



Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Maliye Anabilim Dalı

# **TÜRK İMALAT SANAYİNDE ENERJİ YOĞUNLUĞUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER**

Süleyman SÖZERİ

Doktora Tezi

Ankara, 2020

# TÜRK İMALAT SANAYİNDE ENERJİ YOĞUNLUĞUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Süleyman SÖZERİ

Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Maliye Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Ankara, 2020

*SEVGİLİ EŞİME VE GÖZBEBEKLERİM ELİF, İPEK VE ZEYNEP'E  
İTHAF EDİLMİŞTİR.*

## TEŞEKKÜR

Doktora programı boyunca tüm destek ve yönlendirmeleri için danışman hocam Prof. Dr. Necmiddin Bağdadioğlu'na, tezimin hazırlanması ve savunulması aşamalarında görüşlerinden çok yararlandığım Prof. Dr. Ahmet Burçin Yereli'ye, Prof. Dr. Erdal Tanas Karagöl'e, Doç. Dr. Levent Akdeniz'e ve Doç. Dr. Alparslan A. Başaran'a ve tezimin ekonometrik kısmında sağladığı katkılardan dolayı Tolga Cebeci'ye ve istatistiklerin derlenmesinde yardımları nedeniyle TÜİK'ten Erdal Yıldırım ve Serkan Kayan'a teşekkürlerimi sunuyorum.

## ÖZET

SÖZERİ, Süleyman. *Türk İmalat Sanayinde Enerji Yoğunluğunu Etkileyen Faktörler*, Doktora Tezi, Ankara, 2020.

Bu çalışmada Türkiye’de imalat sanayiinde enerji yoğunluğu 2006-2012 dönemi için incelenmiştir. Aşağıda açıklanan değişken ve bu değişkenlerin farklı kombinasyonlarıyla her biri farklı etkileri içinde barındıran 26 regresyon modeli oluşturulmuştur. Bu regresyon modelleri (i) işletme büyüklüğü ile enerji yoğunluğu ilişkisini, (ii) imalat sanayi alt sektörlerinde enerji yoğunluğunun nasıl farklılaştığını, (iii) işletme yaşı ile enerji yoğunluğu ilişkisini, (iv) coğrafi bölgelere göre enerji yoğunluğunda farklılaşma olup olmadığını, (v) sermaye sahipliğinin enerji yoğunluğu açısından anlamlı bir değişken olup olmadığını, (vi) Ar-Ge harcaması ile enerji yoğunluğu ilişkisini, (vii) ihracat değişkeni ile enerji yoğunluğu ilişkisini, ve (viii) bahsi geçen tüm değişkenlerin yer aldığı model ile enerji yoğunluğunun farklı firma karakteristiklerine göre nasıl değiştiğini incelemektedir. Oluşturulan modeller havuzlanmış en küçük kareler yöntemiyle tahmin edilmiştir. Elde edilen ampirik sonuçlar firma ölçeğinin enerji yoğunluğunu etkileyen en önemli faktör olduğunu göstermektedir. Bu sonuç politika yapıcılara enerji yoğunluğunun azaltılabilmesini teminen ölçek ekonomisinden maksimum oranda faydalanılması gerekliliğini işaret etmektedir.

### **Anahtar Sözcükler**

Enerji Yoğunluğu, Havuzlanmış En Küçük Kareler, İmalat Sanayi, Enerji Düzenlemeleri, Türkiye.

## ABSTRACT

SÖZERİ, Süleyman. *Factors affecting energy intensity in Turkish Manufacturing Industry*, PhD Thesis, Ankara, 2020.

This study investigates factors impacting the level of energy intensity in the Turkish manufacturing industry for the period 2006-2012. To this end, 26 regression models were constructed to analyze relationship among various variables. These regression models were subgrouped under 8 following categories ; (i) the relationship between firm size and energy intensity, (ii) how the level of energy intensity changes in sub-sectors, (iii) the relationship between firm age and energy intensity, (iv) as to whether energy intensity changes based on geographic regions, (v) whether the capital ownership alters the level of energy intensity, (vi) the link between R&D and energy intensity, (vii) the relationship between exports and energy intensity, and (viii) how energy intensity changes with an inclusion of all aforementioned variables. These regression models have been estimated via pooled ordinary least squares. Empirical findings point out that the several variables are statistically significant to estimate the energy intensity. Yet, the most important factor impacting energy intensity is the scale of firm. Hence this result shows that policy makers should focus on scale of firm in order to lower energy intensity.

### **Keywords**

Energy Intensity, Manufacturing Industry, Pooled Ordinary Least Squares, Energy Regulation, Turkey

## İÇİNDEKİLER

<b>KABUL VE ONAY .....</b>	<b>i</b>
<b>YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI.....</b>	<b>ii</b>
<b>ETİK BEYAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>TEŞEKKÜR .....</b>	<b>v</b>
<b>ÖZET.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>SİMGELER-KISALTMALAR DİZİNİ .....</b>	<b>x</b>
<b>TABLolar DİZİNİ .....</b>	<b>xi</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ .....</b>	<b>xiii</b>
<b>GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>1. BÖLÜM - ENERJİ PİYASALARI DÜZENLEMELERİ, TÜRKİYE’DE İMALAT SANAYİ VE ENERJİ TÜKETİMİ .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. ENERJİ PİYASALARINA İLİŞKİN DÜZENLEMELER VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. TÜRKİYE’DE ENERJİ VERİMLİLİĞİNE İLİŞKİN DÜZENLEMELER</b>	<b>10</b>
<b>1.3. TÜRKİYE’DE ÜRETİMİN GENEL GÖRÜNÜMÜ .....</b>	<b>12</b>
<b>1.4. TÜRKİYE’DE İMALAT SANAYİNİN SEÇİLMİŞ GÖSTERGELERLE ANALİZİ .....</b>	<b>16</b>
<b>1.5. TÜRKİYE’DE ENERJİ TÜKETİMİ .....</b>	<b>20</b>
<b>2. BÖLÜM - LİTERATÜR TARAMASI.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1. TEORİK LİTERATÜR ÖZETİ.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2. AMPİRİK LİTERATÜR ÖZETİ .....</b>	<b>29</b>
2.2.1. Diğer Ülkeler İçin Yapılan Çalışmaları.....	29
2.2.2. Türkiye İçin Yapılan Çalışmalar .....	43

<b>3. BÖLÜM - VERİ SETİ, METODOLOJİ, AMPİRİK MODELLER.....</b>	<b>51</b>
<b>3.1. VERİ SETİ.....</b>	<b>51</b>
3.1.1. Veri Setine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler.....	53
3.1.1.1. Seçilmiş Özelliklerine Göre Veri Setindeki İşletme Oranları .....	54
3.1.1.2. Enerji Yoğunluğuna İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler .....	60
<b>3.2. METODOLOJİ .....</b>	<b>65</b>
<b>3.3. AMPİRİK MODELLER VE DEĞİŞKENLER.....</b>	<b>68</b>
<b>4. BÖLÜM - AMPİRİK SONUÇLAR.....</b>	<b>73</b>
<b>4.1. REGRESYON SONUÇLARI.....</b>	<b>73</b>
4.1.1. İşletme Büyüklüğü-Enerji Yoğunluğu İlişkisi.....	74
4.1.2. Firma Alt Sektörü-Enerji Yoğunluğu İlişkisi .....	77
4.1.3. Firma Yaşı-Enerji Yoğunluğu İlişkisi .....	83
4.1.4. Firmanın Faaliyet Gösterdiği Coğrafi Bölge-Enerji Yoğunluğu İlişkisi ....	86
4.1.5. Sermaye Sahipliği-Enerji Yoğunluğu İlişkisi.....	93
4.1.6. ARGE Faaliyeti-Enerji Yoğunluğu İlişkisi .....	98
4.1.7. İhracat Faaliyeti-Enerji Yoğunluğu İlişkisi .....	101
4.1.8. Enerji Yoğunluğuna Etki Eden Çeşitli Faktörlerin Analizi.....	105
4.1.9. Model Sonuçlarının Benzer Çalışmalarla Karşılaştırılması .....	109
<b>SONUÇ.....</b>	<b>114</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>116</b>
<b>EK 1. ALT SEKTÖRLER BAZINDA BETİMSSEL İSTATİSTİKLER.....</b>	<b>124</b>
<b>EK 2. ORJİNALLİK RAPORU .....</b>	<b>133</b>
<b>EK 3. ETİK KURUL YA DA MUAFİYET İZİNİ .....</b>	<b>134</b>



## SİMGELER-KISALTMALAR DİZİNİ

ANP	Analitik Ağ Süreci
Ar-Ge	Araştırma Geliştirme
BP	British Petroleum
EKK	En Küçük Kareler Yöntemi
EVDS	Elektronik Veri Dağıtım Sistemi
GLMM	Genel Lineer Miks Modeli
GSYİH	Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
IDA	Endeks Ayırıştırma Yöntemi
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
LDMI	Logaritmik Ortalama Divisia İndeksi
MCMM	Markov Chain Monte Carlo Methodolojisi
MTOE	Milyon Ton Petrol Eşiti
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı
SBM	Singular Boundary Methodolojisi
TCMB	Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
YGEM	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YSHA	Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri
YSHİ	Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri

## TABLOLAR DİZİNİ

<b>Tablo 1:</b> Türkiye Ekonomisinde Sektörler Bazında Toplam Üretim (Nominal) .....	13
<b>Tablo 2:</b> Sanayi Üretim Endeksinin Değişimi .....	15
<b>Tablo 3:</b> İmalat Sanayi Üretim Endeksinin Değişimi .....	17
<b>Tablo 4:</b> İmalat Sanayi İstihdamı ve Toplam İstihdam İçindeki Payı.....	19
<b>Tablo 5:</b> Yıllara Göre Veri Setindeki İşletme Sayıları.....	52
<b>Tablo 6:</b> Yıllara Göre Gayrisafi Yatırım, Çalışan Sayısı ve Enerji Harcaması.....	54
<b>Tablo 7:</b> Çalışan Sayısına Göre Veri Setindeki İşletme Oranları .....	55
<b>Tablo 8:</b> Sermaye Büyüklüğüne Göre Veri Setindeki İşletme Oranları.....	55
<b>Tablo 9:</b> İşletme Yaşına Göre Veri Setindeki İşletme Oranları .....	56
<b>Tablo 10:</b> Yabancı Sermaye Sahipliğine Göre Veri Setindeki İşletme Oranları.....	57
<b>Tablo 11:</b> ARGE Faaliyetine Göre Veri Setindeki İşletme Oranları .....	57
<b>Tablo 12:</b> İhracat Faaliyetine Göre Veri Setindeki İşletme Oranları .....	58
<b>Tablo 13:</b> Coğrafi Bölgelere Göre Veri Setindeki İşletme Oranları .....	58
<b>Tablo 14:</b> Sektöre Göre Veri Setindeki İşletme Oranları .....	59
<b>Tablo 15:</b> Alt Sektörlere Göre Enerji Yoğunlukları-2012 (%) .....	65
<b>Tablo 16:</b> Değişkenlerin Tanımları ve Beklenen İşaretleri .....	72
<b>Tablo 17:</b> Firma Büyüklüğü-Enerji Yoğunluğu İlişkisi .....	74
<b>Tablo 18:</b> Firma Alt Sektörü-Enerji Yoğunluğu İlişkisi .....	78
<b>Tablo 19:</b> Alt Sektörlerde Yer Alan Firmaların İstihdam ve Sermaye Miktarları (2003) .....	80

<b>Tablo 20:</b> Firma Yaşı-Enerji Yoğunluğu İlişkisi .....	83
<b>Tablo 21:</b> İşletme Yaşı, İstihdam ve Sermaye İlişkisi.....	84
<b>Tablo 22:</b> Firmanın Faaliyet Gösterdiği Coğrafi Bölge-Enerji Yoğunluğu İlişkisi .....	87
<b>Tablo 23:</b> Alt Sektör-Coğrafi Bölge İlişkisi.....	89
<b>Tablo 24:</b> Bölgede Toplam Çalışan İçinde Sektör Payının Bölgelere Göre Dağılımı ...	91
<b>Tablo 25:</b> Firmanın Yabancı Sermaye Sahipliği-Enerji Yoğunluğu İlişkisi.....	94
<b>Tablo 26:</b> Alt Sektör-Yabancı Sermaye Sahipliği Oranı.....	95
<b>Tablo 27:</b> Yabancı Sermaye Durumu Firma Büyüklüğü İlişkisi.....	97
<b>Tablo 28:</b> ARGE Faaliyeti-Enerji Yoğunluğu İlişkisi.....	98
<b>Tablo 29:</b> Alt Sektörler Bazında ARGE Yapan Firma Oranları .....	99
<b>Tablo 30:</b> ARGE Durumu ile Firma Büyüklüğü İlişkisi .....	100
<b>Tablo 31:</b> İhracat Faaliyeti-Enerji Yoğunluğu İlişkisi .....	102
<b>Tablo 32:</b> Alt Sektörlerde İhracat Yapan Firmaların Oranı .....	103
<b>Tablo 33:</b> İhracat Durumu, İstihdam ve Sermaye Miktarı İlişkisi .....	104
<b>Tablo 34:</b> Enerji Yoğunluğu Regresyon Sonuçları .....	106

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1:</b> Ana Sektörlerin GSYİH Payları (%).....	14
<b>Şekil 2:</b> Toplam İstihdamın Sektörel Dağılımı.....	15
<b>Şekil 3:</b> GSYİH'nın Yüzdesi Olarak İmalat Sanayi Katma Değeri.....	16
<b>Şekil 4:</b> İmalat Sanayi Kapasite Kullanım Oranı.....	18
<b>Şekil 5:</b> Türkiye'de Toplam Birincil Enerji Tüketimi (Milyon ton eşdeğeri petrol, MTOE).....	20
<b>Şekil 6:</b> Yakıt Türüne Göre Enerji Tüketimi (2016).....	21
<b>Şekil 7:</b> Birincil Enerji Yoğunluğu Endeksi.....	22
<b>Şekil 8:</b> Sanayide Enerji Tüketimi.....	22
<b>Şekil 9:</b> Sektörel Bazda Enerji Verimliliği Endeksi.....	23
<b>Şekil 10:</b> Enerji Yoğunluğunun Yıllar İtibarıyla Değişimi (%).....	61
<b>Şekil 11:</b> Çalışan Sayısına Göre Enerji Yoğunluğu-2012 (%).....	61
<b>Şekil 12:</b> Sermaye Sahipliğine Göre Enerji Yoğunluğu-2012 (%).....	62
<b>Şekil 13:</b> ARGE Faaliyetine Göre Enerji Yoğunluğu-2012(%).....	63
<b>Şekil 14:</b> İhracat Faaliyetine Göre Enerji Yoğunluğu-2012 (%).....	63
<b>Şekil 15:</b> Coğrafi Bölgelere Göre Enerji Yoğunluğu-2012 (%).....	64

## GİRİŞ

Literatürde en önemli enerji verimliliği göstergesi olarak kabul edilen enerji yoğunluğu kavramı; enerji tüketiminin finansal bir göstergeye oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada, net enerji ithalatçısı konumunda olan Türkiye’de firma bazında enerji yoğunluğunu etkileyen önemli unsurların belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmanın başlangıcında firmaların araştırma geliştirme, yabancı sermaye sahipliği, ihracat yapma kapasitesi, bölgesel konumu gibi değişkenlerin öne çıkabileceği beklentisi hakim olmakla birlikte, yapılan ekonomik analizler sonucunda ölçek büyüklüğünün imalat sanayinde firma bazında enerji yoğunluğunu etkileyen en başat parametre olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada, imalat sanayinde enerji yoğunluğunu analiz etmek için Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından firmalara uygulanan Sanayi Hizmetler Anketleri (YSHA) kullanılmıştır. TÜİK 2016 yılında YSHA çalışmalarını sonlandırmış ve adrese bağlı idari kayıtlara geçmiştir. Ancak yeni sistemde enerji tüketimine ilişkin veriler yer almamaktadır. Çalışmada sadece 2006-2012 dönemine ilişkin YSHA esas alınmıştır.

