



Ankara'da Mesken Isıtmanın Doğrudan Geri Tepme Etkisi Ve Sebepleri

Program Kodu: 1002

Proje No: 117K942

Proje Yürütücüsü:

Prof. Dr. Ramazan SARI

Bursiyerler:

Fahman FATHURRAHMAN

Volkan EREK

EKİM 2019

ANKARA





Önsöz

Bu sonuç raporu TÜBİTAK 1002 – Hızlı Destek Programı yoluyla desteklenmiş olan 117K942 kodlu “Ankara’da Mesken Isıtmanın Doğrudan Geri Tepme Etkisi ve Sebepleri” adlı proje sonucunda ortaya çıkan sonuçlar hakkında bilgi vermektedir. Projede Ankara’da yalıtım yaptıran 317 hane ile yüz yüze anket çalışması yürütülmüştür. Anket çalışmasından elde edilen sonuçlar ve Başkent Doğalgaz Dağıtım şirketinden söz konusu hanelerin doğalgaz tüketim verileri kullanılarak mesken ısıtma için doğrudan geri tepme etkisi hesaplanmış, geri tepme etkisine yol açan sosyal faktörlerin ve sebeplerin belirlenmiştir. Ayrıca, Türkiye için politika önerileri geliştirilmiştir.

Projede doktora öğrencisi olarak görev yapan Fahman FATHURRAHMAN beş ay boyunca ve lisans öğrencisi olarak görev yapan Volkan Erek 7 ay boyunca projeye büyük katkı sağlamıştır. Kendilerine projeye katkılarından ötürü teşekkür ederim.

Ayrıca, Başkent Doğalgaz Dağıtım şirketine de projenin gerçekleştirilmesine verdikleri büyük katkı için teşekkürü borç bilirim.

İçindekiler

ABSTRACT.....	iv
ÖZ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Arka Plan.....	1
1.2. Projenin Amacı.....	3
1.3. Projenin Önemi.....	4
2. Literatür Taraması.....	5
2.1. Doğrudan Geri Tepme Etkisi.....	5
2.1.1. Mesken Isıtma için Doğrudan Geri Tepme Etkisi.....	5
2.1.2. Ulaşım Alanı için Doğrudan Geri Tepme Etkisi.....	9
2.1.3. Diğer Sektörler için Doğrudan Geri Tepme Etkisi.....	13
2.2. Doğrudan ve Dolaylı Geri Tepme Etkisi.....	18
2.3. Ekonomi Genel Geri Tepme Etkisi.....	20
2.4. Markoekonomik Geri Tepme Etkisi.....	24
2.5. Geri Tepme Etkisinin Sebepleri.....	25
3. Veri ve Metodoloji.....	28
3.1. Verilerin Toplaması ve Düzenlemesi.....	28
3.1.1. Anket.....	28
3.1.2. Enerji Sertifikası ve Doğal Gaz Tüketimi.....	29
3.1.3. Modelleme: Geri Tepme Etkisi Hesaplama Yöntemi.....	31
4. Analiz Sonuçları.....	33
4.1. Betimsel İstatistiklerin Yorumlanması.....	33
4.2. Varsayımların İncelenmesi.....	37
4.3. Tüketici Perspektifiyle İlgili Sonuçlar.....	43
4.4. Değişkenlerin Tanımlanması.....	45
4.5. Geri Tepme Etkisinin Hesaplanması.....	47
4.6. Farklı Gelir Grupları Bazında Geri Tepme Etkisinin Hesaplanması.....	50
5. Politika Önerileri.....	53



5.1. Geri Tepme Etkisine Yönelik Enerji Verimliliği Politikaları.....	53
5.2. Türkiye için Öneriler.....	56
6. Sonuç.....	58
7. Referanslar.....	62



ABSTRACT

ENERGY EFFICIENCY POLICY MAKING AND THE REBOUND EFFECT IN TURKEY

Growing energy demand and concerns about energy security and climate change has led energy efficiency to become one of the important energy policy objectives in many countries. It is conceived that energy efficiency improvements will decrease energy consumption and CO₂ emissions. However, actual efficiency savings are often less than projected savings because of consumer behavior. This concept is known as rebound effect which is an important factor to be considered while estimating results of energy policy measures related to energy efficiency. While rebound effect has been studied for developed countries, studies in developing countries are limited. Moreover, most studies have been focused only on economic analysis by neglecting social factors.

In this study, direct rebound effect for space heating targeting households in Ankara is studied by using the primary and secondary data related to economic and social indicators for energy efficiency applications in buildings. Moreover, the demographic, dwelling characteristics and behaviour factors that have effect on the rebound effect are explored and concomitantly inferences and recommendations are made to policy makers in Turkey.

Keywords: Rebound Effect, Space heating, Consumer Behaviour, Demographic Factors, Behavioural Factors, Household Characteristics, Policy Recommendations



ÖZ

TÜRKİYE'DE ENERJİ VERİMLİLİĞİ POLİTİKASI GELİŞTİRME VE GERİ TEPME ETKİSİ

Artan enerji talebi ve enerji güvenliği ile iklim değişikliği konusundaki kaygılar birçok ülkede enerji verimliliğinin önemli enerji politika hedeflerinde biri olmasına yol açmıştır. Enerji verimliliği iyileştirmelerinin enerji tüketimini ve CO₂ salımlarını azaltacağı düşünülmektedir. Fakat tüketici davranışları sebebiyle gerçekleşen enerji tasarrufları genellikle öngörülen tasarruflardan daha az olmaktadır. Enerji verimliliği ile ilintili enerji politika önlemlerinin ölçülmesinde önemli bir faktör olan bu kavram geri tepme etkisi olarak bilinmektedir. Geri tepme etkisi gelişmiş ülkelerde çalışılmış olmasına rağmen gelişmekte olan ülkelerde yapılan çalışmalar sınırlıdır. Ayrıca, çalışmaların çoğunluğu sosyal faktörleri göz ardı ederek ekonomik analizlere odaklanmıştır.

Bu çalışmada, mesken ısıtma için doğrudan geri tepme etkisi Ankara'daki haneler için enerji verimliliği uygulamalarına yönelik ekonomik ve sosyal göstergelere dayalı birincil ve ikincil verileri kullanarak çalışılmıştır. Ayrıca, geri tepme etkisi ile ilintili demografik, bina özellikleri ve davranışsal faktörler araştırılmış ve beraberinde Türkiye'deki politika yapıcılara çıkarımlarda bulunulmuş ve öneriler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geri Tepme Etkisi, Mesken Isıtma, Tüketici Davranışı, Demografik Faktörler, Davranışsal Faktörler, Hane Özellikleri, Politika Önerileri



TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1. Isınma için gaz tüketimi ve ısınma yoğunluğunun istatistik özeti.....	33
Tablo 4.2. Değişkenlerin özet istatistik bilgileri.....	35
Tablo 4.3. EKK geriye doğru model için varyans hatalarının eşitliği için Levene Testi. .	39
Tablo 4.4. EKK adımsal model için varyans hatalarının eşitliği için Levene Testi.....	39
Tablo 4.5. 2AEK geriye doğru model için varyans hatalarının eşitliği için Levene Testi	39
Tablo 4.6. 2AEK adımsal model için varyans hatalarının eşitliği için Levene Testi.....	39
Tablo 4.7. Gaz tüketimi ve bağımsız değişkenler için Pearson'ın korelasyon matrisi....	40
Tablo 4.8. AEK (Geri Doğru) Model için Durbin Watson Test Sonuçları.....	40
Tablo 4.9. 2AEK (Geriye Doğru) Model için Durbin Watson Test Sonuçları.....	40
Tablo 4.10. AEK (Adımsal) Model için Durbin Watson Test Sonuçları.....	41
Tablo 4.11.2AEK (Adımsal) Model için Durbin Watson Test Sonuçları.....	41
Tablo 4.12. Çoklu doğrusallık istatistikleri.....	43
Tablo 4.13. Davranış, konut ve demografik değişkenler için regresyon analiz sonuçları	46
Tablo 4.14. Hesaplama Sonuçları.....	49
Tablo 4.15. Gelir düzeyine göre geri tepme etkisi hesaplaması.....	51



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4.1. Standartlaştırılmış artıkların Normal P-P grafiği (bağımlı değişken: gaz tüketiminin logaritması) (a) OLS Geriye Doğru (b) 2AEK Geriye Doğru (c) OLS Adımsal (d) 2AEK Adımsal.....	38
Şekil 4.2. Artık histogramı: (a) EKK Geriye Doğru (b) 2AEK Geriye Doğru (c) EKK Adımsal (d) 2AEK Adımsal.....	39
Şekil 4.3. Yalıtımın ısınma masraflarının düşmesini sağladığı hane halkları.....	44
Şekil 4.4. Yalıtım sonrası ısınma harcamalarından yapılan tasarruf.....	45



GİRİŞ

1.1. Arka Plan

Küresel enerji politikası tartışmalarında, enerji tasarrufu ve boş sera gazı (GHG) emisyonlarının azaltılmasına duyulan ihtiyaç nedeniyle enerji verimliliği ve teknolojik gelişmeler öne çıkmıştır. Teknolojik gelişmeler, hizmetlerin maliyetini düşürecek daha verimli enerji hizmetlerini (yakıt, ısıtma, soğutma vb.) ortaya çıkarmıştır. Ancak, bu hizmetlerin fiyatının düşürülmesi talebi artırmıştır. Diğer bir deyişle, enerji hizmeti iyileştirmeleri, enerji hizmeti ya da diğer malların tüketiminde artışa yol açacak olan hizmet maliyetini düşürmektedir. Bu duruma geri tepme etkisi denir. Örneğin, daha yakıt tasarruflu bir otomobilin sürücüsü fazladan mil yapabilir ya da kazancı diğer mallara harcayabilmektedir ((Sorrell vd., 2009)).

Geri tepme etkisi, kömür motorlarının verimliliğinin artırılmasının kömür tüketimini artırdığını belirten “Jevon’un Paradoksundan” kaynaklanmaktadır. (Brookes, 1979) and (Khazzoom, 1980), enerji verimliliği etkilerinden sonra, enerji kullanımının iyileşme olmadan önceki seviyeye kıyasla artabileceğini savundu. Khazzoom ve Brookes, 1865 yılında Jevons tarafından kurulan geri tepme etkisi tartışmasına başlamıştır. (Brookes, 1979) makro etkilere odaklanırken, (Khazzoom, 1980) doğrudan ve mikro geri tepme etkileri üzerinde çalışmıştır (Azevedo, 2014). Bununla birlikte, konuyla ilgili çalışmalar son yıllarda artmıştır ve geri tepme etkisine ilişkin tam tanım, büyüklük, alaka düzeyi ve açıklamalar tartışmalıdır controversial ((Turner, 2012), (A. Peters vd., 2012)). Talebin doygun hale gelmesiyle birlikte geri tepme etkisinin zamanla azalacağı tartışılmaktadır (Sorrell, 2007).

Geri tepme etkisinin değeri birden çok olabilir, yani potansiyel tasarrufları aşabilir. Bu, enerji verimliliği etkilerinden sonra, enerji tüketiminin azalmadığı, hatta arttığı anlamına gelmektedir. Bu durum literatürde geri tepme etkisi olarak tanımlanmaktadır. Sonuç olarak, geri tepme etkisi, enerji verimliliği faaliyetleriyle elde edilmek istenen tasarrufların dengelenmesidir ((B. Lin ve Liu, 2015); (Sorrell vd., 2009); (Greening vd., 2000)). Süper koruma, geri tepme etkisinin tam tersidir. Gerçek tasarrufların beklenenden daha fazla olması olarak tanımlanabilir.

Geri tepme etkisi literatüründe tanımlanan önceden bağlanmış bir etki de vardır. Gerçek tüketim ile teorik veya hesaplanan tüketim arasındaki farktır (Galvin ve Sunikka-Blank, 2016). Bu değerlerin hesaplandığından daha az enerji tüketimi olabilir (Sunikka-blank vd., 2012).



Düşük gelirli haneyhalkları ile rebound etki yakıt yoksulluğunu ele almaktadır (Galvin ve Sunikka-Blank, 2016).

Geri tepme etkisi dört türe ayrılabilir; doğrudan geri tepme etkisi, dolaylı geri tepme etkisi, ekonominin genelinde geri tepme etkisi ve makroekonomik geri tepme etkisi ((Greening vd., 2000)).

Doğrudan geri tepme etkisi, enerji verimliliğinde iyileşme ile fiyatı düşmüş enerji hizmetlerinin tüketiminin artmasıdır ((Chitnis vd., 2013)). Doğrudan geri tepme etkisi üzerine yapılan çalışmalar çok farklı değerler göstermektedir. Farklı örnekler ve araştırma yöntemleri, farklı sonuçların nedeni olabilir ((Ghosh ve Blackhurst, 2014)). Ayrıca, doğrudan geri tepme etkisi ile ilgili çalışma sayısının yüksek olmasına rağmen, bu çalışmaların sonuçları tutarlı değildir. Tutarsızlığın ardındaki sebep, tanımlar, metodolojik yaklaşımlar ve kullanılan veri kaynakları arasındaki fark olabilir. Doğrudan geri tepme etkisi literatürü temel olarak alan ısıtma ve taşımasına odaklanmaktadır. Bununla birlikte, tarım bilgi ve iletişim teknolojileri gibi farklı alanlara odaklanan çalışmalar da vardır.

Dolaylı geri tepme etkisi (yani ikincil geri tepme etkisi veya gelir etkisi), enerji verimliliği önlemlerinden elde edilen tasarrufu diğer hizmetlere ve mallara harcamak olarak açıklanabilir. Enerji verimliliği önlemleri ile tüketicilerin satın alma gücü artmakta olduğundan, genellikle gelir etkisinden kaynaklanmaktadır ((Ghosh ve Blackhurst, 2014)). Dolaylı geri tepme etkisi üzerine yapılan ampirik çalışmalar, sistem sınırlarının tanımlanması ve genel yaşam standardının artması ya da yeni alışkanlıkları ve ihtiyaçları tetikleyecek yeni teknolojilerin tanıtılması gibi diğer etkilerden ayrılması gibi farklı zorluklara sahiptir (A. Peters vd., 2012).

Tüketici tercihlerindeki, teknolojik yeniliklerdeki ve/veya sosyal kurumlardaki değişiklikler, ekonomi genel geri tepme etkisine işaret eder (Herring ve Roy, 2012). Bu durum, diğer üretim faktörleri için enerjinin ikame edilmesi ile ilgili olabilir. Ayrıca makro ölçekli geri tepme etkisi olarak tanımlanabilmektedir. Hem doğrudan hem de dolaylı geri tepme etkileri, ekonomi geneli geri tepme etkisinin yanı sıra makroekonomik etkilerde rol oynamaktadır (Thomas, 2012). Ekonomideki geri tepme etkisi çalışmalarının çoğu tek bir ülkeye odaklanırken, bazıları daha fazla ülkeye odaklanmaktadır.

Makroekonomik geri tepme etkisi, ekonomi genelinde ve dolaylı etkilerin birleşimi olarak tanımlanmaktadır (Barker vd., 2009). Enerji verimliliği iyileştirmeleri, makroekonomik



büyümeye ve enerji tüketiminde artışa yol açacak fiyat etkisine sahip olabilmektedir(J. Zhang ve Lin Lawell, 2017). Bu nedenle makroekonomik geri tepme etkisinin iki farklı etkiden oluştuğu söylenebilir.

Geri tepme etkisi çalışmaları temel olarak binalar, sanayi ve ulaşımda enerji verimliliği alanlarına odaklanmıştır. Kişisel otomotiv taşımacılığı, en çok çalışılan doğrudan geri tepme etki alanı olarak kabul edilirken, en çok çalışılan ikinci alan mesken ısıtmadır ((Sorrell vd., 2009)).

Birçok yazar tarafından geri tepme etkisinin gelişmekte olan ülkeler için daha yüksek olacağı belirtilmiştir (Freire-González, 2011). Düşük gelirli gruplarda ve gelişmekte olan ülkelere daha yüksek geri tepme etkisi olma ihtimalinin arkasındaki sebep, önceki çalışmalarda ihtiyaçların doyurulması olarak yansıtılmıştır ((Small ve Dender, 2007); (Sorrell, 2007); (Bergh, 2011); (A. Peters vd., 2012)).

1.2. Projenin Amacı

Gelişmekte olan ülkelere doğrudan geri tepme etkisi konusunda çok az sayıda çalışma yapılmıştır (Azevedo, 2014). Enerji tüketimini azaltma başarısına büyük ölçüde bağlı olan küresel iklim değişikliği hedeflerine ulaşmak için, gelişmekte olan ülkelere geri tepme etkisine odaklanılması gerekmektedir.

Bu projenin odak noktası, mesken ısıtması için doğrudan geri tepme etkisi ve doğrudan geri tepme etkisi ile demografik, konut ve hanehalkı özellikleri arasındaki ilişkidir. Ayrıca, politika önerileri elde edilen sonuçlara göre detaylandırılacaktır. Binalarda enerji verimliliği uygulamaları ve doğal gaz tüketimi için ekonomik ve sosyal göstergeler ile ilgili birincil ve ikincil veriler Ankara'da bulunan konutlardan toplanmıştır. Demografik, konut özellikleri ve davranış verileri yüz yüze anketle toplanırken, doğal gaz verileri Ankara'da faaliyet gösteren Başkent Gaz doğalgaz dağıtım şirketinden elde edilmiştir.

Projenin amacı doğrudan geri tepme etkisini ampirik olarak hesaplamak ve doğrudan geri tepme etkisi ile ilgili faktörleri tanımlamaktır. Regresyon modeli bu amaçlara hizmet etmek için kullanılacaktır.

Geri tepme etkisi literatürüne birçok yönden katkıda bulunulması amaçlanmaktadır. Öncelikle, gelişmekte olan bir ülkedeki haneler için doğrudan geri tepme etkisi, ilk defa yapılan saha incelemesi sonucunda hesaplanacaktır. İkinci olarak demografik faktörler, geri tepme



etkisiyle ilişkisi olan konut ve davranış özellikleri, doğrudan tüketicilerden toplanan temel verilere dayanılarak belirlenecektir. Model sonuçlarına ve modelin yorumlarına göre üçüncü olarak, özellikle gelişmekte olan bir ülke için politika önerileri yapılacaktır.

1.3. Projenin Önemi

Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2012-2023 için Enerji Verimliliği Strateji Belgesi'ni 2012 yılında yayımladı. Enerji güvenliği, dış enerji bağımlılığının azaltılması ve iklim değişikliği stratejinin en önemli bileşenleridir. Stratejinin hedeflerinden biri, binanın enerji talebini ve CO₂ emisyonlarını azaltmak ve yenilenebilir enerji teknolojileriyle entegre çevre dostu binaların sayısını artırmaktır.

“5627 Enerji Verimliliği Kanunu” ve “Binalar Enerji Performansı Yönetmeliği”, Türkiye’de 2 Mayıs 2017 tarihine kadar mevcut binaların Enerji Kimlik Belgesi alma zorunluluğu getirmiştir. Sertifikanın amacı, yeni ve mevcut binaların enerji tüketimini azaltmak, enerji verimliliğini artırmak ve nihayet iklim değişikliği ile başa çıkmak ve çevreyi korumaktır.

Bu hedeflere ulaşmak, binaların enerji tüketiminin azalmasına bağlıdır. Türk hükümeti bu hedeflere yeni ve mevcut binalar için düzenlemeler yaparak ulaşmayı hedeflemektedir. Ancak, geri tepme etkisi bu süreçte dikkate alınmamıştır. Öte yandan, geri tepme etkisi, enerji verimliliğinin en temel unsurlarından biri olarak tanımlanabilir. Tüketimi azaltmak yalnızca teknolojik kazanımlara bağlı değildir, tüketici davranışları ile ilgilidir. Bu nedenle, hedeflere ulaşmak için Türk hükümeti tarafından ek önlemler ve politikalar göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sebeple, bu proje yoluyla mevcut binalar için Türkiye’nin enerji politikalarına ve enerji verimliliği hedeflerine yönelik önerilerde bulunulacaktır.

LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Doğrudan Geri Tepme Etkisi

2.1.1. Mesken Isıtma için Doğrudan Geri Tepme Etkisi

(Copiello ve Gabrielli, 2017) binalarda enerji verimliliğini 2004-2013 seneleri arasında elektrik ve doğal gaz tüketimini çift-logaritmik model kullanarak hesapladı. Geri tepme etkisi esneklik yöntemi kullanarak 47.44% bulundu. (X. Li ve Liu, 2017) Çin'deki kentsel evlerin geri tepme etkisi üzerine çalıştı, LA/AIDS modeli kullanılarak doğrudan geri tepme etkisi 66% bulundu. (Holck vd., 2017) Norveç'te 2016-2050 seneleri arasındaki konut stoku için senaryo analizi yöntemini kullandı. Senaryo analizleri sonucunda toplam geri tepme etkisinin arttığına ve varılan sonucun uygulanacak enerji politikalarına dahil edilebileceği belirtildi. (Hache vd., 2017) çalışması Fransa'da 42 adet daire ve müstakil ev üzerine yapıldı. Sonuç olarak evlerin yarısından fazlasının pozitif geri tepme etkisine sahip olduğu ve ortalama olarak 58% geri tepme etkisi saptandı. Bununla beraber, 11 tane katılımcı %50'den fazla geri tepme etkisi gösterirken 19 katılımcı beklenmedik gelir elde ettiklerinde dahi geri tepme etkisi ortaya çıkmadı. Geri tepme etkisinin hesaplanmasında CHAID modeli kullanıldı. (Galassi ve Madlener, 2017) Almanya'da yürütülen çalışmada 3161 ev sahibi ve kiracıyla görüşüldü. Soyut Seçim Deneyi yöntemi kullanılarak yapılan bu çalışmada geri tepme etkisinin arkasındaki nedenin konfor olduğu, bununla beraber binaları yenileme/güçlendirme çalışmalarının arkasındaki nedenin de konfor olduğu tartışıldı. (Holzmann ve Schmid, 2018) çalışmada Avusturya'da mesken ısıtmaya odaklanmıştır. Senaryo analizi yöntemiyle üç farklı senaryo oluşturmuştur. En olası senaryo Avusturya'nın gelecekteki mesken ısı talebini inandırıcı şekilde temsil ederken, REB bu senaryoyu 2008-2030 yılları için tüketici davranışlarına dikkat edilmeden göstermiştir. Bulunan sonuçlara göre geri tepme etkisinin 2030'a kadar artması ve 16% olması beklenmektedir. (Y. Lu vd., 2017) Birleşik Devletler Maryland eyaletinde enerji tasarrufu performansı sözleşmeleri geri tepme etkisini gerçek bir yenilenme/güçlendirme çalışması üzerinedir. Davranış tabanlı model kullanılan çalışmada geri tepme etkisi 17 senelik sözleşmeler için 15%, 14 senelik sözleşmeler için 0.12%-5.5% aralığında bulunmuştur. (Figus vd., 2017) çalışmada geri tepme etkisinin Birleşik Krallık'taki haneler üzerindeki etkisini iki farklı senaryo üzerinden araştırmıştır. İlk senaryoda "tüm hanelerin kullandığı enerjinin%10'luk enerji verimliliği", ikinci senaryoda ise "hanelerin en düşük beşte birlik gelire sahip kesimin kullandığı enerjide %10'luk enerji verimliliği"

sağlanacağı düşünülmüştür. Hanelerin ısıtma için tükettiği enerjinin geri tepme etkisi ilk senaryoda kısa vadede%76,53, uzun vadede%73,82 olarak bulunmuştur. İkinci senaryo içinse geri tepme etkisi kısa vadede%79,03, uzun vadede ise%76,71 olarak saptanmıştır. Hanelerin toplam enerji kullanımının geri tepme etkisi ilk senaryo için kısa vadede%78,89, uzun vadede%76.33, ikinci senaryoda ise hanelerin toplam enerji kullanımının geri tepme etkisi kısa vadede%80.65, uzun vadede%78.5 olarak bulunmuştur. Ekonomi-geneli geri tepme etkisi ise ilk senaryo için kısa vadede%69.86, uzun vadede%59.68; ikinci senaryo için ekonomi-geneli geri tepme etkisi kısa vadede%71.94, uzun vadede%63.91 olarak bulunmuştur. Hesaplamaların yapılmasında Hesaplanabilir Genel Denge modeli kullanılmıştır. (Belaïd vd., 2018) çalışmasında Fransa'da hane doğal gaz talebinin doğrudan geri tepme etkisi kısa vadede yaklaşık %53, uzun vadede yaklaşık %60 olarak hesaplanmıştır. Veri olarak 1983-2015 yılları arasındaki senelik zaman-serileri kullanılmıştır ve yöntem olarak ise standart en küçük kareler (EKK)regresyon yöntemi ve Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Model yaklaşımı kullanılmıştır. (Sun, 2018) çalışmasında yeni bir teorik model gelişmiş ve bu modele göre doğrudan geri tepme etkisi kullanılan enerji ürünü/servisine göre farklı değerler alabilmektedir. Deneysel kanıt olarak 2009 Mesken Enerji Tüketimi Tetkikinde yer alan, Energy Star marka bulaşık makinelerinin negatif doğrudan geri tepme etkisine sahip olduğu ve dolayısıyla enerji tasarrufuna pozitif etki sağladığı ancak Energy Star marka klimaların pozitif doğrudan geri tepme etkisine sahip olduğu ve geri tepme etkisinden dolayı enerji verimliliğinin azaldığı öne sürülmüştür. Geri tepme etkilerini hesaplamak için en küçük kareler ve iki aşamalı en küçük kareler (2AEK) modelleri kullanıldı. (B. Peters ve McWhinnie, 2017) çalışmasında Avustralya'da enerji kullanımının doğrudan geri tepme etkisi toplam mesken enerji kullanımı ve hane halkı enerji harcamaları verilerini kullanarak hesaplanmıştır. 1989-2015 seneleri arasında Avustralya'nın altı eyaletinden toplanan verilerle düşük gelirli hane halklarının en yüksek geri tepme etkisine sahip olduğu görülmüştür. Çalışmada Hunt and Ryan (2014, 2015) tarafından geliştirilen yeni bir yöntem kullanıldı. Elektriğin geri tepme etkisi 0.7 ile 0.8 arasında, gaz ve diğer yakıtların geri tepme etkisi 0.44 ile 0.63 arasında bulundu. (Hediger vd., 2018) mesken ısıtma konusunda doğrudan ve dolaylı geri tepme etkisini hane halklarının tercihlerini yapılan seçim/seçme deneyine dahil eden bir araştırmayla ölçtü. Double Hurdle Modeli geri tepme etkisi hesaplamak için kullanıldı ve veriler 2015 senesinde İsviçre'den 3555 katılımcının çevrimiçi olarak anket doldurmasıyla toplandı. Araştırmaya göre ortalama doğrudan geri tepme etkisi %12, ortalama dolaylı geri tepme etkisi %24 olarak bulundu. Bu sonuçlara göre toplam mikro-seviye geri tepme etkisi%33'dür. (Arrobbio ve Padovan, 2018) maliyet analizi, pazar

değeri ve ekosisteme olan etki analizlerinin birleşimini; bina yalıtımına yatırım yapan "pasif" son kullanıcı ve enerji tasarrufu sağlamak için davranışsal değişikliklere giden "aktif" son kullanıcı stratejilerinin değerlendirilmesi ve karşılaştırılması için kullanmıştır. Varılan sonuca göre bu kullanılan analiz yöntemlerinin geri tepme etkisinin büyüklüğüyle ilgili olduğu ve tahmin edilmesine yardımcı olabileceği belirtilmiştir. (Niemierko vd., 2019) copulat tabanlı kantil regresyon modelinin diğer sıradan nokta tahmin yöntemlerinden daha avantajlı olabileceğini tartıştı. Regresyon yönteminin geri tepme etkisi ve performans farkı açılarından daha güçlü olması sebebiyle, termal güçlendirme/yenileme projelerinin optimize edilmesini sağlayabileceğini iddia etti. Almanya'da toplanan 25.000 evin verisine göre, geri tepme etkisi güçlendirme/yenileme çalışması yapılan hanelerin bilinçli enerji kullanıcı ya da enerjisi israf eden bir yapıya sahip olmasına göre değişiklik gösterdiği ortaya çıkarıldı. (van den Brom vd., 2019) termal yenileme/güçlendirme çalışmaları sonrasında neden beklenenden daha düşük enerji tasarrufu sağlandığı açıklamak üzerine çalışmıştır. Hollanda'da 90.000'e yakın yenilenmiş ev örneklem olarak kullanıldı. Belirtilen sonuca göre yenilenmiş ve artırılmış enerji verimliliğine sahip hanelerin enerji tasarrufunun beklenen kadar olmamasının sadece bir kısmının pre-bound ve geri tepme etkisi ile açıklanabileceği ortaya konuldu. Evin yenilenme önceki hali ve evde oturanların sosyo-ekonomik durumları diğer nedenler olarak açıklandı. Ayrıca, en yüksek enerji tasarrufuna sahip evlerin daha geniş çaplı yenilenmelerin yapıldığı evler olduğu belirtildi. (Coyne vd., 2018) İrlanda'daki sosyal konut kullanıcılarının evlerinde yapılan termal yenilemenin devamında geri tepme etkisinin oluşup oluşmadığını görmek için yarı-deneysel yöntem kullandı. 260 ev için yenileme öncesi ve sonrasında içeren anket yapıldı. Kullanılan doğalgaz ve enerji verimliliğindeki artış arasındaki ilişkiyi tahmin edebilmek için ekonometrik panel veri analizi kullanıldı. Sonuçlara göre termal yenilemenin sonucunda 33%-43% aralığında geri tepme etkisi ortaya çıktı. (Fowlie vd., 2018) enerji verimliliği için yapılan yatırımların hedeflenen verimliliği sağlayıp sağlamadığını araştıran bir araştırma yaptı. Yapıların enerji performansını hesaplamak için ısı-gün modeli kullanıldı. Haziran 2008-Mayıs 2014 tarihleri arası için aylık doğal gaz ve elektrik kullanımı verileri toplandı, ayrıca deneysel örneklem ve yarı-deneysel örneklemden oluşmak üzere ABD, Michigan'da 30.000 katılımcı *iklimlendirme* yardımı programına dahil edildi. Geri tepme etkisinin çok düşük olduğu ve modellerinde önemli olmadı ortaya çıkarıldı. Ayrıca *iklimlendirme* yardımı programına dahil edilenlerin enerji tüketimlerini %10-20 oranında azalttığı görüldü. (K. Chen vd., 2018) Çin'deki akıllı evlerde oluşabilecek geri tepme etkisi ve bunun büyüklüğünü araştıran bir çalışma yaptı. Katılımcılarının davranışlarını gözlemlenmesini sağlayan iki deney düzenlendi ve bunlar veri kaynağı olarak kullanıldı. Veri

