE	0
-1,486	2,473	0,305	0,170	1,792	FALSE	0
-1,472	2,487	0,304	0,170	1,792	FALSE	0
-1,458	2,501	0,303	0,169	1,792	FALSE	0
-1,444	2,515	0,302	0,169	1,792	FALSE	0
-1,430	2,529	0,301	0,168	1,792	FALSE	0
-1,416	2,543	0,300	0,167	1,793	FALSE	0
-1,402	2,557	0,299	0,167	1,793	FALSE	0
-1,388	2,571	0,298	0,166	1,793	FALSE	0
-1,374	2,585	0,297	0,166	1,793	FALSE	0
-1,360	2,599	0,296	0,165	1,793	FALSE	0
-1,346	2,613	0,295	0,164	1,793	FALSE	0
-1,332	2,627	0,294	0,164	1,793	FALSE	0
-1,318	2,641	0,293	0,163	1,793	FALSE	0
-1,304	2,655	0,292	0,163	1,793	FALSE	0
-1,290	2,669	0,291	0,162	1,793	FALSE	0
-1,276	2,683	0,290	0,162	1,793	FALSE	0
-1,262	2,697	0,289	0,161	1,793	FALSE	0
-1,248	2,711	0,288	0,160	1,793	FALSE	0
-1,234	2,725	0,287	0,160	1,793	FALSE	0
-1,220	2,739	0,286	0,159	1,793	FALSE	0
-1,206	2,754	0,285	0,159	1,793	FALSE	0
-1,192	2,768	0,284	0,158	1,793	FALSE	0
-1,178	2,782	0,283	0,158	1,793	FALSE	0
-1,164	2,796	0,282	0,157	1,793	FALSE	0

EK-15. (devam) Dublin Örneğinde Johnson–Neyman Analizi Ayrıntılı Çıktıları

Çizelge 15.1. (devam) Dublin örneğinde Johnson–Neyman analizi ayrıntılı çıktıları

-1,150	2,810	0,281	0,157	1,792	FALSE	0
-1,136	2,824	0,280	0,156	1,792	FALSE	0
-1,122	2,838	0,278	0,155	1,792	FALSE	0
-1,107	2,852	0,277	0,155	1,792	FALSE	0
-1,093	2,866	0,276	0,154	1,791	FALSE	0
-1,079	2,880	0,275	0,154	1,791	FALSE	0
-1,065	2,894	0,274	0,153	1,791	FALSE	0
-1,051	2,908	0,273	0,153	1,790	FALSE	0
-1,037	2,922	0,272	0,152	1,790	FALSE	0
-1,023	2,936	0,271	0,152	1,790	FALSE	0
-1,009	2,950	0,270	0,151	1,789	FALSE	0
-0,995	2,964	0,269	0,151	1,789	FALSE	0
-0,981	2,978	0,268	0,150	1,788	FALSE	0
-0,967	2,992	0,267	0,149	1,788	FALSE	0
-0,953	3,006	0,266	0,149	1,787	FALSE	0
-0,939	3,020	0,265	0,148	1,787	FALSE	0
-0,925	3,034	0,264	0,148	1,786	FALSE	0
-0,911	3,048	0,263	0,147	1,785	FALSE	0
-0,897	3,062	0,262	0,147	1,785	FALSE	0
-0,883	3,076	0,261	0,146	1,784	FALSE	0
-0,869	3,090	0,260	0,146	1,783	FALSE	0
-0,855	3,104	0,259	0,145	1,783	FALSE	0
-0,841	3,118	0,258	0,145	1,782	FALSE	0
-0,827	3,132	0,257	0,144	1,781	FALSE	0
-0,813	3,146	0,256	0,144	1,780	FALSE	0
-0,799	3,160	0,255	0,143	1,779	FALSE	0
-0,785	3,174	0,254	0,143	1,778	FALSE	0
-0,771	3,188	0,253	0,142	1,777	FALSE	0
-0,757	3,202	0,252	0,142	1,776	FALSE	0
-0,743	3,216	0,251	0,141	1,775	FALSE	0
-0,729	3,230	0,250	0,141	1,774	FALSE	0
-0,715	3,244	0,249	0,140	1,773	FALSE	0
-0,701	3,259	0,248	0,140	1,772	FALSE	0
-0,687	3,273	0,247	0,139	1,771	FALSE	0
-0,673	3,287	0,246	0,139	1,769	FALSE	0
-0,659	3,301	0,245	0,138	1,768	FALSE	0
-0,645	3,315	0,244	0,138	1,767	FALSE	0
-0,631	3,329	0,243	0,137	1,765	FALSE	0
-0,616	3,343	0,242	0,137	1,764	FALSE	0
-0,602	3,357	0,240	0,136	1,763	FALSE	0
-0,588	3,371	0,239	0,136	1,761	FALSE	0
-0,574	3,385	0,238	0,135	1,760	FALSE	0
-0,560	3,399	0,237	0,135	1,758	FALSE	0
-0,546	3,413	0,236	0,135	1,756	FALSE	0

EK-15. (devam) Dublin Örneğinde Johnson–Neyman Analizi Ayrıntılı Çıktıları

Çizelge 15.1. (devam) Dublin örneğinde Johnson–Neyman analizi ayrıntılı çıktıları

-0,532	3,427	0,235	0,134	1,755	FALSE	0
-0,518	3,441	0,234	0,134	1,753	FALSE	0
-0,504	3,455	0,233	0,133	1,751	FALSE	0
-0,490	3,469	0,232	0,133	1,749	FALSE	0
-0,476	3,483	0,231	0,132	1,747	FALSE	0
-0,462	3,497	0,230	0,132	1,745	FALSE	0
-0,448	3,511	0,229	0,131	1,743	FALSE	0
-0,434	3,525	0,228	0,131	1,741	FALSE	0
-0,420	3,539	0,227	0,131	1,739	FALSE	0
-0,406	3,553	0,226	0,130	1,737	FALSE	0
-0,392	3,567	0,225	0,130	1,735	FALSE	0
-0,378	3,581	0,224	0,129	1,733	FALSE	0
-0,364	3,595	0,223	0,129	1,730	FALSE	0
-0,350	3,609	0,222	0,128	1,728	FALSE	0
-0,336	3,623	0,221	0,128	1,725	FALSE	0
-0,322	3,637	0,220	0,128	1,723	FALSE	0
-0,308	3,651	0,219	0,127	1,720	FALSE	0
-0,294	3,665	0,218	0,127	1,718	FALSE	0
-0,280	3,679	0,217	0,126	1,715	FALSE	0
-0,266	3,693	0,216	0,126	1,712	FALSE	0
-0,252	3,707	0,215	0,126	1,709	FALSE	0
-0,238	3,721	0,214	0,125	1,706	FALSE	0
-0,224	3,735	0,213	0,125	1,703	FALSE	0
-0,210	3,749	0,212	0,125	1,700	FALSE	0
-0,196	3,764	0,211	0,124	1,697	FALSE	0
-0,182	3,778	0,210	0,124	1,694	FALSE	0
-0,168	3,792	0,209	0,123	1,691	FALSE	0
-0,154	3,806	0,208	0,123	1,687	FALSE	0
-0,140	3,820	0,207	0,123	1,684	FALSE	0
-0,126	3,834	0,206	0,122	1,681	FALSE	0
-0,111	3,848	0,205	0,122	1,677	FALSE	0
-0,097	3,862	0,203	0,122	1,673	FALSE	0
-0,083	3,876	0,202	0,121	1,670	FALSE	0
-0,069	3,890	0,201	0,121	1,666	FALSE	0
-0,055	3,904	0,200	0,121	1,662	FALSE	0
-0,041	3,918	0,199	0,120	1,658	FALSE	0
-0,027	3,932	0,198	0,120	1,654	FALSE	0
-0,013	3,946	0,197	0,120	1,650	FALSE	0
0,001	3,960	0,196	0,119	1,646	FALSE	0
0,015	3,974	0,195	0,119	1,642	FALSE	0
0,029	3,988	0,194	0,119	1,638	FALSE	0
0,043	4,002	0,193	0,118	1,633	FALSE	0
0,057	4,016	0,192	0,118	1,629	FALSE	0
0,071	4,030	0,191	0,118	1,624	FALSE	0

EK-15. (devam) Dublin Örneğinde Johnson–Neyman Analizi Ayrıntılı Çıktıları

Çizelge 15.1. (devam) Dublin örneğinde Johnson–Neyman analizi ayrıntılı çıktıları