Enerji günümüzde sanayi girdileri arasında oldukça önemli bir konumda yer almaktadır. Özellikle 1970’lerdeki petrol krizlerinin yaşandığı yıllarda enerjide dışa bağımlılık sebebiyle pek çok ülke ekonomisi büyüme problemleriyle karşı karşıya kalmıştır. Sonraki yıllarda da özellikle petrol fiyatlarında öngörülemez artışların olduğu dönemlerde, enerji kaynakları bağlamında kendi kendisine yetemeyen ülkeler konjonktürel dalgalanmalar yaşamışlardır. Bu bağlamda özellikle enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki pek çok akademik çalışmanın konusunu oluşturmuştur (Bloch ve Rafiq, 2015 s.104). Nanduri (1998, s.1)’e göre bir ekonomide enerji tüketim miktarını belirleyen üç ana faktör bulunmaktadır. Bunlar; toplam ekonomik aktivitenin veya üretimin düzeyi, ekonominin kompozisyonu veya yapısı ve son olarak bir birimlik üretim başına tüketilen enerji miktarıdır. Üçüncü maddede değinilen üretim başına düşen enerji miktarı, enerji verimliliği olarak ifade edilmektedir. Esasen enerji verimliliği; petrol, doğal gaz, kömür ve yenilenebilir enerjiden sonra beşinci “yakıt” ya da enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Hatta zaman zaman bilgiye odaklanarak az enerji kullanıp çok etki yaratmak anlamına gelmesi nedeniyle enerji verimliliği “enerji yaratıcılığı” olarak anılmaktadır. Enerji yoğunluğu, enerji etkinliği, enerji tasarrufu olarak da adlandırılabilen enerji verimliliği; artan dünya geliri, mobilite ve nüfus artışı nedeniyle yüksek kalitede

bir enerji kaynağıdır. Enerji verimliliğini sağlamak kolay ya da ucuz değildir. Zaman ve finansman ile ölçülebilecek yatırımlar gerekmektedir. Geleneksel olarak enerji tasarrufu, maliyet ve yüksek fiyatlara karşı ortaya çıkmıştır. Son dönemde ise enerji tasarrufu için iki önemli parametre eklenmiştir; küresel iklim değişikliği ve ekonomik büyüme. Enerjinin etkin ve verimli kullanımı atmosfere daha az karbon salınımı anlamına gelmektedir. Enerji verimliliği, ekonomiler için rekabet üstünlüğü sağlamaktadır (Yergin, 2011 s.614).

Literatürde enerji yoğunluğu ve enerji verimliliği kavramları sıklıkla birbirinin yerine kullanılmıştır. Enerji verimliliği, aynı miktarda hizmeti yürütürken daha az enerji kullanılması olarak tanımlanabilir. Enerji verimliliği ya toplam enerji tüketiminin azaltılması sağlanarak ya da bir birim üretim başına düşen enerji miktarı düşürülerek sağlanabilir (Önüt ve Soner 2007, s.385). Öte yandan, enerji verimliliği dünyadaki doğal kaynakların korunması, sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından önem arz etmekte ve özellikle enerji kaynaklarından yoksun ülkelerin enerjide dışa bağımlılığını azaltma hususuna da katkı sağlamaktadır (Karakaya 2017, s.27). Nitekim, Çin'in verimliliğe yönelik çalışmaları, enerji verimliliğini iki katına çıkarma hedefiyle, enerji politikalarının başlıca amacı haline gelmiştir. Avrupa Birliği, 2020 yılına kadar enerji verimliliğinde yüzde 20 iyileştirme hedefi koymuştur. Yine Rusya 2020 yılına kadar ekonomisinde enerji yoğunluğunda yüzde 40 oranında azaltmayı amaçlamaktadır. ABD de ekonomisini büyütmek üzere enerji verimliliği yatırımlarına odaklanmaktadır (Yergin, 2011 s.615).

Enerji verimliliğinin, enerji kullanımının çevresel ve ekonomik etkileri sebebiyle son yıllarda gerek politika yapıcılar gerekse akademisyenler tarafından son derece ilgi gören bir alan olduğu görülmektedir (May ve diğerleri 2012, s.1). Geller ve diğerleri (2006, s.556) sanayileşmiş ülkelerin 1973 sonrasında önemli ölçüde daha fazla enerji verimlisi haline geldiğini savunmuştur. 1970'lerdeki petrol krizleri sonrasında pek çok ülkenin enerji verimliliğine yönelik politika ve düzenlemeleri yürürlüğe koyduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu politikaların özellikle son 30 yıllık dönemde enerji yoğunluğunu azalttığı savunulmaktadır.

Türkiye'de de enerji verimliliğine yönelik politikaların uygulamaya konulmasıyla bu alanda pek çok düzenleme yapılmıştır. Bu düzenlemelerin en önemli adımı olarak 3 Mart 2001'de Elektrik Piyasası Kanunu'nun yürürlüğe girmesi gösterilebilir. Bu kanun ile

birlikte Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu kurulmuştur (Ertuğrul 2010, s.147). Enerji verimliliğine yönelik çalışmalara bakıldığında ise 2007 yılında 5627 sayılı Enerji Verimliliği kanunu yürürlüğe girmiştir. Bu kanunu takiben 2008 ve 2010 yıllarında sırasıyla binaların enerji performansına yönelik düzenlemeler ve Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerin (KOBİ) enerji verimliliği sistemlerinin desteklenmesine yönelik düzenlemeler hayata geçmiştir.

Ayrıca, enerji verimliliği 2010 Milli İklim Değişikliği Stratejisi ve Milli İklim Değişikliği Aksiyon Planının (2011-23) ana konusunu oluşturmaktadır. 2012 yılında Yüksek Danışma Kurulu Enerji Verimliliği stratejisini kabul etmiştir. 2014-2018 yıllarını kapsayan 10. Kalkınma Planında da yine enerji verimliliği odak noktalardan biridir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın 2015-2019 yıllarını kapsayan Stratejik Planı da bazı enerji verimliliği politikaları ve göstergelerini içermektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2023 Vizyonunda da enerji verimliliğine yönelik pek çok hedef bulunmaktadır. Bu bağlamda Türkiye'de enerji verimliliğinin arttırılmasına yönelik pek çok düzenlemenin hayata geçtiği ve önümüzdeki dönemlerde de yine birçok düzenlemenin yürürlüğe gireceği söylenebilir.

Bir ülkede üretim üç ana sektörde gerçekleştirilmektedir. Bunlar tarım, sanayi ve hizmetler sektörleridir. Düşük gelirli ülkelerde tarımsal üretimin toplam üretim içerisindeki katma değeri fazlayken gelişmişlik düzeyi arttıkça katma değer sanayi ve hizmetler sektörlerine doğru kaymaktadır. Türkiye ekonomisinde 2017 yılında üretimin yalnızca %7'si tarımda, %23'ü sanayide, %70'i ise hizmetler sektöründe gerçekleşmiştir. Türkiye'de sanayi sektöründe ise imalat sanayinin toplam Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) içerisindeki katma değer payı 2017 yıl sonu itibarıyla %17'dir. Dolayısıyla imalat sanayinin sanayi sektörünü temsil kabiliyeti oldukça yüksektir. İmalat sanayiinin toplam istihdam içerisindeki payı da 2017 yılı sonu itibarıyla yaklaşık %17'dir. Bu bağlamda Türkiye'de imalat sanayinin istihdam performansı oldukça yüksek olduğu gibi üst sanayi sektörü için de temsil kabiliyeti oldukça fazladır.

Türkiye'de toplam enerji kullanımının yaklaşık yüzde 35'i sanayidedir. Türkiye gibi enerjide dışa bağımlı olan bir ekonomide sanayideki enerjinin verimli kullanılması da üretimin sürdürülebilir olması ve üretimin dış enerji şoklarından daha az etkilenmesi açısından önemlidir. İmalat sanayiinde enerji verimliliği daha verimli makine ve

teçhizatının kullanılmasıyla, enerji kullanımını kontrol eden daha verimli sistemlerin adapte edilmesiyle ve bunların devamlı yenilenmesiyle sağlanabilir (Önüt ve Soner 2007, s.385). Dolayısıyla Türkiye’de imalat sanayinde enerji yoğunluğunun analiz edilmesinin uygulanacak politikalar açısından kayda değer çıkarımlar yapılmasını sağlayacağı aşıkardır.

Bu çalışmanın litaratür taraması bölümünde belirtildiği üzere sanayi sektöründe enerji yoğunluğunun analiz edildiği pek çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalardan önemli bir bölümü ayrıştırma metotlarını kullanarak enerji yoğunluğunun analizini gerçekleştirmiştir. Gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde az sayıda çalışmada regresyon yöntemleri kullanılarak enerji yoğunluğu analiz edilmiştir. Bununla birlikte, Türkiye’de özellikle imalat sanayinin incelendiği çalışmalarda regresyon yöntemleri kullanılarak firma özelliklerinin enerji yoğunluğu üzerindeki etkilerinin analiz edildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, Türkiye’de imalat sanayinde enerji yoğunluğunu analiz etmek amacıyla alt sektörler, coğrafi bölgeler, arge, ihracat, yabancı sermaye, çalışan sayısı, sermaye düzeyi ve firma yaşı olmak üzere sekiz adet değişken ve bu değişkenlerin farklı kombinasyonlarıyla her biri farklı etkileri içinde barındıran 26 regresyon modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan söz konusu 26 regresyon modeli 8 gruba ayrılmıştır. Bu gruplar (i) işletme büyüklüğü ile enerji yoğunluğu ilişkisini, (ii) imalat sanayi alt sektörlerinde enerji yoğunluğunun nasıl farklılaştığını, (iii) işletme yaşı ile enerji yoğunluğu ilişkisini, (iv) coğrafi bölgelere göre enerji yoğunluğunda farklılaşma olup olmadığını, (v) sermaye sahipliğinin enerji yoğunluğu açısından anlamlı bir değişken olup olmadığını, (vi) Ar-Ge harcaması ile enerji yoğunluğu ilişkisini, (vii) ihracat değişkeni ile enerji yoğunluğu ilişkisini, (viii) son olarak ise bahsi geçen tüm değişkenlerin yer aldığı model ile enerji yoğunluğunun farklı firma karakteristiklerine göre nasıl değiştiğinin analiz edilmesi amaçlanmıştır.

Bu bağlamda bu tez çalışmasının literatüre katkısının (i) Türkiye’de imalat sanayinde enerji yoğunluğunun regresyon yöntemleri kullanılarak tahmin edilmesi, (ii) firma bazlı verilerin kullanılması yoluyla birbirinden farklı sekiz açıklayıcı değişken kullanılarak enerji yoğunluğu-firma özellikleri ilişkisini derinlemesine analiz edilmesi (iii) kamu



politikası yapıcılarına enerji verimliliği düzenlemelerinde hangi faktörlerin önemli olacağı yönünde önermelerde bulunması olarak ifade edilebilir.

Söz konusu regresyon modellerinde kullanılan değişkenler TÜİK tarafından hazırlanan YSHA veri setinden temin edilmiştir. Bu veri seti tüm Türkiye’de sanayi veya hizmet sektörlerinde faaliyet gösteren ve 20 üzerinde çalışanı olan işletmelerin tamamı (en az 2016 yılında 32.935 ve en fazla 2012 yılında 43.281 sayıda işletme olmak üzere) ile 20’nin altında çalışanı olan çok sayıda işletmeden oluşan (en az 2006 yılında 310.000 ve en fazla 2012 yılında 337.000 işletme olmak üzere) geniş bir örnekleme kapsamaktadır. TÜİK, YSHA’nin derlenmesinde tamsayım ve örnekleme yöntemlerini bir arada kullanmıştır. Yerel birim ve işletme bazında bilgi üretilmesi hedeflendiğinden 20 veya daha fazla çalışanı olan ile özel bazı sınıflarda faaliyet gösteren işletmeler de tamsayım yöntemi, 20’nin altında çalışanı olan işletmeler için ise örnekleme yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde enerji piyasaları ve enerji verimliliğine ilişkin teorik altyapı ve bu alanda Türkiye’de yapılan düzenlemeler ile Türkiye’de üretimin sektörler itibarıyla dağılımına, sanayi üretiminin yıllar itibarıyla değişimine, toplam istihdamın sektörlere göre paylarına, imalat sanayinin toplam üretimdeki katma değer payına ve enerji kullanımının yıllar, kaynaklar ve sektörler itibarıyla seyrine yer verilmiştir. İkinci bölümde literatürde enerji yoğunluğunun analiz edildiği çalışmaların genel bir özetine yer verilmiş ve literatürün genel değerlendirmesi yapılmıştır. Tezin üçüncü bölümünde ampirik analizin temelini oluşturan veri setine ilişkin tanımlayıcı bilgiler sunulmuş, ampirik analizde kullanılacak havuzlanmış regresyon metodu tanıtılmış ve kurulan ampirik modeller ve bu modellerde kullanılan değişkenler anlatılmıştır. Dördüncü bölümde ise ampirik analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Çalışmada 8 grupta oluşturulan 26 regresyon modelinin sonuçlarına tek tek yer verilerek her birinin değerlendirmesi yapılmıştır. Son bölümde ise değerlendirme ve politika önerileri ile çalışma sonuçlandırılmıştır.