analizinde eşleştirilmiş t test yöntemi kullanıldı. Geri tepme etkisi katılımcılar arasında farklılık gösterdi ve büyüklüğü % 13.5 olarak bulundu. Varılan sonuca göre akıllı evler için yapılabilecek elektrikle tüketimiyle alakalı tavsiyeler ve geri bildirimlerin geri tepme etkisini azaltabileceği belirtildi. Akıllı evlerdeki cihaz ayarları için geri tepme etkisi %6,42, çevresel ayarlar için %12,91, aydınlatma ayarları için %20.24 olarak bulundu. (Volland, 2016) ABD'deki 11.000 hanenin geri tepme etkisini OLS ve 2AEK enstrümantal değişken yöntemleri yoluyla %30 bulmuştur. (Garcia vd., 2017) ciddi oyunlar düzenleyerek mesken geri tepme etkisi üzerine çalıştı. NRG adı verilen ciddi oyun düzeneğinde biri düşük enerji verimliliğine, diğeri yüksek enerji verimliliğine sahip iki ev modellendi. Düzeneğe katılan katılımcıların cevapları veri kaynağı olarak kullanıldı. Geri tepme etkisinin 0-120% aralığında olduğu sonucuna ulaşıldı. (Aydin vd., 2017) Hollanda'daki 563.000 haneye odaklanarak regresyon ve enstrümantal değişken yöntemleri ile için ev sahiplerinin geri tepme etkisini %26,7 ve kiracıların geri tepme etkisini %41,3 olarak hesaplamıştır. (Safarzadeh ve Rasti-Barzoki, 2019) bir tekel modellemesinde Bertrand oyun modeli kullanarak geri tepme etkisini hesapladı ve varılan sonuca göre %25-43 aralığındaki geri tepme etkisi enerji tasarruflarını baskıladığı belirtildi. (Brøgger vd., 2018) Danimarka'da 134.000 ev stoku üzerinde ısı tüketimi üzerine yaptığı çalışmada pseudo-geri tepme etkilerini hibrit aşağıdan yukarı modeli ve ısı ihtiyacı ile kayıtlı ısı tüketiminin ilişkisiyle açıklamaya çalıştı. Varılan sonuca göre her türlü yapı çeşidinde pseudo geri tepme etkisi görüldüğü ancak bölgesel ısıtma sistemi ya da çoklu ailelerin yaşadığı yapılarda daha az geri tepme etkisi gözlemlendiği sonucuna varıldı. (Santarius vd., 2018) Çin'de kentsel yaşam süren hane halklarının doğrudan geri tepme etkisini Hata Düzeltme Modeli kullanarak hesapladı. 1996-2014 seneleri için Çin'in 29 bölgesinin verisi kullanıldı. Uzun vadede doğrudan geri tepme etkisi, doğu bölgeleri için %46, merkez bölgeleri için %26, batı bölgeleri için %89 bulundu. Kısa vadede doğrudan geri tepme etkisi doğu bölgeleri için %35, merkez bölgeleri için %17, batı bölgeleri için %78 olarak bulundu. Genel olarak Çin için doğrudan geri tepme etkisi uzun vadede %45 ve kısa vadede %20 olarak saptandı. (Scheepens ve Vogtländer, 2018) tarafından varılan sonuca göre neredeyse tüm Avrupa Birliği üye ülkelerinin enerji verimliliği için daha iyi yalıtım üzerine çaba göstermesine rağmen, projenin kendini amorti etme süresinden sonra geri tepme etkisinin ortaya çıktığı görülmüştür. Ancak proje kendini amorti edene kadar olan süreçte geri tepme etkisinin daha az olduğu görülmüştür.

2.1.2. Ulaşım Alanı için Doğrudan Geri Tepme Etkisi

(Stapleton vd., 2017) Büyük Britanya'da 1970'den bu yana araba ile ulaşımı etkileyen faktörleri kütle zaman serisi metotları ile incelemiş ve geri tepme etkisinin bu dönemde zamanla artarak ortalama %26 olduğunu ortaya koymuşlardır. (Galvin, 2017) ortalama hızın artışıyla ortaya çıkan geri tepme etkisini 2014 ve 2015 yılında 30 Formula 1 Grand Prix'de 10 aracı 3 kere deneyerek çalışmıştır. (Llorca ve Jamasb, 2017) kara taşımacılığında geri tepme etkisini 15 AB ülkesinde 1992-2012 yılları arasında enerji talep fonksiyonunu stokastik öncül araştırmalar yoluyla %4 olarak hesaplamışlardır. (S. Zhang ve Lin, 2018) çalışmasına Çin'de karayolu ulaşımı sisteminin geri tepme etkisini hesapladı. Yöntem olarak stokastik öncül araştırmalar yöntemi kullanıldı. 2003-2013 seneleri arası için şehir seviyesinde veri toplandı. Geri tepme etkisinin 7.2% ile 82.2% arasında var olduğu ortaya kondu. (Adom vd., 2017) Batı Afrika'da karayolu ulaşımının enerji talebini çalıştı. Yöntem olarak karma ortalama grup tahmini ve panel FMOLS kullanıldı. Uzun vadede fiyat esnekliği için geri tepme etkisi %28,6 olarak bulunurken, kısa vadede fiyat esnekliği için geri tepme etkisi Gana ve Kamerun için 8.6% olarak, karayolu için toplam enerji talebi geri tepme etkisi %4,9 olarak, benzin için ise %8,3 olarak bulundu. (Ghoddusi ve Roy, 2017) enerji kaynaklarının talep ve arzını açıklayan bir geri tepme etkisi modeli geliştirdi, kurulan model değişik ulaşım politikalarının üretilmesi için kullanıldı. Ayrıca, arzın geri tepme etkisini hesaplamada önemli bir faktör olduğu sonucuna varıldı. (Aune vd., 2017) ulaşım sektöründe yakıt verimliliği gelişmeleri üzerine geribildirim mekanizmaları (karbon sızıntıları, yeşil paradoksu, geri tepme etkisi gibi) üzerine odaklandı. Çalışmada geliştirilen modele göre geri tepme etkisinin ulaşım sektörü üzerinde diğer sektörlerde olduğu gibi daha düşük petrol fiyatları yüzünden büyük bir etkiye sahip olduğu ortaya kondu. (Frondele ve Vance, 2018) çalışmasında yakıt fiyatlarını ve verimlilik esnekliğini hesaplamak için enstrümantal değişken yaklaşımını kullandı ve Almanya'daki hane halklarının seyahat alışkanlıkları verisini kullandı. Yakıt fiyatlarının esnekliğinin, yakıt verimliliğinin esnekliğinden düşük olduğu saptandı. Bunun da verimlilik standartlarının yakıt vergilerinden dolayı azalan araç kullanımının etkilerinin azalttığını kanıtlar nitelikte olduğu öne sürüldü. Yakıt verimliliği esnekliğinin geri tepme etkisinin büyüklüğü %67-69 olarak hesaplandı. Geri tepme etkisinden dolayı enerji tasarruflarının %69'unun araç kullanımının artmasıyla yok olacağı öne sürüldü.

(Menon, 2017) Hindistan'daki iki tekerlekli ulaşım araçları sektörü için toplam zaman serileri verileri kullanarak doğrudan geri tepme etkisini çalıştı. Doğrudan geri tepme etkisi OLS yöntemi kullanılarak hesaplandı ve kısmi geri tepme etkisi %25,5 olarak bulundu. Veriler Petrol ve Doğal gaz Bakanlığı, Hindistan Ekonomisi İzleme Merkezi ve Hindistan Hükümet

veri merkezinden alındı. Makale karbon vergisi, kayıt olma vergisi gibi politikaların Hindistan'da uzun vadede geri tepme etkisinin azalacağı yönünde bulgular sundu. Bulgular harcanabilir gelirin geçmişe göre arttığı ve alım gücünün arttığı savına dayandırılmaktadır. (Zolnik, 2018) yeni otoban yapımı ya da şehir içi ekstra arter yol yapımının geri tepme etkisiyle ilişkisini çalıştı. Seyahat ve hane halkı verileri Milli Hane halkı Seyahat anketlerinden 2001-2008 seneleri için toplandı. Geri tepme etkisini ölçmek için dinamik panel veri yöntemi kullanıldı ve kısa vade için geri tepme etkisi 3% bulunurken, uzun vade için geri tepme etkisi 11% olarak bulundu. (Weber ve Farsi, 2014) İsviçre'deki özel ulaşım araçları için geri tepme etkisini araştırdı. Diğer araştırmalardan farklı olarak sadece 2010 yılı kesit mikro seviye verisi kullanıldı. Ayrıca, ilk kez Coğrafi Bilgi sistemleri seyahat edilen yolların kaydı için kullanıldı ve yazılan makaleye göre oldukça güvenilir bulundu. Nadiren kullanılan eş zamanlı denklem metodu bu makalede kullanıldı ve 3SLS yöntemi doğrudan geri tepme etkisinin hesaplanmasında kullanıldı. Sonuçlara göre sağlam doğrudan geri tepme etkisi 75% ile 81% arasında değişiyor. Ayrıca OLS yöntemi de aynı veri üzerinden doğrudan geri tepme etkisini ölçmek için kullanıldı. Ancak 3SLS yöntemine göre geri tepme etkisi daha düşük çıktı ve geri tepme etkisinin gücünü doğru ölçmeyebileceği ifade edildi. Politika tavsiyesi olarak ise, teknolojik gelişmelerin geri tepme etkisinin azaltılmasında çok işe yaramayabileceği ve alternatif politikalara ihtiyaç duyulduğu ifade edildi. Ancak İsviçre'deki doğrudan demokrasi sisteminden dolayı, özel ulaşım araçları için kamu vergilerinin kabul ettirilmesinin zor olduğu belirtildi. (Matos ve Silva, 2011) Portekiz'de kara yolu taşımacılığı için geri tepme etkisini araştırdı. Veri 1987-2006 seneleri için karayolu taşımacılığı firmalarından alındı. Yöntem olarak OLS ve 2AEK kullanıldı ve sonuç %24,1 oranında geri tepme etkisi bulundu. Fonksiyonel form olarak esnekliklerin yorumlanması için log-log modeli tercih edildi. Ayrıca filo yöneticilerinin operasyonel verimliliği teknolojik yakıt verimliliğine kıyasla daha çok önemsendiği belirtildi. (De Borger ve Mulalic, 2012) Danimarka'daki kamyon/tırların yakıt tüketiminin faktörlerini araştırdı. 1980-2007 seneleri için toplam zaman serileri verisi hesaplamalar için kullanıldı. İlgili esneklikler ve makalede yazılmış yeni bir formül yöntemiyle geri tepme etkisi hesaplandı. Sonuç olarak geri tepme etkisi kısa vadede%9,81, uzun vadede %16,83 olarak bulundu. Çalışma daha yüksek yakıt fiyatlarının şirketlerin yakıt tasarrufu yüksek kamyonları/tırları satın almasına yol açtığını ve bu yüzden daha yüksek yakıt fiyatlarının tüketimi küçük bir miktar da olsa azalttığı sonucuna varıldı. (Dimitropoulos vd., 2018) kara yolu ulaşımında geri tepme etkisini çalıştı. 74 çalışmadan pek çok ülkeyi(Birleşik Devletler, Avrupa Birliği ülkeleri ve İsrail) temsil eden veriyi meta-analiz yöntemiyle analiz etti. Meta-analiz yöntemi sayesinde ülkeler arasındaki gelir, yakıt fiyatları, nüfus yoğunluğu gibi

değişkenleri daha anlaşılır kılındı. Geri tepme etkisi kısa vadede%10-12, uzun vadede%26-29 olarak bulundu. Geri tepme etkisindeki aralığın kullanılan esneklik ve veri tipleriyle alakalı olduğu belirtildi. Ayrıca kişi başı milli gelir, nüfus yoğunluğu gibi demografik özelliklerin geri tepme etkisi ile ilişkili olduğu görüldü. (Sorrell ve Stapleton, 2018) Birleşik Krallık'ta kara yolu taşımacılığının uzun vadedeki geri tepme etkisini 1970-2014 senelerindeki toplam zaman serileri verisini kullanarak araştırdı. 25 farklı model yapısı ve 3 farklı esneklik geri tepme etkisini hesaplamak için kullanıldı. En güvenilir modelin hesaplamalarına göre geri tepme etkisinin aritmetik ortalaması%49 olarak bulundu. Tüm modellerin hesaplamalarının doğrudan geri tepme etkisinin aritmetik ortalaması ise %61 olarak bulundu. Bulunan %61'lik doğrudan geri tepme etkisi bu alandaki öngörülen doğrudan geri tepme etkisinin iki katı olarak belirtildi. (W. Liu vd., 2018) 1981-2015 seneleri arasında Çin'deki ulaşım sektörünün geri tepme etkisini araştırdı. Teknolojik gelişmelerin etkisini ölçmek ve geri tepme etkisi hesaplamak için trans-log model kullanıldı ve modelin değişkenlerini bulmak için ise sağlam regresyon yöntemi kullanıldı. Veriler Çin Milli İstatistik Bürosunun yayımladığı çeyrek dönemlik bölgesel milli gelir defteri programından alındı. 1981-1990 arası geri tepme etkisi %78,3, 1991-2000 arası geri tepme etkisi %53,6 olarak, 2001-2015 arası geri tepme etkisi %71,3 olarak ve tüm senelerin ortalaması %68,3 olarak hesaplandı. Politika önerisi olarak araştırma ve geliştirme çalışmalarına yatırımın artırılması, Çin'in ulaşım yapısının ve sınırlamalarının yolcu araçlarının yakıt tüketimine göre düzenlenmesi tavsiye edildi. (Ruzzenenti, 2018) karayolu taşımacılığında geri tepme etkisi hesaplamak için kullanılabilen esneklik yöntemine alternatif olarak karmaşık ağ teorisi ortalamaları ve ağların istatistiksel mekaniği yöntemleri sunuldu. Bu çalışmanın savunduğu teze göre esneklik yöntemi bazen yanlış yönlendirebilecek nitelikte olabilir. Ancak bu yeni yöntemi özel ulaşım uygulamalarının pek mümkün olamayabileceği çünkü karar verme aşamasında mesafe dışında bazı farklı değişkenlerin de olduğu belirtildi. (J. Li vd., 2018) geri tepme etkisini hesaplamak için AIDS modeli ve sektörler arasındaki girdi-çıkıtları bilgileriyle veri olarak 1994-2015 arası Çin'in 31 bölgesi hedef alındı. Ulaşımında geri tepme etkisinin Çin'in kırsal bölgeleri için %100'den fazla olduğu hesaplandı. Enerji verimliliğinden elde edilebilecek faydalara zarar veren geri tepme etkisini azaltabilmek için fosil yakıtlara verilen desteğin azaltılması/kaldırılması ve enerji-tasarrufu odaklı bir hayat tarzı için teşvikte bulunulması önerildi. (Czepkiewicz vd., 2018) şehirleşme ve sera gazı emisyonu arasındaki negatif ilişkinin nedenlerini günlük seyahat verilerini inceleyerek araştırdı. Geri tepme etkisi en sık olan nedenlerden biri olarak açıklandı, geri tepme etkisinin yanı sıra şehirselleşen hayat tarzları, sosyo-psikolojik karakteristikler, sosyal ağlar, ulaşım altyapılarına erişim diğer nedenler olarak gösterildi. (Coulombel vd., 2018)

paylaşımlı araba kullanımının sonuçlarını ve paylaşımlı araba kullanımı üzerinden oluşan geri tepme etkisini hesapladı. Paris'te oluşan geri tepme etkisini görmek için Ulaşım da arazi planlaması modeli kullanıldı. Ulaşım la alakalı veriler yol ağları ve toplu taşıma sistemlerinden toplandı ve demografik bilgileri içeren veri, nüfus sayılarından ve 2015 senesine ait mali verilerden alındı. Yolculuk mesafesi ve süresi hesaplamaya dahil edildiğinde, geri tepme etkisinin normal modelden daha düşük olduğu görüldü. (Y. Zhang vd., 2018) Çin hükümeti tarafından 2006 senesinde karayolları için uygulanan Merkezi Yükselme Politikası'nın etkileri üzerinde çalıştı. Karbondioksitin geri tepme etkisinin hesaplanması için LA-AIDS modeli ve simülasyon yöntemi kombine edildi. Çin'in 6 merkezi bölgesi için 2002-2015 seneleri için Çin senelik defterlerinden bilgi alındı. Karbondioksit geri tepme etkisi 2002-2005 seneleri için %4,7, 2006-2015 seneleri için %8,01 olarak saptandı. Çin hükümetinin bu politikayı uygulamasına ek olarak karbondioksit geri tepme etkisini azaltmak için bazı ek aksiyonlar alması gerektiği tavsiye edildi. (Bauer, 2018) akülü elektrikli araçların Norveç'teki tüketicilerin vasıta satın alma tercihlerine etkisi araştırdı. Online olarak 4405 araba sahibiyle anket yapıldı. Yöntem olarak çoklu lojistik regresyon, korelasyon analizi ve lineer regresyon yöntemleri kullanıldı. Geri tepme etkisi %17,7 olarak hesaplandı. (J. Wang vd., 2019) Avustralya'da üretilen hafif araçların yakıt standartlarına ilişkin regülasyon düzenlemelerinin geri tepme etkisini hesapladı. Hesaplanabilir Denge Modeli yöntemi ve teorik yapı olarak ORANI-G modeli kullanıldı. 2012-2013 seneleri için girdi-çıkıtı tabloları ve ekonomik temsilcilerin davranışları veri kaynağı olarak kullanıldı. Hesaplamalar 2025 yılına yönelik yapıldı. Doğrudan geri tepme etkisi %29-%25 aralığında hesaplandı ve ekonomi-geneli geri tepme etkisi %49,99 olarak bulundu. (Taiebat vd., 2019) tarafından oto pilotlu ve birbiriyle bağlantıları araçların geri tepme etkisi çalışıldı. Gelir ve zaman kısıtlamalarının olduğu bir durumda ne kadar mesafe seyahat edildiğinin mikro-ekonomik modellemesi yöntem olarak seçildi. Yakıt masrafları verileri 2017 Birleşik Devletler ulusal hane halkı seyahat anketlerinden alındı. Ayrıca, yüksek gelirli hanelerin talep esnekliğinin daha yüksek olduğu ve tüm hane halklarının süre masraflarına yakıt masraflarından daha duyarlı oldukları görüldü. Altı farklı senaryo geliştirildi ve sonuçlara göre *backfire* etkisine özellikle yüksek gelirli hanelerde rastlandığı ortaya kondu. (Behl vd., 2019) kantil regresyon yöntemi ve kantil regresyon için Odaklı Bilgi Kriteri yöntemlerini kullanarak seyahat edilen uzaklığın farklı uzunlukları için ulaşım talebine dayalı doğrudan geri tepme etkisinin farklılıklar gösterdiğine işaret etti. (Hamamoto, 2019) hibrit elektrikli araçların doğrudan geri tepme etkisini regresyon modeli kullanarak hesapladı. Doğrudan geri tepme etkisi %262 ve %393 olarak bulundu. Bu sonuçlar yüksek oranda *backfire* olduğunu göstermektedir. (Langbroek vd., 2018)

çalışmasında Stockholm'de aktif olarak araba kullananların geri tepme etkisine sahip olduğu yapılan günlük deney ile gözlemlendi. (Pakusch vd., 2018) sürdürülebilirlik politikalarına rağmen beklenmedik ya da görülmeyen geri tepme etkilerinin değişen seyahat alışkanlıklarından kaynaklı olarak ortaya çıkabileceğini öne sürdü. (Miyoshi ve Fukui, 2018) jet yakıtı fiyatlarının geri tepme etkisini araştırdı. Avrupa'da yapılan araştırmada veri Avrupa Havayolları Birliği'nden 1986-2013 seneleri için alındı. Yakıt verimliliği, trafik talebi ve uçaklar için üç farklı denklem modellendi. Kısa vadede geri tepme etkisi 1986-1999 için %2,9, 2000-2013 için %2,1; uzun vadede 1986-1999 seneleri için %49 ve 2000-2013 için %19 olarak hesaplandı.

2.1.3. Diğer Sektörler için Doğrudan Geri Tepme Etkisi

(B. Lin vd., 2017) LMDI yöntemini ve toplam faktör üretkenliği modelini kullanarak Çin'deki demir olmayan metaller endüstrisinin geri tepme etkisini 1985-2014 dönemi için hesapladı ve sonuç olarak azalan bir eğilimle geri tepme etkisi %83,02 olarak bulundu. (G. Deng ve Newton, 2017) Sydney'de fotovoltaik panel kurulumlarıyla alakalı bir çalışma yaptılar ve geri tepme etkisinin karbon emisyonlarının fotovoltaikler ile azaltılmasına %20 oranında zarar verdiği ortaya çıkarıldı. (Portal ve Laureano, 2017) Brezilya'nın Kurumsal sermayeye verilen ödenek programının borçlanma kaynaklı vergi sapmasını azaltıp azaltmadığını araştırdılar. Varılan sonuca göre sermaye üzerindeki faizin borçlanma kaynaklı vergi sapmasını arttırdığı ve bu kurumsal sermaye yapısı ile risk içeren davranışı içeren politikanın geri tepme etkisini arttırdığı görüldü. (Zink ve Geyer, 2017) döngüsel iktisat faaliyetlerinin genel üretimde artış sağlayacağını ve sonuç olarak geri tepme etkisinin oluşacağını iddia etti. Bu çalışmada döngüsel iktisat geri tepme etkisi olarak yeni bir kavram olarak tanımlandı. (Labidi ve Abdessalem, 2018) Tunus'taki hanelerin elektrik tüketimlerinin doğrudan geri tepme etkisini hesapladı. Veriler Ulusal İstatistik Enstitüsü ve Tunus Ulusal Çevresel Uydu, Veri, Bilgi Hizmetleri'nden alındı. Doğrudan geri tepme etkisi %81,7 olarak hesaplandı. Fiyat esneklikleri hesaplanırken çift-log fonksiyonel formu kullanıldı. Varılan sonuçlara göre elektrik için verilen sübvansiyonlar iptal edilirse, doğrudan geri tepme etkisinin hafifleyebileceği belirtildi. (Ouyang vd., 2018) Yangtze nehrinin deltasında bulunan kentsel alanlar için 14 farklı şehirden 2003-2013 aralığı için Çin İstatistik Yıllık'larından veri alındı. Doğrudan geri tepme etkisi dinamik en küçük kareler yöntemi ve görünüşte alakasız regresyon modeli ile hesaplandı ve %40,04 olarak bulundu. Ayrıca, enerji ve sermaye arasında ve enerji ve emek gücü arasında açıkça bir ikame ilişkisi olduğu sonucuna varıldı. (Q. Wang vd., 2018) Cobb-

Douglas üretim fonksiyonu ve LMDI dekompozisyon modelini kullanarak Çin'de 1991-2014 yılları arası için tarım, ormancılık, hayvancılık, balıkçılık, sanayi, inşaat, ulaşım, depolama ve posta hizmetleri, toptancılık, perakende ve otelcilik, yemek servisi sektörlerinde enerji tüketiminin geri tepme etkisini hesapladı. Sonuçlara göre doğrudan enerji geri tepme etkisi 1991'deki %64,05 değerinden 2001'deki %990,54 değerine yükselmiş ve 2014'teki %6,56 değerine düşmüştür. (Inglesi-lotz, 2018) BRICS ülkelerinde (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika) karbondioksit emisyonunun 1990-2014 aralığı için dekompozisyonunu gerçekleştirdi. Dekompozisyon sonuçlarına göre ısı yoğunluğunun karbondioksit emisyonuna negatif anlamda katkıda bulunan bir faktör olduğu görüldü. Ayrıca geri tepme etkisinin Güney Afrika'da 2008-2014 yılları arasında var olduğu sonucuna varıldı. (Amjadi vd., 2018) İsveç'teki ağır sanayi sektörünün yakıt ve elektriğe olan talebinin doğrudan geri tepme etkisini araştırdı. Stokastik girdi talep sınır yöntemi geri tepme etkisini hesaplamak için kullanıldı ve firma seviyesinde dengesiz veri kümeleri dört farklı enerji yoğun sektörden (demir&çelik, kimyasal, madencilik ve kağıt/kağıt hamuru) İsveç İstatistik Kurumu'ndan 2000-2008 seneleri için alındı. Sonuçlara göre incelenen her sektör için hem yakıt hem elektrik bazında kayda değer geri tepme etkisi bulundu. Ortalama elektrik geri tepme etkisi kimyasal sektöründe %76, demir&çelik sektöründe %86, kağıt/kağıt hamuru sektöründe %84, madencilik sektöründe %82 olarak bulundu. Ortalama yakıt geri tepme etkisi demir&çelik sektöründe %65 civarında, kimyasal sektöründe %62, kağıt/kağıt hamuru sektöründe %64, madencilik sektöründe %58 olarak bulundu. Ayrıca sonuçlara göre enerji verimliliği geliştirmelerinin geri tepme etkisini yok edebilmesi için ek politikalara ihtiyacı olduğu belirtildi. (Pohl vd., 2019) çevresel etkiler üzerinde yapılan yaşam döngüsü değerlendirme vakalarının bilgi ve iletişim teknolojilerinde dikkate alıp alınmadığı araştıran bir çalışma yaptılar. 25 farklı vaka çalışmasını inceleyerek, kullanıcıyla ilintili olan geri tepme etkisinin yaşam döngüsü değerlendirmelerinde dikkate alınmadığı sonucuna varıldı. (Mizobuchi ve Takeuchi, 2019) Japonya'nın hane halklarında yapılan bir araştırmada havalandırma tesisatlarının daha verimli olanlarıyla değiştirilmesinin geri tepme etkisi çalışıldı. Yazın geri tepme etkisinin %7,87, kışın ise neredeyse %100 olduğu bulundu. Yazın daha güçlü geri tepme etkisi güç kullanımının tasarrufundan kaynaklı olduğu belirtildi. (G. Chen vd., 2018) trans-log maliyet fonksiyonu ile enerji fiyatının asimetric etki kısıtlamasıyla genişletilmiş enerji-maliyet fonksiyonu kullanılarak Çin'de imalat sektörünün doğrudan geri tepme etkisini hesapladılar. Çin'in istatistik yıllıkları, enerji istatistiği yıllıkları, CEIC veri tabanı ve BP'nin enerji istatistiği yıllıklarından 1991-2013 yılları için veri alındı. Doğrudan geri tepme etkisi %44,2 olarak hesaplandı. Politika önerileri olarak ise ilk olarak yeterince önem verilmeyen enerji fiyatları