0,085	4,044	0,190	0,117	1,620	FALSE	0
0,099	4,058	0,189	0,117	1,615	FALSE	0
0,113	4,072	0,188	0,117	1,610	FALSE	0
0,127	4,086	0,187	0,117	1,605	FALSE	0
0,141	4,100	0,186	0,116	1,600	FALSE	0
0,155	4,114	0,185	0,116	1,595	FALSE	0
0,169	4,128	0,184	0,116	1,590	FALSE	0
0,183	4,142	0,183	0,115	1,585	FALSE	0
0,197	4,156	0,182	0,115	1,579	FALSE	0
0,211	4,170	0,181	0,115	1,574	FALSE	0
0,225	4,184	0,180	0,115	1,569	FALSE	0
0,239	4,198	0,179	0,114	1,563	FALSE	0
0,253	4,212	0,178	0,114	1,557	FALSE	0
0,267	4,226	0,177	0,114	1,552	FALSE	0
0,281	4,240	0,176	0,114	1,546	FALSE	0
0,295	4,255	0,175	0,113	1,540	FALSE	0
0,309	4,269	0,174	0,113	1,534	FALSE	0
0,323	4,283	0,173	0,113	1,528	FALSE	0
0,337	4,297	0,172	0,113	1,522	FALSE	0
0,351	4,311	0,171	0,113	1,515	FALSE	0
0,365	4,325	0,170	0,112	1,509	FALSE	0
0,379	4,339	0,169	0,112	1,503	FALSE	0
0,394	4,353	0,168	0,112	1,496	FALSE	0
0,408	4,367	0,167	0,112	1,489	FALSE	0
0,422	4,381	0,165	0,112	1,483	FALSE	0
0,436	4,395	0,164	0,111	1,476	FALSE	0
0,450	4,409	0,163	0,111	1,469	FALSE	0
0,464	4,423	0,162	0,111	1,462	FALSE	0
0,478	4,437	0,161	0,111	1,455	FALSE	0
0,492	4,451	0,160	0,111	1,448	FALSE	0
0,506	4,465	0,159	0,111	1,440	FALSE	0
0,520	4,479	0,158	0,110	1,433	FALSE	0
0,534	4,493	0,157	0,110	1,426	FALSE	0
0,548	4,507	0,156	0,110	1,418	FALSE	0
0,562	4,521	0,155	0,110	1,411	FALSE	0
0,576	4,535	0,154	0,110	1,403	FALSE	0
0,590	4,549	0,153	0,110	1,395	FALSE	0
0,604	4,563	0,152	0,110	1,387	FALSE	0
0,618	4,577	0,151	0,110	1,379	FALSE	0
0,632	4,591	0,150	0,109	1,371	FALSE	0
0,646	4,605	0,149	0,109	1,363	FALSE	0
0,660	4,619	0,148	0,109	1,355	FALSE	0
0,674	4,633	0,147	0,109	1,347	FALSE	0
0,688	4,647	0,146	0,109	1,338	FALSE	0

EK-15. (devam) Dublin Örneğinde Johnson–Neyman Analizi Ayrıntılı Çıktıları

Çizelge 15.1. (devam) Dublin örneğinde Johnson–Neyman analizi ayrıntılı çıktıları

0,702	4,661	0,145	0,109	1,330	FALSE	0
0,716	4,675	0,144	0,109	1,321	FALSE	0
0,730	4,689	0,143	0,109	1,313	FALSE	0
0,744	4,703	0,142	0,109	1,304	FALSE	0
0,758	4,717	0,141	0,109	1,295	FALSE	0
0,772	4,731	0,140	0,109	1,287	FALSE	0
0,786	4,745	0,139	0,109	1,278	FALSE	0
0,800	4,760	0,138	0,109	1,269	FALSE	0
0,814	4,774	0,137	0,109	1,260	FALSE	0
0,828	4,788	0,136	0,109	1,251	FALSE	0
0,842	4,802	0,135	0,108	1,242	FALSE	0
0,856	4,816	0,134	0,108	1,232	FALSE	0
0,870	4,830	0,133	0,108	1,223	FALSE	0
0,885	4,844	0,132	0,108	1,214	FALSE	0
0,899	4,858	0,131	0,108	1,204	FALSE	0
0,913	4,872	0,130	0,108	1,195	FALSE	0
0,927	4,886	0,129	0,108	1,185	FALSE	0
0,941	4,900	0,127	0,108	1,176	FALSE	0
0,955	4,914	0,126	0,108	1,166	FALSE	0
0,969	4,928	0,125	0,108	1,156	FALSE	0
0,983	4,942	0,124	0,109	1,147	FALSE	0
0,997	4,956	0,123	0,109	1,137	FALSE	0
1,011	4,970	0,122	0,109	1,127	FALSE	0
1,025	4,984	0,121	0,109	1,117	FALSE	0
1,039	4,998	0,120	0,109	1,107	FALSE	0
1,053	5,012	0,119	0,109	1,097	FALSE	0
1,067	5,026	0,118	0,109	1,087	FALSE	0
1,081	5,040	0,117	0,109	1,077	FALSE	0
1,095	5,054	0,116	0,109	1,067	FALSE	0
1,109	5,068	0,115	0,109	1,057	FALSE	0
1,123	5,082	0,114	0,109	1,046	FALSE	0
1,137	5,096	0,113	0,109	1,036	FALSE	0
1,151	5,110	0,112	0,109	1,026	FALSE	0
1,165	5,124	0,111	0,109	1,015	FALSE	0
1,179	5,138	0,110	0,109	1,005	FALSE	0
1,193	5,152	0,109	0,110	0,995	FALSE	0
1,207	5,166	0,108	0,110	0,984	FALSE	0
1,221	5,180	0,107	0,110	0,974	FALSE	0
1,235	5,194	0,106	0,110	0,963	FALSE	0
1,249	5,208	0,105	0,110	0,953	FALSE	0
1,263	5,222	0,104	0,110	0,943	FALSE	0
1,277	5,236	0,103	0,110	0,932	FALSE	0
1,291	5,251	0,102	0,110	0,921	FALSE	0
1,305	5,265	0,101	0,111	0,911	FALSE	0

EK-15. (devam) Dublin Örneğinde Johnson–Neyman Analizi Ayrıntılı Çıktıları

Çizelge 15.1. (devam) Dublin örneğinde Johnson–Neyman analizi ayrıntılı çıktıları

1,319	5,279	0,100	0,111	0,900	FALSE	0
1,333	5,293	0,099	0,111	0,890	FALSE	0
1,347	5,307	0,098	0,111	0,879	FALSE	0
1,361	5,321	0,097	0,111	0,869	FALSE	0
1,375	5,335	0,096	0,111	0,858	FALSE	0
1,390	5,349	0,095	0,112	0,847	FALSE	0
1,404	5,363	0,094	0,112	0,837	FALSE	0
1,418	5,377	0,093	0,112	0,826	FALSE	0
1,432	5,391	0,092	0,112	0,816	FALSE	0
1,446	5,405	0,091	0,112	0,805	FALSE	0
1,460	5,419	0,089	0,113	0,794	FALSE	0
1,474	5,433	0,088	0,113	0,784	FALSE	0
1,488	5,447	0,087	0,113	0,773	FALSE	0
1,502	5,461	0,086	0,113	0,763	FALSE	0
1,516	5,475	0,085	0,114	0,752	FALSE	0
1,530	5,489	0,084	0,114	0,742	FALSE	0
1,544	5,503	0,083	0,114	0,731	FALSE	0
1,558	5,517	0,082	0,114	0,721	FALSE	0
1,572	5,531	0,081	0,114	0,710	FALSE	0
1,586	5,545	0,080	0,115	0,700	FALSE	0
1,600	5,559	0,079	0,115	0,689	FALSE	0
1,614	5,573	0,078	0,115	0,679	FALSE	0
1,628	5,587	0,077	0,115	0,668	FALSE	0
1,642	5,601	0,076	0,116	0,658	FALSE	0
1,656	5,615	0,075	0,116	0,647	FALSE	0
1,670	5,629	0,074	0,116	0,637	FALSE	0
1,684	5,643	0,073	0,117	0,627	FALSE	0
1,698	5,657	0,072	0,117	0,616	FALSE	0
1,712	5,671	0,071	0,117	0,606	FALSE	0
1,726	5,685	0,070	0,117	0,596	FALSE	0
1,740	5,699	0,069	0,118	0,586	FALSE	0
1,754	5,713	0,068	0,118	0,575	FALSE	0
1,768	5,727	0,067	0,118	0,565	FALSE	0
1,782	5,741	0,066	0,119	0,555	FALSE	0
1,796	5,756	0,065	0,119	0,545	FALSE	0
1,810	5,770	0,064	0,119	0,535	FALSE	0
1,824	5,784	0,063	0,120	0,525	FALSE	0
1,838	5,798	0,062	0,120	0,515	FALSE	0
1,852	5,812	0,061	0,120	0,505	FALSE	0
1,866	5,826	0,060	0,121	0,495	FALSE	0
1,880	5,840	0,059	0,121	0,485	FALSE	0
1,895	5,854	0,058	0,121	0,475	FALSE	0
1,909	5,868	0,057	0,122	0,465	FALSE	0
1,923	5,882	0,056	0,122	0,456	FALSE	0

EK-15. (devam) Dublin Örneğinde Johnson–Neyman Analizi Ayrıntılı Çıktıları

Çizelge 15.1. (devam) Dublin örneğinde Johnson–Neyman analizi ayrıntılı çıktıları