## 1. BÖLÜM

### ENERJİ PİYASALARI DÜZENLEMELERİ, TÜRKİYE'DE İMALAT SANAYİ VE ENERJİ TÜKETİMİ

#### 1.1. ENERJİ PİYASALARINA İLİŞKİN DÜZENLEMELER VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Enerji piyasaları düzenleme politikalarının genel amacı; tüketicileri korumak ve etkin işleyen pazarlar oluşturmaktır. Doğal tekel özelliği gösteren enerji piyasaları, aşırı fiyat ve verimsizlik nedeniyle düzenlemeye konu olmaktadır. Doğal tekel, teknolojik olarak tek bir firmanın tüm pazara birden fazla firmanın yapabileceğinden daha düşük maliyetle hizmet verebildiği bir durumu ifade etmektedir. Rekabetçi piyasalarda maliyetler etkin bir şekilde tahsis edilip firmalar aşırı kar elde edemezken, doğal tekel niteliğinde olan enerji piyasalarında rekabet koşulları olmadığından pazar aksaklığı ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle enerji piyasasına yönelik ekonomik düzenlemeler, rekabetçi piyasalardaki dinamikleri dikkate alarak piyasa başarısızlıklarının etkilerini en aza indirmek, aşırı kârı kısıtlamak, tüketici refahını artırmak ve verimliliği artırıcı uygun yatırımları teşvik etmeyi amaçlamaktadır (Whakatutuki 2018, s.5-6).

Doğal tekel olan enerji piyasalarında görülen pazar aksaklığı; asimetrik bilgi problemi, dışsallıklar ve pazar gücünün bir sonucudur. Asimetrik bilgi sorunu tüketici ve düzenleyici olmak üzere iki düzeyde tartışılmaktadır. Birincisi, tüketiciler tam bilgiye sahip olmadığından, ürün veya hizmetler hakkında mevcut bilgileri yorumlayamamakta ve ürünlerin kalitesinden emin olamamaktadır. İkinci olarak, düzenleyicilerin firmalara ilişkin bilgileri uygun maliyetli toplayabilecekleri ve nesnel bir şekilde analiz yapıp yorumlayabilecekleri varsayımı her zaman geçerli değildir. Bu nedenle teknoloji ve talep koşullarının değişmesi nedeniyle düzenleyici kurumlar ile firma arasında düzenli bilgi akışına gerek duyulmaktadır. Asimetrik bilgi sorunu karşısında, optimum çözüme

ulaşılmasının tek yolu, firmaları maliyetlerini düşürmeye ve bunu fiyatlarına yansıtmaya teşvik edecek mekanizmaların geliştirilmesinde yatmaktadır.

Dışsallıklar ise firmanın toplumsal refahı doğrudan etkileyen unsurları üretim maliyetlerine yada elde ettiği gelire dahil etmemesidir. Bu dışsallıklar sosyal maliyetler (negatif dışsallık) yada avantajlar (pozitif dışsallık) şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle dışsallıklardan kaynaklanan piyasa aksaklıklarının düzeltilmesi kamu düzenlemelerini zorunlu kılmaktadır. Piyasa gücü, doğal tekel koşulları veya başka bir sebeple bir veya birkaç firmanın neden olduğu dağıtım ve/veya üretim etkisizliğine yol açan pazara giriş engelleridir. Ancak enerji piyasalarında düzenlemeler pazar aksaklığına neden olan asimetrik bilgi ve dışsallıktan daha ziyade pazar gücünü kısıtlamayı hedeflemektedir. Enerji piyasalarında pazar gücü ise ölçek ekonomileri nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Enerji altyapılarının doğal tekel dışında bir firma tarafından yeniden kurul(a)maması üretim etkisizliğine yol açmaktadır (Devendra 2000, s.2657-2261).

Doğal tekelerde geçerli ölçek ekonomileri talep yapısı nedeniyle birden fazla firmanın faaliyet göstermesini engellemektedir. Zira ölçek ekonomisi doğal tekel seçeneğini toplumsal refah açısından piyasada birden fazla firmaya göre daha az maliyetli seçenek haline getirmektedir. Bu faktörler mevcut olduğunda, tek bir büyük firmanın aynı pazara hizmet veren birden fazla firmadan daha düşük maliyetle birden fazla müşteriye hizmet vermesi mümkün olabilmektedir. Nitekim iş insanı Samuel Insull, 1897 yılında büyük kazanlar ve türbinler aracılığıyla enerji üretiminde ölçek ve kapsam ekonomileri yaratarak tek bir firmanın birden fazla küçük firmaya göre önemli ölçüde maliyet avantajı oluşturabileceğini göstermiştir. Ders kitaplarında Insull'ın büyük entegre enerji şirketleri doğal tekel örneği olarak yer almaktadır. Doğal bir tekel göz önüne alındığında, politika yapıcılar tek bir firmaya yasal bir tekel vererek tüketicilere daha düşük maliyet gücü sağlayabilirken, fiyatlarını sadece maliyetlerini kapsayacak şekilde düzenleyebilirler. Esasen herhangi bir düzenleme mevcut değilse, fiyat ve üretim tekel seviyesinde oluşacaktır. Doğal tekelin fiyat-çıktı kararı kar maksimizasyonu ile belirlenecektir. Doğal tekel pazar gücünü kötüye kullanmak suretiyle dağıtım ve üretimde etkisizliği yol açacaktır. Bu nedenle tüketicinin korunması ve doğal tekelin rantının kısıtlanabilmesi için düzenlemeler gereklilik arz etmektedir (Demsetz 1968, 56).

Münhasır hizmet etme hakkı verilen doğal tekellerine maliyete dayalı fiyatlama düzenlemesi yapılması ölçek ekonomileri tarafından mümkün olan en düşük maliyetin elde etmesini sağlarken tekelden kaynaklanan maliyetin üstünde fiyatların belirlenmesini engellemektedir. Doğal tekele yönelik düzenleme yaklaşımı iktisatçılar tarafından kabul görmeye birlikte kimi zaman yasal tekeller ile doğal tekeller karıştırılabilmektedir. Doğal tekeller etkin düzenleme koşullarıyla, maliyet ve üretimde birden fazla rakip firmaya göre daha verimli olabilirken yasal tekeller rekabetçi dinamiklerden çok uzak üretim ve fiyatlama etkisizliğine yol açmaktadır (Devendra 2000, s.2657-2661).

Tüm bu nedenlerle doğal tekeli ortaya çıkaran koşulların doğru anlaşılması önem arz etmektedir. Tek ürünlü tekeller modelinde pozitif ölçek ekonomileri doğal tekeller için yeterli bir koşuldur, ancak gerekli değildir. Bu model çerçevesinde pozitif ölçek ekonomilerinin mevcut olduğu her endüstri doğal tekeller niteliğindedir, ancak artan ortalama maliyetlere (negatif ölçek ekonomilere) sahip endüstrilerin de doğal tekeller olabileceği öngörülmektedir. Birden fazla ürünün söz konusu olduğu modelde ise pozitif ölçek ekonomileri ne yeter ne de gerekli bir koşuldur. Çok ürünlü bir endüstride doğal tekele işaret eden koşul, ürünlerin ortak üretiminden kaynaklanan maliyet ekonomilerinin bulunmasıdır (Paşaoğlu 2003, s.16).

Enerji hizmetleri endüstrisi, tüm ağ ekonomileri gibi (ör. gaz, su ve demiryolları), doğal tekeller ve bazı yönlerden ise rekabetçi bir yapı sergilemektedir. Ülkeden ülkeye değişiklik gösteren endüstrinin tekeller yönlerinin düzenlemeye konu olmaması yüksek fiyat, düşük hizmet kalitesi, düşük üretkenlik seviyesi ve rekabetçi piyasaların gelişiminin engellenmesi gibi tekeller gücünün kötüye kullanılmasına neden olmaktadır. Bu anlamda hükümetlerin karşı karşıya kaldıkları soru, düzenleme yapıp yapmamaları değil, nasıl ve ne kadar düzenleme yapılması gerektiği ile ilgili olmaktadır (Ashley and Lembo 2016, 3).

Tekeller gücünün yol açtığı sorunlar devlet müdahalesinin yalnızca meşruiyetini değil, aynı zamanda yönünü de belirlemektedir. Şayet etkinlik tek bir firmanın varlığını gerekli kılmaktaysa, bir yandan endüstriye girişin kontrol altına alınmasına, öte yandan toplumsal refah kaybına yol açacak tekeller bir fiyatın önüne geçilmesine yönelik bir düzenlemeye ihtiyaç vardır. Bu normatif bakış açısıyla regülasyon, tüketiciler lehine gelişen bir süreci ifade etmektedir. Regülasyon ekonomisinin başlıca iki işlevi vardır: Bunlardan ilki

optimum çözümün (etkinliğin) tanımlanmasıdır. İkincisi ise düzenlemeye konu olan ancak kârını maksimize etmek isteyen firmayı optimum çözüme yönlendirecek teşvik mekanizmalarını geliştirmektir. Bu çerçevede düzenleyici kurum sosyal refahın artırılması ve firma kârının maksimizasyonu arasında bir denge kurmayı hedeflemektedir (Paşaoğlu 2003, s.18).

Enerji piyasaları düzenleme sistemi, enerji ve ilgili hizmetlerin üretimi, tedarik ve tüketimi ile ilgili piyasa ve kurumlarını kapsamaktadır. Düzenleyici politikalar enerjinin yeterli, kaliteli, sürekli, ekonomik ve çevreye uyumlu olarak tüketiciye sunulmasını hedeflemektedir. Esasen ilgili yasal çerçeve; arz güvenliği ve güvenlik, rekabet, verimlilik, erişim ve ekonomiklik gibi politika hedeflerini destekleyen düzenleyici olan ve olmayan tüm önlemleri ifade etmektedir. Enerji piyasaları düzenleme sistemi aşağıdaki piyasalar için mevzuat, politika, kurallar ve düzenlemeleri içermektedir (Whakatutuki 2018, s.5):

- Elektrik: üretim, depolama, iletim, dağıtım ve perakende,
- Gaz: doğal gaz ve LPG üretimi, depolanması, iletimi, dağıtımını ve perakende satışı,
- Sıvı yakıt piyasaları: petrol ürünleri ve diğer sıvı yakıtlar için rafine, ithalat, üretim, depolama, dağıtım ve perakende ticaret,
- Enerji verimliliği: enerji verimliliği ürün standartlarının belirlenmesi ve enerji tüketicileri için bilgi teminidir.

Görüldüğü üzere enerji verimliliği, enerji piyasalarına yönelik temel başlıklardan bir tanesini ifade etmektedir. Bu anlamda esasen arz güvenliğine yönelik politikaların temel hedeflerinden bir tanesini teşkil eden enerji verimliliği hususunda Avrupa Birliği (AB) düzenlemeleri örnek teşkil etmeleri nedeniyle küresel ölçekte öneme sahiptir (Lavenex ve Schimmelfennig 2009, s 805). Nitekim AB 2012 yılında yayınladığı Energy Efficiency Directive (2012/27EU) ile hem arz hem de talep yönlü yönetimi dikkate alarak düzenleyici işlemleri enerji piyasasında uygulamaya koymuştur. 2012 Direktifi çerçevesinde AB genelinde enerji verimliliğini artırmak için önemli hedefler belirlenmiştir.

Bu hedefler;

- Ülkelerde enerji tüketiminin yıllık yüzde 1.5 azaltılması,

- Kamu binalarında yıllık en az yüzde 3 oranında enerji verimliliği sağlamak üzere yenileme yapılması,
- Bina stokları için uzun dönemli yenilenme stratejilerinin belirlenmesi
- Bina satış ve kiralamaalarında enerji verimliliği sertifikalarının zorunlu hale getirilmesi,
- Üçer yıllık milli enerji verimliliği eylem planlarının hazırlanması,
- Elektrikli ev aletleri ve televizyon gibi ürünler için asgari enerji standartları belirlenmesi,
- Elektrik ve gaz için akıllı sayaçların kurulması,
- Büyük firmaların en az dört yılda bir enerji denetim yapmalarının sağlanması,
- Tüketicilerin enerji tüketimlerine ilişkin geçmiş ve tam zamanlı bilgilere kolay ve ücretsiz ulaşmalarının sağlanmasıdır.

Görüldüğü üzere, AB'nin enerji verimliliğini sağlamaya yönelik düzenleyici işlemleri yukarıda belirtilen literatüre de uygun olarak sadece rekabetten uzak enerjinin arz yanını değil, verimlilik artışı ile nihai tüketiciyi de kapsamaktadır. AB'nin enerji verimliliği düzenlemeleri üyelik süreci nedeniyle ülkemizdeki düzenlemelere de ilham kaynağı olmaktadır.

## **1.2. TÜRKİYE'DE ENERJİ VERİMLİLİĞİNE İLİŞKİN DÜZENLEMELER**

Ülkemizde enerji verimliliğine ilişkin düzenlemeler AB düzenlemelerine paralel olarak enerjinin etkin kullanılmasını, israfının önlenmesini, enerji maliyetlerinin düşürülmesini ve çevrenin korunmasını hedeflemektedir. Türkiye ekonomisi artan enerji talebinin karşılanması açısından dışa bağımlı bir ekonomi olarak karşımıza çıkmaktadır. Zira, Ulusal Enerji Ajansı (2017) verilerine göre Türkiye enerji ihtiyacının yaklaşık olarak %86'sını ithalat yoluyla karşılamaktadır. Bu bağlamda enerji verimliliğinin sağlanmasına yönelik düzenlemelerin uygulamaya konulmasının oldukça elzem olduğu söylenebilir.