dışsal olarak hesaplamaya dahil edilmesi gerektiği belirtildi. İkinci olarak Çin imalat endüstrisinin geleneksel olandan büyük ve düzenli yeni bir sisteme geçmesi gerektiği belirtildi. Son olarak Çin hükümetinin, Çin imalat firmalarına enerji tüketimini düşürmelerini yardım edecek politika uygulamaları geliştirmesi gerektiği belirtildi. (Lütolf vd., 2018) aktif güç rezervi ve sıklık kontrolü olan talebe cevap kaynaklarının rezervleri aktive olduktan sonra artabileceğini ortaya koydu. Ayrıca, geri tepme etkisinin olağan durumlarda çok düşük bir etkisinin olduğu fakat istikrarsız durumlara yol açan güç salımlara yol açtığı belirtildi. Bununla birlikte, geri tepme etkisinin Alan Kontrol Hatası ve Otomatik Üretim Kontrolü üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu ifade edildi. (Makov ve Font Vivanco, 2018) ilk kez akıllı telefonların yeniden kullanımına yönelik geri tepme etkisini hesaplandılar. Ortalama geri tepme etkisi %29 olarak bulunurken, değerlerin %27 ile %46 arasında değiştiği görüldü. Yöntem olarak hane halkı talep modeli ve çevresel olarak genişletilmiş girdi çıktı analizi kullanıldı. Aynı çalışma başka bölgelere de farklı tüketici davranışları altında uygulandı ve *backfire* etkisinin olduğu görüldü. İkinci el satışlarından yapılan maddi tasarrufun verisi eBay.com'da bulunan 6500 satıştan alındı ve yeni ya da kullanılmış akıllı telefonların arasındaki eksik ikame/ikame oranı düzenlenen anket verisi üzerinden karar verildi. Ulaşılan sonuçlar döngüsel iktisat faaliyetlerinin sorgulanması gerektiğine işaret etti. (Berbel vd., 2018) su kıtlığının olduğu alanlarda sulama teknolojilerinin verimliliğinin artması üzerine çalıştı ve potansiyel geri tepme etkisinin sulama verimliliği ile değil fakat sulama kullanılan alanın büyütülmesi, tarımsal politikalar, pazar etmenleri ya da ekinlerin yoğun ekimi gibi faktörlerin sonucu olabileceğine vurgu yaptı. (Aoyang ve Hao, 2018) yeni sulama teknolojilerinin Birleşik devletlerdeki etkisini, çeşitli kaynaklardan topladıkları veri ile inceledi. Mekansal olarak açık olan toprak özelliklerini, SSURGO toprak etütlerini Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı doğal kaynaklar sitesinden, kuyular ve su haklarıyla ilgili Su Bilgilendirme ve Analiz Sisteminden ve hava durumu bilgilerini de NASA tarafından yönetilen Kuzey Amerika Toprak Veri Özümleme sisteminden alındı. Dinamik Ortak Tahmin Çerçevesi kullanılarak 1991-2010 yılları arasındaki veriler analiz edildi. Varılan sonuçlara göre geri tepme etkisinin suya erişimi daha fazla olan çiftçilerde daha yüksek olduğu ortaya çıktı. Su haklarında/su erişiminde %10'luk bir düşüşün uzun vadede su kullanımını %5 düşüreceği öngörüldü. Ayrıca su haklarının azaltılması durumunda düşük enerji hassas uygulamalarda geri tepme etkisinin %15,4 oranında azalacağı öngörüldü. (Su, 2019) hane halklarında kullanılan cihazlar elektrik tüketimini etkileyen temel faktörleri regresyon yöntemi kullanılarak çalıştı. Sonuçlara göre elektrik tüketimini etkileyen temel faktörler arasında hane halkının geliri, kullanılan alan ve ev sahipliğinin yer aldığına değinildi. Ayrıca, elektrik ile çalışan bazı cihazların doğrudan geri

tepme etkisi enerji verimli olan ve olmayan cihazların arasındaki farka bakarak oluşturuldu. Klima için geri tepme etkisi %72, buzdolabı için %70, aydınlatma için %11 ve televizyon için %3 olarak hesaplandı. (X. Wang vd., 2018) sanayi sektöründe teknik gelişmeler ile enerji geri tepme etkisi arasındaki ilişkiyi araştırdı. Trans-log maliyet fonksiyonu yöntem olarak kullanılırken, Çin'deki demir ve çelik sektörü üzerine 1985-2015 seneleri için veri toplandı. Ortalama enerji geri tepme etkisi %73,88 olarak bulundu. Bulunan yüksek geri tepme etkisinin Çin'deki görece ucuz enerji kaynaklarından dolayı olduğu belirtildi. Bu sebeple, enerji tasarrufu politikaları sadece teknik ya da verimlilik üzerine odaklanmaması gerektiği ve aynı zamanda enerji fiyatlarında reform olması gerektiği öne sürüldü. (Alvi vd., 2018) Pakistan'da hane halklarının elektrik tüketiminin doğrudan geri tepme etkisi üzerine çalıştı. Ekonometrik eş entegrasyon yöntemi ile hata düzeltme modeli kullanılarak 1973-2016 yılları arasındaki zaman serileri incelendi. Kısa vadede geri tepme etkisi %42,9, uzun vadede ise %69,5 olarak bulundu. (G. Li vd., 2018) teknolojik ilerlemeden kaynaklı enerji tüketiminde oluşan geri tepme etkisini Çin'in Hebei, Tianjin ve Beijing bölgeleri için çalıştı. Cobb-douglas üretim fonksiyonu ve neoklasik büyüme modelleri yöntem olarak seçildi. Üç bölgenin 1996-2015 seneleri için girdi-çıkıtı tabloları kullanıldı. Her bölge için teknoloji ve enerji tasarruflarını barındıran birden fazla geri tepme etkisi hesaplandı. Özellikle Hebei bölgesinde geri tepme etkisinin yükselme yönelimine sahip olduğunu ve ortalama geri tepme etkisinin diğer bölgelerden fazla olduğu belirtildi. Uzun vadede Hebei bölgesindeki enerji tasarruflarının önemli miktarının geri tepme etkisi ile kaybolacağı belirtildi. (Y. Li vd., 2017) çalışmalarını Çin'deki tekstil sektörü üzerine yaptı, bu sektörü tekstil imalatı, kıyafet imalatı ve sentetik lif imalatı olarak üçe ayırdı. 2001-2014 seneleri için Çin Çevresel Koruma Bakanlığı ve Çin Ulusal İstatistik Bürosundan veri kaynağı sağlandı ve dekompozisyon modeli kullanılarak analiz edildi. Geri tepme etkisi suyun çevresel gerilimi olarak hesaplandı ve 2002-2011 yılları arasında yükseldiği, 2012-2014 yılları arasında azaldığı görüldü. Geri tepme etkisinin varlığı atık su arıtımı tesislerinin yeterince efektif olmadığına işaret edebileceği söylendi. (S. Wang vd., 2019) Çin'deki çeşitli sektörlerde yaşanan teknolojik gelişmelerin yol açabileceği geri tepme etkisi üzerine çalıştı. Panel kantil regresyon yaklaşımı kullanılarak 2001-2013 seneleri arasındaki panel veri analiz edildi. Karbondioksit geri tepme etkisi sektörlerdeki teknolojik gelişmeler ile karbondioksit emisyonu arasındaki ilişki üzerinden bulundu. Ayrıca, hizmet ve inşaat sektörlerinin karbondioksit emisyonu *prebound* etkisine sahip olduğu belirtildi. (Foell, 2019) Hari ailesinden beş farklı jenerasyona mensup aile üyelerinin mesken enerji sistemlerle olan ilişkisine odaklanan bir çalışma yaptı. Geçmişe yönelik aşağıda yukarı simülasyonu kullanılarak her tüketim teknolojisi için tüketim sonu enerji miktarları

hesaplanmaya çalışıldı. Sonuçlara göre geri tepme etkisinin toprak, kaynak ve enerji kaynaklarının artması durumunda daha belirgin hale geldiği ortaya kondu. (J. Lin ve Lin, 2020) Çin'deki ısıtma sanayindeki enerji tasarrufu politikalarına odaklandı. Trans-log üretim fonksiyonuna asimetrik enerji fiyatlarının dekompozisyonu da dahil edilerek ve görünüşte alakasız regresyon yöntemi de kullanılarak doğrudan geri tepme etkisi hesaplandı ve %60,04 olarak bulundu. (H. Liu vd., 2019) kullanılabilir enerji hizmeti ile enerji hizmeti fiyatının talep esnekliğini kullanarak Çin'in sanayi sektörleri için doğrudan geri tepme etkisi hesapladı. Bu yöntemi de iyileştirerek doğrudan geri tepme etkisini ikame ve üretim olarak iki faktöre dekompoze ettiler. Doğrudan geri tepme etkisi %37 olarak bulunmuşken, ikame ve üretimin bu orana katkısı %13,1 olarak belirlendi. (Pohl vd., 2019) yaşam döngüsü analizi vakalarında geri tepme etkisini diğer optimizasyon, ikame etme ve indüksiyon etkileri entegre etmeye çalıştı. Ayrıca, makale farklı geri tepme etkisi türlerini de tenkit etti. (Muñoz vd., 2019) atık su arıtma tesisleri için geri tepme etkisi çalıştı. THERBIOR pilot yeri için fiyat geri tepme etkisi hesaplandı ve %86 olarak bulundu. Sonucun THERBIOR'un düşük fiyatından kaynaklı olduğu belirtildi. (Lunacek vd., 2018) elektrikli su ısıtıcılarının etkilerini iki farklı strateji Anlık Yük Kontrolü ve Habersiz Gecikmiş Kontrol üzerinden hesapladı. Eş zamanlı simülasyon altyapısı kullanılarak hesaplanan geri tepme etkilerinde, ILC için geri tepme etkisi daha yüksek olurken %0 ile %170 aralığında değişti. UDC için ise geri tepme etkisi %0 ile %40 aralığında değişti. (L. Lu vd., 2018) Çin'deki tekstil sektörünü sentetik lif imalatı, tekstil kıyafetleri imalatı ve tekstil imalatı olmak üzere üç bölüme ayırarak geri tepme etkisini çalıştı. Toplam geri tepme etkisinin atık su boşaltımının yükseldiğine işaret ettiği belirtildi. Tekstil kıyafetleri için geri tepme etkisi yüksek bulunurken, tekstil imalatı ise toplam geri tepme etkisi ile aynı etkiye sahip bulundu. Sentetik liflerin imalatında ise geri tepme etkisi negatif bulundu. (J. Li vd., 2018) AIDS modeli kullanılarak Çin'deki kırsal alanlarda ulaşım geri tepme etkisi hesaplandı ve %100'den fazla olarak bulundu. Gelir ve ikame etkileri için Slutsky dekompozisyon modeli kullanıldı ve maddi durumu kötü olan haneler için geri tepme etkisinin gelir nedeniyle daha yüksek olduğuna, maddi durumu iyi olan haneler için geri tepme etkisinin ikame etkisi nedeniyle daha yüksek olduğu sonucuna ulaşıldı. (Julien Walzberg vd., 2018) ekosistem kalitesi, insan sağlığı, iklim değişimi kategorileri için geri tepme etkisi hesapladılar ve sırayla %6, %13 ve %24 olarak buldular. Veri olarak 100 Kanada hanesi kullanılırken, yöntem olarak ajan tabanlı modelleme kullanıldı. (Bitaraf ve Rahman, 2018) kısıtlanmış rüzgar enerjisi için geri tepme etkisinin oranı ve süresini hesaplarken, yüksek rüzgar enerjisi kurulumuna sahip elektrik şirketlerinde ise enerji yükü azalımı oranı ve talebe olan cevap üzerine çalıştı. Rüzgar gücünün yüke olan oranının geri tepme etkisi %11 olarak

saptandı. (De Zotti vd., 2018) iletim sistemi operatörlerinin dengeleme servisleri için Monte Carlo simülasyonu kullanılarak talep esnekliği üzerine çalıştı. Günlük ve mutlak geri tepme etkileri hesapladı ve aralarındaki farkı -35% olarak bulundu, bunun da genel esnekliğin 35% ile sınırlı olduğunu ifade ettiği belirtildi. (Bedoya-Perales vd., 2018) Kinoa marketinin Peru'da büyümesiyle alakalı geri tepme etkisini araştırdı. Varılan sonuçlara göre 2008'den beri pazarın büyümesi Peru'daki toprak kullanımında değişimlere yol açtı ve teknolojik iyileştirmeler faaliyette bulunan şirket sayısını arttırdı.

2.2. Doğrudan ve Dolaylı Geri Tepme Etkisi

(Winebrake ve Green, 2017) Birleşik Devletler'de ağır vasıta araçlar üzerine yaptıkları araştırmada sekiz farklı kamyon/tır şirketiyle mülakat düzenlediler. Sayısal olarak geri tepme etkisi hesaplamadılar ancak doğrudan ve dolaylı geri tepme etkisinin varlığına dair nitel sonuçlar elde ettiler. (Freire-González ve Font Vivanco, 2017) İspanya'da yapılan çalışmada beş farklı doğal kaynağın doğrudan ve dolaylı geri tepme etkisi hesapladılar. Veriler Exiobase üzerinden çoklu bölgeler için girdi-çıktı tablosu olarak alındı. Yöntem talebin fiyat esnekleriyle doğrudan geri tepme etkisi hesaplama, yeniden harcama modeli ve girdi-çıktı kaynak modeli olmak üzere üç parçaya ayrıldı. Enerji için %64.6-%74.7, fosil yakıtlar için %48-%63, metal cevherleri için %84-%89, metal olmayan ağır mineralli kumlar için %134-%147, su için ise %1191-%1628 aralıklarında bulundu. Su ve metal olmayan ağır mineralli kumlarda *backfire* etkisi olduğu gözlemlendi. Enerji politikalarının sonuçlarını anlamak için dolaylı geri tepme etkisine odaklanmanın gerektiği önerildi. (Bjelle vd., 2018) geri tepme etkisini farklı hanelerde farklı harcama alışkanlıkları senaryolarının olduğu bir çalışmada hesapladı. Ortalama olarak geri tepme etkisinin -172% ile 461% aralığında değiştiği sonucuna varıldı. Karbon izinin düşmesi için hanelerde harcama alışkanlıklarının değişmesi gerektiği belirtildi. (Wen vd., 2018) Çin'in 25 bölgesinde hanelerin doğrudan ve dolaylı geri tepme etkisi üzerine çalıştı. Ekonometrik yöntemler, girdi-çıktı analizi ve yeniden harcama modeli geri tepme etkisi hesaplamak için yöntem olarak kullanıldı. 27 tane girdi-çıktı tablosu, ulusal ve bölgesel enerji denge tabloları, ham enerji kullanım tablosu ve her bölgenin panel verisi 2002-2012 yılları için toplandı ve veri olarak kullanıldı. Her bölge için doğrudan geri tepme etkisi %14.12 ile %19.98 arasında değişirken, ortalama doğrudan enerji geri tepme etkisi %17,01 olarak hesaplandı. Dolaylı geri tepme etkisi her bölge için ise %22,75 ile %164,06 aralığında bulundu. Ayrıca, bölgeleri arasında farklılıklar olduğu gözlemlendi ve özellikle Qinghoai bölgesinin *backfire* etkisi nedeniyle en hassas bölge olduğu görüldü.

(Woodman vd., 2019) Termal yenilemelerinin olduğu sırada ve sonrasında çevreci bir grubun yaptığı davranışsal müdahalelerin hanelerin enerji kullanımı ve doğrudan ve dolaylı geri tepme etkisini düşürüp düşürmeyeceğini görmek için, 185 hane halkı ile 3 sene boyunca süren bir saha deneyi yapıldı. Isıtma verimliliğine yapılan mühendislik içeren müdahalelerin enerji kullanımının düşmesinde etkili olduğu deneye katılan gruplarda görüldü. Bu mühendislik içeren müdahalelerde doğrudan geri tepme etkisinin en fazla %40 olduğu görüldü. Ancak çeşitli enerji kullanımı ölçümlerine rağmen, topluluğun davranışsal müdahalelerin proje boyunca herhangi kayda değer bir etki göstermediği görüldü. Benzer topluluk gruplarından toplanan nitel veriye göre, bu çalışma hane halklarına koyulabilecek kapasite limitlerinin enerji kullanımında düşüş sağladığını ve hane halklarının bu düşüşü fark etmesini sağlayacağına işaret etmektedir. (Joyce vd., 2019) üç farklı senaryo etrafında bilgi ve iletişim teknolojilerinin etkisinin çevresel geri tepme etkisine olan katkısı araştırdı. İlk senaryo, bilgi ve iletişim teknolojilerine ayrılan harcamanın azaltılmasıyken ikinci senaryo elektrik kullanımının azaltılması ve son senaryo ise elektrik kullanımının azaltılması ve bilgi ve iletişim teknolojilerine ayrılan harcamanın artırılmasıdır. İlk senaryoda *backfire* etkisi görülürken diğer senaryolarda görülmedi. Ayrıca sonuçların İsveç ve Avrupa Birliği için değişkenlik gösterdiği görüldü. (Safarzyńska, 2018) çalışmasında tüketim etkisi olarak tanımlanan dolaylı geri tepme etkisi yüzünden geri tepme etkisinin oluşma ihtimalinin rasyonel birimler modelinden yüksek olduğu görüldü. Bu durumu aşabilmek için tüketim vergisinin uygulanması önerildi. Tüketicilerin tüketim davranışlarını değiştirme ihtimallerinin düşük olduğu bir alışkanlık formasyonunda, geri tepme etkisinin oluşma ihtimalinin düşük olduğu belirtildi. Geri tepme etkisinin oluşma olasılığı kayıptan kaçınma durumlarında tüketim referansına bağlı olduğu söylendi. (Inoue ve Matsumoto, 2019) Japonya'da yapılan bir enerji verimliliği programında oluşan *backfire* etkisinin nedenlerini ekonometrik koşulla talep analizi modeli ile analiz ettiler. Enerji verimliliği programı yoluyla hanelerin elektrik tüketiminin azaltılması hedeflenirken, tam tersine artırdığı gözlemlendi. Varılan sonuca göre elektrik cihaz stoklarının ve büyüklüklerinin *backfire* etkisinin oluşmasında etkili olduğu belirtildi. Cihazların verimliliğinde olan gelişmeler üzerine, haneler ya daha fazla cihaz satın alıyorlar ya da bu cihazın boyutunu ve dolayısıyla elektrik tüketimini arttırıyorlar. Ayrıca, teknolojik inovasyonların tek başına elektrik tüketimini azaltmayacağını öne sürdüler. (Underwood ve Fremstad, 2018) hane halklarını ve kent ekonomilerini somut/şekillendirilmiş karbondioksit emisyonuyla beraber inceledi. Hane halklarına yapılan anketleri, ekonometrik teknikler kullanarak hane halklarının karbondioksit emisyonu ile giderlerin ve diğer sosyo-ekonomik parametreleri arasında ilişki bulunmaya çalışıldı. Çalışma, geri tepme etkisi kavramının var

olduğuna ancak toplam net ekonomilerin karşılaştırılmasında önemli seviyede olmadığı sonucuna ulaştı. (C. Wang & Nie, 2018) iyileştirilmiş verimliliğin geri tepme etkisini enerji satın almalarındaki fiyat artışı ve enerji verimliliğinde sıfır maliyetli bir gelişmenin olduğunu dahil ederek hesapladı. Cournot rekabet modeli kullanılarak, rekabetin enerji verimliliği geri tepme etkisi üzerinde olan etkisinin hesaplamaları geliştirildi ve fiyatlardaki dalgalanmaların geri tepme etkisi üzerine olan etkisine ışık tutuldu. Varılan sonuca göre, olağan tekel ve enerji fiyatlarında keskin artış olmasının enerji verimliliğinin geri tepme etkisini azaltmakta faydalı olabileceği görüldü. (Santos vd., 2018) havalandırma tesisatlarının hayat döngüsünün dolaylı geri tepme etkisini senaryo simülasyonlarıyla hesapladı. Üç farklı senaryonun sonucuna göre dolaylı geri tepme etkisi %-1.7 ile %10.2 arasında değiştiği sonucu elde edildi.

2.3. Ekonomi Genel Geri Tepme Etkisi

(Byevd.,2017) Norveç'in 2030 yılındaki mesken enerji verimliliği hedeflerini dikkate alarak ekonomi-geneli geri tepme etkisini hesapladı ve %40 olarak buldu. Norveç'in hedeflerinin de Avrupa Birliği'yle birçok sektörde paralel olduğu ve geri tepme etkisini hesaplamak için model olarak hesaplanabilir denge modeli kullanıldığı belirtilmiştir. (Wei ve Liu, 2017) hesaplanabilir denge modeli kullanarak küresel çapta 2040 senesi için enerji kullanımı için geri tepme etkisi ve enerji verimliliği iyileştirmelerinin etkisini de hesaplayarak emisyonlar hesapladı ve %70 olarak buldu. (F. Wu vd., 2018) Çin'de teknik anlamda iyileştirmeler ve endüstrilerin yapısının karbon yoğunluğunun azaltılması üzerindeki etkiyi araştırdı. Makalenin asıl amacı geri tepme etkisi hesaplamak değil ancak teknik gelişmelerin karbon yoğunluğu üzerindeki etkisini görmek olduğu belirtildi. Verimlilik değişiminin teknik gelişmelerdeki en önemli faktörlerden biri olmasına rağmen karbon yoğunluğunun karbon geri tepme etkisi yüzünden düşmediği görüldü. Ortalama karbon emisyonu geri tepme etkisi 1998-2014 yılları için %68,44 olarak bulundu. Veriler Çin yıllık istatistik kitapları, Çin yıllık enerji istatistik kitapları ve Çin yıllık çevresel istatistik kitaplarından 1998-2014 seneleri için Çin'in 30 bölgesini kapsayacak şekilde alındı. Öneri olarak Çin hükümetinin karbon emisyonu geri tepme etkisini azaltmak için yeni politikalar üretmesi gerektiği belirtildi. (Zhou vd., 2018) ekonomi geneli geri tepme etkisini 135 farklı üretim sektörüne dekompoze ederek inceldi. İki aşamalı ayrışma ve statik hesaplanabilir denge modeli kullanılarak dekompozisyon gerçekleştirildi. Veriler 2007 senesinin Çin'in girdi-çıkı tablosundan alındı. Kömür, ham petrol, doğalgaz, işlenmiş petrol, elektrik ve gaz arzı olmak üzere beş ayrı enerji kategorisi belirlendi ve yapılan gözleme göre geri tepme etkisinin yakıtlar arası ikame özelliğiyle direk olarak ilişkili olduğu saptandı.

Yakıtlar arası ikame özelliği düşük olduğu zaman geri tepme etkisi kömür için %-0,4, ham petrol için %23,7, doğalgaz için %11,9, işlenmiş petrol için %-9,3, elektrik ve gaz arzı için %4,3 olarak hesaplandı. Yakıtlar arası ikame özelliğinin yüksek olduğu durumda geri tepme etkisi kömür için %42,9, ham petrol için %38,5, doğalgaz için %47,1, işlenmiş petrol %56,5, elektrik ve gaz arzı için 89,7% olarak bulundu. Varılan sonuca göre ikincil enerji kaynakları birincil enerji kaynaklarına göre daha çok geri tepme etkisine maruz kalmaktadır. (Borozan, 2019) enerji vergilerinin Avrupa Birliği'nde mesken enerji tüketimi üzerine etkisini araştıran bir çalışma yaptı. Kantil panel regresyon modeli hesaplamalar için yöntem olarak seçildi. Toplanan veri 2005-2016 senelerini içeriyor. Varılan sonuca göre daha az enerji tüketen Avrupa Birliği ülkelerinde enerji fiyatlarında ve enerji vergisinde yapılan artış mesken enerji tüketiminde daha yüksek etkiye sahip oluyorken, aynı zamanda gelir ve yükseköğretim faktörlerinin geri tepme etkisi de daha fazla enerji tüketen ülkelere kıyasla daha yüksektir. Daha çok enerji tüketen ülkelerde daha eğitilmiş insanların olduğu ancak fakirliğin daha az olduğu ve geri tepme etkisinin bu ülkeler için daha yüksek olduğu belirtildi. (Wei vd., 2019) geri tepme etkisinin oluşmasını sağlayan faktörlerin ve etkilerinin enerji yoğunluğuna olan etkileri için araştırdı. Geri tepme etkisinin etki ettiği iki hedef olarak ekonomik büyüme ve enerji tasarrufu kavramları belirtildi. Gelişen ülkelerde ekonomik büyüme daha önemli olmasına rağmen, politika yapıcıların ülkenin refah seviyesi arttıktan sonra daha çok enerji tasarrufunu göz önünde bulduklarını iddia etti. Enerji yoğunluğunun etkisini görmek için 40 ülkenin geri tepme etkisi 1995-2009 yılları arası için hesaplandı. Varılan sonuca göre gelişmekte olan ülkelerin neredeyse hepsinde *backfire* etkisi gözlemlenirken, Lüksemburg, Tayvan, Danimarka gibi ülkelerde *prebound* etkisi olduğu görüldü. (Barkhordar, 2019) İran hükümetinin başlattığı evlere dağıtılan ücretsiz LED lambaları programının değerlendirmesini yapmak için hibrit dinamik hesaplanabilir denge modeli kullandı. Modelin orijinal olduğu belirtildi. Çünkü içsel olarak kullanılabilir enerji ve enerji talebinin hesabının kullanışlı enerji talebi ve kullanım sonu verimliliği sağladığı belirtildi. Sonuç olarak ekonomi geneli geri tepme etkisi %43,8 olarak hesaplandı ve programın yüksek geri tepme etkisine rağmen karlı sonuç verdiği belirtildi. (Peng vd., 2019) Çin'in Jiangsu bölgesinde vergi uygulamalarının enerji emtiaları üzerindeki etkisini araştırdı. Sonuçlara göre %5 oranında enerji verimliliği geliştirmesi %142 oranında *back fire* geri tepme etkisine neden oldu ve bunun enerji vergileri uygulayarak düşürülebileceği öne sürüldü. Çoklu sektör için durağan hesaplanabilir genel denge modeli kullanıldı. (Duarte vd., 2018) İspanya'da ekonomi geneli geri tepme etkisi hesaplamak için üç ayrı senaryoya hesaplanabilir denge modeli uygulandı. Birinci senaryo evlerdeki elektrik tasarrufunu, ikinci senaryo daha az yakıt ihtiyacı duyan araçlarla daha

verimli ulaşım konusuna odaklanırken, üçüncü senaryoda hem birinci hem ikinci senaryonun aynı anda uygulanacağı şekilde 2010, 2020 ve 2030 yılları için ayrı ayrı hazırlandı. Sonuçlara göre geri tepme etkisi tüm enerji kullanımları için %12,05 ile %75,39 arasında değişirken, elektrik ya da yakıt kullanımında %25,29-%70,52 arasında değişti. Veriler İspanya Ulusal İstatistik Kurumu'ndan 2005-2015 seneleri için alındı. (Vivanco vd., 2018) tarafından politika yapıcılarına rehberlik etmesi amacıyla bir tarama çalışması yapıldı. Geri tepme etkisi çalışmalarında genelde tek bir kaynağa odaklanıldığı ya da kaynaklar arasındaki bağ göz ardı edildiği için böyle bir tarama çalışması yapıldığı belirtildi. Makalede ayrıca politika yapıcıların geri tepme etkisine karşı savunmasız olduğu belirtildi. (Somuncu ve Hannum, 2018) geri tepme etkisinin büyüklüğünde kaçak enerji kullanımının rolünü bulmaya çalıştı. Türkiye'de yapılan çalışmada kaçak enerjiyi temsil eden parametrenin olduğu ve olmadığı iki tane hesaplanabilir genel denge modeli kullanıldı. Yazarlara göre kaçak enerji ve enerji verimliliği arasındaki ilişki geri tepme etkisini isabetli tahmin edebilmekte önem taşımaktadır. Kaçak enerjinin olmadığı durumda geri tepme etkisi hizmet sektörü için %-1,4 ve %3,1 arasında olurken, haneleri için %0,4 ve %2,1 arasında değiştiği belirtildi. Kaçak enerjinin dahil edildiği yöntemde göre hizmet sektöründe geri tepme etkisi %-7,9 ile %-19,7 arasındayken, hanelerin ise geri tepme etkisi %10,4 ile %40,7 arasında bulundu. (J. Wang vd., 2019) Avustralya'da hafif araçların yakıt standartlarıyla alakalı yapılan düzenlemelerin geri tepme etkisini araştırdı. Hesaplanabilir denge modeli yöntem olarak kullanıldı ve ORANI-G modeli teorik altyapı için kullanıldı. 2012-2013 senelerinden girdi-çıkıtı tabloları ile ekonomik birimlerin davranışları kaynak olarak kullanıldı. Hesaplamalar 2025 senesi için yapıldı ve doğrudan geri tepme etkisi %25 ile %29 arasında bulunurken, ekonomi-geneli geri tepme etkisi %49,99 olarak hesaplandı. (Schröder vd., 2019) belirttiğine göre geri tepme etkisi döngüsel iktisat olduğunda ve ekonomi daha hizmet odaklı olduğunda zamanla azalmaya meyillidir. (Santarius vd., 2018) regresyon analizinin teknoloji, nüfus ve refah seviyesi üzerindeki stokastik etkisini tarayan bir çalışma yaptılar ve varılan sonuca göre düzgün analizlerin çevresel geri tepme etkisi üzerinde sınırlı bir etkisi olduğu bulundu. (Shao vd., 2019) teknolojik geliştirmeleri de katarak Şangay'da enerji geri tepme etkisini genel ekonomi için %93,96, ikincil endüstri için geri tepme etkisini %73,10 olarak buldu. Durum uzay temsili modelini değişken zaman parametreleri ile IPAT ve Solow artığı yaklaşımına dayandırarak 1991-2016 yılları için hesapladı. (Freire-gonzález, 2019) su geri tepme etkisini dinamik hesaplanabilir genel denge modeli ile İspanya'da hesapladı ve sonuç olarak su geri tepme etkisini %100,47 olarak buldu. (Du vd., 2019) Çin'deki inşaat sektörünün geri tepme etkisini statik hesaplanabilir genel denge modeli ile hesapladı ve %83,2 ile %99,22 aralığında

saptadı. En yüksek geri tepme etkisinin doğal gaz verimliliğinde olduğunu ve %99.22 olduğu belirtildi. (Cao vd., 2019) hesaplanabilir genel denge modeli ile dinamik materyal akışı analizini birleştirerek Çin'deki inşaat sektörünün ekonomi-geneli geri tepme etkisini %74 olarak hesapladı. (Liao ve Wang, 2019) Çin'deki enerji geri tepme etkisini neo-klasik üretim fonksiyonunun üç elementini dahil ederek hesapladı ve sonuçlara göre enerji geri tepme etkisi ortalama olarak 54.4% olarak bulundu ve 1994 yılından 2017'ye kadar yapılan bu çalışmada genel olarak yıllar geçtikçe geri tepme etkisinin azaldığı görüldü. (Ma ve Jiang, 2019) Çin'deki karbondioksit geri tepme etkisini 2001-2015 aralığı için dinamik en küçük kareler yöntemini kullanarak hesapladı ve sonuç olarak geri tepme etkisinin %-18 ve %62 aralığında olduğunu belirtti. (C. Deng vd., 2018) Çin'deki elektrik tüketiminin geri tepme etkisini trans-log maliyet fonksiyon modeline üretkenlik büyümesi denklemlerini de dahil ederek çalıştı. Güneybatı ve Merkez Çin için hesaplanan geri tepme etkisi %100'den fazla çıkarken geri tepme etkisi Kuzeydoğu Çin için %-60,39, Güney Çin için %-81,47 olarak bulundu. En düşük senelik ortalama geri tepme etkisinin Kuzeybatı Çin'de olduğu ve %14,96 olarak hesaplandığı belirtildi. (Wood vd., 2018) Avrupa Birliği'nde EXIOBASE3 çoklu bölge girdi-çıkıtlı tablolarını gıda ve tekstil sektörlerini için kullandı. Varılan sonuca göre giyim ve tekstil ürünlerinin tüketiminin azaltılması %75 geri tepme etkisine yol açarken, et tüketiminin azaltılmasının %25 geri tepme etkisine neden olabileceği belirtildi. Ayrıca, kırmızı et tüketiminin daha düşük karbonlu et (beyaz et gibi) tüketimine kaydırılması sonucunda ise geri tepme etkisinin %5 olacağı öngörüldü. (Hart, 2018) gelir ve ikame etkilerinin birleştirildiği bir model ile geri tepme etkisi hesapladı ve %-50 olarak buldu, bunun da toplam enerji verimliliğinde bir artışın göstergesi olduğu belirtildi. (Cheng vd., 2018) endüstriyel yapı ve teknik gelişmelerin karbon yoğunluğuna olan etkisini Çin'in 30 bölgesinde inceledi. Karbon emisyon geri tepme etkisi %45,18 ile %76,89 aralığında bulunurken ortalama geri tepme etkisi %68,44 olarak bulundu. Geri tepme etkisi hesaplamalarında dinamik uzaysal panel model kullanıldı.