1,937	5,896	0,055	0,122	0,446	FALSE	0
1,951	5,910	0,054	0,123	0,436	FALSE	0
1,965	5,924	0,053	0,123	0,427	FALSE	0
1,979	5,938	0,051	0,123	0,417	FALSE	0
1,993	5,952	0,050	0,124	0,407	FALSE	0
2,007	5,966	0,049	0,124	0,398	FALSE	0
2,021	5,980	0,048	0,125	0,389	FALSE	0
2,035	5,994	0,047	0,125	0,379	FALSE	0
2,049	6,008	0,046	0,125	0,370	FALSE	0
2,063	6,022	0,045	0,126	0,360	FALSE	0
2,077	6,036	0,044	0,126	0,351	FALSE	0
2,091	6,050	0,043	0,127	0,342	FALSE	0
2,105	6,064	0,042	0,127	0,333	FALSE	0
2,119	6,078	0,041	0,127	0,324	FALSE	0
2,133	6,092	0,040	0,128	0,315	FALSE	0
2,147	6,106	0,039	0,128	0,306	FALSE	0
2,161	6,120	0,038	0,129	0,297	FALSE	0
2,175	6,134	0,037	0,129	0,288	FALSE	0
2,189	6,148	0,036	0,129	0,279	FALSE	0
2,203	6,162	0,035	0,130	0,270	FALSE	0
2,217	6,176	0,034	0,130	0,261	FALSE	0
2,231	6,190	0,033	0,131	0,253	FALSE	0
2,245	6,204	0,032	0,131	0,244	FALSE	0
2,259	6,218	0,031	0,132	0,235	FALSE	0
2,273	6,232	0,030	0,132	0,227	FALSE	0
2,287	6,246	0,029	0,132	0,218	FALSE	0
2,301	6,261	0,028	0,133	0,210	FALSE	0
2,315	6,275	0,027	0,133	0,201	FALSE	0
2,329	6,289	0,026	0,134	0,193	FALSE	0
2,343	6,303	0,025	0,134	0,185	FALSE	0
2,357	6,317	0,024	0,135	0,176	FALSE	0
2,371	6,331	0,023	0,135	0,168	FALSE	0
2,386	6,345	0,022	0,136	0,160	FALSE	0
2,400	6,359	0,021	0,136	0,152	FALSE	0
2,414	6,373	0,020	0,136	0,144	FALSE	0
2,428	6,387	0,019	0,137	0,136	FALSE	0
2,442	6,401	0,018	0,137	0,128	FALSE	0
2,456	6,415	0,017	0,138	0,120	FALSE	0
2,470	6,429	0,016	0,138	0,112	FALSE	0
2,484	6,443	0,015	0,139	0,104	FALSE	0
2,498	6,457	0,013	0,139	0,097	FALSE	0
2,512	6,471	0,012	0,140	0,089	FALSE	0
2,526	6,485	0,011	0,140	0,081	FALSE	0
2,540	6,499	0,010	0,141	0,074	FALSE	0

EK-15. (devam) Dublin Örneğinde Johnson–Neyman Analizi Ayrıntılı Çıktıları

Çizelge 15.1. (devam) Dublin örneğinde Johnson–Neyman analizi ayrıntılı çıktıları

2,554	6,513	0,009	0,141	0,066	FALSE	0
2,568	6,527	0,008	0,142	0,059	FALSE	0
2,582	6,541	0,007	0,142	0,051	FALSE	0
2,596	6,555	0,006	0,143	0,044	FALSE	0
2,610	6,569	0,005	0,143	0,037	FALSE	0
2,624	6,583	0,004	0,144	0,029	FALSE	0
2,638	6,597	0,003	0,144	0,022	FALSE	0
2,652	6,611	0,002	0,145	0,015	FALSE	0
2,666	6,625	0,001	0,145	0,008	FALSE	0
2,680	6,639	0,000	0,146	0,001	FALSE	0
2,694	6,653	-0,001	0,146	-0,006	FALSE	0
2,708	6,667	-0,002	0,147	-0,013	FALSE	0
2,722	6,681	-0,003	0,147	-0,020	FALSE	0
2,736	6,695	-0,004	0,148	-0,027	FALSE	0
2,750	6,709	-0,005	0,148	-0,034	FALSE	0
2,764	6,723	-0,006	0,149	-0,041	FALSE	0
2,778	6,737	-0,007	0,150	-0,047	FALSE	0
2,792	6,752	-0,008	0,150	-0,054	FALSE	0
2,806	6,766	-0,009	0,151	-0,061	FALSE	0
2,820	6,780	-0,010	0,151	-0,067	FALSE	0
2,834	6,794	-0,011	0,152	-0,074	FALSE	0
2,848	6,808	-0,012	0,152	-0,080	FALSE	0
2,862	6,822	-0,013	0,153	-0,087	FALSE	0
2,876	6,836	-0,014	0,153	-0,093	FALSE	0
2,891	6,850	-0,015	0,154	-0,099	FALSE	0
2,905	6,864	-0,016	0,154	-0,106	FALSE	0
2,919	6,878	-0,017	0,155	-0,112	FALSE	0
2,933	6,892	-0,018	0,155	-0,118	FALSE	0
2,947	6,906	-0,019	0,156	-0,124	FALSE	0
2,961	6,920	-0,020	0,157	-0,130	FALSE	0
2,975	6,934	-0,021	0,157	-0,136	FALSE	0
2,989	6,948	-0,022	0,158	-0,142	FALSE	0
3,003	6,962	-0,023	0,158	-0,148	FALSE	0
3,017	6,976	-0,025	0,159	-0,154	FALSE	0
3,031	6,990	-0,026	0,159	-0,160	FALSE	0
3,045	7,004	-0,027	0,160	-0,166	FALSE	0
3,059	7,018	-0,028	0,161	-0,172	FALSE	0
3,073	7,032	-0,029	0,161	-0,178	FALSE	0
3,087	7,046	-0,030	0,162	-0,183	FALSE	0
3,101	7,060	-0,031	0,162	-0,189	FALSE	0
3,115	7,074	-0,032	0,163	-0,195	FALSE	0
3,129	7,088	-0,033	0,163	-0,200	FALSE	0
3,143	7,102	-0,034	0,164	-0,206	FALSE	0
3,157	7,116	-0,035	0,165	-0,211	FALSE	0

EK-15. (devam) Dublin Örneğinde Johnson–Neyman Analizi Ayrıntılı Çıktıları

Çizelge 15.1. (devam) Dublin örneğinde Johnson–Neyman analizi ayrıntılı çıktıları

3,171	7,130	-0,036	0,165	-0,217	FALSE	0
3,185	7,144	-0,037	0,166	-0,222	FALSE	0
3,199	7,158	-0,038	0,166	-0,228	FALSE	0
3,213	7,172	-0,039	0,167	-0,233	FALSE	0
3,227	7,186	-0,040	0,167	-0,238	FALSE	0
3,241	7,200	-0,041	0,168	-0,244	FALSE	0
3,255	7,214	-0,042	0,169	-0,249	FALSE	0
3,269	7,228	-0,043	0,169	-0,254	FALSE	0
3,283	7,242	-0,044	0,170	-0,259	FALSE	0
3,297	7,257	-0,045	0,170	-0,264	FALSE	0
3,311	7,271	-0,046	0,171	-0,270	FALSE	0
3,325	7,285	-0,047	0,172	-0,275	FALSE	0
3,339	7,299	-0,048	0,172	-0,280	FALSE	0
3,353	7,313	-0,049	0,173	-0,285	FALSE	0
3,367	7,327	-0,050	0,173	-0,290	FALSE	0
3,381	7,341	-0,051	0,174	-0,294	FALSE	0
3,396	7,355	-0,052	0,175	-0,299	FALSE	0
3,410	7,369	-0,053	0,175	-0,304	FALSE	0
3,424	7,383	-0,054	0,176	-0,309	FALSE	0
3,438	7,397	-0,055	0,176	-0,314	FALSE	0
3,452	7,411	-0,056	0,177	-0,318	FALSE	0
3,466	7,425	-0,057	0,178	-0,323	FALSE	0
3,480	7,439	-0,058	0,178	-0,328	FALSE	0
3,494	7,453	-0,059	0,179	-0,332	FALSE	0
3,508	7,467	-0,060	0,179	-0,337	FALSE	0
3,522	7,481	-0,062	0,180	-0,341	FALSE	0
3,536	7,495	-0,063	0,181	-0,346	FALSE	0
3,550	7,509	-0,064	0,181	-0,350	FALSE	0
3,564	7,523	-0,065	0,182	-0,355	FALSE	0
3,578	7,537	-0,066	0,183	-0,359	FALSE	0
3,592	7,551	-0,067	0,183	-0,364	FALSE	0
3,606	7,565	-0,068	0,184	-0,368	FALSE	0
3,620	7,579	-0,069	0,184	-0,372	FALSE	0
3,634	7,593	-0,070	0,185	-0,377	FALSE	0
3,648	7,607	-0,071	0,186	-0,381	FALSE	0
3,662	7,621	-0,072	0,186	-0,385	FALSE	0
3,676	7,635	-0,073	0,187	-0,389	FALSE	0
3,690	7,649	-0,074	0,188	-0,394	FALSE	0
3,704	7,663	-0,075	0,188	-0,398	FALSE	0
3,718	7,677	-0,076	0,189	-0,402	FALSE	0
3,732	7,691	-0,077	0,189	-0,406	FALSE	0
3,746	7,705	-0,078	0,190	-0,410	FALSE	0
3,760	7,719	-0,079	0,191	-0,414	FALSE	0
3,774	7,733	-0,080	0,191	-0,418	FALSE	0

EK-15. (devam) Dublin Örneğinde Johnson–Neyman Analizi Ayrıntılı Çıktıları

Çizelge 15.1. (devam) Dublin örneğinde Johnson–Neyman analizi ayrıntılı çıktıları