Türkiye'de enerji verimliliğinin artırılması için son yıllarda pek çok düzenleme yapılmıştır. Bu düzenlemelerden ilki 2007 yılında çıkarılan 5267 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu'dur. Bu kanun ile etkin enerji kullanımı ile enerjide dışa bağımlılık sebebiyle artan enerji maliyetlerinin hafifletilmesi amaçlanmaktadır. 5267 sayılı kanun kapsamında

enerji verimliliğinin yürütülmesinde yetkili olan kurum ve kuruluşlar belirlenmiş ve enerji verimliliğinin arttırılmasına yönelik ortaya konulacak uygulamalar ve verilecek desteklere yönelik genel çerçeve çizilmiştir.

5267 sayılı kanunu takiben bu kanuna dayanarak 2008 yılında sırasıyla Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği ve Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik çıkartılmıştır. Böylelikle 5267 sayılı kanun kapsamında genel çerçevesi çizilen hususların uygulanmasına ilişkin detaylar belirlenmiştir. Söz konusu düzenlemelerden ilkiyle binaların minimum enerji performans gereksinimleri, ikinci düzenlemeyle ise motorlu taşıtların yakıt tasarruflarının sağlanması ve enerji verimliliklerinin arttırılması için düzenlemeler uygulamaya konulmuştur.

Enerji verimliliğine yönelik uygulamaların yaygınlaştırılması bağlamında bir diğer önemli düzenleme ise Türkiye İklim Değişikliği Strateji Belgesi'dir. 2010 yılında kabul edilen bu belge ile kısa vadede binalarda enerji verimliliği potansiyeli tespit edilmiş ve verimliliğin arttırılmasına yönelik projelerin geliştirileceğine değinilmiştir. 2010-2023 dönemine yönelik önlemler paketi niteliğindeki bu belgede ayrıca 2020 yılına kadar sanayide enerji verimliliği potansiyelinin belirleneceği ve enerji tasarruf uygulamalarının ortaya konulacağı ifade edilmiştir.

Akabinde, 2011 yılında Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik ve 2012 yılında Enerji Verimliliği Strateji Belgesi düzenleme ve uygulamaların devamlılığının sağlanması ve genişletilmesi amacıyla atılacak adımları içeren düzenleme ve stratejileri ortaya koymuştur. Öte yandan, 2014-2018 dönemini kapsayan Onuncu Kalkınma Planı içerisinde Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi Programı Eylem Planı yer almıştır. Bu eylem planı Enerji Verimliliği Strateji Belgesi'nde yer alan enerji verimliliğine yönelik düzenlemelerin uygulanması açısından yol gösterici bir belge niteliğindedir.

Enerji verimliliği alanında çeşitli stratejileri içeren bir diğer belge ise 2017 yılında açıklanan Milli Enerji ve Maden Politikasıdır. Milli Enerji ve Maden Politikasında enerji verimliliğine yönelik uygulamalar enerji arz güvenliği, yerlileştirme ve öngörülebilir enerji piyasası başlıklarının içerisinde uygulama alanı bulmuştur. Öte yandan, bu politika kapsamında değerlendirilen ve ortaya konulan hususlar aynı yıl belirlenen Ulusal Enerji

Verimliliği Eylem Planı ile birlikte uygulamaya geçirilmeye başlanmıştır. Yapılan düzenlemelerden sonuncusu olan 2018 yılında yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Denetim Yönetmeliği vasıtasıyla enerji verimliliği uygulamalarının kontrol mekanizmaları güçlendirilmiştir.

Türkiye’de enerji verimliliğinin artırılması için alınan tedbirler, ortaya konulan düzenlemelerle birlikte Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre 2000-2016 yılları arasında imalat sanayinde bir birim üretim başına düşen enerji miktarı %80’den fazla düşmüştür. Dolayısıyla üretim başına düşen enerji miktarında meydana gelen bu düşüş enerji verimliliğine yönelik uygulamaların etkinliğini göstermektedir.

Günümüzde Enerji Piyasaları Düzenleme Kurulu ile rekabetten uzak enerji piyasalarının arz yönünün düzenlenmesi hedeflenirken aynı zamanda enerji talebinin paydaşları olan hanehalkları ve diğer sektörlerin oluşturduğu talep yönü de yukarıda özetlenen kanun, yönetmelik ve eylem planları ile düzenlenmeye çalışılmaktadır. Bu çalışma imalat sektörü özelinde enerji yoğunluğunu etkileyen en önemli faktörlerin neler olduğunu belirlemeyi hedeflemektedir.

### 1.3. TÜRKİYE’DE ÜRETİMİN GENEL GÖRÜNÜMÜ

Türkiye’de enerji tüketimine ilişkin değerlendirmelerde bulunmadan önce sanayinin ekonomi içindeki yerine bakmakta fayda bulunmaktadır. Esasen bir ekonomide toplam üretim üç ana sektörde gerçekleştirilmektedir. Bunlar; tarım, sanayi ve hizmetler sektörleridir. Toplam üretimin sektörler bazında dağılımı bize ekonominin gelişmişliği hakkında da bilgi sunmaktadır. Türkiye ekonomisi bu bağlamda hızla sanayileşen bir ekonomi olarak göze çarpmaktadır. Türkiye ekonomisinin 1950 sonrasında üç aşamalı gelişme sürecinden geçtiği söylenebilir (Ediger ve Huvaz, 2006). Bunlar sırasıyla (i) 1950’lerde dış ticaret rejiminin liberalleştirilmesi, (ii) 1960’lar ve 1970’lerde ithal ikameci sanayileşme süreci ve (iii) 1980 sonrasında devletin piyasalara müdahalesinin azaltılmasıdır.

Bu gelişme süreçleri sonucunda Türkiye ekonomisinde tarım sektörünün Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) içerisindeki payı giderek azalırken sanayi ve hizmetler



sektörlerinin payı giderek artış göstermektedir. Türkiye ekonomisinde ana sektörlerin toplam üretiminin 1998-2017 yılları arasındaki seyrine Tablo 1’de yer verilmiştir.

**Tablo 1:** Türkiye Ekonomisinde Sektörler Bazında Toplam Üretim (Nominal)

Yıllar	Tarım	Değişim Oranı (%)	Sanayi	Değişim Oranı (%)	Hizmetler	Değişim Oranı (%)
1998	70,538,636		134,602,909		432,251,986	
1999	67,321,179	-4.56	127,338,290	-5.40	426,547,332	-1.32
2000	71,635,948	6.41	135,955,540	6.77	452,942,114	6.19
2001	65,268,476	-8.89	124,503,660	-8.42	432,774,039	-4.45
2002	70,933,968	8.68	129,249,298	3.81	462,274,648	6.82
2003	69,851,232	-1.53	140,016,577	8.33	485,150,609	4.95
2004	72,612,426	3.95	156,775,641	11.97	528,138,810	8.86
2005	78,370,971	7.93	171,987,785	9.70	569,871,756	7.90
2006	79,585,310	1.55	187,965,196	9.29	609,206,815	6.90
2007	74,636,412	-6.22	200,085,570	6.45	643,927,524	5.70
2008	78,013,732	4.53	201,573,630	0.74	648,769,156	0.75
2009	81,234,274	4.13	184,208,473	-8.61	625,639,684	-3.57
2010	87,464,906	7.67	203,090,629	10.25	664,613,846	6.23
2011	90,473,489	3.44	238,253,644	17.31	734,258,417	10.48
2012	92,459,743	2.20	246,720,769	3.55	779,307,150	6.14
2013	94,603,925	2.32	268,906,456	8.99	844,704,075	8.39
2014	95,164,941	0.59	284,015,996	5.62	896,791,192	6.17
2015	104,084,511	9.37	298,382,416	5.06	946,410,178	5.53
2016	101,399,804	-2.58	311,049,784	4.25	978,738,588	3.42
2017	106,347,301	4.88	339,375,244	9.11	1,054,751,572	7.77

Kaynak: TÜİK. Not: Zincirlenmiş hacim (bin TL) verileridir.

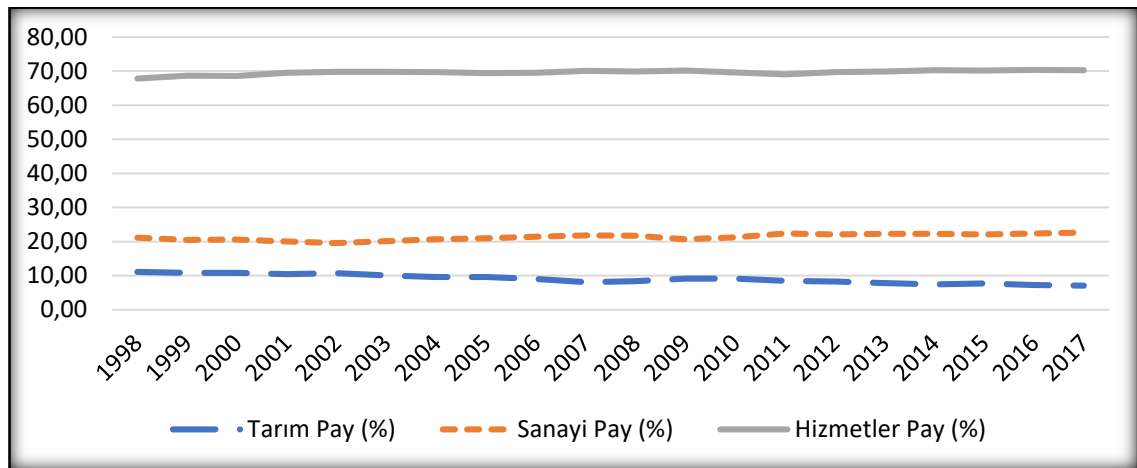
Türkiye ekonomisinde tarım, sanayi ve hizmetler sektörlerinin toplam üretimlerinin zincirlenmiş hacim hesaplamasına göre değişimlerine bakıldığında özellikle tarımsal üretimin dalgalı bir seyir izlediği anlaşılmaktadır. Zincirlenmiş hacim serileri bir önceki yılın ortalama fiyatları kullanılarak üretimin artışını ölçen bir hesaplama yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Tarımsal üretim, tüm sektörlerde daralmaların yaşandığı iç ve dış ekonomik ve finansal kriz yıllarının (1999, 2001, 2009) yanında 2003, 2007 ve 2016 yıllarında da düşüşler sergilemiştir. Sanayi ve hizmetler sektörleri ise ekonomik büyüme açısından başı çeken sektörler olarak 1999, 2001 ve 2009 yıllarında negatif büyüme oranları sergilemiştir.

Şekil-1’den anlaşılacağı üzere hizmetler sektörünün GSYİH içerisindeki payı en yüksek olan sektördür. Hizmetler sektörünün toplam reel üretim içerisindeki oranı 1998-2017 yılları arasında %70’ler civarında seyretmektedir. Sanayi sektörünün toplam içerisindeki payı 1998 yılında %20 iken özellikle 2001 ve 2009 yıllarında düşüşler yaşamıştır. 2017

yılı itibarıyla sanayi sektörünün GSYİH içerisindeki payı %20'nin biraz üzerindedir. Tarım sektörünün %10'lu payı ise yıllar itibarıyla azalırken 2017 yılı sonunda %10'un altında gerçekleşmiştir.

Ana sektörlerin GSYİH içerisindeki paylarının 1998-2017 yılları arasındaki seyri Şekil 1'de gösterilmektedir.

**Şekil 1:** Ana Sektörlerin GSYİH Payları (%)



Kaynak: TÜİK

Gelişmiş ülkelerin büyüme durumları incelendiğinde büyümenin arkasındaki itici gücün özellikle üretimin merkezinin tarım sektöründen sanayi sektörüne sonraki adımda ise hizmetler sektörüne yöneldiğini göstermektedir (Özen, 2015). Bu bağlamda büyümenin arkasındaki itici güç olarak sanayi sektörünün Türkiye ekonomisinde 2005-2017 yılları arasında izlediği seyri göstermek adına sanayi üretim endeksinin yıllar itibarıyla değişimine Tablo 2'de yer verilmiştir.

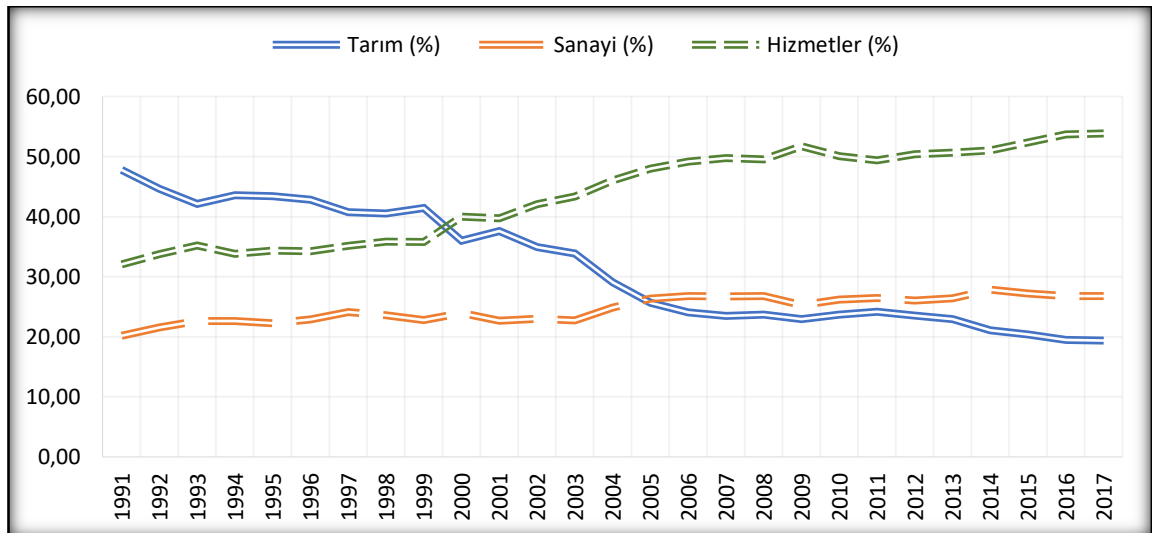
2005-2017 yılları arasında sanayi üretim endeksi yıllar itibarıyla istikrarlı artışlar göstermesine karşın özellikle 2008 yılında ortaya çıkan ve etkisini 2009 yılında da devam ettiren global finansal kriz yıllarında düşüşler göstermiştir. Global krizden sonra hızlı bir toparlanma sürecine gören Türkiye ekonomisinde sanayi sektöründe 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla %13.10 ve %15.37 oranlarında artışlar görülmüştür. 2005-2017 yılları arasında %88.92 oranında artış gösteren sanayi üretim endeksinin bu dönemdeki yıllık ortalama büyüme hızı ise %7.41'dir.