2.4. Markoekonomik Geri Tepme Etkisi

(Song vd., 2018) yapılan çalışmada belirtildiğine göre sulama teknolojilerinde olan gelişime rağmen, Çin'de tarım için kullanılan toplam su miktarı geçmişe kıyasla düşmedi. 1997-2014 seneleri için bölgelerin panel verileri kullanıldı ve çalışma için su geri tepme etkisi kavramı tanımlandı. Makro-seviyede geri tepme etkisi hesaplamak için doğrudan karşılaştırma yöntemi (teknolojik gelişmelerden kaynaklı beklenen ve gerçekte olan su tasarrufu arasındaki

fark) teknolojinin ilerlemesinin de dahil edileceği şekilde kuruldu. Tarımsal amaçlar için kullanılan suyun geri tepme etkisi %61,49 olarak bulundu.

(J. Zhang ve Lin Lawell, 2017) Çin'de makroekonomik enerji geri tepme etkisi çalışıldı. İki aşamalı iç içe CES üretim fonksiyon yöntemi hem bölgesel çapta hem ulusal çapta olan geri tepme etkisini hesaplamak için kullanıldı. Çin Ulusal İstatistik Bürosu'ndan 1981-2009 seneleri için enerji tüketimi, GSYH gibi bilgiler toplandı. Makroekonomik geri tepme etkisi -0.1421 olarak hesaplandı. Çıkan geri tepme etkisinden dolayı enerji verimliliği politikalarının işe yaramayabileceği hatta kısa ve orta vadede ters etkide bile bulunabileceği belirtildi.

(L. Wu vd., 2018) 1996-2015 seneleri arasında Çin'de olan makro-karbon geri tepme etkisini çalıştı. Veriler Çin'in senelik istatistik kitaplarından 30 bölge için alındı. Veri zarflama analizi ile ardışık Malmquist-Luenberger endeksi beraber kullanılarak makro-carbon geri tepme etkisini daha isabetli hesaplamak için yeni bir yöntem oluşturuldu. Varılan sonuca göre karbon geri tepme etkisi Çin'de kesinlikle bulunmakta ve değeri %7,4 ile %43,8 arasında değişmektedir. Aynı zamanda bazı bölgelerde *backfire* etkisi ve süper koruma etkisi var olduğundan dolayı, bu bölgelere özel emisyon düşürmek için politika üretimi/uygulaması tavsiye edilmektedir. Karbon vergisi ve karbon içeren ürünlerin ticaretini denetleyecek mekanizmaların bir an önce kurulması ve bu konuda araştırma geliştirme bütçelerinin artırılması önerilmektedir.

(Jin ve Kim, 2019) makroekonomik geri tepme etkisini hesaplamak için üretimi ilgilendiren faktörleri, örnek olarak ekonomik büyümenin zaman serileri, enerji arzı, iş gücü, sermaye stoku gibi faktörlerin dahil edildiği yeni bir yöntem önerdi. Bu faktörlerin verisi 1971-2012 zaman aralığında Güney Kore için toplandı. Sonuçlara göre enerji fiyatlarının etkilendiği ekonomik resesyon zamanlarında daha yüksek geri tepme etkisi çıktığı belirtildi.

(Xin-gang vd., 2019) Çin'deki bölgelerde enerji yoğunluğu yakınsamasında doğrudan yabancı yatırımının etkisi araştırıldı. 2005-2014 seneleri için Çin'in 30 bölgesinin panel verisi mekansal ekonometri tekniği kullanılarak enerji yoğunluğu yakınsaması test için kullanıldı. Bulunan sonuçlara göre doğrudan yabancı yatırımın yayılma etkisi, enerji yoğunluğu yakınsamasında önemli bir role sahiptir. Ayrıca, doğrudan yabancı yatırımın enerji yoğunluğu üstündeki etkisi, enerji yoğunluğu düşmesini yavaşlatan geri tepme etkisini de beraberinde getirmektedir.

(Y. Liu vd., 2018) Çin'de çevresel düzenlemeler, teknolojik inovasyonlar ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi araştırdı. 30 bölge için de ekonometrik panel veri analizi uygulandı. Modelin

gösterdiği sonuçlara göre teknolojik inovasyonların enerji tüketimini etkilemesiyle geri tepme etkisinin ortaya çıktığı belirtildi.

(Rosenbaum, 2019) Monte-Carlo uygulaması kullanıldı ve makro-ekonomik geri tepme etkisi olmadığında yeşil büyümenin daha mümkün olduğu sonucuna varıldı.

2.5. Geri Tepme Etkisinin Sebepleri

(Santarius ve Soland, 2018) enerji verimliliği iyileştirmelerinin (psikolojik süreçlere dayanarak) "motivasyonel geri tepme etkisine" veya "faydalı etkinin" neden olabileceğine yönelik bir model kurmuştur. Geri tepme etkisini etkileyen değişkenleri sınıflandırmak ve analiz etmek için tipolojiler oluşturulmuştur. Basit rasyonel seçim modelleri ve tüketici tercihleri hakkındaki statik varsayımlarla yapılan yaygın çalışmalara rağmen, bu makale psikolojik teorileri kullanmış ve "motivasyonel yükseliş etkileri" burada geliştirilen yeni bir kavram olarak ortaya çıkmıştır. Makale, politikaların doğrudan insan bilgisini, motivasyonunu ve karar vermeyi dikkate alması gerektiğini önermiştir.

(S. Liu vd., 2018) prososyal davranışların ve motivasyon-kalabalık etkisinin güneş enerjisi için verilen para yardımına doğrudan etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Geri tepme etkisi, makalede dışlama etkisi olarak tanımlanmıştır ve sonuçlara göre, sübvansiyona göre güneş panellerinin fiyat esnekliğine göre geri tepme etkisi %10'dur.

(K. Li ve Lin, 2018) enerji geri tepme etkisinin, sermayenin oluşturduğu teknolojik ilerlemenin enerji tasarrufu performansı üzerinde olumsuz etkisi olduğu sonucuna varmıştır. Ayrıca, teknolojik ilerlemeden kaynaklanan enerji tasarrufunun geri tepme etkisi nedeniyle enerji fiyat işbirliğini gerektirdiğini göstermişlerdir.

(Safarzyńska ve van den Bergh, 2018) rasyonel, miyop, alışkanlık odaklı ve zarardan uzak tüketiciler olarak adlandırılan ve üç farklı ulaşım mesafesi modeline sahip araç kullanım modellerini inceleyerek, otomobil endüstrisi ve elektrik üretiminin dinamik bir bağımlılığa sahip olduğunu belirterek rasyonel, alışkanlık ve zarardan kaçınan sürücülere odaklanmıştır. Miyop ve zarardan kaçınan tüketicilerin rasyonel tüketicilerle karşılaştırıldığında daha az yakıt tasarruflu otomobil satın alma eğiliminde oldukları gösterilmiştir. Alışkanlık odaklı sürücüler, rasyonel olanlardan daha uzak mesafe yapmaya yatkındırlar. Bu nedenle, rasyonel davranışa dayalı tahminler yapmak, yaşam döngüsü emisyonlarının en düşük seviyeye gelmesine sebep olabilmektedir.

(Galassi ve Madlener, 2018) Almanya'da 3.161 kiracı ve yenilenmiş binaların mülk sahipleri için bir çalışma yaptı. Kesikli Seçim Deneyi kullanılarak tüketicilerin davranışları üzerine altı farklı hipotez oluşturuldu (pencereleri açık tutmak, evde ince kıyafetler giymek vb.). Çalışmanın amacı, geri tepme etkisini hesaplamak değildi, ancak bina yenileme için davranışsal tepkinin vakalar arasında değiştiği sonucuna varıldı. Bazı haneler enerji tasarrufunu tamamen etkisiz hale getirirken, diğerlerinin ihmal edilebilir etkilere sahip olduğu sonucuna varıldı

(Loi ve Ng, 2018) Singapur'da hanelerin konut elektriği tüketimine duyarlılığını etkileyen sosyoekonomik faktörleri araştırmıştır. Çalışmada 2005-2014 yılları arasında 29 bölgeden altı farklı konut tipi yönelik panel verisi kullanılmıştır. Tek yönlü sabit etkinin birleştirilmesi ve tamamen değiştirilmiş en küçük kareler yöntemi kullanılarak fiyat düşüşünün geri tepme etkisi, fiyattaki her %100 düşüş için %48'den az olduğu sonucuna varılmıştır. Makalede birçok hane için hanehalkı büyüklüğünün fiyat ve gelirden daha belirleyici olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca kredi kartı kullanımının da tüketicileri fiyatlara karşı daha az duyarlı hale getirdiği ve tüketicilerin enerji tasarruflu cihazlar satın alarak veya elektrik tarifelerindeki herhangi bir fiyat düşüşüyle ve enerji tasarrufu konusundaki farkındalık arttıkça enerji tüketiminin artacağı belirtilmiştir.

(Paul vd., 2019) tarımsal arazi ve toprak yönetimi için bir literatür taraması yaptı ve bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu sonucuna vardı. Ayrıca, farklı coğrafi ölçeklerin büyüklüğünün ve sosyo-psikolojik geri tepme etkilerinin araştırılması gerektiğine dikkat çekmiştir.

(Berger ve Höltl, 2019)Avusturya'da düşük gelirli hanelere yönelik vaka çalışmaları yapmış ve bu haneler için *prebound* etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Enerji tüketiminin yenileme öncesinde zaten çok düşük olması sebebiyle daha fazla azaltma yapmanın mümkün olmadığı vurgulanmıştır.

(Oberst vd., 2016) kendi enerjisini üreten tüketicilerin geri tepme etkisi için bir çalışma yaptı ve sonuçlar çok düşük geri tepme etkisi olduğunu gösterdi bu durum vergilendirme veya sübvansiyonlar gibi ek hükümet politikalarına ihtiyaç duyulmadığını ortaya çıkarmıştır.

(Seebauer, 2018) elektrikli araç alımı veya yalıtım sonra hane halkı geri odaklandı. 575 elektrikli otomobil sahibine ve 1.455 yalıtım yaptırmış haneye yapısal eşitlik modeli uygulanmıştır. Ek olarak, 111 elektrikli bisiklet kullanıcısı çalışmaya dahil edilmiştir. Geri tepme etkisi hesaplanmamıştır, ancak geri tepme davranışındaki varyansın (R^2) %13,2 ile

%70,1 arasında olduğu tahmin edilmiştir. Dolaylı geri tepme etkisinin en yüksek değere sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Elde edilen sonuçlar geri tepme etkisi davranışı ile çevre yanlısı değerler ve çevre için kişisel normlar arasındaki negatif ilişkiye işaret etmiştir. Aksine, çevreye duyarlı tüketim için sosyal normlar geri tepme üzerinde artan bir etkiye sahiptir. Ayrıca, düşük gelirli ve enerji yoksul hanelerin daha fazla geri tepme etkisine maruz kaldıkları sonucuna varılmıştır.

(C. Wang ve Nie, 2018) enerji verimliliği ve enerji fiyatlarında sıfır maliyet yeniliğini göz önüne alarak verimlilik artışının geri tepme etkilerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Makalede, enerji verimliliğinin artırılmasının, enerji tüketimini arttırırken toplam emisyonu azaltabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, sabit enerji fiyatlarında veya fiyat dalgalanma koşullarında hiçbir koşulda rekabetin geri tepme etkisinin artırdığı belirtilmiştir.

(Santarius vd., 2018) psikolojik geri tepme etkisinin sürdürülebilirlik iletişimi ile ele alınması gerektiğini belirten bir literatür taraması makalesidir. Ayrıca, sosyoloji ve psikoloji, ekonominin ötesinde geri tepme etkisi araştırmaları için önemli olan disiplinler arası çalışmaların gerekliliğine vurgu yapmaktadır.

VERİ VE METODOLOJİ

Raporun bu kısmında, yapılan çalışmanın yöntemsel yapısı tartışılacaktır. Yapılan çalışmanın ana amacı, Ankara'daki hane halklarında ısıtma alanında geri tepme etkisinin olup olmadığını belirlemektir. Aynı zamanda, geri tepme etkisinin oluşmasına neden olan temel faktörler de araştırılmıştır. Çalışma, birkaç adımda yapılmıştır. Çalışma veri toplama ve düzenlemesi, model kurma, model havuzu ve analizi olmak üzere üç genel aşama içerir. Tüm istatistiksel hesaplamalar IBM SPSS® 23. versiyon yazılımı kullanılarak yapıldı.

3.1. Verilerin Toplaması ve Düzenlemesi

Analiz yapmak için, Ankara'da ikamet hanelerden ısınma için tüketilen enerjiyle ilgili inceleme yapıldı. Veriler 3 ana kaynaktan toplandı: (1) Anketler (2) Binaların enerji sertifikaları (3) Doğal gaz tüketim verileri.

Her apartmanın binanın enerji sertifikasını apartmanın girişinde gösterme zorunluluğu olmasından dolayı, anketler yapılırken binaların enerji sertifikaları da toplandı.

Doğal gaz tüketim verisi Ankara'da doğal gaz dağıtımını gerçekleştiren Başkent Gaz Dağıtım şirketinden alındı.

Örneklem seçiminde olasılığa dayalı örneklem seçimi tekniği kullanılmıştır. Bu başlık altında basit tesadüfi örneklem seçimine göre örneklem aşağıdaki aşamalar yoluyla belirlenmiştir (De Vaus, 1960).

- İZODER'den alınan örneklem listesi oluşturuldu.
- Her apartmana numara verildi.
- Vaka sayısı seçiminde tesadüfi sayılar tablosundan istifade edildi.
- Daha önce belirlenen 317 örneklem sayısına göre apartmanlar seçildi. Cevap alınmama olasılığına karşı yedek listede 10 hane belirlendi.

3.1.1. Anket

Anketler ekonomik ve demografik, yapı karakteristiği ve hane halkı davranışı olmak üzere üç farklı kavram üzerinden geliştirildi.



Daha önce gerçekleştirilmiş ısınma üzerine yapılan geri tepme etkisi çalışmalarında ek olarak, geri tepme etkisine neden olabilecek önemli etmenleri görebilmek için hane halklarından ek bilgiler alınması için görüşmeler yapıldı.

Hane halkında bulunan kişi sayısı, bulunan kişilerin eğitimi ve cinsiyeti, aylık gelirleri ile ilgili sorular anketin sosyal, ekonomik ve demografik kısmını oluşturuyor. Mesken karakteristiklerini ölçmek için ise meskenin fiziksel durumuyla alakalı sorular soruldu. Örnek vermek gerekirse, evin kaç metrekare olduğu, kaç oda bulunduğu, evin baktığı coğrafi yön (kuzey-güney) gibi sorular sorulurken aynı zamanda direk ısınmayla alakalı olarak ne tip kazan kullandıkları gibi sorular da soruldu. Son olarak, hane halkının davranışları ile alakalı sorular ise konut kullanıcılarının davranışlarının hane halkının ısınmaya yönelik enerji tüketimiyle ilişkisi ile ilgili sorular soruldu. Örneğin, ısı ayarlamasına karar veren hane halkı üyesi, konut sakinlerinin giydiği kıyafet alışkanlığı (kalın-ince) ya da yaptırdıkları yalıtımdan memnun olup olmadıkları gibi sorular soruldu. Anketin tam hali Ek1'de yer almaktadır.

Anketin yapısı tamamlandıktan sonra, olası problemleri görebilmek ve anketi geliştirmek için 10 haneyle pilot anket çalışması yapılarak anket test edildi. Sonrasında ise anket tüketiciler için daha anlaşılabilir olacak şekilde düzenlendi ve hane tarafından kolayca cevaplanamayan ya da uygun görülmeyen sorulardan kaçınıldı.

3.1.2. Enerji Sertifikası ve Doğal Gaz Tüketimi

Türkiye 2005 yılında Avrupa Birliği'ne aday üye oldu ve dolayısıyla Türkiye'de bulunan düzenlemeler Avrupa Birliği'ne uyum çerçevesinde değiştirilmeye başlandı. "5627 Enerji Verimliliği Kanunu" bu uyum çerçevesinde gerçekleştirilen kanunlardan biri olmakla beraber, kanunun yürürlüğe geçmesiyle bir sene içerisinde binaların enerji performansı regülasyonunun geliştirilmesi gerekti. "Binaların Enerji Performansı Regülasyonu" 5 Aralık 2008 tarihinde "European Directive 2002/91/EC"ye uygun olarak yayımlandı. 2009'da yürürlüğe giren bu düzenleme, 2010'da bir kez, 2011'de iki kez ve son olarak 2017'de bir kez olmak üzere dört kez yenilendi.

Bina Enerji Performansı Kanunu mimari, yalıtım, yenilenebilir enerji entegrasyonu, kojenerasyon, otomasyon, enerji performansı sertifikasına ek olarak binanın mekanik tasarımı, enerji performansı hesaplama prosedürleri, minimum performans kriterleri ve yetkilendirilmiş kurumların yasal statüleri gibi kavramlarla ve başlıklarla alakalı düzenlemeler ve kurallar tanımladı.



Enerji kimlik sertifikası Bina Enerji Performansı regülasyonunda, " Bina enerji performansı ulusal hesaplama metodolojisi " olarak tanımlandı ve 7 Aralık 2010'da yayımlandı, 1 Kasım 2017'de ise üzerine iyileştirmeler yapıldı. Metodoloji ISO 13790-"2008 Binaların enerji performansı" soğutma ve ısıtma için kullanılan enerjinin hesabı üzerine şekillendirildi ve hazırlandı.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı binalar için düzenlenen enerji kimlik sertifikası için belge uzmanları yetkilendirdi ve kimlik belgelerinin hazırlanması için yazılım olarak BEP-TR kullanıldı. Ayrıca konutlar yapılış tarihlerine göre eski ve yeni olarak ikiye ayrıldı. Bu çalışmanın alanına dahil olan konutlar 1 Ocak 2011'den önce inşa edilmiş binalardır. Her iki konut tipi için kimlik belge sahibi olunması zorunludur.

Enerji belgesi değişkenler için temel kaynak olarak yer alıyor. Konutlardaki enerji verimliliği için önemli bir gösterge olarak görülüyor. Enerji kimlik belgesi toplam enerji kullanımı, çeşitli enerji hizmetlerinin ısı yoğunluğu, karbondioksit emisyonu ve binanın enerji etiketi gibi bilgilerden oluşuyor. Isı yoğunluğu alan ısıtmanın verimliliğini göstermek için kullanılırken, bir metrekare alanın ısıtılması için gerekli olan bir metreküp gazı ifade ediyor.

Gerçek gaz tüketimi modelin bağımlı değişkeni olarak tanımlandı. Ankara'da gaz dağıtımı, gaz dağıtım şirketi olan Başkent Gaz tarafından gerçekleştirilmektedir. 2014'ten 2018'e kadar ankette yer alan her hane halkının gaz tüketim verisi BaşkentGaz'dan temin edilmiştir. Ancak anket 2018 yılında gerçekleştirildiği ve hanelerin gelir bilgisi 2018 senesine ait olduğu için, sadece 2018 yılına ait gaz tüketim verisi modelde kullanılmıştır.

Yapılan analizin odağı mesken ısıtma olmasına rağmen, Başkent Doğalgaz Dağıtım A.Ş.'den alınan gaz tüketimi verisi tüm enerji hizmetleri için kullanılan gaz verisini barındırmaktadır (ana olarak ısıtma ve sıcak su). Bu yüzden, sadece ısıtma için kullanılan gaz miktarını görmek için, sıcak su için kullanılan gaz miktarını ayırma ihtiyacı duyuldu. Enerji kimlik belgelerinde gaz tüketimi ısıtma ve sıcak su için ayrı ayrı verilmektedir. Bu tüketimler arasındaki oran her hane için ayrı ayrı bulunmuş ve Başkent Doğalgaz Dağıtım A.Ş.'den alınan tüketim verisi buna göre ayrıştırılmıştır. Bunun için ise, enerji belgesinden elde edilen veri ile ısıtma amaçlı tüketilen gaz miktarının payına ulaşıldı. Toplam gaz tüketiminin ise ısıtma ve sıcak su amaçları için kullanıldığı varsayıldı. Kimlik belgesi yemek pişirme için veri içermediğinden bu tüketim göz ardı edildi. Ulusal Hesaplama Yöntemi Tebliğ¹ bina enerji performansı değerlendirmesi için, binanın bulunduğu il ve ilçeye bağlı iklim verilerinin kullanıldığı bilgisini vermektedir.

1 http://www.enerjikimlikbelgesi.com/wp-content/uploads/2014/04/Ulusal_Hesaplama_Yontemi_Tebliigi.pdf

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği² uyarınca ise enerji kimlik belgeleri düzenleme tarihinden itibaren 10 yıl süre ile geçerlidir. Bu sebeple, iklim koşullarının değişmediği varsayılarak kimlik belgesindeki veriler kullanılmıştır.

Veri toplandıktan sonra ise, veri temizlenmesi ve hazırlanması prosedürü tamamlandı. Veriyi modelde kullanılacak değişken düzeyine getirme işlemi ve anket sonuçlarının kontrol değişkeni olarak modelde kullanmak üzere 100 farklı değişkene çevrilmesi bu aşamada yapılan işlemlerden birkaçı olarak bahsedilebilir.

Ayrıca, bu aşamada, eksik veriler ve yanıltıcı gözlemler veriden kaldırıldı. Eksik gaz tüketimine sahip değişkenler, rasyonel olmayan gaz tüketimi ve eksik enerji kimlik belgesi bu örneklemelerin kaldırılmasında gözetilen kriterler olarak belirlendi. Ayrıca, uç gözlemler |4|'den fazla standart sapma değerine sahip gözlemler olarak belirlendi. Sonuç olarak 317 adet toplanan örnekten, 15.5% (49 örnek) kaldırıldı ve modelleme için 268 hazır örnekleme sahip olundu.

3.1.3. Modelleme: Geri Tepme Etkisi Hesaplama Yöntemi

Doğrudan geri tepme etkisinin hesaplanması için bu çalışmada ekonometrik kesitsel analiz yöntemi kullanıldı. Bu projede doğrudan geri tepme etkisi (Volland, 2016) ve (Aydın vd., 2017) çalışmalarındaki gibi hesaplandı.

1. Enerji verimliliği talep esnekliği (Enerji verimliliğiyle enerji tüketimi esneklikleri)

Esneklik kavramı, enerji tüketiminde yapılan değişikliklerin enerji verimliliğinde olan değişiklikler ile ilişkisini gösteriyor. Mükemmel esneklik durumu, gerçekleşen enerji tasarrufları ile beklenen enerji tasarruflarının birbiriyle eşit olacağı ve hiç geri tepme etkisinin olmayacağını ifade etmektedir. Tam aksi ise, gerçekleşen herhangi bir sapma da gerçekleşen enerji tasarrufları ile beklenenlerin birbirinden uzaklaşacağı anlamına gelmektedir. Sıfırdan küçük negatif esneklikler gerçekleşmiş tasarrufun beklenenden fazla olduğu anlamına geliyor ve aynı zamanda "süper tasarruf" olarak biliniyor. Tam tersinde ise negatif birimden büyük esneklikler geri tepme etkisinin var olduğuna işaret etmektedir ve aynı zamanda esnekliğin 1'den büyük olduğu durumlarda da "backfire" etkisinin gözlemlendiği belirtilmektedir.

2- Enerji fiyatı talep esnekliği (enerji tüketiminin enerji fiyatına göre esnekliği)

² http://www.enerjikimlikbelgesi.com/wp-content/uploads/2017/05/Binalarda_Enerji_Performansi_Yonetmeliği-28-04-2017.pdf

Kişiler fiyatlarda yaşanan değişimin kaynağına kayıtsız kaldığında, verimlilik artışının fiyat düşerken de enerji talebi üzerinde aynı etkiye sahip olması gerekir. Sonuç olarak enerji fiyatının talep esnekliği verimlilik esnekliği gibi simetrik bir ölçü olabilir (Sorrell and Dimitropoulos, 2008). Ancak, pek çok akademisyenin tartıştığı üzere bu tanımı kullanmanın pek çok sakıncası vardır. Ayrıca tanım çok katı ve sınırlayıcı varsayımlara sahiptir. (Sorrell and Dimitropoulos, 2008; Binswanger, 2001; Hunt and Ryan, 2014; Chan and Gillingham, 2015). Yakıt fiyatı esnekliklerinin, tek bir yakıtın birden fazla kullanıma sahip olduğu durumlarda yakıt fiyatı esnekliğinden kaynaklı yüksek değere sahip olabileceği çoğunlukla tartışılmaktadır.

Bu çalışma doğrudan geri tepme etkisinin ilk tanımını olan talebin verimlilik esnekliği kullanmaktadır. Yöntemin prensibi ise geri tepme etkisini en uygun enerji tüketimi ve enerji verimliliği bağlantısını sağlayan fonksiyonu bularak hesaplamaktır. Isı yoğunluğu ise enerji verimliliği için bir gösterge olarak kullanılmaktadır.

ANALİZ SONUÇLARI

4.1. Betimsel İstatistiklerin Yorumlanması

Tablo 4.1 ısı yoğunluğu ve ısınma için kullanılan gazın (doğal logaritmik sayıyla) özet istatistik bilgilerini vermektedir. 2018 senesinde, hane halkları ortalama olarak 625.02 m³ gaz tüketirken, en yüksek gaz tüketimi 2,756.97 m³ ve en düşük gaz tüketimi 22.12 m³ oldu. Tabloda verilen gaz tüketimi yalnızca ısıtma için hesaplanan gaz tüketimidir. Bu hesaplama yapılırken enerji kimlik belgesindeki oran kullanılmıştır. Enerji kimlik belgesinde ısıtma ve sıcak su için yıllık enerji tüketimler ayrı ayrı verilmektedir. Her anket için kimlik belgesindeki ısıtma ve sıcak su için gerekli tüketimler arasındaki orana göre Başkent Doğalgaz Dağıtım A.Ş.'den alınan tüketim verileri ayrıştırılmıştır.