3,788	7,747	-0,081	0,192	-0,422	FALSE	0
3,802	7,762	-0,082	0,193	-0,426	FALSE	0
3,816	7,776	-0,083	0,193	-0,430	FALSE	0
3,830	7,790	-0,084	0,194	-0,434	FALSE	0
3,844	7,804	-0,085	0,195	-0,438	FALSE	0
3,858	7,818	-0,086	0,195	-0,441	FALSE	0
3,872	7,832	-0,087	0,196	-0,445	FALSE	0
3,887	7,846	-0,088	0,196	-0,449	FALSE	0
3,901	7,860	-0,089	0,197	-0,453	FALSE	0
3,915	7,874	-0,090	0,198	-0,456	FALSE	0
3,929	7,888	-0,091	0,198	-0,460	FALSE	0
3,943	7,902	-0,092	0,199	-0,464	FALSE	0
3,957	7,916	-0,093	0,200	-0,467	FALSE	0
3,971	7,930	-0,094	0,200	-0,471	FALSE	0
3,985	7,944	-0,095	0,201	-0,475	FALSE	0
3,999	7,958	-0,096	0,202	-0,478	FALSE	0
4,013	7,972	-0,097	0,202	-0,482	FALSE	0
4,027	7,986	-0,098	0,203	-0,485	FALSE	0
4,041	8,000	-0,100	0,204	-0,489	FALSE	0

EK-16. Dublin Örneği için SHAP Yerel Değişken Katkı Değerleri Tüm Gözlemler

Çizelge 16.1. Dublin örneği için SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler

Yas	Hhalki_Sayisi	Gelir	Konut_Buyuklugu	Bina_Yasi	Yalitim	Konut_tipi	Mulkiyet
-27,617	-13,215	-30,444	6,910	64,460	-35,460	-19,506	0,633
-27,066	-43,445	-60,112	-89,042	-38,123	61,588	8,460	0,846
-6,329	-41,082	-34,776	60,280	24,475	-30,858	-29,435	1,599
5,462	-56,220	10,325	-33,937	0,917	-35,538	23,815	0,842
-28,793	-42,264	-44,246	-17,923	-27,889	-3,977	6,863	0,287
38,665	-13,206	90,627	177,655	1,667	-22,955	34,853	0,412
68,495	47,619	-98,869	115,181	-155,450	-25,614	32,302	-0,135
-29,372	-28,100	59,114	-130,787	-42,298	-26,179	-17,415	-2,766
-77,307	37,845	-89,054	-127,891	29,391	-34,531	14,086	-2,534
-13,354	-32,308	-30,171	-28,482	15,642	-23,958	-23,814	1,244
36,478	-37,019	196,588	13,254	180,948	-22,914	12,780	0,847
-52,672	1,397	-82,980	-117,281	5,069	-6,382	13,098	1,707
291,056	59,668	13,007	-40,219	232,922	-26,012	15,278	2,590
-38,990	-21,784	-29,187	-20,151	10,077	-5,934	16,253	-11,451
146,941	85,530	-10,125	-22,870	17,436	-12,706	16,143	-5,480
62,696	3,066	-50,916	-10,334	-208,765	-21,618	18,103	0,414
-12,197	-16,658	-15,413	29,153	11,628	-10,468	-17,632	1,396
-6,511	48,742	20,463	-307,210	-22,522	23,894	11,503	-5,568
-83,187	-39,614	126,395	13,225	-75,956	-34,618	11,550	0,712
-25,082	-0,141	-49,807	-160,098	18,525	-26,908	16,246	0,412
11,751	-31,100	-63,389	-79,837	-37,598	-29,439	8,914	-6,027
200,884	36,152	45,401	92,592	50,873	-28,178	23,876	13,149
43,345	-9,629	85,938	-8,264	33,871	43,739	20,023	0,950
20,688	-20,113	-24,794	2,201	-21,715	-2,728	11,752	0,843
41,604	-41,628	-46,694	45,414	57,748	72,955	16,566	-0,143
-59,720	-25,834	-68,429	-39,626	-28,679	-24,185	9,208	1,074
-13,204	-36,358	87,962	46,551	30,360	-31,040	-14,012	1,410
-5,925	-28,670	-37,725	1,934	31,812	77,053	-21,440	1,410
-43,154	-14,388	47,762	-37,112	31,610	-4,841	-18,285	1,256
136,754	185,187	27,219	18,595	-14,474	-32,788	29,015	-5,547
35,538	-25,690	14,004	47,382	-31,129	-19,492	35,157	-0,250
27,884	-15,040	-11,567	-72,243	-75,461	31,698	-22,672	-2,157
-1,813	-40,742	58,949	16,568	-32,931	-23,108	-28,644	1,241
-17,882	-17,633	59,579	-42,083	13,294	-33,186	-13,666	0,568
-25,279	-35,536	98,770	-6,458	-44,980	-27,599	-19,340	1,256
10,965	5,465	-61,664	81,455	-16,263	-19,859	-35,124	2,541
-41,688	-0,099	-84,112	95,145	-11,438	-43,580	-55,811	1,028
-80,421	45,176	-75,783	-77,045	0,219	-35,090	12,253	-2,065
107,537	39,406	-4,829	-0,492	-2,725	-33,210	6,270	0,846
178,018	2,517	-38,618	-5,793	55,852	-15,293	18,103	0,414
190,021	153,860	33,105	229,518	8,460	9,065	29,098	-4,396
87,237	-9,247	-47,869	-130,993	15,802	-30,036	15,932	0,412

EK-16. (devam) Dublin Örneği için SHAP Yerel Değişken Katkı Değerleri Tüm Gözlemler

Çizelge 16.1. (devam) Dublin örneği için SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler

-13,569	-38,378	47,471	16,314	40,860	-34,310	-20,705	2,128
-107,235	-59,316	-47,991	-12,486	-36,152	29,804	11,022	0,847
1,964	0,057	-50,383	149,507	0,905	-27,897	31,732	0,279
220,370	154,315	-65,078	159,482	3,337	-1,599	32,545	0,542
335,393	-36,797	180,043	40,396	410,735	111,394	12,880	0,847
225,877	144,286	5,090	-5,639	-24,636	-15,629	16,496	-5,407
88,338	-25,502	-9,325	173,652	10,141	-33,208	27,454	1,833
0,381	-5,147	-43,492	-125,245	-39,141	-30,152	16,246	0,251
-25,949	-47,909	-41,107	64,338	22,663	-5,034	6,541	0,029
-9,378	-0,044	97,843	11,146	-11,310	-17,028	21,673	1,958
-22,848	-66,039	45,091	55,575	-11,247	-22,512	-11,719	0,561
-64,257	-26,374	-21,663	-125,248	-17,705	-6,779	9,589	-0,100
-32,249	-18,429	-56,707	232,868	100,207	-9,877	25,978	5,887
-13,666	11,797	-4,509	57,679	51,944	-30,532	8,047	2,124
-20,994	14,032	-18,212	77,941	5,748	-30,194	18,110	-0,689
-27,351	15,432	-40,914	-23,509	17,033	-28,657	16,848	0,641
9,621	92,872	79,702	188,318	31,739	105,674	58,716	6,902
-25,779	-19,072	52,939	-13,329	-42,240	-19,547	7,143	1,497
-20,690	-20,362	61,571	-11,521	-40,375	-19,932	7,143	1,497
2,514	184,073	75,086	109,114	125,205	-8,570	-21,125	7,682
12,455	-41,503	65,958	36,891	1,830	74,445	-28,119	1,279
85,142	0,545	-13,454	-3,026	102,523	96,228	-19,883	0,633
-10,427	-32,873	68,369	74,145	28,707	0,045	-19,622	1,586
47,929	1,712	-12,512	-38,527	-11,115	-21,281	-19,797	-0,334
14,450	55,645	-40,441	101,362	-15,626	80,789	20,351	3,084
17,547	15,438	56,882	65,789	77,044	92,651	22,859	2,002
-19,259	-7,213	-10,043	39,338	7,373	-3,836	-20,554	1,389
1,289	74,014	71,207	12,959	12,706	67,555	-6,764	0,965
21,637	44,032	88,356	19,082	66,187	47,595	20,377	0,755
-23,405	-32,102	-7,512	23,177	27,519	-3,836	-14,660	1,389
-21,986	-39,753	-7,103	27,987	29,341	-3,825	-9,365	1,383
-16,934	-56,515	-14,730	-44,813	44,757	4,200	10,163	0,060
-20,216	-50,295	-6,168	0,014	32,550	-3,836	-22,475	1,389
-113,591	71,918	-60,380	-57,658	-49,487	-35,345	13,034	-6,423
-10,529	-21,345	86,110	12,724	-6,563	-28,519	-18,724	1,406
-46,846	-35,559	-61,539	-28,628	-57,610	60,238	-61,602	1,613
-19,326	-71,695	-30,312	65,424	-23,898	-25,151	2,632	-0,199
-3,424	-22,214	-27,331	60,796	6,396	-26,564	10,998	0,844
23,206	-33,079	-57,355	-21,697	-142,570	-29,989	11,094	1,074
-22,750	-26,963	-34,422	-36,170	-86,898	-34,492	12,039	1,371
-48,812	11,713	-35,785	59,619	43,542	104,044	19,315	-0,835
-21,941	-45,464	-10,724	-20,870	35,849	-4,981	8,763	1,049
-14,635	-29,454	-9,548	75,759	-9,421	-14,275	-20,669	0,904