**Tablo 2:** Sanayi Üretim Endeksinin Değişimi

Yıllar	Sanayi Üretim Endeksi (2015=100)	Değişim (%)
2005	59.61	
2006	63.98	7.33
2007	68.46	7.00
2008	68.08	-0.56
2009	61.35	-9.88
2010	69.39	13.10
2011	80.05	15.37
2012	83.52	4.34
2013	89.00	6.56
2014	94.24	5.89
2015	100.00	6.11
2016	103.41	3.41
2017	112.62	8.91

Kaynak: TCMB, EVDS

Şekil 2’de Türkiye’de istihdamın sektörel dağılımının tarihsel seyri incelendiğinde 1990’lı yıllarda toplam istihdamın en yüksek payının tarım sektörüne ait olduğu görülmektedir. 1990’lı yıllarda hizmetler sektörünün istihdam payının %30’ların üzerinde olduğu, en düşük payın ise sanayi sektörüne ait olduğu görülmektedir.

**Şekil 2:** Toplam İstihdamın Sektörel Dağılımı

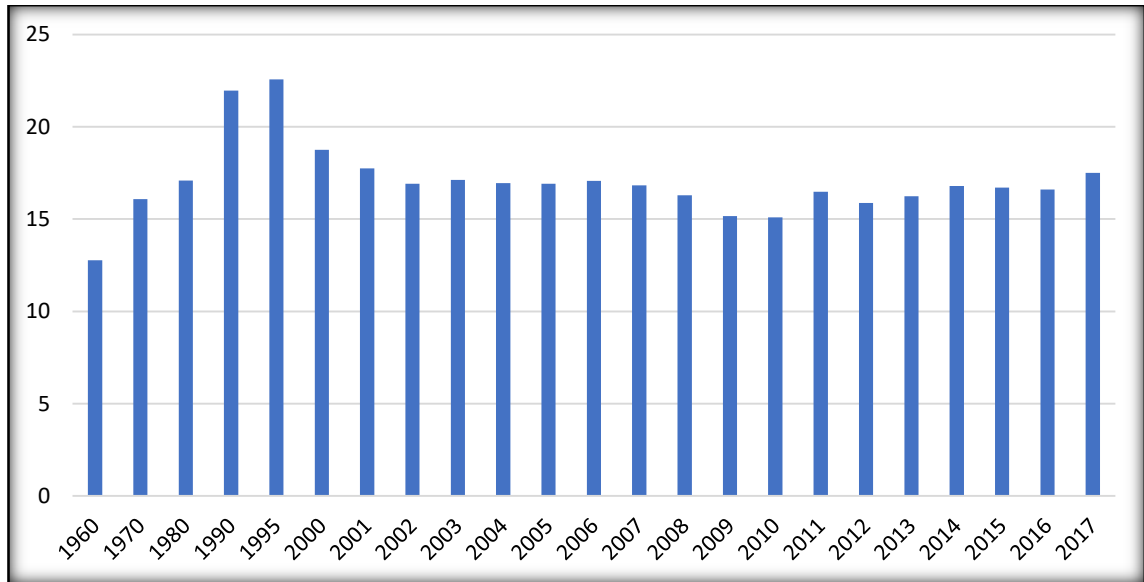
Kaynak: World Development Indicators, WDI, ILO estimates, 2019

1990 sonrasındaki dönemde ise tarım sektörünün istihdam içerisindeki payı giderek düşerken hizmetler sektörünün payı hızla artmıştır. Sanayi sektörünün 2000 yılı sonrasındaki seyri ise tarım ve hizmetler sektörüne nazaran daha yatay bir seyir göstermektedir. 2017 yılı itibarıyla Türkiye ekonomisinde çalışan nüfusun %50'den biraz daha fazlasının hizmetler sektöründe, yaklaşık %25'inin sanayi sektöründe istihdam edildiği görülmektedir. Tarım sektörünün payı ise %20'nin altına inmiştir.

#### 1.4. TÜRKİYE'DE İMALAT SANAYİNİN SEÇİLMİŞ GÖSTERGELERLE ANALİZİ

Bu bölümde Türkiye'de imalat sanayiinin seçilmiş bazı göstergelerle çeşitli dönemler itibarıyla seyrine değinilmiştir. Her bir gösterge için veri mevcudiyeti doğrultusunda farklı dönemler için inceleme yapılmıştır. Bu bağlamda ilk olarak imalat sanayiinde katma değer GSYİH içerisindeki payına 1960-2017 dönemi için Şekil 3'te yer verilmiştir.

**Şekil 3:** GSYİH'nın Yüzdesi Olarak İmalat Sanayi Katma Değeri



Kaynak: World Development Indicators, WDI, 2019

İmalat sanayiinde katma değer GSYİH içerisindeki payının incelenen dönemde %15 ile %20 arasında seyrettiği görülmektedir. Bu oran 1990 ve 1995 yıllarında %20'lerin oldukça üzerinde değer almış ve incelenen dönemde katma değer GSYİH içerisindeki

payının en yüksek olduğu dönemler olarak karşımıza çıkmıştır. 1990 sonrasındaki dönemde imalat sanayiinin payının en düşük olduğu yıllar yaklaşık %15 ile 2009 ve 2010 yıllarıdır. Hiç şüphesiz, söz konusu dönem 2008 global krizinin reel etkilerinin dünya genelinde hüküm sürdüğü yıllara tekabül etmektedir. 2017 yılı itibarıyla imalat sanayiinde üretilen katma değer GSYİH içerisindeki payının %17 civarında olduğu görülmektedir.

İmalat sanayi üretim endeksinin yıllar itibarıyla gösterdiği değişim bir önceki bölümde sanayi üretim endeksinin gösterdiği değişimle paralellik göstermektedir. İmalat sanayi üretim endeksinin 2005-2017 yılları arasındaki değişimine Tablo 3'te yer verilmiştir.

**Tablo 3:** İmalat Sanayi Üretim Endeksinin Değişimi

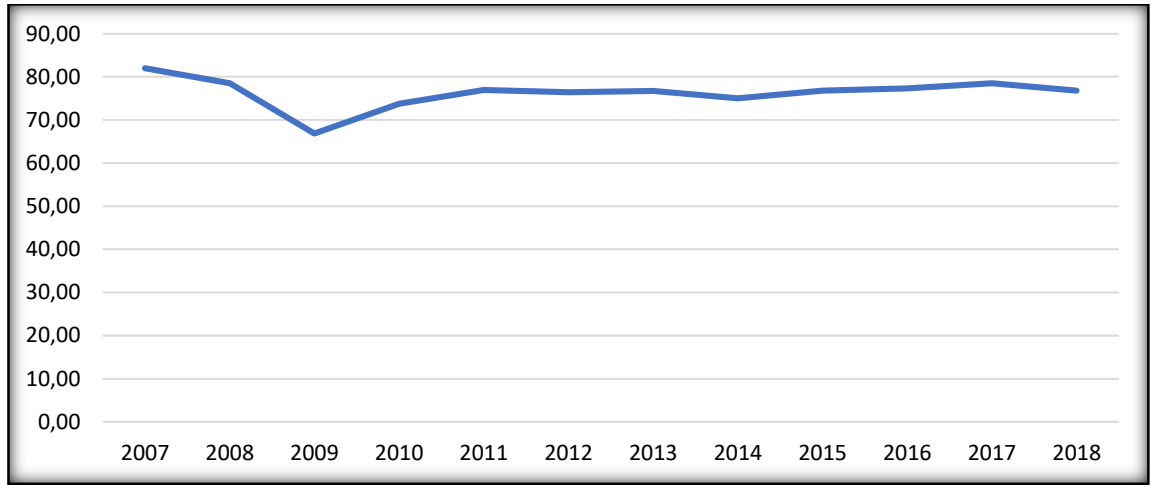
Yıllar	Sanayi Üretim Endeksi (2015=100)	Değişim (%)
2005	59.14	
2006	63.37	7.16
2007	67.64	6.73
2008	66.63	-1.49
2009	59.08	-11.33
2010	67.58	14.39
2011	78.44	16.06
2012	81.94	4.47
2013	88.08	7.49
2014	93.84	6.54
2015	100.00	6.56
2016	103.42	3.42
2017	112.74	9.02

Kaynak: TCMB, EVDS

İmalat sanayi üretim endeksi 2005-2017 yılları arasında %90.6  $((112.74-59.14)/59.14*100)$  oranında artış göstermekle birlikte global krizin etkilerini gösterdiği 2008 ve 2009 yıllarında büyüme hızı negatif olmuştur. Bu dönemde ortalama büyüme hızı %7.55'tir. Ayrıca, 2010 ve 2011 yıllarında küresel krizin etkilerinin yerini hızlı bir toparlanma sürecine bırakmasıyla büyüme 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla %14.39 ve %16.06 oranında artış göstermiştir.

Bir ekonomide imalat sanayiinde âtil kapasite olup olmadığı üretimde etkinliğin bir göstergesi olarak oldukça önem arz etmektedir. İmalat sanayiinde kapasite kullanım oranlarının 2007-2018 yılları arasında nasıl hareket ettiğine Şekil 4'te yer verilmektedir.

**Şekil 4: İmalat Sanayi Kapasite Kullanım Oranı**



Kaynak: TCMB, EVDS

İmalat sanayiinde kapasite kullanım oranı 2008 küresel krizinin hemen öncesinde %80'in biraz üzerindeyken kriz sonrası dönemde 2009 yılında %70'in altına inmiş ve 2010 yılı itibarıyla toparlanma sürecine giren Türkiye ekonomisinde kapasite kullanımını da 2011 yılında her ne kadar krizin öncesi dönemdeki oranına ulaşmasa da %80'e yaklaşmıştır. Bu süreçte 2011-2018 yılları arasında kapasite kullanım oranı %80 civarında seyretmiştir. Kapasite kullanım oranının %80 seviyesinde olması ekonomide az da olsa âtıl kapasite olduğunu göstermekte ve ekonominin potansiyelinin altında faaliyet gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Türkiye'de imalat sanayinin analizinde detaylarına değinilecek son gösterge istihdamdır. Türkiye ekonomisinde toplam istihdam, imalat sanayi istihdamı ve imalat sanayi istihdamının payının 1990-2017 dönemindeki seyrine Tablo 4'te yer verilmiştir.

Büyüyen bir ekonomiden beklenileceği üzere Türkiye'de toplam istihdam yıllar itibarıyla artış göstermektedir. 1999 yılında yaklaşık 17.98 milyon olan toplam istihdam 2017 yılı sonu itibarıyla %56.78'lik artışla yaklaşık 28.19 milyona yükselmiştir. İmalat sanayi istihdamına bakıldığında ise 1999 yılında yaklaşık 2,6 milyon olan çalışan sayısı 2017 yılı itibarıyla 4.96 milyon seviyesine gelmiştir. 1999-2017 yılları arasında imalat sanayiinde istihdam edilen kişi sayısı artışı %90.7'dir. Toplam istihdam artışıyla karşılaştırıldığında imalat sanayiindeki istihdam artışının çok daha yüksek olduğu

görülmektedir. Dolayısıyla bu durum imalat sanayiinin toplam istihdam içerisindeki payının da 1999'dan 2017'ye kadar %14.59'dan %17.63'e çıkmasını sağlamıştır.

**Tablo 4: İmalat Sanayi İstihdamı ve Toplam İstihdam İçindeki Payı**

Yıllar	İmalat Sanayi İstihdam (bin kişi)	İmalat Sanayi Pay (%)	Toplam İstihdam (bin kişi)
1990	2,625	14.59	17,988
1991	2,736	14.17	19,307
1992	2,949	15.17	19,440
1993	2,706	14.69	18,427
1994	3,013	15.06	20,009
1995	3,027	14.70	20,587
1996	3,237	15.27	21,197
1997	3,445	16.25	21,205
1998	3,463	15.90	21,780
1999	3,555	16.12	22,048
2000	3,638	16.86	21,580
2001	3,581	16.64	21,524
2002	3,731	17.47	21,354
2003	3,664	17.33	21,147
2004	3,742	19.06	19,631
2005	3,994	19.90	20,067
2006	4,066	19.91	20,423
2007	4,088	19.71	20,739
2008	4,235	19.98	21,193
2009	3,949	18.56	21,277
2010	4,216	18.66	22,594
2011	4,367	18.11	24,110
2012	4,420	17.81	24,821
2013	4,632	18.15	25,524
2014	4,936	19.03	25,933
2015	4,956	18.62	26,621
2016	4,915	18.07	27,205
2017	4,969	17.63	28,189

Kaynak: TÜİK, İşgücü İstatistikleri

Görüleceği üzere imalat sanayiinde gerçekleşen üretim, katma değer, kapasite kullanımı, istihdam gibi göstergeler ekonomik aktiviteyle aynı yönde hareket etmektedir. Tüm bu göstergeler bu bağlamda ekonomik aktivite açısından öncü göstergeler olarak ekonomik aktivitenin yönünü göstermek açısından kullanılabilir. Aynı zamanda, imalat sanayiinde gerçekleştirilecek politika değişiklikleri yoluyla da ekonomik aktivitenin canlandırılması sağlanabilecektir.