Tablo 4.1. Isınma için gaz tüketimi ve ısınma yoğunluğunun istatistik özeti

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	Maksimum
Bağımlı Değişken			
Gaz tüketimi 2018 (m ³ gaz)	625.02	359.83	2756.97
Gaz tüketimi 2018 (log)	6.246	0.69	7.92
Bağımsız Değişken			
Isı yoğunluğu (kWh/m ² .sene)	91.13	102.62	737.37
Isı yoğunluğu(log)	4.097	0.92	6.60

Tüm değişkenlerin tam hali Tablo 4.2'de verilmiştir. Tanımlayıcı verilere göre neredeyse hane halklarının üçte biri üniversite mezun olurken, diğer üçte biri ise çalışan insanlardan oluşmaktadır. Ayrıca, hane halklarının %50'sinde en az bir adet üniversite mezunu aile mensubu bulunmaktadır.

Kadın aile fertlerinin oranı %50 olarak görülmüştür, bu da dağılımın cinsiyet anlamında eşit olduğunu belirtmektedir.

Gelir gruplarına göre ayırmda bulunulduğunda, hanelerin%20'sinin düşük gelir grubuna ait olduğu, %50'sinin orta gelir grubuna ait olduğu ve %30'nun yüksek gelir grubuna ait olduğu görülmektedir. Bu dağılımın makul olduğu düşünülebilir. Ayrıca, hanelerin %72'sinin ev sahibi olduğu görülmektedir.

Hane halklarının %66'sının ara katlarda oturduğu görülürken, %13'ünün bodrum katında ya da en altta olduğu, %20'sinin ise en üst katta oturduğu görülmüştür. En alt katta olanın bir alt katında ya da en üst katta olanın bir üst katında ısınma söz konusu olmayacağı için dairenin pozisyonu geri tepme etkisini etkileyebilir durumdadır, bundan dolayı bu istatistiksel bilgiler önem arz etmektedir. Hane halklarının komşularının yarısı iki taraftan da ısınma yapmaktadır. Bu durum ayrıca ara katlarda yaşayan hane istatistiği ile de tutarlıdır. Ancak bazen komşular sahip oldukları daireyi tamamen ısıtmayabilmektedirler. Bundan dolayı bu değişkenler arasındaki tutarlılık anket yapılan hane halkları için ters orantı göstermektedir.

Hane halklarının çoğunun (%58) güney cephesine bakıyor olması geri tepme etkisi üzerinde azaltıcı bir etkiye sebep olabilir. Kuzey cephesine bakan hanelerin oranı ise %35 olmakla beraber, bu sayının da yüksek olduğu düşünülebilir. Evin baktığı cephenin geri tepme etkisi üzerinde bir etkisi olabilir.

Ayrıca kazanlar da binaların enerji verimliliği için önemlidir. Hermetik kazanlar verimli kazanlar olarak düşünülmektedir. Ancak yoğunmalı kazanlar en verimli kazanlardır ve hermetik kazanlar ile karşılaştırıldığında %17 oranında daha verimlidir³. Ayrıca hane halklarının %16'sının yapılan yalıtımdan sonra kazanlarını daha verimli olanla değiştirdiği görüldü ve bu durum da geri tepme etkisini etkileyebilir.

Yalıtım sonrası geçen ortalama sürenin 40 ay olduğu ve bu sürenin geri tepme etkisinin hesaplanması için yeterli bir süredir.

Davranışsal faktörlere göre tercih edilen ortalama sıcaklığın 22 derece olduğu görüldü ve anket yapılan hane halklarında yalıtım sonrası değişen sıcaklığın ortalama 1 derece olduğu görüldü.

Hanelerin yarısında ısıtma ile alakalı alınan kararların kadın üyeler tarafından verildiği görüldü. Ayrıca, hanelerin %90'ın da ısınma masraflarının yalıtım sonrası düştüğü görülürken, hanelerin %90'ının da sonuçlardan memnun kaldığı görüldü.

Tablo 4.2. *Değişkenlerin özet istatistiksel bilgileri*

³<https://www.arcelik.com.tr/sikca-sorulan-sorular/isitma-sogutma-sistemleri/kombi/Hermetik-kombi-ve-yogusmali-kombi-arasindaki-fark-nedir>

Değişkenler	Standart			
	Ortalama	Sapma	Minimum	Maximum
Sosyo-ekonomik ve demografik değişkenler				
Hanenin büyüklüğü	3.08	1.248	1.00	6.00
% 5 yaşından küçük	0.03	0.08	0.00	0.33
% 65 yaşından büyük	0.15	0.31	0.00	1.00
Ortalama yaş	43.5	16.69	16.00	85.00
% çalışan	0.29	0.28	0.00	1.00
% kadın	0.52	0.21	0.00	1.00
% üniv. mezunu	0.27	0.31	0.00	1.00
Üniv. Mezunu bulunması	0.53	0.50	0.00	1.00
Gelir (log)	8.14	0.49	6.21	9.62
Gelir ayrımı				
Düşük gelir	0.33	0.47	0.00	1.00
Orta gelir	0.33	0.47	0.00	1.00
Yüksek gelir	0.33	0.47	0.00	1.00
Ev sahipliği türü	0.18	0.38	0.00	1.00
Bina karakteristiği:				
Bina yaşı	13.8	8.23	9.00	48.00
Toplam kat	6.34	3.23	3.00	15.00
Dairenin katı	3.33	3.10	-3.00	14.00
Pozisyon				
Bodrum	0.06	0.24	0.00	1.00
Alt kat	0.07	0.26	0.00	1.00
Orta kat	0.66	0.47	0.00	1.00
Çatı katı	0.21	0.40	0.00	1.00
Toplam alan	125	32.00	65	287
Oda sayısı	4.10	0.63	3.00	6.00
Yatak odası sayısı	1.97	0.79	1.00	5.00
Petek sayısı	7.07	1.45	0.00	12.00
Komşu ısıtması				
Üst	0.22	0.42	0.00	1.00
Alt	0.23	0.42	0.00	1.00
Her ikisi	0.51	0.50	0.00	1.00
Isıtma yok	0.03	0.17	0.00	1.00
Dairenin yönü				
Güney	0.58	0.49	0.00	1.00
Kuzey	0.35	0.48	0.00	1.00
Diğer	0.13	0.33	0.00	1.00
Kazan tipi				
Hermatik	0.78	0.42	0.00	1.00
Yoğuşmalı	0.05	0.22	0.00	1.00

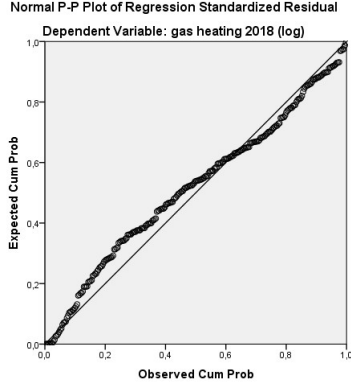
Bacalı	0.17	0.37	0.00	1.00
Kazanın yaşı	8.91	5.75	0.00	33.00
Kazan yalıtımdan sonar değişti mi?	0.16	0.36	0.00	1.00
Yalıtımdan sonra kaç ay geçti?	40.45	86.72	0.00	1361.00
Davranışsal Faktörler:				
Ortalama sıcaklık tercihi	22.27	2.90	17.00	45.00
Yalıtım sonrası derece değişimi	0.93	0.26	0.00	1.00
Ev sıcaklığını belirleyen kişinin cinsiyeti				
Kadın	0.47	0.50	0.00	1.00
Erkek	0.16	0.37	0.00	1.00
Diğer	0.37	0.48	0.00	1.00
Karar verenin eğitimi	0.21	0.41	0.00	1.00
Ev sıcaklığının belirlenmesindeki sebep				
Dış ortam sıcaklığı	0.50	0.50	0.00	1.00
Maliyet	0.15	0.36	0.00	1.00
Çocuk	0.13	0.34	0.00	1.00
Diğer	0.22	0.42	0.00	1.00
Isı maliyeti değişti mi?	0.91	0.29	0.00	1.00
Evde kalın giyinme	0.29	0.46	0.00	1.00
Araba sayısı	0.69	0.57	0.00	3.00
Toplu taşıma kullanma	1.07	1.15	0.00	6.00
Evde sigara kullanımı	0.44	0.50	0.00	1.00
Yalıtımdan memnun kalma	0.89	0.32	0.00	1.00
Evde harcanan vakit	0.95	0.12	0.50	1.00

4.2. Varsayımların İncelenmesi

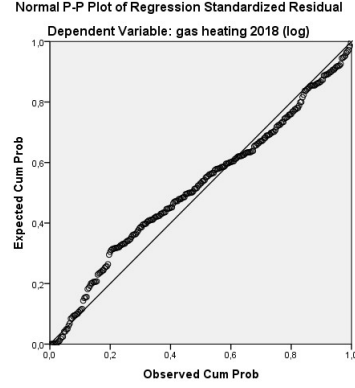
Lineer regresyon analizinin yapılabilmesi için karşılanması gereken beş farklı varsayım bulunmaktadır. Bu varsayımlar aşağıda verilmiştir.

- Normallik: Artıkların normal dağılım göstermesi
- Eşit varyanslılık: Varyansın homojen olması
- Lineerlik: Bağımlı değişken ve bağımsız değişkenler arasında lineer bir ilişki olması
- Bağımsızlık: Gözlemlerin birbirinden bağımsız olması
- Çoklu Doğrusallık: Bağımsız değişkenler arasında yüksek korelasyon olmaması

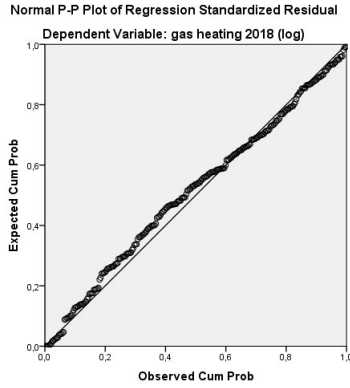
Merkezi Limit Teoremine göre yeterli sayıda örnek bulunduğunda (>30), örneklemin dağılımı normal dağılmış olarak kabul edilebilir. Bu çalışmanın örneklem uzayının 268 olduğu göz önünde bulundurulduğunda, örneklemin normal dağılıma sahip olduğu varsayımına ulaşabiliriz. Bu sonuç aşağıda verilen grafiklerle de desteklenmektedir. Şekil 4.1, bu varsayımı destekler haldedir. Her model, düz çizgiden küçük bir sapma göstermektedir.



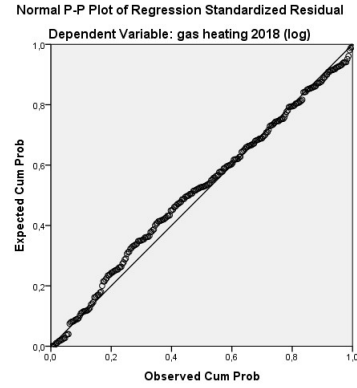
(a)



(b)



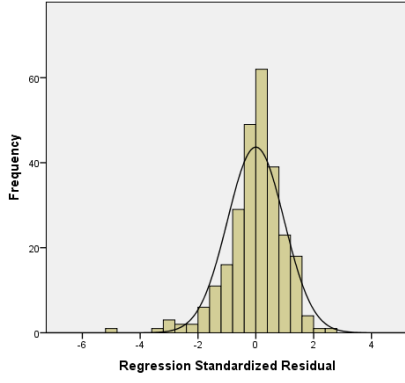
(c)



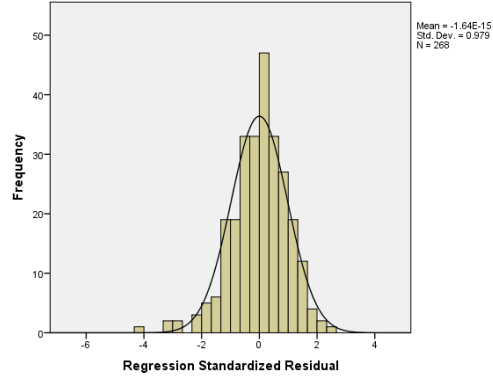
(d)

Şekil 4.1. Standartlaştırılmış artıkların Normal P-P grafiği (bağımlı değişken: gaz tüketiminin logaritması) (a) OLS Geriye Doğru (b) 2AEK Geriye Doğru (c) OLS Adımsal (d) 2AEK Adımsal

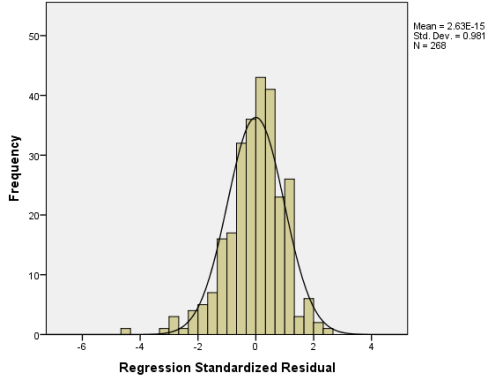
Hata terimlerinin normal dağılıma sahip olup olmadığını görmek için histogramlar da kullanılmıştır. Histogramlardan görülebileceği üzere modellerin artıkları normal şekilde dağılmıştır.



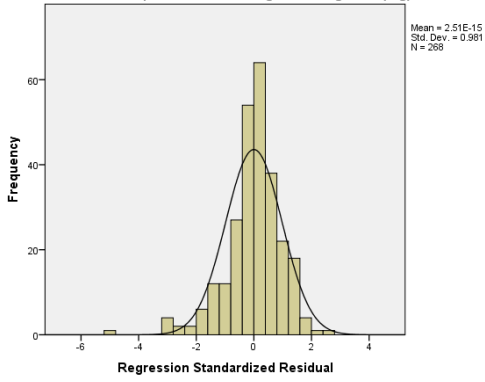
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 4.2. Artık histogramı: (a) EKK Geriye Doğru (b) 2AEK Geriye Doğru (c) EKK Adımsal (d) 2AEK Adımsal

Levene'nin hata varyanslarının eşitliği yöntemi eş varyanslığı test etmek için kullanıldı. Levene testi için hipotez aşağıda görülebilir. Tablo 4.3, Tablo 4.4, Tablo 4.5 ve Tablo 4.6'de de görülebileceği gibi sıfır hipotezi reddedilmemiştir. Sonuç olarak eş varyanslık durumunun varlığını kabul edebiliriz.

H_0 : Bağımlı değişkenin hata varyansı gruplar arasında eşittir.

H_1 : Bağımlı değişkenin hata varyansı gruplar arasında eşit değildir.

Tablo 4.3. EKK geriye doğru model için varyans hatalarının eşitliği için Levene Testi

F	df1	df2	Sig.
1,532	258	9	,249

Tablo 4.4. EKK adımsal model için varyans hatalarının eşitliği için Levene Testi

F	df1	df2	Sig.
1,422	260	7	,331

Tablo 4.5. 2AEK geriye doğru model için varyans hatalarının eşitliği için Levene Testi

F	df1	df2	Sig.
1,462	251	16	,191

Tablo 4.6. 2AEK adımsal model için varyans hatalarının eşitliği için Levene Testi

F	df1	df2	Sig.
1,475	251	16	,185

Lineerlik ise Pearson'ın korelasyon yöntemi ile her modeldeki benzer bağımlı değişken ve sürekli bağımsız değişkenlerin üzerinden test edildi. Yapılan testin hipotezi aşağıda görülebilir.

H_0 : Gaz tüketimi ve bağımsız değişkenler arasında lineer ilişki yoktur.

H_1 : Gaz tüketimi ve bağımsız değişkenler arasında lineer ilişki vardır.

Sıfır hipotezi Tablo 4.7 uyarınca; ısıtma verimliliği, hanehalkı büyüklüğü, toplam kat sayısı, ısıtıcı satışı ve hanehalkının sahip olduğu araç sayısı için Pearson korelasyon testi istatistiklerine göre reddedilmiştir. Sonuç olarak gaz tüketimi ve bağımsız değişkenler arasında bir lineer ilişki olduğunu söyleyebiliriz.

Tablo 4.7. Gaz tüketimi ve bağımsız değişkenler için Pearson'ın korelasyon matrisi

Korelasyonlar						
	Gaz tüketimi 2018 (log)	Hane Büyüklüğü (log)	Toplam kat sayısı	Petek sayısı	Araç sayısı	Verimlilik (log)
Gaz tüketimi 2018 (log) Pearson Korelasyonu	1	,255**	-,350**	,188**	,238**	,299**
Sig. (2-uçlu)		,000	,000	,002	,000	,000
N	268	268	268	268	268	268

** . Korelasyon katsayısı 0,01 düzeyinde anlamlıdır (2-uçlu).

Gözlemlenenlerin bağımsızlığı varsayımı ise Durbin Watson istatistik yöntemi ile test edildi. Durbin-Watson istatistiği 1.5 ile 2.5 arasında olduğunda, verinin otokorelasyona uğramadığı sonucuna varılabilir. Tablo 4.8, Tablo 4.9, Tablo 4.10 ve Tablo 4.11'den de görüleceği üzere, tüm modeller için kullanılan verinin otokorelasyon göstermediği sonucuna varılabilir.

Tablo 4.8. AEK (Geri Doğru) Model için Durbin Watson Test Sonuçları

Model Özeti					
Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Standart	
				Hata Tahmini	Durbin- Watson
1	,681 ^a	,464	,441	,51624	1,763

Tablo 4.9. 2AEK (Geriye Doğru) Model için Durbin Watson Test Sonuçları

Model Özeti					
Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Standart	
				Hata Tahmini	Durbin- Watson
1	,672 ^a	,451	,430	,52150	1,762

Tablo 4.10. AEK (Adımsal) Model için Durbin Watson Test Sonuçları

Model Özeti					
Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Standart	
				Hata Tahmini	Durbin- Watson
1	,678 ⁱ	,459	,438	,51760	1,755

Tablo 4.11.2AEK (Adımsal) Model için Durbin Watson Test Sonuçları

Model Özeti

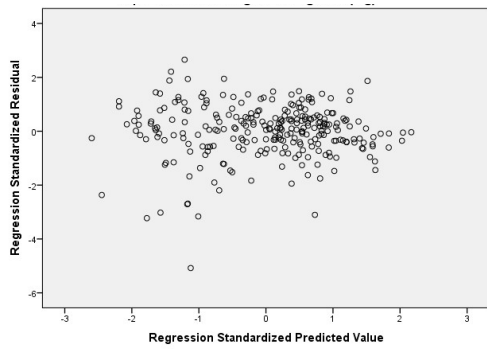
Model	R	R Kare	Standart		
			Düzeltilmiş R Kare	Hata Tahmini	Durbin-Watson
1	,671 ^a	,450	,431	,52086	1,757

Artık hata bulma testi ise modelin varsayımları karşılayıp karşılamadığını görmek için uygulandı. Artık analizinin uygulanma amacının regresyon modelinin lineerliği, hata terimlerinin bağımsızlığı ya da eş varyanslılık özelliklerinin herhangi birinde varsayımları ihlal eden bir durum olup olmadığının saptanmasıdır.

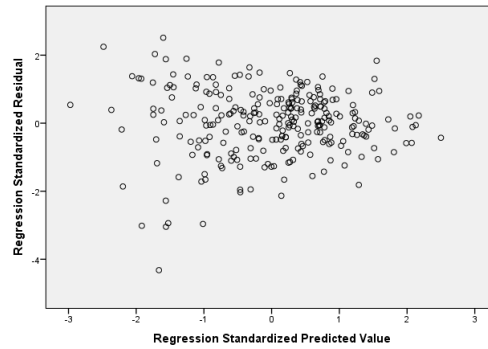
Her modelin tahmin edilen değerleri ortaya konduktan sonra artıklar da grafikte çizilir. Şekil 4.2'de de görebileceğiniz gibi, artıklar sıfırda merkezlenen yatay eksende artıklar konumlanmıştır ve sistematik pozitif ya da negatif eğilimleri bulunmamaktadır. Dolayısıyla, lineerlik varsayımının karşılandığını söyleyebiliriz. Ayrıca Şekil 4.2, modelin hata terimlerinin bağımsızlığı varsayımını da grafikte hataların rastgele dağılımı göstererek kanıtlamış oluyor.

Son olarak, grafikteki noktaların herhangi bir belirgin davranışı/trendi takip etmediği ve grafikte dağıldıkları için modelin eş varyanslılığa sahip olduğu sonucuna da varabiliriz.

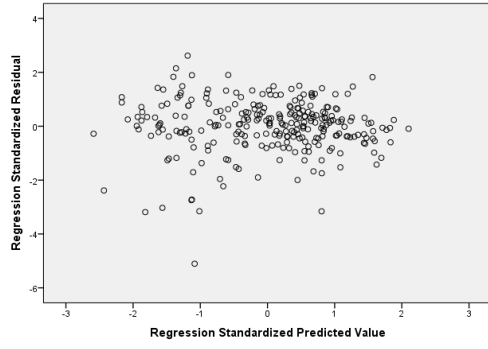
Sonuç olarak yukarıda bahsi geçen testler ve grafikler yoluyla modelin lineer regresyon modellerinin beş varsayımını karşıladığı gösterilmiştir.



(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 4.2. Artık Ve Tahmin Edilen Değerler için Grafik: (a) EKK Geriye Doğru (b) 2AEK Geriye Doğru (c) EKK Adımsal (d) 2AEK Adımsal

Çoklu doğrusallık ise Varyans Enflasyonu Faktörü değerleri ile test edilmiştir. Eğer varyans enflasyonu faktörü değerleri 10'dan küçük bir değere eşitse, bu çoklu doğrusallığın sağlanmadığı anlamına gelmektedir. Bu sonuç aynı zamanda korelasyon matrisiyle tutarlı sonuç vermektedir. Korelasyon matrisinin gösterdiğine göre, bağımsız değişkenlerin arasında yüksek iki değişkenli korelasyon bulunmamaktadır.

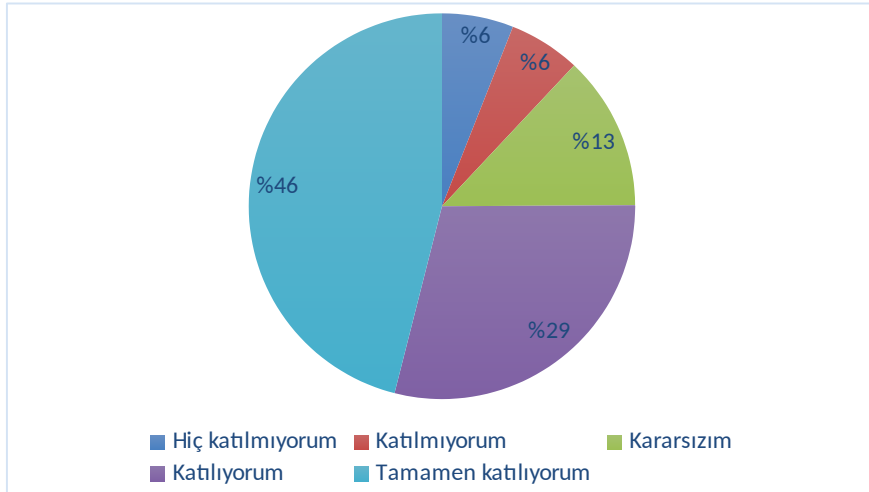
Tablo 4.12. Çoklu doğrusallık istatistikleri

Geriye Doğru			Adımsal		
Katsayılar					
Model	Doğrusal Bağlantı İstatistikleri		Model	Doğrusal Bağlantı İstatistikleri	
	Tolerans	VIF		Tolerans	VIF
Hanenin büyüklüğü (log)	,878	1,140	Isıtma verimliliği (log)	,926	1,080
Toplam kat sayısı	,842	1,187	Hanenin büyüklüğü (log))	,877	1,140
Pozisyon: Çatı	,727	1,375	Toplam kat sayısı	,820	1,220
Petek sayısı	,889	1,124	Petek sayısı	,919	1,088
Komşu ısıtması: alt ve üst kat	,706	1,416	Komşu ısıtması: alt kat	,901	1,110
Boiler: Hermetik	,944	1,060	Hermetik kazan	,936	1,068
Kazan yalıtımdan sonar değişti mi?	,941	1,063	Kazan yalıtımdan sonar değişti mi?	,939	1,065
Ev sıcaklığını	,965	1,037	Ev sıcaklığını	,967	1,034

belirleyen kişinin cinsiyeti: Erkek Ev sıcaklığının belirlenmesindeki sebep: Dış ortam sıcaklığı Araç sayısı	,956	1,046	belirleyen kişinin cinsiyeti: Erkek Ev sıcaklığının belirlenmesindeki sebep: Dış ortam sıcaklığı Araç sayısı	,948	1,055
	,919	1,088		,912	1,096

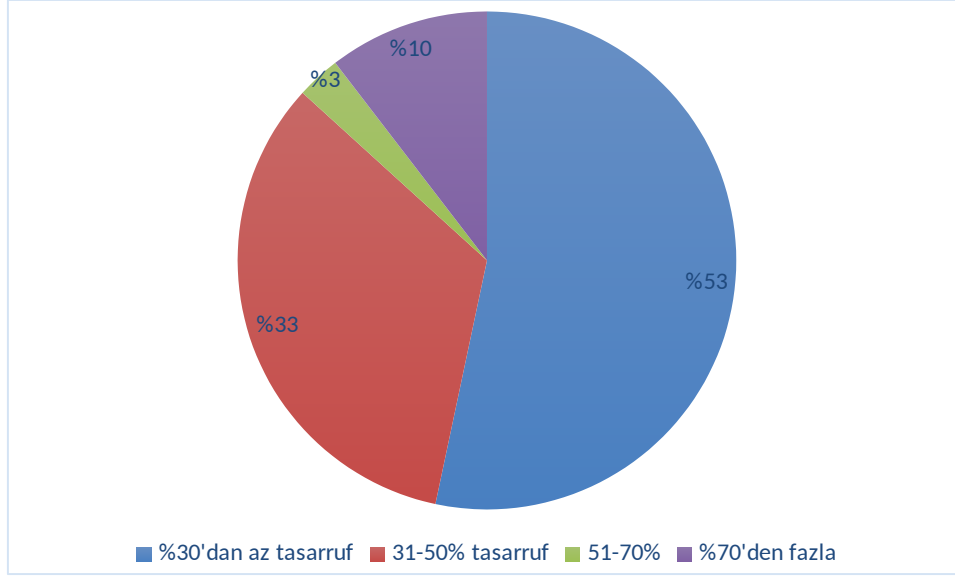
4.3. Tüketici Perspektifiyle İlgili Sonuçlar

Tüketicilerin yalıtım sonrası oluşması mümkün sonuçlarla ilgili fikirlerine yönelik anket yapılmıştır. Tüketicilere yalıtımın tükettikleri gaz miktarını düşürüp düşürmediği soruldu. Elde edilen cevaplar Şekil 4.3'te görselleştirilmiştir. Sonuçlara göre tüketicilerin %75'i yalıtımın ödemeleri gereken faturaları azalttığına şiddetle katıldıklarını ve katıldıklarını belirtti. Bu oranın geri tepme etkisinde bulunan sonuçlarla tutarlı olmamasına rağmen, geri tepme etkisine rağmen yalıtım aktivitelerinin yine de gözlemlenebilir sonuçlara yol açtığı sonucuna varabiliriz. Ayrıca tüketiciler yalıtım aktiviteleri ile ilgili olumlu düşüncelere sahip olurken, konularına yapılan yalıtımın işe yarayan bir girişim olduğunu düşünmektedirler.



Şekil 4.3. Yalıtımın ısınma masraflarının düşmesini sağladığı hane halkları

Tüketicilerin yalıtım sonrası ısınma masraflarına yönelik fikirlerinin dağılımının nasıl olduğuna dair Şekil 4.4 incelenebilir. Bu sonuçların daha önce de belirtilen geri tepme etkisi sonuçlarıyla tutarlı olduğu görülebilir. Tüketicilerin yarısından fazlası, yalıtımın ısınma masraflarını %30'dan az olacak şekilde azalttığı görüşünü bildirdi.



Şekil 4.4. Yalıtım sonrası ısınma harcamalarından yapılan tasarruf.

4.4. Değişkenlerin Tanımlanması

Demografi, mesken ve davranışsal özellikler için regresyon analizi yapıldı. Her gruptaki önemli değişkenleri belirlemek ve gaz tüketimine olan negatif ya da pozitif katkılarını saptamak için ayrı ayrı sıradan en küçük kareler yöntemi ile modeller kuruldu.