EK-16. (devam) Dublin Örneği için SHAP Yerel Değişken Katkı Değerleri Tüm Gözlemler

Çizelge 16.1. (devam) Dublin örneği için SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler

-13,010	9,357	10,192	-148,840	53,178	91,722	-33,714	-2,154
9,818	76,271	-28,083	49,400	-23,183	78,011	-28,238	-5,265
-22,915	-22,551	-28,640	-35,867	18,847	-4,702	-20,555	1,241
33,622	-36,458	-11,546	45,612	-9,448	1,654	-6,861	1,389
-56,975	2,856	-76,648	-118,491	-45,507	45,069	11,903	2,733
-19,180	-33,652	-20,908	53,294	-18,222	-17,867	-21,814	-0,268
-0,557	91,815	-8,684	-15,440	46,463	95,391	18,283	-5,479
0,866	-38,390	44,040	-87,183	-45,316	25,827	27,849	6,108
62,119	71,325	-34,357	-135,767	5,841	-2,378	13,206	-5,278
-4,581	-32,410	71,925	56,302	-18,412	0,920	-20,279	1,566
-19,648	-54,586	-20,861	-69,119	-42,387	-25,463	2,577	0,060
4,429	90,873	37,976	21,036	47,958	97,871	15,106	-5,641
45,150	82,009	1,813	2,217	3,326	-2,788	16,100	-5,278
-31,780	-24,810	43,705	-52,648	36,459	-0,105	3,950	-0,056
22,283	-6,575	101,384	17,182	9,822	-10,906	18,978	0,934
38,402	-20,597	-30,518	41,468	12,930	-27,280	9,116	0,687
-7,957	-15,389	80,672	59,942	-16,270	-5,399	-30,757	1,755
120,140	-24,388	40,438	-3,961	-1,639	21,457	-18,985	0,230
-29,293	-33,747	-47,330	-41,877	-30,573	-12,914	-27,311	0,782
-18,558	-24,927	-26,227	51,221	6,516	-0,310	-27,409	1,572
-8,430	52,345	-92,676	-33,328	-126,239	-32,188	14,794	-1,123
-4,674	-33,597	-33,125	50,589	9,418	-0,388	-18,858	-0,107
-65,622	-38,941	-40,420	-34,918	10,550	-34,126	7,910	1,351
-40,043	24,405	-9,302	-178,116	-3,874	-6,980	-17,236	-4,311
-36,752	-12,265	-8,796	-133,833	-14,578	-4,236	-19,197	-3,701
-22,357	-13,130	-12,271	-130,507	-22,054	-26,553	-17,958	-3,701
-2,596	-11,554	58,126	72,866	42,518	91,078	-19,056	-0,502
-37,656	-21,464	-8,970	-69,325	32,370	-33,794	-15,733	-1,002
-21,687	6,520	-31,670	-6,527	28,172	-7,729	17,282	0,843
-61,541	-30,014	-34,024	-48,525	-36,196	-6,643	7,958	-0,327
62,540	89,366	39,987	-4,608	31,830	-3,414	11,517	-5,439
13,977	110,362	118,692	61,557	62,296	87,627	-32,434	6,657
-15,673	-24,026	-27,400	72,528	13,026	-23,381	-13,348	1,566
-4,836	-14,061	14,500	75,834	11,449	2,295	-9,977	1,389
17,423	-20,893	78,328	5,843	-36,666	-1,394	-33,864	0,398
-24,034	18,318	-53,776	-37,107	44,362	83,082	15,959	0,305
-62,692	-13,711	-31,403	-86,318	16,577	-35,046	-21,107	-0,225
26,757	-31,570	-24,907	-18,759	14,150	3,987	-19,261	0,210
-14,387	-37,613	-30,268	-53,424	-0,655	-34,395	-33,346	1,416
-21,311	-29,352	-11,993	44,137	34,139	-32,569	-13,851	1,410
-13,204	-36,358	87,962	46,551	30,360	-31,040	-14,012	1,410
-5,925	-28,670	-37,725	1,934	31,812	77,053	-21,440	1,410
-43,154	-14,388	47,762	-37,112	31,610	-4,841	-18,285	1,256
136,754	185,187	27,219	18,595	-14,474	-32,788	29,015	-5,547

EK-16. (devam) Dublin Örneği için SHAP Yerel Değişken Katkı Değerleri Tüm Gözlemler

Çizelge 16.1. (devam) Dublin örneği için SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler

35,538	-25,690	14,004	47,382	-31,129	-19,492	35,157	-0,250
27,884	-15,040	-11,567	-72,243	-75,461	31,698	-22,672	-2,157
-1,813	-40,742	58,949	16,568	-32,931	-23,108	-28,644	1,241
-8,430	52,345	-92,676	-33,328	-126,239	-32,188	14,794	-1,123
-4,674	-33,597	-33,125	50,589	9,418	-0,388	-18,858	-0,107
-65,622	-38,941	-40,420	-34,918	10,550	-34,126	7,910	1,351
-40,043	24,405	-9,302	-178,116	-3,874	-6,980	-17,236	-4,311
33,622	-36,458	-11,546	45,612	-9,448	1,654	-6,861	1,389
-56,975	2,856	-76,648	-118,491	-45,507	45,069	11,903	2,733
-19,180	-33,652	-20,908	53,294	-18,222	-17,867	-21,814	-0,268
-0,557	91,815	-8,684	-15,440	46,463	95,391	18,283	-5,479
0,866	-38,390	44,040	-87,183	-45,316	25,827	27,849	6,108
62,119	71,325	-34,357	-135,767	5,841	-2,378	13,206	-5,278
-25,082	-0,141	-49,807	-160,098	18,525	-26,908	16,246	0,412
11,751	-31,100	-63,389	-79,837	-37,598	-29,439	8,914	-6,027
200,884	36,152	45,401	92,592	50,873	-28,178	23,876	13,149
43,345	-9,629	85,938	-8,264	33,871	43,739	20,023	0,950
20,688	-20,113	-24,794	2,201	-21,715	-2,728	11,752	0,843
41,604	-41,628	-46,694	45,414	57,748	72,955	16,566	-0,143
-59,720	-25,834	-68,429	-39,626	-28,679	-24,185	9,208	1,074
-3,424	-22,214	-27,331	60,796	6,396	-26,564	10,998	0,844
23,206	-33,079	-57,355	-21,697	-142,570	-29,989	11,094	1,074
-22,750	-26,963	-34,422	-36,170	-86,898	-34,492	12,039	1,371
-48,812	11,713	-35,785	59,619	43,542	104,044	19,315	-0,835
-21,941	-45,464	-10,724	-20,870	35,849	-4,981	8,763	1,049
-14,635	-29,454	-9,548	75,759	-9,421	-14,275	-20,669	0,904
-13,010	9,357	10,192	-148,840	53,178	91,722	-33,714	-2,154
9,818	76,271	-28,083	49,400	-23,183	78,011	-28,238	-5,265
-22,915	-22,551	-28,640	-35,867	18,847	-4,702	-20,555	1,241
33,622	-36,458	-11,546	45,612	-9,448	1,654	-6,861	1,389
-56,975	2,856	-76,648	-118,491	-45,507	45,069	11,903	2,733
-19,180	-33,652	-20,908	53,294	-18,222	-17,867	-21,814	-0,268
-27,617	-13,215	-30,444	6,910	64,460	-35,460	-19,506	0,633
-27,066	-43,445	-60,112	-89,042	-38,123	61,588	8,460	0,846
-6,329	-41,082	-34,776	60,280	24,475	-30,858	-29,435	1,599
5,462	-56,220	10,325	-33,937	0,917	-35,538	23,815	0,842
-28,793	-42,264	-44,246	-17,923	-27,889	-3,977	6,863	0,287
38,665	-13,206	90,627	177,655	1,667	-22,955	34,853	0,412
68,495	47,619	-98,869	115,181	-155,450	-25,614	32,302	-0,135
-29,372	-28,100	59,114	-130,787	-42,298	-26,179	-17,415	-2,766
-77,307	37,845	-89,054	-127,891	29,391	-34,531	14,086	-2,534
-13,354	-32,308	-30,171	-28,482	15,642	-23,958	-23,814	1,244
36,478	-37,019	196,588	13,254	180,948	-22,914	12,780	0,847
-52,672	1,397	-82,980	-117,281	5,069	-6,382	13,098	1,707

EK-16. (devam) Dublin Örneği için SHAP Yerel Değişken Katkı Değerleri Tüm Gözlemler

Çizelge 16.1. (devam) Dublin örneği için SHAP yerel değişken katkı değerleri tüm gözlemler