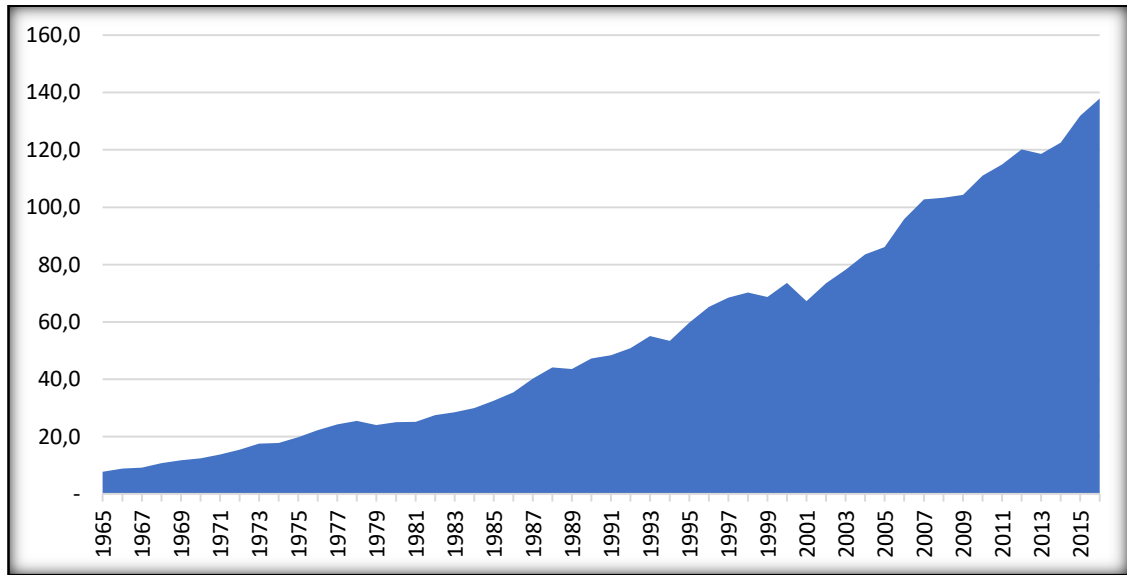
## 1.5. TÜRKİYE'DE ENERJİ TÜKETİMİ

Günümüzde enerji; ulaşım, üretim ve ısınmaya kadar çok geniş bir yelpazede ihtiyaç duyulan bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte enerji bir girdi olarak ekonomik aktivite açısından oldukça önem arz etmektedir. Özellikle gelişmekte olan enerji yoksunu ülkelerde enerji fiyatlarını ve tüketimi etkileyecek diğer birçok şok sonucunda ekonomik aktivite ciddi anlamda etkilenmektedir.

Bu bağlamda bu bölümde öncelikle Türkiye’de toplam enerji tüketimi, yakıt türüne göre kullanılan enerji türleri, enerji yoğunluğu incelenecek sonrasında ise sanayide ve imalat sanayiinde enerji tüketimine ilişkin seçilmiş göstergeler paylaşılacaktır.

Türkiye’deki toplam enerji tüketiminin 1965-2016 yılları arasındaki seyrine Şekil 5’te yer verilmiştir.

**Şekil 5:** Türkiye’de Toplam Birincil Enerji Tüketimi (Milyon ton eşdeğeri petrol, MTOE)



Kaynak: British Petroleum Statistical Review, BP, 2018

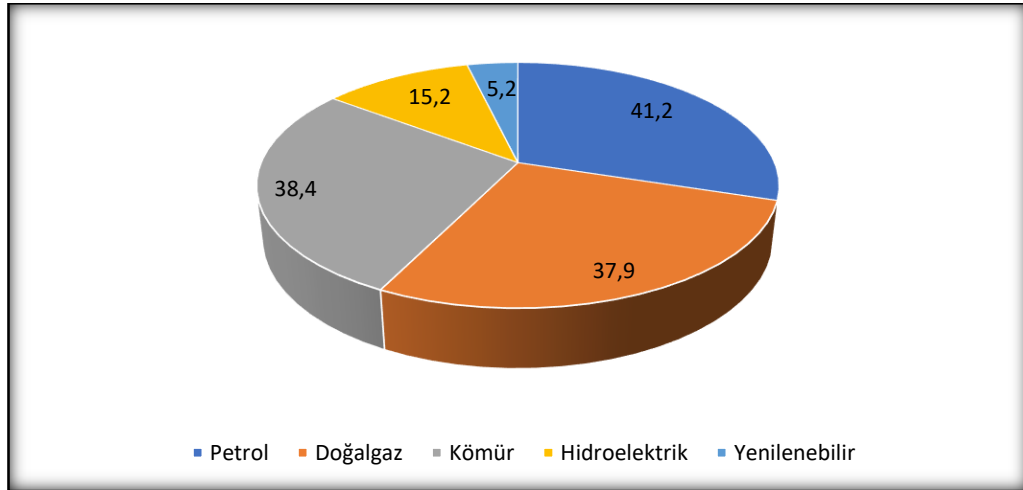
Şekil-5'ten anlaşılacağı üzere Türkiye’de birincil enerji tüketimi yıllar itibarıyla artış göstermiştir. 1965 yılında 7.7 MTOE olan toplam birincil enerji tüketimi 2016 yılında 137.9’a MTOE’e yükselmiştir. Bunun yanında, özellikle 2001 yılı sonrasında da artış trendinin daha da yükseldiği görülmektedir. Enerji tüketiminin 1965-2016 yılları



arasındaki bu yüksek artış oranı Türkiye ekonomisinin giderek artan enerji ihtiyacını da ortaya koymaktadır.

Türkiye’de enerji tüketiminin 2016 yılı itibarıyla yakıt türlerine göre durumuna ise Şekil 6’da yer verilmiştir.

**Şekil 6:** Yakıt Türüne Göre Enerji Tüketimi (2016)



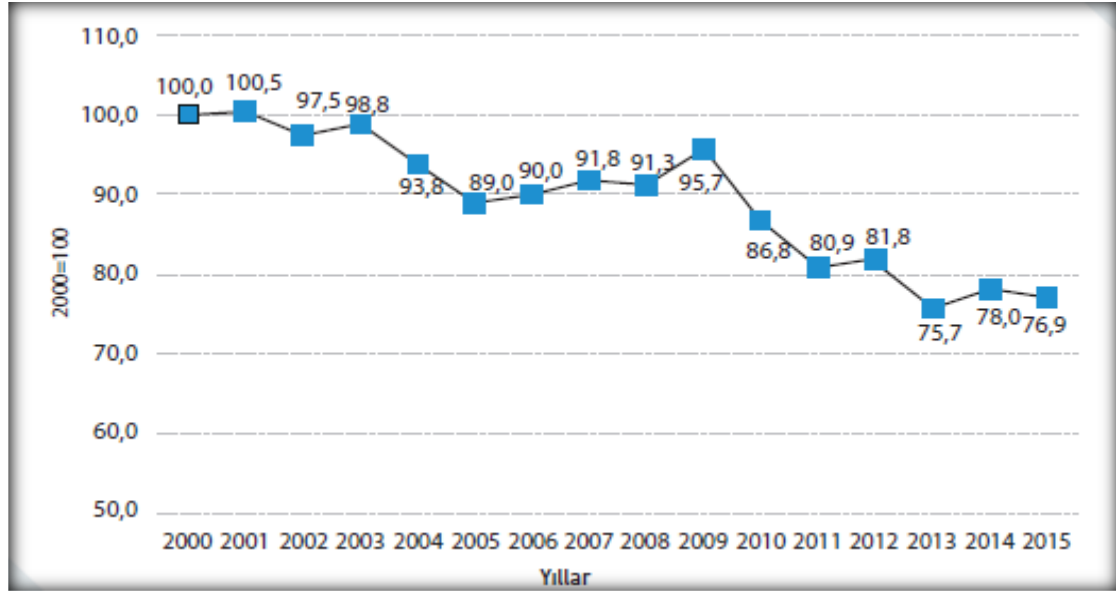
Kaynak: British Petroleum Statistical Review, BP, 2018

Türkiye’de 2016 yılı itibarıyla enerji tüketiminin yakıt türlerine göre dağılımı incelendiğinde en yüksek payın %41.2 ile petrol olduğu görülmektedir. Petrol tüketimini sırasıyla kömür ve doğalgaz takip etmektedir. Son yıllarda yapılan hidroelektrik santraller yoluyla üretilen elektrik enerjisiyle hidroelektriğin toplam enerji tüketimi içerisindeki payı da %15.2 olarak gerçekleşmiştir. Enerji kaynakları içerisinde en düşük paya ise yenilenebilir enerji sahiptir. Giderek büyüyen ve enerji ihtiyacı giderek artan Türkiye’de enerjide dışa bağımlılığın azaltılması ve enerji arz güvenliğinin sağlanması amacıyla yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması ve bu sayede daha sürdürülebilir bir ekonomik büyümenin sağlanabilmesi oldukça önem arz etmektedir.

Türkiye’de birincil enerji tüketimi yıllar itibarıyla artış göstermesine karşın baz yıl olarak belirlenen 2000’de 100 olan enerji yoğunluğu 2015 yılı sonu itibarıyla 76.9’a gerilemiştir. Diğer bir ifadeyle birincil enerji yoğunluğu %23.1 düşmüştür. Bu düşüş bize alınan çeşitli önlemler ve yapılan düzenlemeler çerçevesinde enerjinin daha verimli kullanıldığını göstermektedir. Şekil-6’da özellikle 2003, 2004, 2010 ve 2011 yılları en yüksek düşüşlerin sağlandığı dönemler olarak göze çarpmaktadır.

Şekil-7’de ise 2000-2015 yılları arasında birincil enerji yoğunluğu endeksinin değişimine yer verilmiştir.

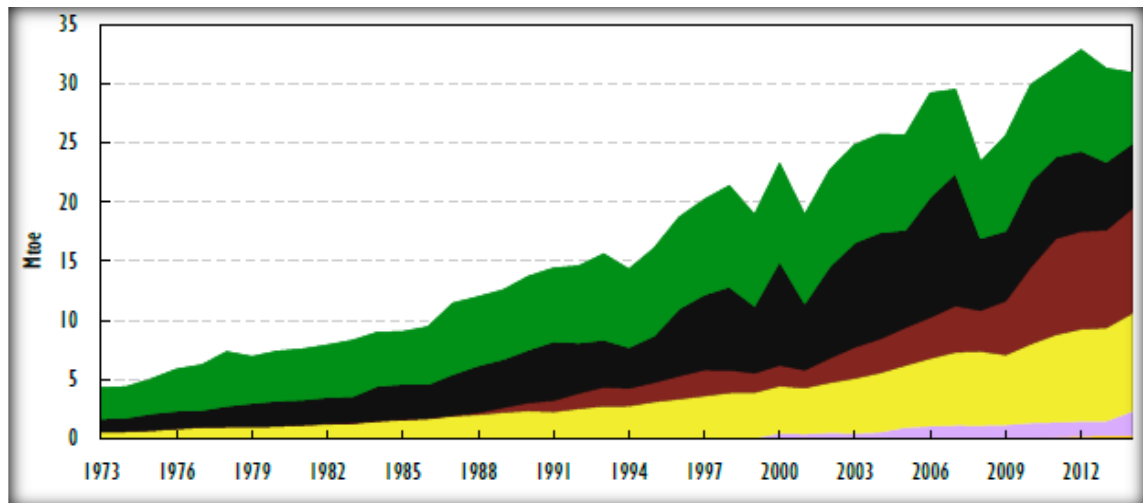
**Şekil 7:** Birincil Enerji Yoğunluğu Endeksi



Kaynak: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, YEGM, (2017)

Türkiye’de sanayide enerji tüketiminin seyrine bakıldığında toplam birincil enerji tüketiminden daha farklı sonuçlara rastlanmaktadır. Sanayi sektöründe tüketilen enerjinin enerji kaynaklarına göre 1973-2015 yılları arasındaki değişimine Şekil 8’de yer verilmiştir.

**Şekil 8:** Sanayide Enerji Tüketimi

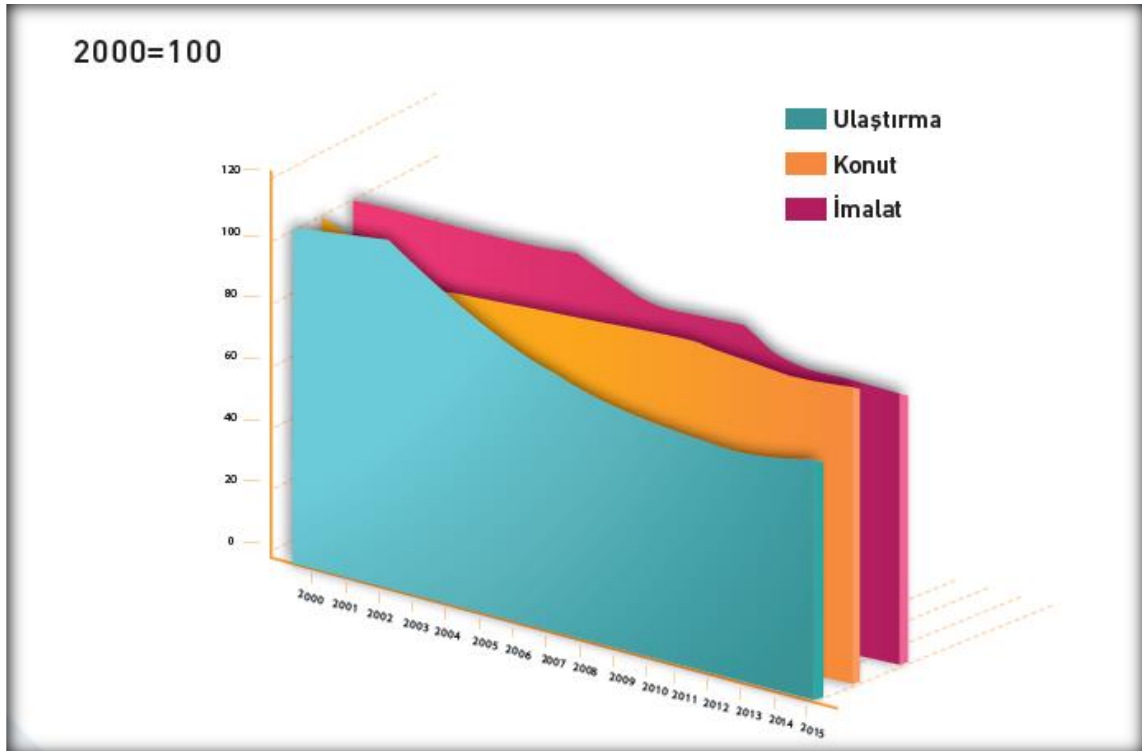


Kaynak: OECD/International Energy Agency (IEA), 2016. Not: Yukarıdan aşağıya sırasıyla Petrol, Kömür, Doğalgaz, Elektrik ve Isı enerjisini göstermektedir.