Demografik değişkenlerden hanenin büyüklüğü, gelir ve ortalama yaş değişkenleri pozitif t değeri ile modelde önemli parametreler olarak saptandı, dolayısıyla gaz tüketimiyle pozitif bir ilişkileri olduğu belirlendi. Sonuç olarak, bu parametrelerdeki artış gaz tüketimini ve dolayısıyla geri tepme etkisini artırmaktadır. Tam tersine, komşuların ısıtmasının (üst ve alt katlardan), gaz tüketimiyle negatif ve önemli bir ilişkisi bulunmaktadır. Bu yüzden, üst ya da alt katta bulunan komşuların kendi meskenlerini ısıtıyor olmasının geri tepme etkisini azaltacağı sonucuna varabiliriz.

Konut karakteristiklerinden bahsedecek olursak, toplam kat sayısının ve dairenin bulunduğu katın negatif t-değeri ile modelde önemli parametreler oldukları belirlenirken; yatak odası sayısı, ısıtıcı sayısı, yalıtım sonrası kazanın değiştirilmesi, ortalama sıcaklık tercihinin geri tepme etkisine pozitif anlamda etki eden önemli değişkenler olduğu söylenebilir. Mevcut kazanın daha verimli bir kazanla değiştirilmesi verimliliği artırırken, bu sebeple geri tepme etkisinin ortaya çıkma durumu ortaya çıkabileceği değerlendirildi. Ayrıca, ortalama hane sıcaklığı arttıkça, tüketim de artmaktadır ve dolayısıyla geri tepme etkisi de artmaktadır.

Negatif T-değeri ile önemli bir ilişkiye sahip davranışsal faktörler ise hava sıcaklığı ve meskenin sıcaklığının ekonomik kaygılar gözetilerek belirlenmesi olarak ortaya konabilir. Bu negatif değerlerin nedeni gayet açık olmakla beraber, tüketimin maliyetleriyle alakalı endişelere sahip hanelerin daha az tüketim yaptığını söylenebilir. Ayrıca, erkek aile üyelerinin ısınma kararlarını aldığı hanelerde, hane halkının sahip olduğu araba sayısı, meskende geçirilen süre pozitif t-değeri ile önemli ilişkiye sahip olan değişkenlerdir. Sahip olunan araba sayısı hane halkının geliri için bir gösterge olarak düşünülebilir. Dolayısıyla, daha fazla araba sahibi olan hanelerin daha fazla gaz tüketimine meyilli olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar da aynı zamanda pozitif t-değeri ile önemli bir ilişkiye sahip gelir değişkeniyle de tutarlılık göstermektedir.

Tablo 4.13. Davranış, konut ve demografik değişkenler için regresyon analiz sonuçları

	(1) EKK Demografi	(2) EKK Konut	(3) EKK Davranış
Isınma yoğunluğu (log)	0.244*** (5.812)	0.285*** (7.256)	0.262*** (6.328)
Hanenin büyüklüğü (log)	0.595*** (5.476)		
Gelir(log)	0.134* (1.7)		
Ortalama yaş	0.006** (2.3)		
Komşuların ısıtması: alt ve üst	-0.185** (-2.523)		
Kat sayısı		-0.056*** (-3.9)	
Hanenin katı		-0.034** (-2.295)	
Yatak odası sayısı		0.159*** (3.627)	
Petek sayısı		0.078*** (3.26)	
Yalıtım sonrası kazan değişikliği		0.251*** (2.621)	
Ortalama sıcaklık seçimi		0.026**	

(2.104)

Sıcaklığa erkek bireylerin karar vermesi			0.203** (1.995)
Isıtma sıcaklığının hava sıcaklığına göre belirlenmesi			-0.394*** (-4.77)
Isıtma sıcaklığının ekonomik nedenlerle belirlenmesi			-0.276** (-2.381)
Sahip olunan araba sayısı			0.29*** (4.446)
Evde geçirilen saat cinsinden süre			0.597* (1.81)
(Sabit değer)	3.255*** (4.649)	4.173*** (11.536)	4.316*** (10.601)
R ²	0.193	0.384	0.240
DüzeltilmişR ²	0.180	0.365	0.222

Notlar: bağımlı değişken gaz tüketimi miktarının logaritmasıdır. T-istatistikleri parantez içinde verilmiştir.

4.5. Geri Tepme Etkisinin Hesaplanması

Geri tepme etkisi adımsal sıradan en küçük kareler yöntemi ile geriye doğru çıkarma sıradan en küçük kareler yöntemi prosedürleri ile modellendi ve yapılan iki işlemin ardından da enstrümantal değişkeninin konut yaşı olduğu 2AEK yöntemi uygulandı. Enerji performansı sertifikasının hesaplama yöntemi ve potansiyel prosedürleri rastgele ölçüm hatası içeriyor olabilir, dolayısıyla EKK üzerinden yapılan β_1 hesaplanmasında aşağı yönlü bir yanlılık olabilir. Bu olası yanlılığı ortadan kaldırmak adına ise konut yaşının enstrümantal değişkeni olarak seçildiği iki aşamalı en küçük kareler yöntemi uygulandı. Konut yaşının enstrümantal değişkeni olarak seçilme nedeni ise bu değişkenin gaz tüketimine olan tek etkisinin enerji verimliliği üzerinden olmasıdır(Volland, 2016).

Sıradan en küçük kareler yöntemi uygulanırken modele tüm değişkenler dahil edildi. Sıradan en küçük kareler yöntemi modellerinde önemli olan değişkenlere ise iki aşamalı en küçük kareler yöntemi uygulandı.

Model gaz tüketiminin bağımlı değişken, ana bağımsız değişkenin ise ısı yoğunluğu olacağı şekilde kuruldu ve ısı yoğunluğu Enerji Kimlik Belgesinden alındı. Bu değişken geri tepme etkisinin hesaplanmasında kullanıldı. Isı yoğunluğuna ek olarak; demografi, konut karakteristikleri ve davranışsal faktörler de modele dahil edildi.

Geriye doğru çıkarma sıradan en küçük kareler yönteminin sonuçlarına göre, hane halkının büyüklüğü, evde bulunan petek sayısı, yalıtım sonrası kazanın değiştirilmesi, ısıtmayla alakalı karar veren erkek aile üyeleri ve sahip olunan araç sayısı pozitif t-değeri ile önemli ilişkiye sahip olan değişkenler olarak belirlendi. Diğer taraftan, toplam kat sayısının, hanenin çatı katında bulunmasının, dışarı sıcaklığını gözeterek ev sıcaklığının belirlenmesi, hermetik tip kazan, iki taraftan da ısıtma yapan komşular ise, negatif t-değeri ile önemli ilişkiye sahip olan değişkenler olarak saptandı. Konutun apartmanın çatı katında olması adım adım ve geriye doğru çıkarma sıradan küçük kareler yönteminde de önemli bir değişkenler olmadığı sonucuna varıldı. Ayrıca, alt katta olan komşunun ısıtmayı aktif kullanması adım adım sıradan en küçük kareler yönteminde önemli bir değişken iken, geriye doğru çıkartma sıradan en küçük kareler yönteminde önemli bir değişken olarak bulunmadı.

Geri tepme etkisi birden enerji verimliliğinin t-değeri çıkartılarak hesaplanmaktadır. Tablo 4.14'te görüldüğü üzere geri tepme etkisi geriye doğru çıkarma sıradan en küçük kareler yöntemi ve adım adım sıradan en küçük kareler yöntemi prosedürleri için %70 civarında hesaplanırken, iki aşamalı en küçük kareler (EKK) yöntemi için %48 civarında hesaplandı. Geri tepme etkisinin iki aşamalı en küçük kareler (2EKK) tahmin vasıtalarıyla kayda değer şekilde düştüğünü söyleyebiliriz. Türkiye'deki haneler için önemli bir seviyede geri tepme etkisi olduğu sonucuna varabiliriz. Örnek vermek gerekirse, beklenen verimliliğin %50 olması durumunda, gerçekleşen verimliliğin %25 civarında olacağını söyleyebiliriz. Ayrıca, geri tepme etkisinden kaynaklı beklenen verimliliğin yarısı oranında kayıp olsa da yine de gaz tüketiminde düşüş olduğu da belirtilmelidir.

Tablo 4.14. *Hesaplama Sonuçları*

(1)	(2)	(3)	(4)
-----	-----	-----	-----

	EKK	2EKK(1)	EKK	2EKK(3)
	Geriye doğru çıkarma	Apartmanın yaşı	Adımsal	Apartmanın yaşı
Isınma yoğunluğu (log)	0.293*** (8.123)	0.518** (2.168)	0.297*** (8.284)	0.514** (2.255)
Hanenin büyüklüğü (log)	0.310*** (3.953)	0.337*** (3.795)	0.309*** (3.941)	0.332*** (3.811)
Toplam kat sayısı	-0.063*** (-5.731)	-0.077*** (-3.979)	-0.064*** (-5.864)	-0.077*** (-4.282)
Çatı katı	-0.157* -1.719	-0.151 (-1.537)		
Petek sayısı	0.055** (2.36)	0.064*** (2.396)	0.053** (2.335)	0.06** (2.361)
Yalıtım sonrası kazan değişikliği	0.298*** (3.334)	0.313*** (3.219)	0.303*** (3.374)	0.316*** (3.262)
Sıcaklığa erkek bireylerin karar vermesi	0.311*** (3.581)	0.325*** (3.445)	0.301*** (3.462)	0.316*** (3.357)
Isıtma sıcaklığının hava sıcaklığına göre belirlenmesi	-0.247*** (-3.82)	-0.267*** (-3.683)	-0.238*** (-3.667)	-0.260*** (-3.562)
Hermetik kazan	-0.213*** (-2.714)	-0.171* (-1.799)	-0.215*** (-2.726)	-0.173* (-1.825)
Komşuların ısıtması: alt ve üst	-0.191** (-2.502)	-0.109 (0.916)		
Araba sayısı	0.203*** (3.525)	0.201*** (3.248)	0.214*** (3.691)	0.208*** (3.334)
Komşuların ısıtması: alt			0.163** (2.064)	0.099 (0.917)
(Sabit)	4.914***	3.924***	4.738***	3.857***

	(18.236)	(3.628)	(18.028)	(4.039)
R ²	0.464	0.354	0.459	0.346
Düzeltilmiş R ²	0.441	0.326	0.438	0.321
Geri tepme etkisi	0.707	0.482	0.703	0.486

Notlar: bağımlı değişken gaz tüketimi miktarının logaritmasıdır. T-istatistikleri parantez içinde verilmiştir.

4.6. Farklı Gelir Grupları Bazında Geri Tepme Etkisinin Hesaplaması

Literatürde farklı gelir gruplarının geri tepme etki değerlerinin değişkenlik gösterdiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. ((Guertin vd., 2003); (Hache vd., 2017); (B. Peters ve McWhinnie, 2017); (Milne ve Boardman, 2000);(Madlener ve Hauertmann, 2011), (B. Peters ve McWhinnie, 2017)). Söz konusu çalışmalar göstermiştir ki düşük gelir sahibi hanelerde daha güçlü geri tepme etkisi görülmektedir. ((Milne ve Boardman, 2000), (Madlener ve Hauertmann, 2011), (B. Peters ve McWhinnie, 2017)). Bundan dolayı, geri tepme etkisini azaltmak ya da yok etmek için sunulacak politikaların farklı gelir gruplarını gözeterak, ortaya konması ihtiyacı doğmuştur. Bu çalışmada, haneler düşük gelirli, orta gelirli ve yüksek gelirli olmak üzere üç farklı gelir grubuna bölündü ve geri tepme etkisi sıradan en küçük kareler yöntemi kullanılarak her grup için ayrı ayrı hesaplandı.

'te görüleceği gibi, düşük ve orta gelirli haneler daha yüksek geri tepme etkisi gösterirken, yüksek gelirli haneler daha düşük geri tepme etkisine sahiptir. Bu sonuçların literatürle tutarlı olduğu görülmektedir. Ancak Türkiye'de yüksek gelirli haneler için de nispeten daha yüksek seviyelerde geri tepme etkisi olduğu sonuçlarımızda ortaya çıkmıştır.

Tablo 4.15. *Gelir düzeyine göre geri tepme etkisi hesaplaması*

	(1)	(2)	(3)
	<i>Düşük</i>	<i>Orta Gelir</i>	<i>Yüksek Gelir</i>
	<i>Gelir</i>		
Isınma yoğunluğu (log)	0.271*** (6.313)	0.298*** (6.499)	0.388*** (3.627)
Hanenin büyüklüğü (log)	0.291*** (3.356)	0.481*** (3.746)	0.436** (2.656)
Komşuların ısıtması: alt ve üst	-0.23*** (-2.816)		
Toplam kat sayısı		-0.067***	-0.067***

		(-4.411)	(-3.010)
Isıtma sıcaklığının hava sıcaklığına göre belirlenmesi		-0.739*** (-5.825)	
Isıtma sıcaklığının evde çocuk bulunmasına göre belirlenmesi		-0.503*** (-2.95)	
Isıtma sıcaklığının ekonomik sebeplere göre belirlenmesi		-0.626*** (-4.149)	
Petek sayısı			0.153*** (3.113)
Sıcaklığa erkek bireylerin karar vermesi		0.327** 2.499	
Yalıtım sonrası geçen ay sayısı		-0.001** (-2.056)	
Hanenin en alt katta bulunması		0.571*** (2.714)	
Hermetik kazan		-0.365*** (-2.909)	
Araba sayısı		0.222** (2.372)	
(Sabit)	5.404*** (25.715)	5,517*** (19.553)	3,651*** (5.873)
R ²	0.623	0.522	0.353
Düzeltilmiş R ²	0.591	0.480	0.319
Geri tepme etkisi	73%	70%	59%

Notlar: bağımlı değişken gaz tüketimi miktarının logaritmasıdır. T-istatistikleri parantez içinde verilmiştir.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

POLİTİKA ÖNERİLERİ

5.1. Geri Tepme Etkisine Yönelik Enerji Verimliliği Politikaları

Enerji verimliliği politikalarında geri tepme etkisiyle ilintili politikalar daha önce pek çok çalışmada ele alınmıştır((Aydın vd., 2017), (Belaïd, Bakaloglou, and Roubaud 2018), (Freire-González, 2010), (Madlener ve Hauertmann, 2011)). Enerji verimliliği politikaları, enerji iklim hedefleri çerçevesinde teknik inovasyonlar ve teknik enerji verimliliği hedefleri üzerine yoğunlaşmaktadır. Ancak, enerji verimliliği politikalarının hayata geçmesinde tüketici davranışlarının önemli rolü vardır. Bu sebeple, enerji verimliliğiyle ilgili hedefler ve yeni enerji stratejileri belirlenirken geri tepme etkisinin de hesaba katılması gerekmektedir. Enerji verimliliği hedeflerinin gerçekleştirilmesinde teknolojik geliştirmelerin yanı sıra tüketici davranışı da önemli role sahiptir. Örneğin bina yapım yönetmelikleri enerji verimliliği hedeflerinin gerçekleşmesine hizmet eden tek önemli parametre değildir. (Aydın vd., 2017)'nin çalışmasında görülebileceği gibi bina yapım yönetmeliklerinin iyileştirilmesi ya da bir metrekaresi ısıtmak için gereken kwh, enerji tüketimini azaltmaktaki tek gösterge değildir. Bazı durumlarda enerji verimliliği uygulamalarından sonra enerji tüketiminin artma olasılığı bile ortaya çıkabilmektedir (Freire-González, 2010). Bu durum bilindiği üzere *backfire* etkisi olarak bilinmektedir.

Hükümetlerin enerji verimliliği politikalarında ve hedeflerinde, enerji tüketimi hesaplamalarında veya senaryolarında geri tepme etkisi hesaba katılmalıdır. Bu şekilde daha gerçekçi ve güvenilir sonuçlara ulaşılabileceği değerlendirilmektedir.

Geri tepme etkisini hesaba katmadan yapılmış var olan enerji politikalarıyla çeşitli politikalar birleştirerek de geri tepme etkisi azaltılabilir. Enerji veya karbon vergilendirmesi bu politikalardan bazılarıdır. Bu politikanın gerçekleşmesi için, haneler enerji ve karbondioksit tüketimlerini gözlemlemek amacıyla izleme platformlarına ihtiyaç duyabilmektedir(Yu vd., 2013). İç tüketimin azaltılmasında izleme platformları ya da enerji yönetim sistemleri önemli rol oynayabilir (Scheepens ve Vogtländer, 2018).

Tüketiciler çoğu zaman yaptıkları verimsiz enerji davranışlarının enerji verimliliği politikaları için doğurduğu sonuçlardan haberdar değildirler. Buna çözüm olarak, tüketicileri enerji verimliliği ve sorumlu davranışın ne olduğu konusunda bilgilendirecek, farkındalık artırıcı

projeler/kampanyalar düzenlenebilir ((Belaïd, Bakaloglou, and Roubaud 2018), (Copiello ve Gabrielli, 2017)).

Enerji tüketiminin kontrolünde bir başka tavsiye edilen yöntem ise enerji fiyatlarının arttırılmasıdır. Bu yöntem ile direk olarak tüketicinin daha enerji verimli tüketim davranışına sahip olması hedeflenmektedir. Aynı zamanda, Çin'de geri tepme etkisiyle mücadele edebilmek için pazar odaklı esnek enerji fiyatlandırması da efektif bir yöntem olarak tavsiye edilmektedir(X. Li ve Liu, 2017).

Çevresel ve sosyal maliyetler de enerjinin arz masraflarına dahil edilebilir (Copiello ve Gabrielli, 2017). Ancak, enerji fiyatlarındaki artış düşük gelir sahibi haneler üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Kanada'da toplu ödeme gibi devlet yardımları düşük gelirli hanelerin karşılaştığı sorunları çözmek için kullanılan yöntemlerden biridir. 2000 yılında enerji fiyatları yükseldiğinde, Kanada Hükümeti 1999 senesinde beyan edilen gelire göre düşük gelirli hanelere250'ser Kanada Doları hibe etti. Ayrıca, düşük gelirli hane halkları daha az verimli fırın/ocak kullandıklarından dolayı, daha verimli fırın/ocak satın almalarını sağlamak için de devlet desteğinde bulunuldu. Düşük gelirli hanelerin elektrik, su ve gaz faturalarına direk olarak fiyat üzerinden müdahalede bulunmak da Amerika'da çeşitli refah programlarında uygulanmıştır ve bu uygulamaya hedeflenen yaşam çizgisi planı adı verilmektedir (Guertin vd., 2003). Gelir aktarımı ve sosyal yardımlar, düşük gelirli haneler için önerilen iki diğer çözümdür (Hache vd., 2017). Düşük gelirli haneler için devlet yardımları ısınma için olan rahatlığı/refahı ve dolayısıyla doğrudan geri tepme etkisini de arttırabilir. Bu durum Amerika'da Bina Yalıtımı Destek Programı üzerinden uygulandı ancak etkisi belirgin olarak gözlemlenemedi (Hediger vd., 2018). Sonuç olarak, enerji tüketiminin düşürülmesinin hedeflendiği enerji verimliliği politikalarında, düşük gelirli haneleri hedef kitle olarak belirlemek çok yardımcı olmayabilir. Diğer taraftan, eğer politikaların amacı daha hassas olan düşük gelirli hanelerin refahını, konforunu ve sağlık durumlarını iyileştirmekle olumlu etki elde edildiği sonucuna varılabilir (B. Peters ve McWhinnie, 2017).

Düşük gelirli haneler daha güçlü geri tepme etkisine sahip iken, yüksek gelirli hanelerde daha düşük geri tepme etkisi görülmektedir ((Milne ve Boardman, 2000), (Madlener ve Hauertmann, 2011), (B. Peters ve McWhinnie, 2017)). Bu duruma ek olarak (X. Li ve Liu, 2017) çalışmasında belirtildiği üzere doğrudan geri tepme etkisi, uç seviyelerde yüksek ya da düşük gelire sahip hanelerde çok daha yüksek düzeyde gözlemlenmiştir. Bu sebeple, kimi durumlarda nispeten daha yüksek gelirli hanelerin hedeflendiği enerji verimliliği politikalarının

daha etkili olacağı dile getirilmiştir ((Coyne vd., 2018), (Hediger vd., 2018)). (Hache vd., 2017) çalışmasında yüksek gelirli hanelerde doğaya değer veren geleneksel teşvikler verilmesini önerdi. Bir başka çalışmada ise, Norveç'in en gelişmiş bölgeleri için elektriğe yönelik; karbon vergisi, enerji vergisi, katmanlı fiyatlandırma gibi fiyatlandırma mekanizmaları önerilmiştir (Winther ve Wilhite, 2014).

Prebound etkisi ve düşük gelir ilişkili olan iki kavram ve yakıt yoksulluğunun işaretidir. Zarar görmeye daha meyilli grupları hedef almak da ayrıca önem taşımaktadır. Ancak, bu grupların binaları güçlendirme/yenileme çalışmalarına katılmalarını sağlamak pek mümkün değildir. Bundan dolayı, üçüncül sektör tarafından ya da gönüllü gruplar tarafından yürütülen topluluk enerji şeması ya da düzenlenen mevzuatlar ve yerel otoriteler bu gelir sahibine sahip haneler için önerilen tavsiyeler olarak ortaya çıkmaktadır(Galvin ve Sunikka-Blank, 2016). Bazı çalışmalar enerji verimliliği politikalarından düşük gelirli hanelerin çıkarılmasını öneriyorken, bu gruplar yukarıda belirtilen politikalar ile farkındalık yaratıcı kampanyaların harmanlanmasıyla enerji verimliliği hedeflerine katkıda bulunabilirler.

Tüketiciler belli bir konfor seviyesine ulaştıktan sonra ısıtmayı artırmaya devam etmemektedirler. Bundan dolayı, binalarda yüksek verimli cihazların olduğu derinlemesine yenileme/onarımların yapılması doğrudan geri tepme etkisini azaltmak için önerilmektedir(Hediger vd., 2018).

Geri tepme etkisinin oluşmasına neden olan en önemli sebeplerden biri refah seviyesidir. Bu sorunu aşmak için bilgilendirme kampanyaları ve gereksiz ısıtmanın yol açacağı zararları anlatan eğitimler düzenlenebileceği değerlendirilmektedir.

Enerji performansı kontratları için kullanılan paylaşımlı tasarruf sözleşmelerinin, hem kiracılar hem de ev sahipleri için geri tepme etkisini azaltmak amacıyla kullanılması mümkün bir yol olduğundan bahsedilebilir (Y. Lu vd., 2017). Bu yol Enerji Servis Şirketleri modeli için geçerlidir.

Geri tepme etkisi tüketici davranışından kaynaklanmaktadır. Bundan dolayı, tek başına mühendislik yöntemleri geri tepme etkisinin nedenlerini tanımlamak ve bu sorunu çözmek için yeterli değildir. Aynı zamanda geri tepme etkisinin ardındaki psikolojik faktörler de göz önüne alınabilir (Santarius, Walnum, and Aall 2018).

Tüketicileri enerji verimliliği ve dolaylı olarak geri tepme etkisinde bilgilendirecek farkındalık artırıcı kampanyalar kamu hizmetleri üzerinden gerçekleştirilebilir ve farklı gelir grubundaki haneler için farklı faaliyetler uygulanabilir.

5.2. Türkiye için Öneriler

Literatürde geri tepme etkisiyle alakalı pek çok çalışma politikaların farklı gelir grupları için yapılması gerektiğinin önemini vurgulamaktadır. Yapılan çalışmalarda da belirtildiği üzere düşük gelirli haneler, orta ve yüksek gelirli gruplara kıyasla yakıt yoksulluğu yaşamaya daha meyillidirler. Ancak, elde edilen sonuçlara göre Ankara'da düşük ve orta gelirli gruplar neredeyse aynı büyüklükte geri tepme etkisine sahip iken, yüksek gelir sahibi gruplar orta ve düşük gelirli gruplara göre daha az geri tepme etkisine sahiptir. Türkiye'de düşük ve orta gelirli gruplar için ayrı ayrı politika geliştirilmesi önerilebilir. Yüksek gelirli grupta görece daha az geri tepme etkisi olsa da, hala yadsınamayacak (60% oranında) geri tepme etkisi söz konusudur. Bundan dolayı, Türkiye'de enerji verimliliği politikalarının hedeflerinin gerçekleştirilmesi için yüksek gelirli gruplar göz ardı edilmemelidir.

Tüketicilere, yaptıkları verimsiz enerji davranışlarının sonuçlarıyla ilgili bilgilendirmeler yapılmalı ve kampanyalar düzenlenmesi önerilmektedir. Türkiye'de her gelir grubunun geri tepme etkisinde göz ardı edilmeyecek bir payı olduğunu düşünürsek, bilgilendirici kampanyaların düzenlenmesinin faydalarından biri de her gelir grubuna ulaşabilecek olmasıdır. Ayrıca, anket sonuçlarına göre tüketicilerin %75'i yalıtımın ısıtma masraflarını düşürdüğüne katılıyor veya kesinlikle katılıyor. Dolayısıyla, geri tepme etkisinden kaynaklı kayıpların farkında olmadıkları sonucuna varılabilir. Sonuç olarak, bilgilendirici kampanyalar tüketicileri enerji güvenliği, tüketim ve çevreyle alakalı verimsiz davranışları ve verimli davranışların faydaları hakkında bilgilendirilmesinde çok yararlı olabilir.

İzleme ve enerji yönetimi platformları geri tepme etkisine karşı kullanılacak araçlar arasında değerlendirilmektedirler(Scheepens ve Vogtländer, 2018). Bunun arkasındaki sebep ise, tüketicilerin izleme ve enerji yönetim platformları sayesinde tüketimleri ve karbondioksit emisyonları hakkında bilgi ve farkındalık sahibi olacak olmasıdır. Bu şekilde, tüketiciler gerçekleşen enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonu ile beklenen enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonu arasındaki farkı görebilir ve bu farkı ortadan kaldırmak ya da azaltmak için daha sorumlu davranışlar geliştirebilirler. Avrupa Birliği'nde enerji tüketimi ve verimliliğiyle alakalı oyunlar ya da telefon uygulamaları kullanılarak, arada oluşan farkı yok

etmeleri ya da azaltmak için tüketicileri harekete geçirecek projeler gerçekleştirilmektedir. HIT2GAP⁴ büyük veri platformları kullanılarak, beklenen ve gerçekleşen enerji verimliliği arasındaki farkı azaltmaya yönelik projelerden biridir. Sonuç olarak, Türkiye'de de oyun teknolojileri ya da akıllı telefon uygulamaları üzerinden, Türkiye'de bulunan hanelere uygun şekilde geliştirilerek benzer projeler uygulanabilir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, merkezi ısıtma sistemine sahip yeni binalar için otomatik kontrol sistemi zorunluluğunu getirmiştir. Ancak, bu zorunluluk daha sınırlıdır ve tüketici-dostu sistemlere ya da telefon uygulamalarına dayanmamaktadır, bu sebeple bu uygulamanın etkisi beklendiğinden daha düşük olabilir. Bu uygulamanın mevcut binaları da kapsayacak şekilde daha kullanıcı dostu araçlar kullanılarak geliştirilmesi tavsiye edilmektedir.

Geri tepme etkisi ile başa çıkmak için kullanılabilecek başka bir politika ise enerji fiyatlarının arttırılmasıdır. Ancak, düşük gelire sahip haneler bu politikadan olumsuz şekilde etkilenebilir. Bu durumda, düşük gelire sahip hanelere devlet desteği verilerek geri tepme etkisi ile mücadele edilebilir. Ayrıca, gönüllü gruplar ya da üçüncül sektörler tarafından yürütülen topluluk enerji planları düşük gelire sahip yakıt yoksulluğu yaşayan gruplar için başka bir çözüm yolu olabilir. Derinlemesine yenileme çalışmaları hane halkları için en iyi seçeneklerden biri olabileceği değerlendirilmektedir. Bu yolla söz konusu haneler belli bir rahatlık seviyesine ulaşacakları için, daha fazla tüketme ihtiyacı duymayacakları değerlendirilmektedir. Bu çözüm ile geri tepme etkisinin önemli ölçüde düşürülebileceği düşünülmektedir.

Enerji Servis Şirketi modeli Türkiye'de hanelerde yaygın olarak uygulanmamaktadır. Dolayısıyla, ileride Türkiye'de enerji servis şirket modeli daha yaygın şekilde kullanılması durumunda, bu da çözüm için bir seçenek olabilir.

⁴<http://www.hit2gap.eu/>

SONUÇ

Geri tepme etkisinin enerji verimliliği politikalarında önemli bir yeri vardır. Teknolojik gelişmeler bu politikaların gerçekleştirilmesindeki tek önemli unsur değildir. Birçok çalışmada görülebileceği gibi geri tepme etkisi enerji verimliliği iyileştirmelerinin en az %50'sini bertaraf edebilmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere tüketici davranışları hedeflerin gerçekleştirilmesinde önemli bir etmen olarak yerini almaktadır. Bu yüzden, geri tepme etkisinin ardındaki nedenleri ve önemli faktörleri anlamak enerji verimliliği politikalarının oluşturulmasında önem arz etmektedir.