291,056	59,668	13,007	-40,219	232,922	-26,012	15,278	2,590
-38,990	-21,784	-29,187	-20,151	10,077	-5,934	16,253	-11,451
146,941	85,530	-10,125	-22,870	17,436	-12,706	16,143	-5,480
-10,529	-21,345	86,110	12,724	-6,563	-28,519	-18,724	1,406
-46,846	-35,559	-61,539	-28,628	-57,610	60,238	-61,602	1,613
-19,326	-71,695	-30,312	65,424	-23,898	-25,151	2,632	-0,199
-3,424	-22,214	-27,331	60,796	6,396	-26,564	10,998	0,844
23,206	-33,079	-57,355	-21,697	-142,570	-29,989	11,094	1,074
-22,750	-26,963	-34,422	-36,170	-86,898	-34,492	12,039	1,371
-48,812	11,713	-35,785	59,619	43,542	104,044	19,315	-0,835
-83,187	-39,614	126,395	13,225	-75,956	-34,618	11,550	0,712
-25,082	-0,141	-49,807	-160,098	18,525	-26,908	16,246	0,412
11,751	-31,100	-63,389	-79,837	-37,598	-29,439	8,914	-6,027
200,884	36,152	45,401	92,592	50,873	-28,178	23,876	13,149
43,345	-9,629	85,938	-8,264	33,871	43,739	20,023	0,950
20,688	-20,113	-24,794	2,201	-21,715	-2,728	11,752	0,843
41,604	-41,628	-46,694	45,414	57,748	72,955	16,566	-0,143
-59,720	-25,834	-68,429	-39,626	-28,679	-24,185	9,208	1,074
-14,635	-29,454	-9,548	75,759	-9,421	-14,275	-20,669	0,904
-13,010	9,357	10,192	-148,840	53,178	91,722	-33,714	-2,154
9,818	76,271	-28,083	49,400	-23,183	78,011	-28,238	-5,265
-22,915	-22,551	-28,640	-35,867	18,847	-4,702	-20,555	1,241
33,622	-36,458	-11,546	45,612	-9,448	1,654	-6,861	1,389
-56,975	2,856	-76,648	-118,491	-45,507	45,069	11,903	2,733
-19,180	-33,652	-20,908	53,294	-18,222	-17,867	-21,814	-0,268
-0,557	91,815	-8,684	-15,440	46,463	95,391	18,283	-5,479
0,866	-38,390	44,040	-87,183	-45,316	25,827	27,849	6,108
62,119	71,325	-34,357	-135,767	5,841	-2,378	13,206	-5,278
-4,581	-32,410	71,925	56,302	-18,412	0,920	-20,279	1,566
-19,648	-54,586	-20,861	-69,119	-42,387	-25,463	2,577	0,060
4,429	90,873	37,976	21,036	47,958	97,871	15,106	-5,641
45,150	82,009	1,813	2,217	3,326	-2,788	16,100	-5,278
-8,430	52,345	-92,676	-33,328	-126,239	-32,188	14,794	-1,123
-4,674	-33,597	-33,125	50,589	9,418	-0,388	-18,858	-0,107
-65,622	-38,941	-40,420	-34,918	10,550	-34,126	7,910	1,351
-40,043	24,405	-9,302	-178,116	-3,874	-6,980	-17,236	-4,311
-36,752	-12,265	-8,796	-133,833	-14,578	-4,236	-19,197	-3,701
-22,357	-13,130	-12,271	-130,507	-22,054	-26,553	-17,958	-3,701
-2,596	-11,554	58,126	72,866	42,518	91,078	-19,056	-0,502
-37,656	-21,464	-8,970	-69,325	32,370	-33,794	-15,733	-1,002
-21,687	6,520	-31,670	-6,527	28,172	-7,729	17,282	0,843
-61,541	-30,014	-34,024	-48,525	-36,196	-6,643	7,958	-0,327
62,540	89,366	39,987	-4,608	31,830	-3,414	11,517	-5,439
13,977	110,362	118,692	61,557	62,296	87,627	-32,434	6,657
-15,673	-24,026	-27,400	72,528	13,026	-23,381	-13,348	1,566

EK-17. Dublin Mezo Ölçek Kümeleri İçin Ortalama Mutlak SHAP Değerleri ve Sıralamaları

Çizelge 17.1. Dublin mezo ölçek kümeleri için ortalama mutlak SHAP değerleri ve sıralamaları

Mezo_Kume	Degisken	Mean_Abs_SHAP	Sira
0	SHAP_Gelir	63,38123902	1
0	SHAP_Konut_Buyuklugu	49,20417911	2
0	SHAP_Yas	40,92494362	3
0	SHAP_Yalitim_rec	39,91724855	4
0	SHAP_Hhalki_Sayisi	34,58634597	5
0	SHAP_Bina_Yasi	30,10873983	6
0	SHAP_Konut_tipi_rec	27,56923468	7
0	SHAP_Mulkiyet_rec	1,863108872	8
1	SHAP_Konut_Buyuklugu	58,79306189	1
1	SHAP_Bina_Yasi	42,22625853	2
1	SHAP_Gelir	41,79129401	3
1	SHAP_Yas	35,97188548	4
1	SHAP_Hhalki_Sayisi	35,14066682	5
1	SHAP_Yalitim_rec	28,91355577	6
1	SHAP_Konut_tipi_rec	18,7117091	7
1	SHAP_Mulkiyet_rec	2,247903045	8
2	SHAP_Konut_Buyuklugu	73,63258739	1
2	SHAP_Yas	53,28868081	2
2	SHAP_Gelir	41,55626834	3
2	SHAP_Hhalki_Sayisi	41,34421	4
2	SHAP_Bina_Yasi	40,75846716	5
2	SHAP_Yalitim_rec	30,20178798	6
2	SHAP_Konut_tipi_rec	16,82801845	7
2	SHAP_Mulkiyet_rec	1,785435593	8
3	SHAP_Gelir	46,5109319	1
3	SHAP_Konut_Buyuklugu	45,08938341	2
3	SHAP_Bina_Yasi	37,74271715	3
3	SHAP_Yas	36,93919774	4
3	SHAP_Hhalki_Sayisi	35,85625515	5
3	SHAP_Yalitim_rec	22,80090034	6
3	SHAP_Konut_tipi_rec	16,67725279	7
3	SHAP_Mulkiyet_rec	2,185779909	8

EK-18. Dublin Örneğinde Mezo Ölçekte Kümelere Göre Kantil–SHAP Mekanizma Özeti

Çizelge 18.1. Dublin örneğinde mezo ölçekte kümelerle göre kantil–SHAP mekanizma özeti

Mezo_Kume	Kantil_Grup	Degisken	Mean_Abs_SHAP	Sira
0	A_Dusuk	SHAP_Konut_Buyuklugu	95,76877876	1
0	A_Dusuk	SHAP_Gelir	69,90239632	2
0	A_Dusuk	SHAP_Yas	51,17499292	3
0	A_Dusuk	SHAP_Bina_Yasi	43,09975631	4
0	A_Dusuk	SHAP_Yalitim_rec	40,31597555	5
0	A_Dusuk	SHAP_Hhalki_Sayisi	33,83444062	6
0	A_Dusuk	SHAP_Konut_tipi_rec	31,03429752	7
0	A_Dusuk	SHAP_Mulkiyet_rec	2,30423982	8
0	B_Orta	SHAP_Gelir	63,05833441	1
0	B_Orta	SHAP_Konut_Buyuklugu	39,38688155	2
0	B_Orta	SHAP_Yas	32,93822107	3
0	B_Orta	SHAP_Konut_tipi_rec	27,77983337	4
0	B_Orta	SHAP_Yalitim_rec	24,78443486	5
0	B_Orta	SHAP_Bina_Yasi	23,42020175	6
0	B_Orta	SHAP_Hhalki_Sayisi	15,27322531	7
0	B_Orta	SHAP_Mulkiyet_rec	1,135461788	8
0	C_Yuksek	SHAP_Hhalki_Sayisi	88,15441506	1
0	C_Yuksek	SHAP_Yalitim_rec	75,56133069	2
0	C_Yuksek	SHAP_Yas	58,20153004	3
0	C_Yuksek	SHAP_Konut_Buyuklugu	55,72476509	4
0	C_Yuksek	SHAP_Gelir	47,89551059	5
0	C_Yuksek	SHAP_Bina_Yasi	40,36063655	6
0	C_Yuksek	SHAP_Konut_tipi_rec	28,59432381	7
0	C_Yuksek	SHAP_Mulkiyet_rec	3,511801296	8
1	A_Dusuk	SHAP_Konut_Buyuklugu	103,4432327	1
1	A_Dusuk	SHAP_Yas	38,07980453	2
1	A_Dusuk	SHAP_Gelir	32,35764713	3
1	A_Dusuk	SHAP_Bina_Yasi	25,66044385	4
1	A_Dusuk	SHAP_Konut_tipi_rec	18,27800088	5
1	A_Dusuk	SHAP_Yalitim_rec	18,08613587	6
1	A_Dusuk	SHAP_Hhalki_Sayisi	17,94525508	7
1	A_Dusuk	SHAP_Mulkiyet_rec	2,256858885	8
1	B_Orta	SHAP_Konut_Buyuklugu	30,97206694	1
1	B_Orta	SHAP_Hhalki_Sayisi	29,31484368	2
1	B_Orta	SHAP_Bina_Yasi	27,1773641	3
1	B_Orta	SHAP_Gelir	26,64822047	4
1	B_Orta	SHAP_Yas	24,04324614	5
1	B_Orta	SHAP_Yalitim_rec	19,74866106	6
1	B_Orta	SHAP_Konut_tipi_rec	15,76438296	7
1	B_Orta	SHAP_Mulkiyet_rec	1,973195639	8
1	C_Yuksek	SHAP_Bina_Yasi	102,5418418	1