Şekil 8'e göre 2015 yılı itibarıyla sanayide enerji tüketiminin %28.6'sı doğalgazdan, %26.6'sı elektrikten, %19.4'ü petrolden, %17.9'u ise kömürden kaynaklanmaktadır. Isı enerjisi (enerjinin sistemler arasındaki transferi sonucu ortaya çıkan enerji) tüketimi ise %6.5'e tekabül etmektedir. 2004 yılıyla karşılaştırıldığında kömür ve petrol tüketimi sırasıyla %38.5 ve %27.3 azalırken doğalgaz tüketimi %207.1 artmıştır. 2004 yılı itibarıyla sanayide en çok kullanılan iki enerji türü olan kömür ve petrol yerini doğalgaz ve elektriğe bırakmıştır. Bu durum, sanayi sektörünün üretimde kullanılan enerji türü açısından bir dönüşüm süreci geçirdiğini göstermektedir.

Bu bölümde son olarak sektörel bazda enerji verimliliğine ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Sektörel bazda enerji verimliliği endeksi ulaştırma, konut ve imalat sektörlerinde enerji tüketimi enerji yoğunluğunda sağlanan iyileşmenin bir göstergesi olarak ekonomiye olan katkıyı göstermek açısından oldukça önem arz etmektedir. Ulaştırma, konut ve imalat sektörlerinde enerji verimliliğinin 2000-2015 yılları arasındaki seyrine Şekil 9'da yer verilmiştir.

**Şekil 9:** Sektörel Bazda Enerji Verimliliği Endeksi



Kaynak: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, YEGM, 2017

YEGM (2017) sektörel bazda enerji verimliliği endeksine göre 2000-2015 yılları arasında ulaştırma sektöründe %2.7, konut sektöründe %1.9 ve imalat sektöründe ise %1.8'lik iyileşme sağlanmıştır. Toplam enerji verimliliğinde sağlanan iyileşme oranı ise %2.1'dir. Esasen enerji verimliliğinde sağlanan iyileştirmeler uygulamaya konulan düzenlemeler enerji yoğunluğunu azaltmakta etkili olduğunu göstermektedir.

Böylelikle, bu bölümde enerji piyasalarına ilişkin düzenlemelerin arka planı, Türkiye'de enerji verimliliğine ilişkin düzenlemeler, Türkiye'de enerji kullanımının genel görünümü, enerji türlerine göre tüketimin durumu, sanayi sektöründe ve imalat sanayinde enerji kullanımının yıllara ve enerji türlerine göre son yıllarda nasıl değiştiği ve enerji verimliliği endeksinin yıllara göre seyrine dair genel bir görünüm sunulmuştur.

## 2. BÖLÜM

### LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde enerji yoğunluğuna ilişkin gerek teorik gerekse ampirik açıdan yapılan pek çok çalışma mevcuttur. Çalışmanın bu bölümünde ilk olarak enerji yoğunluğu ile firma özellikleri arasındaki teorik literatüre yer verilecek sonrasında ise enerji yoğunluğu alanında yapılmış ampirik çalışmalara yer verilecektir.

#### 2.1. TEORİK LİTERATÜR ÖZETİ

Bu çalışmada çeşitli firma karakteristiklerinin enerji yoğunluğu ile ilişkisi analiz edilmektedir. Çalışmanın bu bölümünde enerji yoğunluğu ile pek çok firma özelliği arasındaki ilişkilerin teorik temellerine yer verilecektir. Bu bağlamda bu bölüm sekiz alt başlığa ayrılmıştır.

Tez çalışmasında ilk olarak firma büyüklüğü ile enerji yoğunluğu ilişkisi analiz edilmektedir. Firma büyüklüğü çalışan sayısı, sermaye düzeyi, firma net satışları gibi değişkenler kullanılarak ifade edilebilmektedir (Hortono ve diğerleri, 2011). Bu çalışmada firma büyüklüğü çalışan sayısı ve sermaye düzeyi ile ölçülmüştür. Literatürde yer alan çalışmalarda firma büyüklüğü için kullanılan değişkenler ile enerji yoğunluğu arasında ters yönlü bir ilişki olması beklenmektedir.

Bu önermenin temelinde ölçek ekonomileri kavramı yer almaktadır. Şöyle ki, ölçek ekonomileri firmaların büyüklüğü arttıkça firmanın ortalama maliyetinin azalmasını ifade etmektedir. Dolayısıyla, büyük firmalar küçük firmalara nazaran üretim sürecinde kullandıkları herhangi bir girdiyi daha az maliyetle daha verimli bir şekilde elde etme ve kullanma yetkinliğine sahiptirler (Papadogonas et al. 2007, s.91). Diğer bir ifadeyle her ne kadar firma büyüdükçe ve üretimini arttırdıkça girdi olarak kullandığı enerji miktarı artıyor olsa da firma büyümesinin maliyetleri azaltma etkisiyle birim üretim başına tüketilen enerji miktarı yani enerji yoğunluğu azalmaktadır. Benzer şekilde daha büyük

firmaların finansman yeteneği, deneyim ve tecrübe üstünlüğü sebebiyle üretim süreçlerine enerji verimli teknolojileri uygulama kabiliyetleri daha fazladır (Lawrence, 2018, s.2).

Bu sebeple, enerji yoğunluğunun bağımlı değişken, firma büyüklüğünün ise bağımsız değişken olduğu bir modelde firma büyüklüğünü temsil eden değişkenin tahmin edilen katsayısının işaretinin negatif olması beklenebilir.

Çalışmada, firma büyüklüğü sonrasında firmanın faaliyet gösterdiği sektör ile enerji yoğunluğu arasındaki ilişki analiz edilmektedir. Her bir sektörde faaliyet gösteren firmaların farklı üretim yöntem ve teknolojileri kullanacağından hareketle firmaların enerji yoğunluklarının sektörler arasında anlamlı farklılıklar göstermesi beklenmektedir (Sahu ve Narayan, 2011a, s.18).

Firmaların faaliyet gösterdikleri sektörlerin büyüme hızları, sektörlerdeki enerji fiyatları ve farklı sektörlerdeki yatırım miktarları enerji yoğunluğu bakımından sektörel farklılıkların anlamlı bir değişken olmasına yol açmaktadır (Miketa, 2001, s.773). Ray (2011, s.39) ise farklı sektörlerin üretim yaptıkları fabrikaların modernlik derecesinin ve kullandıkları enerji ekipmanlarının da sektörler arasındaki enerji yoğunluğu açısından anlamlı bir faktör olduğunu ifade etmektedir.

Kısacası, literatürde yer alan çalışmalarda sektörel farklılıkların pek çok açıdan enerji yoğunluğunu farklılaştırıcı etkiler meydana getirdiği savunulabilir.

Firmaların enerji yoğunlukları bakımından anlamlı bir belirleyici olduğu düşünölen bir diğer değişken ise firma yaşıdır. Firma yaşı ile enerji yoğunluğu arasında literatürde yer alan çalışmalar pozitif veya negatif yönlü bir ilişki olabileceğini ifade etmektedir. Bu bağlamda ilişkinin yönü aşığıdaki şekillerde açıklanmaya çalışılmıştır.

Bunlardan ilki, uzun yıllardır faaliyet gösteren ve üretim yapan firmaların daha genç firmalara nazaran araştırma geliştirme faaliyetlerine daha çok pay ayırdıkları ve bu sebeple üretimlerini daha verimli bir şekilde gerçekleştirecekleri yönündedir (Sahu ve Narayan, 2011a, s.18). Diğer bir açıklama ise işletme yaşı daha büyük olan firmaların daha eski makine ve teknolojileri kullanacaklarından daha verimsiz ve enerji yoğun üretim yapacaklarını ifade etmektedir (Papadogonas ve diğerleri, 2007, s.92).

Böylelikle firmaların yaşı ile enerji yoğunlukları arasındaki ilişkinin analiz edilebilmesi amacıyla oluşturulan bir modelde firma yaşı değişkeninin katsayısının yukarıda yer alan iki temel açıklamaya göre şekilleneceği ifade edilebilir.

Firmaların enerji yoğunluklarının bir başka belirleyicisinin ise firmanın faaliyet gösterdiği coğrafi bölge olduğu söylenebilir. Farklı bölgelerde faaliyet gösteren firmaların enerji kaynaklarına yakınlığı veya Türkiye gibi enerji ithalatının yoğun olduğu ülkelerde ise ithal edilen enerjinin taşındığı hatlara yakınlığın enerji maliyeti açısından önemli olduğu söylenebilir.

Böylelikle, firmaların faaliyet gösterdikleri bölgeler arasında ortaya çıkan enerji yoğunluğu farklılıkları aynı zamanda farklı bölgelerdeki firmaların ölçek büyüklükleri, teknolojik seviyeleri, ürün kompozisyonları gibi faktörlerden kaynaklanabileceği gibi farklı bölgelerde kurulu firmaların enerji faturalarındaki farklılıklardan da ileri gelebileceği söylenebilir (Goldar ve diğerleri, 2010, s.12).

Ayrıca, Li ve diğerleri, (2013, s.3606) bölgeler arasındaki ekonomik kalkınma düzeyi farklılıklarının da enerji yoğunluğu açısından belirleyici bir faktör olduğunu, daha yüksek kalkınmışlık seviyesindeki bölgelerde enerji yoğunluğunun azalarak enerji verimliliğinin arttığını iddia etmiştir. Son olarak, Metcalf (2008, s.13) görece olarak daha hızlı ekonomik büyümenin gerçekleştiği bölgelerde enerji yoğunluğunun daha yüksek olacağını vurgulamıştır.

Kısacası, literatürde yer alan çalışmalar farklı bölgelerde faaliyet gösteren firmaların çeşitli ekonomik ve yapısal sebeplerle enerji yoğunluklarında farklılıklar olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmada firmaların enerji yoğunluğunu etkileyen faktörlerden bir diğeri ise yabancı sermaye sahipliğidir. Literatürde yabancı sermaye sahipliği ile firmaların enerji yoğunluğu arasında negatif ilişki olduğu kabul edilmektedir. Şöyle ki, firmanın sermaye sahipliğinde yabancı sermayenin yüksek olmasının firmanın enerji yoğunluğunu azalttığı ve daha enerji verimli bir üretimin söz konusu olduğu iddia edilmektedir.

Goldar ve diğerleri, (2010, s.22) enerji verimliliğinin rekabetçilik hususunda oldukça önemli olduğunu ve bu bağlamda yabancı sermaye sahibi olan firmaların yerli firmalara

nazaran enerji verimliliği açısından avantajlı olduğunu ifade etmektedir. Aynı zamanda, söz konusu çalışmada yabancı firmaların enerji verimliliği yapmasının yerli firmaları da enerji verim üretim yapmaya yönlendirdiği ve bu bağlamda bir yayılım etkisi gösterdiği vurgulanmaktadır. Fisher-Vanden ve diğerleri, (2004, s.11) de benzer şekilde yabancı sermaye sahipliğinin teknoloji transferini kolaylaştırması sebebiyle enerji yoğunluğunu azalttığını ifade etmektedir.

Literatürde enerji yoğunluğunu etkileyen en önemli faktörlerden biri olarak firmanın ARGE faaliyetleri göze çarpmaktadır. Zira, bir firmanın ARGE faaliyetinin bulunması söz konusu firmanın daha enerji verimli teknolojik üretim imkanlarına sahip olduğunu ifade etmektedir (Papadogonas ve diğerleri, 2007, s.92). Literatürde ARGE faaliyeti ile enerji yoğunluğu arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalardan Vanden ve Jefferson (2003) ve Goldar ve diğerleri, (2010) da ARGE faaliyetlerinin enerji yoğunluğunu azalttığı ve firmaları daha enerji verimli üretim yapmaya yönelttiğini ifade etmişlerdir.

Öte yandan, Sahu ve Narayan (2011a, s.27) ise ARGE faaliyeti ile enerji yoğunluğu arasında pozitif bir ilişki olabileceğini, söz konusu pozitif ilişkinin ise firmaların ARGE faaliyetinin üretim süreçlerindeki yeniliklerden ziyade ürün geliştirme üzerine olmasından kaynaklandığını ifade etmektedir.

Dolayısıyla, yukarıda örnekleri verilen çalışmalardan hareketle firmaların ARGE faaliyetinde bulunması ile enerji yoğunluğu arasında ortaya çıkabilecek muhtemel ilişkinin pozitif veya negatif olabileceği, bu ilişkinin işaretinin ise firmaların ARGE faaliyetinin bileşenlerine bağlı olduğu söylenebilir.

Firmaların ihracat faaliyetinin olup olmaması da firmaların enerji yoğunluğunu açıklayıcı bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu ilişkinin temelinde ihracat yaparak öğrenme hipotezi yatmaktadır. Şöyle ki, firmaların dış pazarlara açılarak ihracat yapması firmaların yabancı pazarlardan pek çok teknolojik yenilik de transfer etmesine ve böylelikle verimliliğini arttırıcı makine ve teçhizata yönelmesini sağlamaktadır (Sahu ve Narayan, 2011b, s.51). Diğer bir ifadeyle, ihracat faaliyetinin yoluyla verimli üretim tekniklerinin elde edilmesi bir pozitif dışsallık oluşturmakta ve bu yolla firmaların hem üretimini arttırarak hem de daha enerji verimli üretim yapmasını sağlayarak enerji yoğunluklarının azalmasına katkı sunmaktadır.



Sultan (2012, s.12) ise ihracat faaliyeti bulunan firmaların enerji yoğunluğunun azaldığını şu şekilde açıklamaktadır: (i) İhracat yapan firmalar siparişlerinin yoğun olması sebebiyle daha yeni ve verimli üretim ekipmanları edinmektedirler. (ii) İhracat sebebiyle artan rekabetçilik firmaların daha verimli üretim yapma olanağı sağlamaktadır. Son olarak, (iii) artan müşteri ihtiyaçları firmaları daha enerji verimli ve çeşitli üretim yapmaya zorlamaktadır. Duran ve diğerleri, (2015, s.557) de aynı şekilde ihracat faaliyeti bulunan firmaların daha enerji verimli üretim yapacaklarını ve enerji yoğunluklarının ihracat faaliyeti bulunmayan firmalara nazaran daha düşük olacağını savunmaktadır.