Bu çalışma mesken ısıtmasında doğrudan geri tepme etkisine odaklanmıştır. Bunun için Ankara'daki 317 adet hane ile yüz yüze anket yapıldı. Bu haneler daha önceden yalıtım yaptırmış hanelerdir. Bu çalışmanın hedefi Ankara'nın geri tepme etkisini hesaplamak ve geri tepme etkisi ile ilişkili faktörleri belirlemektir. Bu çalışmaların akabinde, elde edilen sonuçlarla ilintili olarak politika tavsiyelerinde bulunulmuştur.

Öncelikle demografik, konut karakteristiği ve davranışsal faktörleri yansıtan unsurlar ayrı ayrı gruplar halinde gaz tüketiminin bağımlı değişken olacağı şekilde regresyon modeline dahil edildi. Demografik değişkenlerden çıkan sonuca göre, hane büyüklüğü, gelir ve ortalama yaş gaz tüketimi ile pozitif ilişkiye sahiptir. Bu değişkenlerdeki artış gaz tüketimini arttırırken, üst ve alt kattaki komşuların ısıtma durumu ise gaz tüketimini azalttığı açıkça görülmüştür. Konut karakteristiği değişkenlerinden çıkan sonuca göre, toplam kat sayısı ve dairenin bulunduğu kat gaz tüketimi ile negatif ilişkiye sahip iken; yatak odası sayısı, kazan sayısı, kazanın yalıtım sonrası değişmiş olması ve tercih edilen ortalama sıcaklık gibi değişkenlerin ise pozitif ilişkiye sahip olduğu görüldü. Tercih edilen sıcaklığın ortalamasının artmasının gaz tüketimini ve geri tepme etkisini arttırdığı görüldü. Son olarak davranışsal faktörler regresyon modeline dahil edildi ve dış ortam sıcaklığı ile hane halkının sıcaklığa karşı ekonomik davranışının gaz tüketimi ile negatif ilişkiye sahip olduğu görüldü. Dolayısıyla, ekonomik kaygıları daha yüksek olan hanelerin ısınmaya daha az harcama yaptığı ve daha az geri tepme etkisine sahip olduğu sonucuna varılabilir. Hane sıcaklığına erkek aile üyelerinin karar vermesi, hane tarafından sahip olunan araba sayısı ve aile üyelerinin evde geçirdiği vakti ele alan değişkenlerin ise gaz tüketimi ile pozitif bir ilişkiye sahip olduğu ortaya çıktı. Sahip olunan araç sayısının gelir ile alakalı olduğu düşünüldüğünde, bu sonuçların gelir değişkeninin sonuçlarıyla tutarlı olduğu görülmüştür. Zira gelir düzeyine göre yapılan geri tepme hesaplamasında gelir düzeyi arttıkça geri tepme etkisinin düştüğü görülmüştür.

Doğrudan geri tepme etkisi geriye dönük ve adımsal sıradan en küçük kareler yöntemlerine müteakiben iki yöntemden çıkan sonuçlar için ayrı ayrı, konut yaşının enstrümantal değişken olarak belirlendiği iki aşamalı en küçük kareler yöntemi ile hesaplandı. Sıradan en küçük kareler yöntemi ile geri tepme etkisi %70 olarak bulunurken, iki aşamalı en küçük kareler yöntemi ile geri tepme etkisi yaklaşık %50 olarak hesaplandı. Gaz verileri Ankara'nın doğalgaz dağıtım şirketi Başkent Gaz'dan alınırken, ısı yoğunluğu ile ilgili bilgiler enerji kimlik belgelerinden ve demografik, konut karakteristiği, davranışsal faktörler ile ilgili bilgiler yüz yüze yapılan anket üzerinden elde edildi. Konut yaşının sadece enerji verimliliği ile ilişkisi olduğu ve modeldeki diğer değişkenlerden bağımsız olduğu göz önünde bulundurularak, iki aşamalı en küçük kareler yönteminde enstrümantal değişken olarak belirlendi. Bundan sonra ise geri tepme etkisi üç farklı gelir grubu için hesaplandı: düşük gelir grubu (73%), orta gelir grubu (70%), yüksek gelir grubu (59%). Geri tepme etkisinin düşük gelirden yüksek gelire doğru azaldığı gözlemlendi. Ancak, orta gelir grubu ile düşük gelir grubu için bulunan sonuçların arasında az bir farklılık olduğu gözlemlendi.

Geri tepme etkisi hesaplamalarına ek olarak, farklı sorunlara yönelik tüketici bakış açısını görmek için çizelgeler kullanıldı. İlk çizelgede, tüketicilerin %75'nin yalıtımın doğal gaz faturalarını azalttığı görüşünde olduğu görüldü. Bu çalışmada bulunan sonuçlara göre geri tepme etkisi elde edilen verimlilik kazançlarının yarısını ortadan kaldırmaktadır. Ancak, anket sonuçlarına göre buna rağmen tüketiciler hala yalıtım sonuçlarından memnuniyet duymaktadırlar. Dolayısıyla, geri tepme etkisinin farkında değillerdir. Dolayısıyla, yalıtımla tüketimlerinin daha fazla azaltılabileceğinin bilincinde değildirlir.

Anket esnasında tüketicilere yapılan yalıtımın çevreye etkisiyle alakalı bir soru soruldu. Sonuçlara göre tüketicilerin sadece %28'i yalıtımın çevreyi korumaya yardımcı olduğunu düşünmektedirler. Bundan dolayı, tüketicilerin yalıtım faaliyetlerinin ya da gaz tüketiminin çevre üzerinde olan etkisi hakkında yeterli farkındalığa sahip olmadığı sonucuna varıldı. Bu duruma ek olarak, tüketicilerin yalıtım aktivitelerine yönelmelerinin ana nedeninin iklim değişimini engellemeye katkıda bulunmak olmadığı da söylenebilir. Bu yorum aynı zamanda evdeki ısı değişikliğiyle alakalı en etkili hareket kaynağı sorusu için elde edilen sonuçlar ile de desteklenebilir. Ekonomik etmenler ve hane halkında bulunan çocukların ikincil neden olduğu görülmüşken, bu düşüncenin daha çok bir fiziksel faktör olan dışarı sıcaklığından kaynaklandığı ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmanın ana amaçlarından biri geri tepme etkisi hesaplamaları ve unsurlarından elde edilen sonuçlarla uyumlu politika önerilerinde bulunmaktır. Literatürde de görülebileceği

üzere, çalışmaların çoğu geri tepme etkisi ile gelir arasındaki ilişkiye odaklanmaktadır. Bu sebeple, gelire göre düzenlenmiş üç farklı modelin sonuçları çıkartılmıştır. Düşük, orta ve yüksek gelir gruplarına göre düzenlenmiş üç modelden elde edilen geri tepme etkisinin, literatürü destekler sonuçlara sahip olduğu görülmüştür. Geri tepme etkisinin gelirin artmasıyla düşmesi bu sonucu destekleyen bir bulgudur. Ancak, sonuçlara göre düşük, orta ve yüksek gelir grupları arasında yüksek derecede geri tepme etkisi farkının olmadığı görülmüştür. Bulgulara göre Türkiye'de konutlardaki enerji verimliliği ile ilgili politikaların üretilmesinde yüksek gelirli grubun hesaba katılması tavsiye edilmektedir.

Ayrıca, tüketicilerin bir enerji verimliliği uygulaması olarak yalıtımın direk etkilerinden ve enerji tüketiminin azaltılması ile politika hedeflerinin gerçekleşmesine etki eden verimsiz davranışları hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıkları görülmüştür. Türkiye'deki enerji verimliliği politikalarının başarıyla gerçekleştirilmesi ve geri tepme etkisiyle mücadele edebilmek için bilgilendirici kampanyaların düzenlenmesinin çok efektif bir yol olabileceği değerlendirilmiştir.

Geri tepme etkisi için elde edilen sonuçlar ve tüketicilerden alınan cevaplara göre yalıtımın verimliliği ile elde ettiğimiz sonuçlar birbiri ile tutarlı değil. Sonuç olarak, tüketilen enerjinin yönetimini ve izlenmesini sağlayacak bir araç olmadığında, tüketicilerin kendi tüketimleri hakkında yeterince bilgi sahibi olmadığını söyleyebiliriz. Bu sistemler üzerine gerçekleştirilen gösteri projeleri bulunmakta ve bu projelerde tüketicinin enerji verimliliğiyle ilgili faaliyetlerde daha etkin yer alması için oyun ve akıllı telefon kullanılmaktadır. Dolayısıyla, tüketicilerin verimliliklerini daha iyi takip edebilmeleri ve tüketimlerini azaltabilmeleri için bu tarz projelerin Türkiye'de daha yaygın şekilde uygulanmasını önerilmektedir. Bu gösteri projelerinin daha başarılı olması için daha kullanıcı dostu olan akıllı telefon uygulamalarının yapılması da önerilebilir.

Yüksek tüketimi kontrol altına almak için fiyatların arttırılması da literatürde bazı durumlarda uygulanmış bir politikadır. Diğer taraftan, düşük gelirli hanelerin bu politikadan olumsuz etkilenecekleri de belirtilmiştir. Bu durum için düşük gelirli hane halklarının devlet yardımı alması da bir çözüm olarak belirtilmiştir. Ayrıca, üçüncül taraflar ya da gönüllü gruplar tarafından yönetilen enerji toplulukları da bir başka seçenek olarak önerilebilir.

Düşük gelirli hanelerin geri tepme etkisinin de ötesinde *backfire* etkisine neden olduğu görülmektedir. Bu sorunla başa çıkmak için en etkili yöntemlerden birinin derinlemesine bina yenileme çalışmaları için sağlanan devlet desteği ile bilgilendirici kampanyalar olduğu söylenebilir. Derinlemesine bina yenilemeleri hane halklarının verimliliklerini yoğun olarak



arttırırken, düşük gelirli hanelerin ısıtma maliyetlerinin yoğun bir şekilde düşüreceği için tüketimi büyük ölçüde azaltacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca bu özel tüketiciler bu durumu önlemleri için yaptıkları davranışların sonuçları hakkında bilgilendirilmelidirler. Belli bir seviyenin üzerine çıkan tüketim sonrasında gaz fiyatlarının arttırılması gibi özel bir fiyatlama kuralı da bu tüketicilere yönelik başka bir çözüm olarak düşünülebilir.

Son olarak, Enerji Servis Şirketi modeli Türkiye'de mesken konutlarda yaygın olarak uygulanan bir model değildir. Bundan dolayı, gelecekte Enerji Servis Şirketi modelinin kullanımının yaygınlaşması, yalıtım aktivitelerinin artması ve yapılan yalıtımın kalitesinin artması için bir fırsat olarak görülebilir. Böylelikle, hane halklarının tek başlarına karşılayamadıkları yüksek kaliteli yalıtımın getirdiği yüksek maliyetler de karşılanabilir hale gelecektir. Sonuç olarak, Enerji Servis Şirketi modeli Türkiye'deki yüksek kaliteli yalıtım aktivitelerini arttıracaktır.

Özetle, bu projede geri tepme etkisi birincil ve ikincil veriler yardımıyla hesaplanmış ve geri tepme etkisi ile ilintili faktörler regresyon analizleri yoluyla belirlenmiştir. Ayrıca, literatürdeki politikalar incelenerek ve elde edilen sonuçlar kullanılarak politika önerileri geliştirilmiştir.

- referanslarAdom, P. K., Barnor, C., Agradi, M. P. 2017. "Road transport energy demand in West Africa : a test of the consumer-tolerable price hypothesis". *International Journal of Sustainable Energy*, 0(0), 1–22.
- Alvi, S., Mahmood, Z., Nawaz, S. M. N. 2018. "Dilemma of direct rebound effect and climate change on residential electricity consumption in Pakistan". *Energy Reports*, 4, 323–327.
- Amjadi, G., Lundgren, T., Persson, L. 2018. "The Rebound Effect in Swedish Heavy Industry". *Energy Economics*, 71, 140–148.
- Aoyang, H. L. I., Hao, J. I. Z. 2018. "Rebound effects of new irrigation technologies: The role of water rights", 100(3), 786–808.
- Arrobio, O., Padovan, D. 2018. "A Vicious Tenacity: The Efficiency Strategy Confronted With the Rebound Effect". *Frontiers in Energy Research*, 6(114), 1–8.
- Aune, F. R., Bøeng, A. C., Kverndokk, S., Lindholt, L., Rosendahl, K. E. 2017. "Fuel Efficiency Improvements: Feedback Mechanisms and Distributional Effects in the Oil Market". *Environmental and Resource Economics*, 68(1), 15–45.
- Aydin, E., Kok, N., Brounen, D. 2017. "Energy Efficiency and Household Behavior: The Rebound Effect in the Residential Sector - Corporate Engagement". *RAND Journal of Economics*, 48(3), 749–782. Tarihinde adresinden erişildi <http://corporate-engagement.com/research/113%0Ahttp://files/16522/113.html>
- Azevedo, I. M. L. 2014. "Consumer End-Use Energy Efficiency and Rebound Effects". *Annual Review of Environment and Resources*, 39, 393–418.
- Barker, T., Dagoumas, A., Rubin, J. 2009. "The macroeconomic rebound effect and the world economy". *Energy Efficiency*, 2, 411–427.
- Barkhordar, Z. A. 2019. "Evaluating the economy-wide effects of energy efficient lighting in the household sector of Iran". *Energy Policy*, 127(November 2018), 125–133.
- Bauer, G. 2018. "The impact of battery electric vehicles on vehicle purchase and driving behavior in Norway". *Transportation Research Part D*, 58, 239–258.
- Bedoya-Perales, N. S., Pumi, G., Mujica, A., Talamini, E., Padula, A. D. 2018. "Quinoa

- expansion in Peru and its implications for land use management". *Sustainability (Switzerland)*, *10*(2), 1–13.
- Behl, P., Dette, H., Frondel, M., Vance, C. 2019. "A focused information criterion for quantile regression : Evidence for the rebound effect". *Quarterly Review of Economics and Finance*, *71*, 223–227.
- Belaïd, F., Bakaloglou, S., Roubaud, D. 2018. "Direct rebound effect of residential gas demand: Empirical evidence from France". *Energy Policy*, *115*(September 2017), 23–31.
- Berbel, J., Gutiérrez-Martín, C., Expósito, A. 2018. "Impacts of irrigation efficiency improvement on water use, water consumption and response to water price at field level". *Agricultural Water Management*, *203*(March), 423–429.
- Berger, T., Höttl, A. 2019. "Thermal insulation of rental residential housing : Do energy poor households benefit ? A case study in Krems , Austria". *Energy Policy*, *127*(October 2018), 341–349.
- Bergh, J. C. J. M. van den. 2011. "Energy Conservation More Effective With Rebound Policy". *Environmental and Resource Economics*, *48*(1), 43–58.
- Bitaraf, H., Rahman, S. 2018. "Reducing curtailed wind energy through energy storage and demand response". *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, *9*(1), 228–236.
- Bjelle, E. L., Steen-olsen, K., Wood, R. 2018. "Climate change mitigation potential of Norwegian households and the rebound effect Intergovernmental Panel on Climate Change". *Journal of Cleaner Production*, *172*, 208–217.
- Borozan, D. 2019. "Unveiling the heterogeneous effect of energy taxes and income on residential energy consumption". *Energy Policy*, *129*(January), 13–22.
- Brøgger, M., Bacher, P., Madsen, H., Wittchen, K. B. 2018. "Estimating the influence of rebound effects on the energy-saving potential in building stocks". *Energy and Buildings*, *181*, 62–74.
- Brookes, L. 1979. "A low energy strategy for the UK". *Atom*, *269*, 3–8.
- Bye, B., Taran, F., Rosnes, O. 2017. "Residential energy efficiency policies: costs, emissions and rebound effects". *Energy*.

- Cao, Z., Liu, G., Zhong, S., Dai, H., Pauliuk, S. 2019. "Integrating Dynamic Material Flow Analysis and Computable General Equilibrium Models for Both Mass and Monetary Balances in Prospective Modeling: A Case for the Chinese Building Sector". *Environmental Science and Technology*, 53(1), 224–233. research-article.
- Chen, G., Lin, B., Ye, B., Chen, G., Lin, B., Ye, B. 2018. "Is China 's Manufacturing Industry Efficient ? Evidence from an Energy-Rebound Effect Perspective Is China 's Manufacturing Industry Efficient ? Evidence from an Energy-Rebound Effect Perspective". *Emerging Markets Finance and Trade*, 54(10), 2245–2257.
- Chen, K., Li, Z., Ta-Ping, L., Rau, P.-L. P., Dinglong, H. 2018. "Influence of Rebound Effect on Energy Saving in Smart Homes". *Çinde Cross-Cultural Design Applications in Cultural Heritage, Creativity and Social Development* (ss. 266–274).
- Cheng, Z., Li, L., Liu, J. 2018. "Industrial structure, technical progress and carbon intensity in China's provinces". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(June 2017), 2935–2946.
- Chitnis, M., Sorrell, S., Druckman, A., Firth, S. K., Jackson, T. 2013. "Turning lights into flights: Estimating direct and indirect rebound effects for UK households". *Energy Policy*, 55, 234–250.
- Copiello, S., Gabrielli, L. 2017. "Analysis of building energy consumption through panel data : The role played by the economic drivers". *Energy & Buildings*, 145, 130–143.
- Coulombel, N., Boutueil, V., Liu, L., Viguié, V., Yin, B. 2018. "Substantial rebound effects in urban ridesharing: Simulating travel decisions in Paris, France". *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, (June), 1–17.
- Coyne, B., Lyons, S., McCoy, D. 2018. "The effects of home energy efficiency upgrades on social housing tenants: evidence from Ireland". *Energy Efficiency*, 11(8), 2077–2100.
- Czepkiewicz, M., Heinonen, J., Ottelin, J. 2018. "Why do urbanites travel more than do others? A review of associations between urban form and long-distance leisure travel". *Environmental Research Letters*, 13(7).
- De Borger, B., Mulalic, I. 2012. "The determinants of fuel use in the trucking industry-volume, fleet characteristics and the rebound effect". *Transport Policy*, 24, 284–295.

- De Vaus, D.A. 1990. "Surveys in Social Research". London: Unwin Hyman.
- De Zotti, G., Pourmousavi Kani, S. A., Morales, J., Madsen, H., Poulsen, N. K. 2018. "Consumers' Flexibility Estimation at the TSO Level for Balancing Services". *IEEE Transactions on Power Systems*, 34(3), 1918–1930.
- Deng, C., Li, K., Peng, C., Han, F. 2018. "Analysis of technological progress and input prices on electricity consumption: Evidence from China". *Journal of Cleaner Production*, 196, 1390–1406.
- Deng, G., Newton, P. 2017. "Assessing the impact of solar PV on domestic electricity consumption : Exploring the prospect of rebound effects", 110(January), 313–324.
- Dimitropoulos, A., Oueslati, W., Sintek, C. 2018. "The rebound effect in road transport: A meta-analysis of empirical studies". *Energy Economics*, 75, 163–179.
- Du, Q., Li, Z., Li, Y., Bai, L., Li, J., Han, X. 2019. "Rebound effect of energy efficiency in China ' s construction industry : a general equilibrium analysis". *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 12217–12226.
- Duarte, R., Sánchez-Chóliz, J., Sarasa, C. 2018. "Consumer-side actions in a low-carbon economy: A dynamic CGE analysis for Spain". *Energy Policy*, 118(March), 199–210.
- Figus, G., Turner, K., Mcgregor, P., Katris, A. 2017. "Making the case for supporting broad energy e ffi ciency programmes: Impacts on household incomes and other economic benefits". *Energy Policy*, 111, 157–165.
- Foell, W. K. 2019. "A two-century analysis of household energy transitions in Europe and the United States: From the Swiss Alps to Wisconsin". *Energy Research and Social Science*, 54(March), 96–112.
- Fowlie, M., Greenstone, M., Wolfram, C. 2018. "DO ENERGY EFFICIENCY INVESTMENTS DELIVER ? EVIDENCE FROM THE WEATHERIZATION ASSISTANCE PROGRAM". *The Quarterly Journal of Economics*, 1597–1644.
- Freire-gonzález, J. 2019. "Does Water Efficiency Reduce Water Consumption ? The Economy-Wide Water Rebound Effect", 2191–2202.
- Freire-González, J. 2010. "Empirical evidence of direct rebound effect in Catalonia". *Energy Policy*, 38(5), 2309–2314.

- Freire-González, J. 2011. "Methods to empirically estimate direct and indirect rebound effect of energy-saving technological changes in households". *Ecological Modelling*, 223(1), 32–40.
- Freire-González, J., Font Vivanco, D. 2017. "The influence of energy efficiency on other natural resources use: An input-output perspective". *Journal of Cleaner Production*, 162, 336–345.
- Fronzel, M., Vance, C. 2018. "Drivers' response to fuel taxes and efficiency standards: evidence from Germany". *Transportation*, 45(3), 989–1001.
- Galassi, V., Madlener, R. 2017. "The Role of Environmental Concern and Comfort Expectations in Energy Retrofit Decisions". *Ecological Economics*, 141, 53–65.
- Galassi, V., Madlener, R. 2018. "Shall I open the window? Policy implications of thermal-comfort adjustment practices in residential buildings". *Energy Policy*, 119(March), 518–527.
- Galvin, R. 2017. "How does speed affect the rebound effect in car travel ? Conceptual issues explored in case study of 900 Formula 1 Grand Prix speed trials". *Energy*, 128, 28–38.
- Galvin, R., Sunikka-Blank, M. 2016. "Quantification of (p)rebound effects in retrofit policies - Why does it matter?". *Energy*, 95, 415–424.
- Garcia, O. G., Daalen, C. E., Chappin, E., Nuland, B. van, Mohammed, I., Enserink, B. 2017. "Assessing the Residential Energy Rebound Effect by Means of a Serious Game". *İçinde Simulation Gaming Applications for Sustainable Cities and Smart Infrastructures* (ss. 129–138).
- Ghoddusi, H., Roy, M. 2017. "Supply elasticity matters for the rebound effect and its impact on policy comparisons". *Energy Economics*, 67, 111–120.
- Ghosh, N. K., Blackhurst, M. F. 2014. "Energy savings and the rebound effect with multiple energy services and efficiency correlation". *Ecological Economics*, 105, 55–66.
- Greening, L. A., Greene, D. L., Difiglio, C. 2000. "Energy efficiency and consumption - the rebound effect - a survey". *Energy Policy*, 28, 389–401.
- Guertin, C., Kumbhakar, S. C., Duraiappah, A. K. 2003. "*Determining Demand for Energy Services : Investigating income- driven behaviours*".

- Hache, E., Leboullenger, D., Mignon, V. 2017. "Beyond average energy consumption in the French residential housing market: A household classification approach". *Energy Policy*, *107*, 82–95.
- Hamamoto, M. 2019. "An empirical study on the behavior of hybrid-electric vehicle purchasers". *Energy Policy*, *125*(June 2018), 286–292.
- Hart, R. 2018. "Rebound, directed technological change, and aggregate demand for energy". *Journal of Environmental Economics and Management*, *89*, 218–234.
- Hediger, C., Farsi, M., Weber, S. 2018. "Turn It Up and Open the Window: On the Rebound Effects in Residential Heating". *Ecological Economics*, *149*(February), 21–39.
- Herring, H., Roy, R. 2012. "Technological innovation , energy efficient design and the rebound effect". *Technovation*, *27*(2007), 194–203.
- Holck, N., Sartori, I., Vestrum, M. I., Brattebø, H. 2017. "Using a segmented dynamic dwelling stock model for scenario analysis of future energy demand : The dwelling stock of Norway 2016 – 2050". *Energy & Buildings*, *146*, 220–232.
- Holzmann, A., Schmid, E. 2018. "Consumer behaviour in the residential heating sector in Austria : Findings from a bottom-up modelling approach". *Energy & Buildings*, *158*, 486–493.
- Inglesi-lotz, R. 2018. "Decomposing the South African CO2 emissions within a BRICS countries context : Signalling potential energy rebound effects". *Energy*, *147*, 648–654.
- Inoue, N., Matsumoto, S. 2019. "An examination of losses in energy savings after the Japanese Top Runner Program?". *Energy Policy*, *124*(October 2018), 312–319.
- Jin, T., Kim, J. 2019. "A new approach for assessing the macroeconomic growth energy rebound effect". *Applied Energy*, *239*, 192–200.
- Joyce, P. J., Finnveden, G., Håkansson, C., Wood, R. 2019. "A multi-impact analysis of changing ICT consumption patterns for Sweden and the EU: Indirect rebound effects and evidence of decoupling". *Journal of Cleaner Production*, *211*, 1154–1161.
- Julien Walzberg, T., Merveille, N., Cheriet, M. 2018. "An agent-based model to evaluate smart homes sustainability potential". *IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, PIMRC, 2017-October*, 1–7.

- Khazzoom, J. D. 1980. "Economic Implications of Mandated Efficiency in Standards for Household Appliances". Source: *The Energy Journal*, 1(4), 21–40.
- Labidi, E., Abdesslem, T. 2018. "An econometric analysis of the household direct rebound effects for electricity consumption in Tunisia". *Energy Strategy Reviews*, 19, 7–18.
- Langbroek, J. H. M., Franklin, J. P., Susilo, Y. O. 2018. "How would you change your travel patterns if you used an electric vehicle? A stated adaptation approach". *Travel Behaviour and Society*, 13, 144–154.
- Li, G., Sun, J., Wang, Z. 2018. "Exploring the energy consumption rebound effect of industrial enterprises in the Beijing–Tianjin–Hebei region". *Energy Efficiency*, (October).
- Li, J., Li, A., Xie, X. 2018. "Rebound effect of transportation considering additional capital costs and input-output relationships: The role of subsistence consumption and unmet demand". *Energy Economics*, 74, 441–455.
- Li, K., Lin, B. 2018. "How to promote energy efficiency through technological progress in China?". *Energy*, 143, 812–821.
- Li, X., Liu, J. 2017. "Direct rebound effect for urban household in China — an empirical study". *Energy Efficiency*.
- Li, Y., Luo, Y., Wang, Y., Wang, L., Shen, M. 2017. "Decomposing the decoupling of water consumption and economic growth in China's textile industry". *Sustainability (Switzerland)*, 9(3), 1–17.
- Liao, M., Wang, Y. 2019. "China's energy consumption rebound effect analysis based on the perspective of technological progress". *Sustainability (Switzerland)*, 11(5).
- Lin, B., Chen, Y., Zhang, G. 2017. "Technological progress and rebound effect in China's nonferrous metals industry : An empirical study". *Energy Policy*, 109, 520–529.
- Lin, B., Liu, H. 2015. "A study on the energy rebound effect of China ' s residential building energy efficiency". *Energy & Buildings*, 86, 608–618.
- Lin, J., Lin, B. 2020. "Energy & Buildings The actual heating energy conservation in China : Evidence and policy implications". *Energy & Buildings*, 190(2019), 195–201.
- Liu, H., Du, K., Li, J. 2019. "An improved approach to estimate direct rebound effect by

- incorporating energy efficiency: A revisit of China's industrial energy demand". *Energy Economics*, *80*, 720–730.
- Liu, S., Colson, G., Hao, N., Wetzstein, M. 2018. "Toward an optimal household solar subsidy: A social-technical approach". *Energy*, *147*, 377–387.
- Liu, W., Liu, Y., Lin, B. 2018. "Empirical analysis on energy rebound effect from the perspective of technological progress d a case study of China ' s transport sector". *Journal of Cleaner Production*, *205*, 1082–1093.
- Liu, Y., Li, Z., Yin, X. 2018. "Environmental regulation, technological innovation and energy consumption—a cross-region analysis in China". *Journal of Cleaner Production*, *203*(2018), 885–897.
- Llorca, M., Jamasb, T. 2017. "Energy efficiency and rebound effect in European road freight transport". *Transportation Research Part A*, *101*, 98–110.
- Loi, T. S. A., Ng, J. Le. 2018. "Analysing households' responsiveness towards socio-economic determinants of residential electricity consumption in Singapore". *Energy Policy*, *112*(October 2016), 415–426.
- Lu, L., Shen, M., Luo, Y., Wang, L., Shen, J., Li, Y. 2018. "Water environmental stress, rebound effect, and economic growth of China's textile industry". *PeerJ*, *6*, e5112.
- Lu, Y., Zhang, N., Chen, J. 2017. "A behavior-based decision-making model for energy performance contracting in building retrofit". *Energy & Buildings*, *156*, 315–326.
- Lunacek, M., Ruth, M., Jones, W., Ding, F. 2018. "Understanding the Impact of Electric Water Heater Control on the Grid". *IEEE Power and Energy Society General Meeting, 2018-Augus*, 1–4.
- Lütolf, P., Scherer, M., Megel, O., Geidl, M., Vrettos, E. 2018. "Rebound effects of demand-response management for frequency restoration". *2018 IEEE International Energy Conference, ENERGYCON 2018*, 1–6.
- Ma, X., Jiang, Q. 2019. "How to balance the trade-off between economic development and climate change?". *Sustainability*, *11*(1638), 1–30.
- Madlener, R., Hauertmann, M. 2011. "*Rebound Effects in German Residential Heating : Do Ownership and Income Matter ? Institute for Future Energy Consumer Needs and*

Behavior (FCN)".