EK-18. (devam) Dublin Örneğinde Mezo Ölçekte Kümelere Göre Kantil–SHAP Mekanizma Özeti

Çizelge 18.1. (devam) Dublin örneğinde mezo ölçekte kümelere göre kantil–SHAP mekanizma özeti

1	C Yuksek	SHAP Gelir	85,47789428	2
1	C Yuksek	SHAP Konut Buyuklugu	75,11631133	3
1	C Yuksek	SHAP Yas	72,07080714	4
1	C Yuksek	SHAP Hhalki Sayisi	65,29587634	5
1	C Yuksek	SHAP Yalitim rec	61,29742973	6
1	C Yuksek	SHAP Konut tipi rec	21,59725407	7
1	C Yuksek	SHAP Mulkiyet rec	3,19638021	8
2	A Dusuk	SHAP Konut Buyuklugu	82,48856525	1
2	A Dusuk	SHAP Bina Yasi	54,72110135	2
2	A Dusuk	SHAP Gelir	50,30954724	3
2	A Dusuk	SHAP Yas	46,44658383	4
2	A Dusuk	SHAP Hhalki Sayisi	31,92201359	5
2	A Dusuk	SHAP Yalitim rec	29,51224593	6
2	A Dusuk	SHAP Konut tipi rec	13,36100683	7
2	A Dusuk	SHAP Mulkiyet rec	1,597214096	8
2	B Orta	SHAP Konut Buyuklugu	65,92678373	1
2	B Orta	SHAP Gelir	44,97378867	2
2	B Orta	SHAP Hhalki Sayisi	37,536294	3
2	B Orta	SHAP Yas	34,77040813	4
2	B Orta	SHAP Yalitim rec	27,6605709	5
2	B Orta	SHAP Bina Yasi	27,19701365	6
2	B Orta	SHAP Konut tipi rec	16,64894448	7
2	B Orta	SHAP Mulkiyet rec	1,239318002	8
2	C Yuksek	SHAP Yas	123,8177742	1
2	C Yuksek	SHAP Konut Buyuklugu	93,30683692	2
2	C Yuksek	SHAP Hhalki Sayisi	71,43315056	3
2	C Yuksek	SHAP Bina Yasi	53,73865832	4
2	C Yuksek	SHAP Gelir	31,24467646	5
2	C Yuksek	SHAP Yalitim rec	28,13727053	6
2	C Yuksek	SHAP Konut tipi rec	21,23706282	7
2	C Yuksek	SHAP Mulkiyet rec	3,220292064	8
3	A Dusuk	SHAP Konut Buyuklugu	74,47807653	1
3	A Dusuk	SHAP Hhalki Sayisi	42,8431284	2
3	A Dusuk	SHAP Gelir	42,12473569	3
3	A Dusuk	SHAP Bina Yasi	39,99225943	4
3	A Dusuk	SHAP Yalitim rec	27,45111131	5
3	A Dusuk	SHAP Yas	15,69945391	6
3	A Dusuk	SHAP Konut tipi rec	5,745684266	7
3	A Dusuk	SHAP Mulkiyet rec	3,043199104	8
3	B Orta	SHAP Konut Buyuklugu	44,84479161	1
3	B Orta	SHAP Gelir	36,3553219	2
3	B Orta	SHAP Bina Yasi	26,31382177	3
3	B Orta	SHAP Hhalki Sayisi	26,10279265	4

EK-18. (devam) Dublin Örneğinde Mezo Ölçekte Kümelere Göre Kantil–SHAP Mekanizma Özeti

Çizelge 18.1. (devam) Dublin örneğinde mezo ölçekte kümelere göre kantil–SHAP mekanizma özeti

3	B Orta	SHAP Konut tipi rec	18,14402952	5
3	B Orta	SHAP Yalitim rec	18,12711772	6
3	B Orta	SHAP Yas	16,53061643	7
3	B Orta	SHAP Mulkiyet rec	1,427108982	8
3	C Yuksek	SHAP Gelir	82,61868513	1
3	C Yuksek	SHAP Yas	74,61052096	2
3	C Yuksek	SHAP Bina Yasi	71,84911143	3
3	C Yuksek	SHAP Hhalki Sayisi	70,24542221	4
3	C Yuksek	SHAP Yalitim rec	41,73176705	5
3	C Yuksek	SHAP Konut Buyuklugu	34,8342077	6
3	C Yuksek	SHAP Konut tipi rec	17,50095522	7
3	C Yuksek	SHAP Mulkiyet rec	2,52323391	8

EK-19. Anket Çalışması

Ankara'da Hane Bazlı Enerji Tüketimi ve Yaşam Alışkanlıkları Anketi

1. Araştırma Bilgilendirmesi ve Katılım Onayı

1. Sayın Katılımcı,

Bu anket, Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu'nun izni ile yürütülmekte olan "Kentsel Yapı Çevre ve Sosyo-ekonomik Özelliklerin Enerji Tüketimine Etkisi; Ankara ve Dublin Örneği" başlıklı doktora tez çalışması kapsamında hazırlanmıştır. Araştırma, Prof. Dr. Necibe Aydan Sat danışmanlığında, Aslı Havlucu Oğuz tarafından yürütülmektedir.

Araştırmanın Amacı:

Kent karakteri ve sosyo-ekonomik düzeyin enerji tüketimine etkisinin incelenmesidir.

Yöntem:

Ankara ve Dublin şehirlerinde, sosyal ve mekânsal açıdan farklı mahallelerde yaşayan hanelere uygulanan anket yoluyla veri toplanmaktadır.

Araştırma Süresi:

30.06.2024 - 31.12.2025 tarihleri arasında gerçekleştirilecektir.

Katılımcı Sayısı:

385 hane / kişi

Araştırma Yerleri:

Ankara ve Dublin şehirleri

Gizlilik ve Gönüllülük:

Anket tamamen anonimdir. Kişisel bilgileriniz toplanmamaktadır.

Veriler yalnızca bilimsel araştırma amacıyla kullanılacak, kimliğiniz kesinlikle gizli tutulacaktır.

Katılım tamamen gönüllüdür; dilediğiniz zaman ankete katılmaktan vazgeçebilirsiniz.

Katılımınız için sizden ücret talep edilmeyecek, herhangi bir ödeme de yapılmayacaktır.

Devam ederek, yukarıdaki bilgileri okuduğunuzu ve bu araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul ettiğinizi beyan etmiş oluyorsunuz.

EK-19. (devam) Anket Çalışması

Ankara'da Hane Bazlı Enerji Tüketimi ve Yaşam Alışkanlıkları Anketi

2. Katılımcı Bilgileri

* 2. Yaşadığınız ilçe ve mahalle bilgisini belirtiniz. (İlçe / Mahalle şeklinde)

3. Cinsiyetiniz

- ☐ 1 = Kadın
- ☐ 2 = Erkek
- ☐ 3 = Belirtmek istemiyorum
- ☐ 4 = Diğer (lütfen belirtiniz)

* 4. Yaşınız

* 5. En yüksek tamamladığınız eğitim düzeyi nedir?

- ☐ 0 = Eğitim almadı
- ☐ 1 = Okur-yazar (resmi eğitimi yok)
- ☐ 2 = İlkokul
- ☐ 3 = Ortaokul
- ☐ 4 = Lise
- ☐ 5 = Ön lisans (2 yıllık)
- ☐ 6 = Lisans (4 yıllık üniversite)
- ☐ 7 = Yüksek lisans
- ☐ 8 = Doktora

EK-19. (devam) Anket Çalışması

* 6. Hanede sizin dışınızda kaç kişi yaşamaktadır?

(Lütfen sayısal olarak belirtiniz: örn. 0, 1, 2, 3, ...)

- ☐ 0 = Yalnız yaşıyorum
- ☐ 1 = 1 kişi
- ☐ 2 = 2 kişi
- ☐ 3 = 3 kişi
- ☐ 4 = 4 kişi
- ☐ 5 = 5 kişi
- ☐ 6 = 6 kişi
- ☐ 7 = 7 kişi
- ☐ 8 = 8 kişi
- ☐ 9 = 9 kişi
- ☐ 10 = 10 kişi

* 7. Hanehalkı toplam aylık gelir aralığınız nedir?

(Tüm bireylerin toplam net geliri, yani maaş, emekli aylığı, sosyal destekler vb. dahil edilerek)

☐ Lütfen yalnızca bir seçeneği işaretleyiniz.

- ☐ 0 - 10.000 TL
- ☐ 10.001 - 20.000 TL
- ☐ 20.001 - 40.000 TL
- ☐ 40.001 - 60.000 TL
- ☐ 60.001 - 80.000 TL
- ☐ 80.001 - 100.000 TL
- ☐ 100.001 - 120.000 TL
- ☐ 120.001 TL - 150.000 TL
- ☐ 150.001 ve üzeri

* 8. Sizin dışınızda, hanede birlikte yaşadığınız bireylerin aşağıdaki gruplara göre sayısını belirtiniz.