- Makov, T., Font Vivanco, D. 2018. "Does the Circular Economy Grow the Pie? The Case of Rebound Effects From Smartphone Reuse". *Frontiers in Energy Research*, 6(May), 1–11.
- Matos, F. J. F., Silva, F. J. F. 2011. "The rebound effect on road freight transport: Empirical evidence from Portugal". *Energy Policy*, 39(5), 2833–2841.
- Menon, B. G. 2017. "Empirical evidence of direct rebound effect in Indian two-wheeler sector". *Energy Efficiency*, 10(5), 1201–1213.
- Milne, G., Boardman, B. 2000. "Making cold homes warmer: The effect of energy efficiency improvements in low - income homes". *Energy Policy*, 28, 411–424.
- Miyoshi, C., Fukui, H. 2018. "Measuring the rebound effects in air transport: The impact of jet fuel prices and air carriers' fuel efficiency improvement of the European airlines". *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 112(February), 71–84.
- Mizobuchi, K., Takeuchi, K. 2019. "Rebound effect across seasons: evidence from the replacement of air conditioners in Japan". *Environmental Economics and Policy Studies*, 21(1), 123–140.
- Muñoz, I., Portillo, F., Rosiek, S., Batlles, F. J., Martínez-Del-Río, J., Acasuso, I., ... Di laconi, C. 2019. "Prospective environmental and economic assessment of solar-assisted thermal energy recovery from wastewater through a sequencing batch biofilter granular reactor". *Journal of Cleaner Production*, 212, 1300–1309.
- Niemierko, R., Töppel, J., Tränkler, T. 2019. "A D-vine copula quantile regression approach for the prediction of residential heating energy consumption based on historical data". *Applied Energy*, 233–234(June 2018), 691–708.
- Oberst, C. A., Schmitz, H., Madlener, R. 2016. "*Are Prosumer Households That Much Different ? Evidence from Stated Residential Energy Consumption in Germany Christian A . Oberst , Hendrik Schmitz and Reinhard Madlener December 2016 Revised March 2018 Institute for Future Energy Consumer Needs and Behav*".
- Ouyang, X., Gao, B., Du, K., Du, G. 2018. "Industrial sectors' energy rebound effect: An empirical study of Yangtze River Delta urban agglomeration". *Energy*, 145, 408–416.

- Pakusch, C., Stevens, G., Boden, A., Bossauer, P. 2018. "Unintended effects of autonomous driving: A study on mobility preferences in the future". *Sustainability (Switzerland)*, *10*(7), 1–22.
- Paul, C., Techen, A.-K., Robinson, J. S., Helming, K. 2019. "Rebound effects in agricultural land and soil management: Review and analytical framework". *Journal of Cleaner Production*, *227*, 1054–1067.
- Peng, J. T., Wang, Y., Zhang, X., He, Y., Taketani, M., Shi, R., Zhu, X. D. 2019. "Economic and welfare influences of an energy excise tax in Jiangsu province of China: A computable general equilibrium approach". *Journal of Cleaner Production*, *211*, 1403–1411.
- Peters, A., Sonnberger, M., Dütschke, E., Deuschle, J. 2012. "*Theoretical perspective on rebound effects from a social science point of view – Working Paper to prepare empirical psychological and sociological studies in the REBOUND project*".
- Peters, B., McWhinnie, S. F. 2017. "On the rebound: estimating direct rebound effects for Australian households". *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, *62*(1), 65–82.
- Pohl, J., Hilty, L. M., Finkbeiner, M. 2019. "How LCA contributes to the environmental assessment of higher order effects of ICT application: A review of different approaches". *Journal of Cleaner Production*, *219*, 698–712.
- Portal, M. T., Laureano, L. 2017. "Does Brazilian allowance for corporate equity reduce the debt bias? Evidences of rebound effect and ownership-induced ACE clientele". *Research in International Business and Finance*, *42*, 480–495.
- Rosenbaum, E. 2019. "Rebound effects and green growth – An examination of their relationship in a parsimonious equilibrium input-output-framework". *Journal of Cleaner Production*, *225*, 121–132.
- Ruzzenenti, F. 2018. "The Prism of Elasticity in Rebound Effect Modelling : An Insight from the Freight Transport Sector". *Sustainability*, *10*(2874), 1–13.
- Safarzadeh, S., Rasti-Barzoki, M. 2019. "A game theoretic approach for assessing residential energy-efficiency program considering rebound, consumer behavior, and government policies". *Applied Energy*, *233–234*, 44–61.

- Safarzyńska, K. 2018. "Integrating behavioural economics into climate- economy models: some policy lessons". *Climate Policy*, 18(4), 485–498.
- Safarzyńska, K., van den Bergh, J. C. J. M. 2018. "A higher rebound effect under bounded rationality: Interactions between car mobility and electricity generation". *Energy Economics*, 74, 179–196.
- Santarius, T., Soland, M. 2018. "How Technological Efficiency Improvements Change Consumer Preferences: Towards a Psychological Theory of Rebound Effects". *Ecological Economics*, 146, 414–424.
- Santarius, T., Walnum, H. J., Aall, C. 2018. "From Unidisciplinary to Multidisciplinary Rebound Research: Lessons Learned for Comprehensive Climate and Energy Policies". *Frontiers in Energy Research*, 6(November), 1–10.
- Santos, R. S., Matias, J. C. O., Abreu, A., Reis, F. 2018. "Evolutionary algorithms on reducing energy consumption in buildings: An approach to provide smart and efficiency choices, considering the rebound effect". *Computers and Industrial Engineering*, 126(March), 729–755.
- Scheepens, A. E., Vogtländer, J. G. 2018. "Insulation or smart temperature control for domestic heating: A combined analysis of the costs, the eco-costs, the customer perceived value, and the rebound effect of energy saving". *Sustainability (Switzerland)*, 10(9), 1–24.
- Schröder, P., Bengtsson, M., Cohen, M., Dewick, P., Hoffstetter, J., Sarkis, J. 2019. "Degrowth within – Aligning circular economy and strong sustainability narratives". *Resources, Conservation and Recycling*, 146(March), 190–191.
- Seebauer, S. 2018. "The psychology of rebound effects: Explaining energy efficiency rebound behaviours with electric vehicles and building insulation in Austria". *Energy Research & Social Science*, 46, 311–320.
- Shao, S., Guo, L., Yu, M., Yang, L., Guan, D. 2019. "Does the rebound effect matter in energy import-dependent mega-cities? Evidence from Shanghai (China)". *Applied Energy*, 241, 212–228.
- Small, K. A., Dender, K. Van. 2007. "Fuel Efficiency and Motor Vehicle Travel : The Declining Rebound Effect".

- Somuncu, T., Hannum, C. 2018. "The rebound effect of energy efficiency policy in the presence of energy theft". *Energies*, *11*, 1–28.
- Song, J., Guo, Y., Wu, P., Sun, Sh. 2018. "The Agricultural Water Rebound Effect in China". *Ecological Economics*, *146*(December 2017), 497–506.
- Sorrell, S. 2007. "*The Rebound Effect: an assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency*".
- Sorrell, S., Dimitropoulos, J., Sommerville, M. 2009. "Empirical estimates of the direct rebound effect : A review". *Energy Policy*, *37*, 1356–1371.
- Sorrell, S., Stapleton, L. 2018. "Rebound effects in UK road freight transport". *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *63*(May), 156–174.
- Stapleton, L., Sorrell, S., Schwanen, T. 2017. "Peak car and increasing rebound : A closer look at car travel trends in Great Britain". *Transportation Research Part D*, *53*, 217–233.
- Su, Y. W. 2019. "Residential electricity demand in Taiwan: Consumption behavior and rebound effect". *Energy Policy*, *124*(June 2018), 36–45.
- Sun, B. 2018. "Heterogeneous direct rebound effect: Theory and evidence from the Energy Star program". *Energy Economics*, *69*, 335–349.
- Sunikka-blank, M., Galvin, R., Sunikka-blank, M., Galvin, R. 2012. "Introducing the prebound effect- the gap between performance and actual energy consumption - Minna Sunikka-Blank and Ray Galvin.pdf", (June), 37–41.
- Taiebat, M., Stolper, S., Xu, M. 2019. "Forecasting the Impact of Connected and Automated Vehicles on Energy Use: A Microeconomic Study of Induced Travel and Energy Rebound". *Applied Energy*, *247*(March), 297–308.
- Thomas, B. A. 2012. "*Energy Efficiency and Rebound Effects in the United States*".
- Turner, K. 2012. "'Rebound' effects from increased energy efficiency: a time to pause and reflect".
- Underwood, A., Fremstad, A. 2018. "Does sharing backfire? A decomposition of household and urban economies in CO₂emissions". *Energy Policy*, *123*, 404–413.
- van den Brom, P., Meijer, A., Visscher, H. 2019. "Actual energy saving effects of thermal

- renovations in dwellings—longitudinal data analysis including building and occupant characteristics". *Energy and Buildings*, *182*, 251–263.
- Vivanco, D. F., Sala, S., McDowall, W. 2018. "Roadmap to rebound: How to address rebound effects from resource efficiency policy". *Sustainability (Switzerland)*, *10*(6), 1–17.
- Volland, B. 2016. "Efficiency in Domestic Space Heating: An Estimation of the Direct Rebound Effect for Domestic Heating in the U.S.". IRENE Working Paper, *16*(01).
- Wang, C., Nie, P. yan. 2018. "How rebound effects of efficiency improvement and price jump of energy influence energy consumption?". *Journal of Cleaner Production*, *202*, 497–503.
- Wang, J., Quiggin, J., Wittwer, G. 2019. "The rebound effect of the Australian proposed light vehicle fuel efficiency standards". *Economic Analysis and Policy*, *61*, 73–84.
- Wang, Q., Gao, Z., Tang, H., Yuan, X., Zuo, J. 2018. "Exploring the Direct Rebound Effect of Energy Consumption: A Case Study". *Sustainability*, *10*(1), 259.
- Wang, S., Zeng, J., Liu, X. 2019. "Examining the multiple impacts of technological progress on CO2 emissions in China: A panel quantile regression approach". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *103*(December 2018), 140–150.
- Wang, X., Wen, X., Xie, C. 2018. "An evaluation of technical progress and energy rebound effects in China's iron & steel industry". *Energy Policy*, *123*(August), 259–265.
- Weber, S., Farsi, M. 2014. "Travel Distance and Fuel Efficiency: An Estimation of the Rebound Effect using Micro-Data in Switzerland". Working paper 14-03, 1–22.
- Wei, T., Liu, Y. 2017. "Estimation of global rebound effect caused by energy efficiency improvement". *Energy Economics*, *66*, 27–34.
- Wei, T., Zhou, J., Zhang, H. 2019. "Rebound effect of energy intensity reduction on energy consumption". *Resources, Conservation and Recycling*, *144*(February), 233–239.
- Wen, F., Ye, Z., Yang, H., Li, K. 2018. "Exploring the rebound effect from the perspective of household: An analysis of China's provincial level". *Energy Economics*, *75*, 345–356.
- Winebrake, J. J., Green, E. H. 2017. "Environmental policy, decision making, and rebound

- effects in the U.S. trucking sector". *Research in Transportation Business & Management*, 23, 54–63.
- Winther, T., Wilhite, H. 2014. "*The use of heat pumps in Norwegian homes : Accounting for the comfort rebound effect .*".
- Wood, R., Moran, D., Stadler, K., Ivanova, D., Steen-Olsen, K., Tisserant, A., Hertwich, E. G. 2018. "Prioritizing Consumption-Based Carbon Policy Based on the Evaluation of Mitigation Potential Using Input-Output Methods". *Journal of Industrial Ecology*, 22(3), 540–552.
- Woodman, N., Rushby, T., Saunders, C., Wallbridge, R., James, P., Bardsley, N., ... Papafragkou, A. 2019. "Domestic thermal upgrades, community action and energy saving: A three-year experimental study of prosperous households". *Energy Policy*, 127(November 2018), 475–485.
- Wu, F., Zhang, Q., Gao, X. 2018. "Does water-saving technology reduce water use in economic systems? A rebound effect in Zhangye city in the Heihe River Basin, China". *Water Policy*, 20, 355–368.
- Wu, L., Chen, Y., Reza, M., Liu, W. 2018. "Estimation of China ' s macro-carbon rebound effect : Method of integrating Data Envelopment Analysis production model and sequential Malmquist-Luenberger index". *Journal of Cleaner Production*, 198, 1431–1442.
- Xin-gang, Z., Yuan-feng, Z., Yan-bin, L. 2019. "The spillovers of foreign direct investment and the convergence of energy intensity". *Journal of Cleaner Production*, 206, 611–621.
- Yu, B., Zhang, J., Fujiwara, A. 2013. "Evaluating the direct and indirect rebound effects in household energy consumption behavior: A case study of Beijing". *Energy Policy*, 57, 441–453.
- Zhang, J., Lin Lawell, C. Y. C. 2017. "The macroeconomic rebound effect in China". *Energy Economics*.
- Zhang, S., Lin, B. 2018. "Investigating the rebound effect in road transport system : Empirical evidence from China", 112(May 2017), 129–140.
- Zhang, Y., Liu, Z., Zhou, S., Qin, C., Zhang, H. 2018. "The impact of China's Central Rise



Policy on carbon emissions at the stage of operation in road sector". *Economic Modelling*, 71, 159–173.

Zhou, M., Liu, Y., Feng, S., Liu, Y., Lu, Y. 2018. "Decomposition of rebound effect : An energy-specific , general equilibrium analysis in the context of China". *Applied Energy*, 221, 280–298.

Zink, T., Geyer, R. 2017. "Circular Economy Rebound". *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 593–602.

Zolnik, E. J. 2018. "Effects of additional capacity on vehicle kilometers of travel in the U.S.: Evidence from National Household Travel Surveys". *Journal of Transport Geography*, 66(November 2017), 1–9.





A. Anket

Bu araştırma ODTÜ İşletme Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Ramazan SARI tarafından yürütülen TÜBİTAK destekli bir çalışmadır. Anket yoluyla gerçekleştirilecek çalışmanın amacı yalıtım yaptırılan konutlarda yaşayan kişilerin ısınma/ısıtmaya dönük alışkanlıkları ve davranış özellikleri; bunu etkileyen bina/hane özellikleri ve yalıtım sonrasında olası farklılaşan alışkanlıkları, davranışları ve harcama özellikleri hakkında bilgi almaktır. Çalışma kapsamında toplanan veriler sadece bilimsel araştırma ve yazılarda kullanılacak derlenen kişi ve aile bilgileri gizli tutulup, kesinlikle paylaşılmayacaktır. Sorulara objektif ve samimi cevaplar vermeniz araştırmadan sağlıklı sonuçlar alınabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Anketimize katıldığınız için teşekkür ederiz.

*****Yalıtımdan önce de aynı hanede ikamet edilmesi ve doğalgaz ile ısınması anketin uygulanması için koşul sorularıdır.**

Demografik Bilgiler

1. Katılımcının Cinsiyeti **Kadın () Erkek ()**
2. Yaşınız.....
3. En son bitirdiğiniz okul?, Terk ise belirtiniz.....
4. Hanenin toplam geliri.....
5. Hanehalkı kiracı mı yoksa ev sahibi mi? **Kiracı () Ev Sahibi ()**
6. Kaç yıldır bu evde yaşıyorsunuz?.....
7. Sizin dışınızda hanede kaç kişi yaşamakta.....
8. Anketör yaşayanların yaş-egitim-çalışma durumlarını sor!!!

Anne-Baba-Çocuk- Kaynana vs. Cinsiyet Önemli!!	Yaş	Eğitim	Çalışma Durumu (çalışıyor-çalışmıyor- emekli-öğrenci)

Konutun Özellikleri

9. Konutunuzun yaşı
10. Konutun tipi **Apartman Dairesi () Müstakil ()**

11. Toplam kat sayısı
12. Apartman dairesi ise bulunduğu kat Anketör Dikkat!!! Bilgiyi destekleyen seçenek işaretlensin **Kot () , Zemin () , Çatı Katı ()**
13. Evinizin hakim yönü/cephesi (Güney, Güney-Batı gibi)
14. Evinizin ısıtma sistemi.....(Kombili vb.)
15. Evinizin toplam alanım²
16. Evdeki oda sayısı (Örneğin: 2+1, 3+1 vs.)
17. Yatak odası olarak kullanılan oda sayısı
18. Evde bulunan petek sayısı.....

19. Apartman ise hanenin alt ve üst katında ısıtma yapılıyor mu?	20. Yalıtım sonrası ısıtmada değişiklik oldu mu nerede oldu? (örneğin alt kata ısıtmanın durdurulması)
<input type="checkbox"/> Sadece alt katta <input type="checkbox"/> Sadece üst katta <input type="checkbox"/> Alt ve üst katta <input type="checkbox"/> Isıtma yapılmıyor	<input type="checkbox"/> Sadece alt kattaki hane <input type="checkbox"/> Sadece üst kattaki hane <input type="checkbox"/> Alt ve üst kattaki hane

21. Isı yalıtımı evinizin/binanızın hangi bölüm veya bölümlerinde yapılmıştır?

- Dış cephesinde mantolama
- İç cephesinde mantolama
- Çatısında
- Penceresinde
- Zemininde
- Diğer

Davranışsal Özellikler

22. Ortalama oda sıcaklığı nedir?
23. Oda sıcaklığı yalıtım sonrasında değişti mi?
 - Evet
 - Hayır
24. Değiştiyse yaklaşık kaç derece değişti?

25. Kışın ısıtma yapılan zamanlarda pencerelerinin açık olduğu süre

Yatak Odası	Oturma Odası
<input type="checkbox"/> Her zaman kapalı	<input type="checkbox"/> Her zaman kapalı
<input type="checkbox"/> 0 – 1	<input type="checkbox"/> 0 – 1
<input type="checkbox"/> 1-2	<input type="checkbox"/> 1-2
<input type="checkbox"/> 2-3 saat açık	<input type="checkbox"/> 2-3 saat açık
<input type="checkbox"/> 3 saatten fazla süre açık	<input type="checkbox"/> 3 saatten fazla süre açık

26. Isı kontrol yöntemi

- Radyatörlerde elle kontrol
- Elle termostat kontrolü
- Programlanabilir termostat
- Diğer

27. Yalıtım yaptırdıktan önceki ısı ayarı?

28. Yalıtım yaptırdıktan sonraki ısı ayarı?

29. Yalıtımdan sonra kombinin tipi değiştirildi mi?

- Evet Hangileri?
- Hayır

30. Kombinin tipi.....

31. Kombinin yaşı

32. Kombi/ısıtıcı ısı ayarı (**birden fazla işaretlenebilir**)

Soğuk günlerde	Sıcak günlerde
<input type="checkbox"/> En yüksek sıcaklıkta <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> En yüksek sıcaklıkta kullanım saati.....	<input type="checkbox"/> En yüksek sıcaklıkta <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> En yüksek sıcaklıkta kullanım saati.....
<input type="checkbox"/> Orta sıcaklıkta <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Orta sıcaklıkta kullanım saati.....	<input type="checkbox"/> Orta sıcaklıkta <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Orta sıcaklıkta kullanım saati.....
<input type="checkbox"/> En düşük sıcaklıkta <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> En düşük sıcaklıktaki kullanım saati.....	<input type="checkbox"/> En düşük sıcaklıkta <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> En düşük sıcaklıktaki kullanım saati.....

33. Yalıtım için yaptığınız masraf tutarı? (Dairenin yada müstakil evin toplam harcaması/apartmanın toplam harcaması)

34. Radyatörlerin kapatıldığı odalar var mı?

Evet Hangileri ve bu odaların alanı ne kadar?

Hayır

35. Yalıtım sonrasında evin ısını değiştirmenize neden olan bir gelişme yaşandı mı? (çocuk sahibi olunması, evde yaşlı bir bireyin yaşamaya başlaması türünden)

Evet (Açıklama:

Hayır

36. Cevap evet ise . Değişiklikten (çocuk sahibi olmak gibi) sonra radyatörlerin kullanımı

oturma odası	yatak odası	banyolar	girişteki
<input type="checkbox"/> 5 saatten az	<input type="checkbox"/> 5 saatten az	<input type="checkbox"/> 5 saatten az	<input type="checkbox"/> 5 saatten az
<input type="checkbox"/> 6-18 saat	<input type="checkbox"/> 6-18 saat	<input type="checkbox"/> 6-18 saat	<input type="checkbox"/> 6-18 saat
<input type="checkbox"/> 19 saatten fazla	<input type="checkbox"/> 19 saatten fazla	<input type="checkbox"/> 19 saatten fazla	<input type="checkbox"/> 19 saatten fazla

37. Isıtma yapılan zamanlarda evde en az bir kişinin bulunma süresi

Haftaiçi	Haftasonu
<input type="checkbox"/> Sabah	<input type="checkbox"/> Sabah
<input type="checkbox"/> Öğlen	<input type="checkbox"/> Öğlen
<input type="checkbox"/> Akşam	<input type="checkbox"/> Akşam
<input type="checkbox"/> Gece	<input type="checkbox"/> Gece

38. Ev sıcaklığına kim karar veriyor?(ortak da karar verilebilir)

39. Kararın verilmesinde ilk üç nedeni 1 den başlayarak sıralayınız.

- Evde küçük çocuk olduğu için
- Evde yaşlı olduğu için
- Evde evcil hayvan bulunması
- Doğalgaz kart limiti olduğu için
- Maliyet sebebiyle-Faturalar
- Hava sıcaklığı
- Diğer

40. Evinizin/binanızın yalıtım yapılmadan önce ve sonraki durumunu düşünerek aşağıdaki ifadeleri değerlendirmeniz beklenmektedir.

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Ne Katılıyorum Ne Katılmıyorum	Katılıyorum	Tamamen Katılıyorum	İlgim Yok
Isı yalıtımı faturaları düşürmüştür.						
Isı yalıtımı ile ısınma alışkanlıklarında değişiklik olmuştur.						
Isı yalıtımı enerji/yakıt tasarrufu sağlamıştır						
Isı yalıtımı binaya bakım sağlamış, değerini arttırmıştır						
Isı yalıtımı ile ses yalıtımı sağlanmıştır.						
Isı yalıtımı ile doğa korunmaktadır.						

41. Isı yalıtımı sonrasında evinizin toplam ısıtma maliyetindeki ortalama tasarruf oranı nedir?

- Tasarruf sağlamadım
- %30 den az tasarruf sağladım
- %31 ile %50 arası
- %51 ile %70 arası
- %70 den fazla

42. Evde kalın giyinildiği olur mu?

- Evet
- Hayır

43. Evde sigara kullanılıyor mu?

- Evet
- Hayır

44. Evde sahip olunan özel araç sayısı

- Bulunmuyor
- 1
- 2



- 3 ve üzeri
45. Evde tasarruf amaçlı toplu taşıma kullanan kişi sayısı.....
46. Kanuni zorunluluk olmasaydı yalıtım yaptırmayı yine de düşünür müydünüz?
- Evet
- Hayır
47. Yalıtım yaptırma tarihi (ay/yıl)
48. Yalıtım katsayısı (mümkünse öncelikle yöneticiden alalım)
49. Doğalgaz abone numarası
50. Evinizin ısınması, ısıtılması ve ısınma alışkanlıklarınızla ilgili ayrıca belirtmek istediğiniz birşeyler bulunuyor mu?
51. Enerji kimlik belgesi

B. Bursiyer Ödemeleri

İdari ve Mali Esaslarımız güncellenmiş olup,"Bursiyerin niteliğinde (lisans/lisansüstü/ doktora sonrası) ve/veyasayısında yapılacak değişiklikler Grup onayıyla yapılır. Proje bütçesinin burs faslında yer alan toplam bursiyer ödeneği ve TÜBİTAK tarafından belirlenen üst limitler aşılmamak şartıyla aylık burs miktarlarında veyüksek lisans, doktora öğrenciliği arasındaki nitelik değişikliklerinde Grup onayı alınmasına gerek yoktur. Bu değişikliklere ilişkin bilgiye Gelişme Raporunda yer verilmesi gerektiği hükmü uyarınca projede lisans ve doktora öğrencisine ödenen burs ile ilgili yapılan değişiklikler aşağıda sebepleriyle birlikte verilmiştir.

Projede lisans öğrencisi bursiyeri olarak görev yapan Volkan EREK başka bir kurumdan 470 TL burs aldığı için kendisine 750 TL üzerinden ödenen miktar 280 TL'ye düşmüştür. Bu durumda, lisans öğrencisine toplamda 1960 TL ödeneceği ve onaylanan kontenjana ayrılan 3000 TL'lik bütçeden 1040 TL artacağı hesaplanmıştır.

Onaylanan ikinci burs kontenjanında bir yüksek lisans öğrencisinin görevlendirilmesi planlanmış olup proje yürürlüğe girdikten sonra proje çalışmalarının yapısına uygun olacak ve projenin iş paketlerini gerçekleştirecek bir yüksek lisans öğrencisi bulunamamıştır. Bu nedenle bir doktora öğrencisinin projede çalışmasının daha verimli olacağı görülmüştür. Bu konudaki talebimiz TÜBİTAK SOBAG Grup Koordinatörlüğü'ne aktarılmış ve nitelik değişikliği talebimiz onaylanmıştır. Projede görev alan doktora öğrencisi projenin analiz bölümü ve anketlerin değerlendirilmesi ile proje çıktısı olacak makalelerin hazırlanmasında görev almıştır. Bu durumda doktora bursiyerinin projede öngörülenden daha fazla sürelerle ve iş yoğunluğunda görev almasının gerektiği görüldüğü için kendisine hali hazırda verilen aylık 1000 TL'lik bütçenin artırılmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir. Bu durumda lisans öğrencisinden artacağı hesaplanan 1040 TL'lik bütçenin başta yüksek lisans öğrencisi çalıştırılması planlanan bursiyer yerine çalıştırılan doktora öğrencisine aktarılması ve ayrıca doktora öğrencisinin projedeki görevlerinin öngörülenden fazla olması sebebiyle proje sonuna kadar (7 ay) görev süresinin uzatılması, dolayısıyla bu süreler için de burs alması ve lisans burs bütçesinde kalan tutarın doktora bursiyerine tahsis edilerek aylık burs miktarının aylık 1400 TL'ye çıkarılmasına karar verilmiştir. Ayrıca, lisans öğrencisi de öneride öngörülenin ötesinde hazırlanmakta olan makale için ek görevler almıştır. Sayılan nedenlerle burs süresinin 6 aydan 7 aya çıkarılmasına ihtiyaç ortaya çıktığı için Volkan Ereke'e 7 aylık burs verilmiştir.

TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje Yürütücüsü:	Prof. Dr. RAMAZAN SARI
Proje No:	117K942
Proje Başlığı:	Ankara'da Mesken Isıtmanın Doğrudan Geri Tepme Etkisi Ve Sebepleri
Proje Türü:	1002 - Hızlı Destek
Proje Süresi:	12
Araştırmacılar:	
Danışmanlar:	
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:	ORTA DOĞU TEKNİK Ü.
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:	15/05/2018 - 15/05/2019
Onaylanan Bütçe:	19240.0
Harcanan Bütçe:	19109.34
Öz:	<p>Artan enerji talebi ve enerji güvenliği ile iklim değişikliği konusundaki kaygılar birçok ülkede enerji verimliliğinin önemli enerji politika hedeflerinde biri olmasına yol açmıştır. Enerji verimliliği iyileştirmelerinin enerji tüketimini ve CO2 salımlarını azaltacağı düşünülmektedir. Fakat tüketici davranışları sebebiyle gerçekleşen enerji tasarrufları genellikle öngörülen tasarruflardan daha az olmaktadır. Enerji verimliliği ile ilintili enerji politika önlemlerinin ölçülmesinde önemli bir faktör olan bu kavram geri tepme etkisi olarak bilinmektedir. Geri tepme etkisi gelişmiş ülkelerde çalışılmış olmasına rağmen gelişmekte olan ülkelerde yapılan çalışmalar sınırlıdır. Ayrıca, çalışmaların çoğunluğu sosyal faktörleri göz ardı ederek ekonomik analizlere odaklanmıştır.</p> <p>Bu çalışmada, mesken ısıtma için doğrudan geri tepme etkisi Ankara'daki haneler için enerji verimliliği uygulamalarına yönelik ekonomik ve sosyal göstergelere dayalı birincil ve ikincil verileri kullanarak çalışılmıştır. Ayrıca, geri tepme etkisi ile ilintili demografik, bina özellikleri ve davranışsal faktörler araştırılmış ve beraberinde Türkiye'deki politika yapıcılara çıkarımlarda bulunulmuş ve öneriler verilmiştir.</p>
Anahtar Kelimeler:	Geri Tepme Etkisi, Mesken Isıtma, Demografik Faktörler, Davranışsal Faktörler, Politika Önerileri
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu Mu?:	Hayır