0-17 yaş arası
çocuk/genç sayısı

18-64 yaş arası çalışan
birey sayısı

18-64 yaş arası işsiz /
çalışmayan birey sayısı

Emekli birey sayısı

Öğrenci sayısı (yaş
fark etmeksizin)

Ev kadını sayısı

EK-19. (devam) Anket Çalışması

Ankara'da Hane Bazlı Enerji Tüketimi ve Yaşam Alışkanlıkları Anketi

3. Konut Bilgileri

* 9. Yaşadığınız konut tipi nedir?

(Lütfen yalnızca bir seçeneği işaretleyiniz.)

- ☐ 1 = Bağımsız ev (bitişik olmayan, bahçeli, genelde tek katlı)
- ☐ 2 = Apartman dairesi
- ☐ 3 = Müstakil ev (tek katlı ya da çok katlı, ayrı girişli)
- ☐ 4 = Diğer

10. Konutun mülkiyet durumu nedir?

(Lütfen yalnızca birini seçiniz.)

- ☐ 1 = Kiralık
- ☐ 2 = Kendi mülkü (ev sahibi)
- ☐ 3 = Aileye ait
- ☐ 4 = Lojman
- ☐ 5 = Diğer

* 11. Binanın yaşı yaklaşık olarak kaç yıldır? (Lütfen yalnızca sayısal bir değer giriniz. (Örn: 15))

* 12. Konutunuzda ısı yalıtımı var mı? (Lütfen yalnızca bir seçeneği işaretleyiniz.)

- ☐ 1 = Yok
- ☐ 2 = Dış yalıtım
- ☐ 3 = İç yalıtım
- ☐ 4 = Hem iç hem dış yalıtım
- ☐ 5 = Bilgim yok

* 13. Konutun büyüklüğü yaklaşık olarak kaç metrekaredir? Lütfen yalnızca sayısal değer giriniz. (Örn: 95)

EK-19. (devam) Anket Çalışması

Ankara'da Hane Bazlı Enerji Tüketimi ve Yaşam Alışkanlıkları Anketi

4. Enerji Kullanımı ve Alışkanlıkları

* 14. Evinizde aşağıdaki enerji kaynaklarından hangileri kullanılmaktadır?
(Birden fazla seçebilirsiniz.)

- ☐ 1 = Elektrik
☐ 2 = Doğalgaz
☐ 3 = Kömür
☐ 4 = Odun
☐ 5 = Güneş enerjisi
☐ 6 = Sıvı yakıt (mazot vb.)
☐ 7 = Diğer

15. Aşağıdaki cihazlardan hangileri evinizde bulunmaktadır?
(Birden fazla seçebilirsiniz.)

- ☐ 1 = Çamaşır kurutma makinesi
☐ 2 = Klima
☐ 3 = Mikrodalga fırın
☐ 4 = Derin dondurucu
☐ 5 = Diğer
☐ Yukarıdakilerin hiçbiri

* 16. Lütfen 2024 Aralık, 2025 Ocak veya Şubat aylarından sadece birini içeren elektrik fatura ücretini sayısal olarak giriniz. (Örn: 1500)

* 17. Lütfen 2025 yılı Mayıs/Haziran/Temmuz aylarından sadece birini içeren elektrik fatura ücretini sayısal olarak giriniz. (Örn: 1500)

* 18. Lütfen 2024 Aralık, 2025 Ocak veya Şubat aylarından sadece birini içeren doğalgaz fatura ücretini sayısal olarak giriniz. (Örn: 1500)

* 19. Lütfen 2025 yılı Mayıs/Haziran/Temmuz aylarından sadece birini içeren doğalgaz fatura ücretini sayısal olarak giriniz. (Örn: 1500)

20. Enerji tasarrufu için herhangi bir önlem alıyor musunuz?

- ☐ 1 = Evet
☐ 2 = Hayır

21. Hangi enerji tasarrufu önlemlerini alıyorsunuz?
(Sadece "Evet" yanıtı verenler için)

EK-19. (devam) Anket Çalışması

Ankara'da Hane Bazlı Enerji Tüketimi ve Yaşam Alışkanlıkları Anketi

5. Ulaşım ve Günlük Yaşam

* 22. Evden işe/okula giderken genellikle hangi ulaşım aracını kullanıyorsunuz?
(Lütfen en sık kullandığınız aracı seçiniz.)

- ☐ 1 = Yürüyerek
- ☐ 2 = Toplu taşıma (otobüs, metro, minibüs)
- ☐ 3 = Özel araç (kendi aracıyla)
- ☐ 4 = Bisiklet
- ☐ 5 = Elektrikli scooter / motor
- ☐ 6 = Servis aracı (okul veya iş yeri servisi)
- ☐ 7 = Araç paylaşımı (örneğin: BlaBlaCar, kiralık araç vb.)
- ☐ 8 = Diğer

* 23. İş yerinize veya okulunuza ulaşım süreniz ortalama ne kadardır?
(Lütfen yalnızca gidiş süresini, tek yönü dikkate alarak belirtiniz.)

- ☐ 1 = 0-10 dakika
- ☐ 2 = 11-20 dakika
- ☐ 3 = 21-30 dakika
- ☐ 4 = 31-45 dakika
- ☐ 5 = 46-60 dakika
- ☐ 6 = 61 dakika ve üzeri
- ☐ 7 = İşim/okulum evde (uzaktan)

* 24. Mahalle merkezine (market, okul, cami vb.) yürüyerek ortalama ne kadar sürede ulaşılır?

(Lütfen tek yön, yürüme süresini seçiniz.)

- ☐ 1 = 0-5 dakika
- ☐ 2 = 6-10 dakika
- ☐ 3 = 11-15 dakika
- ☐ 4 = 16-20 dakika
- ☐ 5 = 21 dakika ve üzeri
- ☐ 6 = Erişilebilir mahalle merkezi bulunmamaktadır

EK-19. (devam) Anket Çalışması

Ankara'da Hane Bazlı Enerji Tüketimi ve Yaşam Alışkanlıkları Anketi

6. Tercihler ve Farkındalık

* 25. Bu mahallede yaşama nedeniniz nedir?
(Lütfen en önemli nedeni işaretleyiniz.)

- ☐ 1 = İşe veya okula yakınlık
- ☐ 2 = Konutun uygun kira veya satış fiyatı
- ☐ 3 = Aile ve akraba yakınlığı
- ☐ 4 = Mahalle güvenliğinin yüksek olması
- ☐ 5 = Yeşil alanlara ve açık alanlara erişim
- ☐ 6 = Toplu taşıma veya ana yollara yakınlık
- ☐ 7 = Mahalledeki sosyal olanaklar (okul, sağlık, alışveriş)
- ☐ 8 = Çocukların eğitimi veya okulu nedeniyle
- ☐ 9 = Uzun süredir burada yaşıyorum / alışkanlık
- ☐ 10 = Diğer (lütfen belirtiniz)

26. İmkânınız olsa başka bir mahallede yaşamak ister misiniz?

- ☐ 1 = Evet
- ☐ 2 = Hayır
- ☐ 3 = Kararsızım
- ☐ 4 = Zaten başka bir mahalleye taşınma planım var

27. Mahallenizde sürdürülebilirlik veya enerji tasarrufuna yönelik bir projeye katılmak ister misiniz?

- ☐ 1 = Evet, gönüllü olarak katılmak isterim
- ☐ 2 = Evet, ama maddi bir destek olması halinde
- ☐ 3 = Hayır, düşünmüyorum
- ☐ 4 = Kararsızım

28. Enerji tüketiminin çevresel etkileri hakkında ne düşünüyorsunuz?
(Aşağıdaki ifadelerden size en yakın olanı seçiniz.)

- ☐ 1 = Enerji tüketiminin çevresel etkileri çok önemlidir; tüketimimi bu doğrultuda azaltmaya çalışıyorum
- ☐ 2 = Bu etkilerin farkındayım ama günlük yaşamımı pek etkilemiyor
- ☐ 3 = Bu konuda yeterli bilgim yok
- ☐ 4 = Enerji tüketiminin çevre üzerinde büyük etkisi olduğunu düşünmüyorum

EK-19. (devam) Anket Çalışması

29. Aşağıdaki faktörlerin hanehalkınızın enerji tüketimini ne ölçüde etkilediğini düşünüyorsunuz?

(Lütfen her bir faktörü 1 = Hiç etkisi yok ile 5 = Çok güçlü etkisi var arasında derecelendiriniz.)

	Hiç etkisi yok	Az etkisi var	Orta düzeyde etkisi var	Güçlü etkisi var	Çok güçlü etkisi var
Konut tipi ve bina özellikleri (ör. apartman/ev, yalıtım kalitesi)	☐	☐	☐	☐	☐
Konut büyüklüğü (m ²) ve oda sayısı	☐	☐	☐	☐	☐
Hanehalkı üye sayısı	☐	☐	☐	☐	☐
Hanehalkı geliri ve finansal kapasite	☐	☐	☐	☐	☐
Kullanılan ana ulaşım türü (özel araç, toplu taşıma, yaya, bisiklet vb.)	☐	☐	☐	☐	☐
Konutun konumu ve günlük işe/okula ulaşım gereklilikleri	☐	☐	☐	☐	☐
Yaşam alışkanlıkları (cihaz kullanımı, sıcak su tüketimi vb.)	☐	☐	☐	☐	☐
Enerji tasarrufu farkındalığı (ışıkları kapatma, verimli cihaz kullanımı vb.)	☐	☐	☐	☐	☐



Gazili olmak ayrıcalıktır