Bu bölümde, firmaların enerji yoğunluğunu etkileyen faktörlerin teorik temellerine yer verilmeyle birlikte bir sonraki bölümde literatürde enerji yoğunluğunun incelendiği ampirik çalışmaların detaylarına değinilmiştir.

## **2.2. AMPİRİK LİTERATÜR ÖZETİ**

İktisat yazınında enerji ekonomisine ilişkin ampirik çalışmalardan oluşan oldukça geniş bir literatür mevcuttur. Enerji ekonomisi literatüründe enerji yoğunluğuna ilişkin çalışmalar da önemli bir yer tutmaktadır. Tez çalışmasının bu bölümünde genelinde enerji yoğunluğunun özelde ise sanayi sektöründeki enerji yoğunluğunun ölçüldüğü çalışmalara yer verilecektir. Bu bölüm kendi içinde iki kısma ayrılmaktadır. İlk kısımda enerji yoğunluğuna ilişkin Türkiye haricindeki diğer ülkeleri konu edinen çalışmalara kronolojik bazda yer verilecektir. Sonrasında ise Türkiye ekonomisi bağlamında gerçekleştirilen çalışmalara değinilecektir. Çalışmalara kronolojik olarak yer verilmesindeki amaç ampirik literatürün evirildiği yönün görülmesini de sağlayacaktır.

### **2.2.1. Diğer Ülkeler İçin Yapılan Çalışmaları**

Dargay (1983, s.1), İsveç sanayi üretiminde enerji kullanımı, enerji fiyatları ve enerji kullanımına ilişkin tarihsel süreci inceleyen çalışmasında translog maliyet fonksiyonu yöntemini kullanmıştır. 12 alt sektör için yapılan çalışma 1952-1976 dönemini kapsamaktadır. Çalışmada kullanılan değişkenler enerji tüketimi, enerji fiyatları, sermaye ve emek düzeyi ve ara malı miktarıdır. Çalışmada elde edilen sonuçlar enerji fiyatlarının

enerji tüketimi üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu yönündedir. Dolayısıyla çalışmada enerji fiyatlarında meydana gelen artışların sanayi üretimi için bir yük olduğunu, sanayide enerji yoğunluğunu azalttığı ve sonuç olarak üreticileri enerjinin ikame edilmesine yönlendirdiği savunulmuştur.

Howarth ve diğerleri, (1991, s.135) sekiz OECD ülkesi (Japonya, ABD, Batı Almanya, Fransa, Birleşik Krallık, Danimarka, İsveç ve Norveç) için gerçekleştirdikleri çalışmada 1973-1987 dönemini incelemişlerdir. Toplam sanayi üretimi, enerji yoğunlukları ve endüstri yapısı sanayi kolları düzeyinde analiz edilmiştir. Ampirik analizde Divisia yaklaşımı ve Laspeyres metotları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar iki yönetimin birbirine oldukça benzer sonuçlar verdiğini göstermektedir. Çalışmada kullanılan değişkenler, sanayide toplam enerji kullanımı, toplam sanayi üretimi, enerji yoğunlukları (çıktı başına enerji) ve çıktı oranlarıdır. Elde edilen sonuçlar tüm ülkelerde enerji yoğunluklarında meydana gelen azalmaların paralellik gösterdiğine işaret etmektedir. Enerji yoğunluğundaki azalmaların temel sebeplerinin ise enerji fiyatları ve teknolojik değişimler olduğu ifade edilmektedir. Çalışmanın öne çıkan diğer bulguları ise Japonya ve ABD’de enerji yoğunluklarında meydana gelen düşüşün diğer ülkelere nazaran daha fazla olduğu ve ayrıca çalışmada ele alınan ülkelerde diğer enerji türlerinden elektriğe doğru bir yakıt değişimini savunacak anlamlı kanıtlar olmadığı şeklindedir.

Worrell ve diğerleri, (1997, s.727), sanayinin alt sektörlerinden demir-çelik endüstrisinin enerji tüketimini yedi ülkede (ABD, Almanya, Brezilya, Çin, Fransa, Japonya ve Polonya) 1980-1991 için inceledikleri çalışmada ayrıştırma yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada sektör içi yapısal değişimler ve verimliliğe yönelik gelişmeler ayrıştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, Polonya haricinde kalan ülkelerde spesifik enerji tüketiminin düştüğü, Brezilya, Çin, Almanya ve ABD’de verimlilik artışları önemli rol oynarken, Fransa ve Japonya’da yapısal değişikliklerin enerji tasarrufu adına büyük öneme sahip olduğu anlaşılmıştır. Öte yandan, sektöre özgü enerji tüketimi ile ekonomik göstergeler arasındaki korelasyonun az olduğu tespit edilmiştir.

Enerji yoğunluğunun ölçülmesine yönelik bir diğer önemli çalışma Greening ve diğerleri, (1997, s.375)’dir. Bu çalışmada 10 OECD ülkesinde sanayi sektöründeki toplam enerji yoğunluğu altı adet ayrıştırma yöntemiyle incelenmiştir. Çalışma 1970-1992 dönemini kapsamaktadır. Çalışmada kullanılan yöntemlerin karşılaştırmasında artık terim ve artık

terim varyansının büyüklüğü ölçüt alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Adaptive Weighting Divisia ayrıştırması yönteminin en iyi sonuçları veren yöntem olduğu savunulmuştur.

Öte yandan, Sun (1998, s.85) mevcut ayrıştırma yöntemleri içerisinde sorun teşkil eden artık terime ilişkin problemi ortadan kaldıran “kusursuz ayrıştırma” yöntemini ortaya koymuştur. Söz konusu çalışmada dünyadaki enerji yoğunluğu 1973-1990 dönemi için modellenmiştir. Çalışmanın sonuçları oldukça çarpıcı çıkarımlar sunmuştur. Bulgular, dünya genelinde 1973 yılına göre toplam enerji talebinin yarısının enerji yoğunluğu etkisiyle tasarruf edildiğini ortaya koymaktadır. Çalışmada ayrıca çeşitli ülke gruplarına göre de sonuçlar sunulmuştur.

Unander (1999, s.769) çalışmasında 13 OECD ülkesinde 1971-1995 döneminde imalat sanayisindeki enerji kullanımını analiz etmiştir. Adaptive Weighting Divisia ayrıştırması yöntemi kullanılan çalışmada toplam enerji yoğunluğundaki değişim incelenmiştir. Çalışmada petrol krizi etkilerini ortaya koyabilmek adına 1973-1979 ve 1986 sonrası dönemleri için karşılaştırmalar yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen dikkat çekici sonuçlar ise şöyledir: 1973-1979 döneminde tüm sektörlerde elektrik enerjisi kullanımının arttığı yanı sıra petrol ve kömür kullanımından doğalgaza doğru bir kayma olduğu görülmüştür. Ayrıca aynı dönemde çalışmaya konu bütün ülkelerde enerji yoğunluklarındaki değişimler sanayide enerji kullanımını azaltmıştır. 1986 sonrasındaki döneme bakıldığında ise bütün ülkelerde enerji yoğunluğunun düştüğü ancak çoğu ülkede bu düşüşün yavaşladığı ve pek az ülkede enerji verimliliğindeki gelişmelerin enerji yoğunluğundaki düşüşler üzerinde güçlü etkiler sağladığı iddia edilmiştir.

Miketa (2001, s.769), hem sanayileşmiş hem de gelişmekte olan ülkeler için yaptığı çalışmada, sektörel ekonomik gelişme ile enerji yoğunluğunun gelişimi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler toplam sektörel ekonomik aktivite, sektörel sermaye birikimi ve endüstriyel enerji fiyatlarıdır. Toplam 39 ülkenin dahil edildiği çalışmada on sektöre ait veriler kullanılmıştır. Çalışma 1971-1996 dönemini kapsamaktadır. Çalışmada ağırlıklandırılmış en küçük kareler yöntemiyle model tahmini yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; enerji yoğunluğundaki gelişmelerin endüstriyel gelişmelere paralel olduğu, enerji yoğunluklarındaki düşüşlerin yatırımlardan kaynaklanmadığı savunulmuştur.

Bernard ve Cote (2002, s.4), Kanada'nın dört eyaleti için yaptıkları çalışmada 1976-1996 dönemini incelemişlerdir. Çalışmada temel bileşen analizi yönteminden faydalanılmıştır. Enerji yoğunluğu göstergesi olarak altı değişken kullanılmış ve bu değişkenler iki toplam enerji kullanımı ve üç sanayi üretimi çıktısının çaprazlanmasıyla elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre bazı endüstrilerde değişkenlerin nasıl kullanıldığına bağlı olarak enerji yoğunluğundaki gelişimin değişeceği ifade edilmiştir.

Cornillie ve Frankhauser (2004, s.283), geçiş ekonomilerindeki enerji yoğunluğunu inceledikleri çalışmada 1992-1998 yılları için Orta ve Doğu Avrupa ile eski Sovyet bloku ülkelerini konu edinmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar ülkelerdeki enerji yoğunluklarının geçiş döneminde azaldığını, Macaristan, Slovenya, Litvanya gibi ülkelerde yapılan hızlı özelleştirme, fiyat liberalizasyonu ve kurumsal yeniden yapılandırma nedeniyle enerji yoğunluğunun hızla düştüğünü göstermektedir. Polonya, Romanya ve Slovakya gibi ülkelerde ise sanayi üretiminin milli gelir içindeki payının yüksek olması, kurumsal yeniden yapılanmanın sağlanamaması gibi nedenlerle enerji yoğunluğunda azalma olmadığı anlaşılmıştır. Son grupta yer alan ülkeler için ise özelleştirmelerin yapılamaması ve sanayi sektöründe yeniden yapılandırmanın gecikmesi sebebiyle enerji yoğunluğunun daha da arttığı anlaşılmıştır.

Fisher-Vanden ve Jefferson (2004, s.77), 1997-1999 döneminde Çin ekonomisinde toplam enerji yoğunluğundaki düşüşün kaynaklarını analiz etmişlerdir. Çalışmada 2,500 büyük ve orta ölçekli firma verisi kullanılmıştır. Bu bağlamda söz konusu çalışma mevcut literatüre firma bazlı verileri kullanarak katkıda bulunmuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre değişen enerji fiyatları, araştırma-geliştirme harcamaları, sahiplikteki değişiklik ve endüstri kompozisyonu enerji yoğunluğundaki ve enerji tüketimindeki düşüşün altında yatan temel faktörler oldukları iddia edilmiştir. Çalışmada öne çıkan diğer faktör ise bölgesel endüstri üretimi düzeyi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Miketa ve Mulder (2005, s.429), 56 ülkedeki 10 imalat sanayi alt sektörlerindeki enerji verimliliği yakınsamasını ele aldıkları çalışmada 1971-1995 dönemini incelenmiştir. Bu çalışmaya konu edilen 56 ülkeden 24'ü gelişmiş, 32'si ise gelişmekte olan ülkelerden oluşmaktadır. Panel veri sabit etkiler modeli kullanılarak yakınsama hipotezinin test edildiği çalışmanın sonuçlarına göre, imalat sanayiinde bütün alt sektörlerde başlangıç enerji yoğunluğu düzeyinin düşük olduğu ülkelerdeki enerji verimliliği artışının daha

yüksek olduğu anlaşılmıştır. Öte yandan, ülkeler arası farklılıkların kalıcı olduğu, global olmaktan ziyade bölgesel yakınsamanın mevcut olduğu ve enerji fiyatları ve yatırım miktarının da yakınsama fenomeni açısından önemli olduğu tespit edilmiştir.

Markandya ve diğerleri (2006, s.121), 12 Batı Avrupa ülkesindeki, geçiş ekonomileri olarak adlandırılan ve şu anda Avrupa Birliği üyesi olan, enerji yoğunluğu ilişkilerinin incelendiği çalışmada 1992-2002 dönemi verilerini kullanarak ekonomik büyüme bazlı yakınsama eşitliğini tahmin etmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre Avrupa Birliği üyesi geçiş ekonomilerindeki enerji yoğunluğu düzeylerinin Avrupa Birliği ortalama düzeyine yakınsadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, ülkeler arasında yakınsama hızının farklılıklar gösterdiği ve söz konusu farklılıkların kişi başına gelir düzeyi farkının enerji yoğunluğu esnekliği ve gerçekleşen enerji yoğunluğunun istenen enerji yoğunluğuna uyarlanma oranına bağlı olduğu savunulmuştur.

Steenhof (2006, s.370) Çin ekonomisinde elektrik talebini incelemiştir. Las-Peyres yönteminin kullanıldığı çalışmada 1998-2002 dönemi incelemiştir. Çalışmada elektrik talebi üç bileşene ayrılmıştır. Bu bileşenler çıktı etkisi, yapısal etki, yoğunlaşma etkisidir. Las-Peyres yöntemi sonuçlarına göre 1998-2002 döneminde elektrik tüketimi çıktı etkisi sebebiyle artış göstermiştir. Elektrik talebinde meydana gelen azalmanın sebebinin ise yoğunluk etkisi ve yapısal etkilerden kaynaklanabileceği ifade edilmiştir. Öte yandan, analiz sonuçlarına göre, sanayileşme sebebiyle enerji talebinde meydana gelen artışın yapısal etkilerin yanı sıra verimlilikte meydana gelen artışla dengelenmiştir. Ayrıştırma yönteminden elde edilen sonuçlar alt sektörlerde de benzer sonuçlar göstermiştir.

Çin için gerçekleştirilen ampirik çalışmalardan bir diğeri ise Liao ve diğerleri, (2007, s.4640)'dir. Çalışmada Vartia endeksi kullanılmış ve 1997-2006 dönemi için analiz gerçekleştirilmiştir. İnceleme dönemi 1997-2002 ve sonrası olarak ikiye ayrılmıştır. Çalışmada enerji yoğunlukları sektörel yapısal etkiler ve verimlilik etkileri olarak ikiye ayrılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, 1997-2002 döneminde enerji yoğunluklarında meydana gelen düşüşünün verimlilik etkilerinin sektörel yapısal etkilere nazaran daha etkin olduğunu ortaya koymaktadır. Öte yandan, 2003-2005 döneminde enerji tüketimi yoğun sektörlerdeki genişlemeler yüksek yatırım oranı artan enerji yoğunluğunun önde gelen sebepleri olduğu savunulmuştur. Politika önerisi olarak ise

enerji verimliliğinin sağlanması için teknolojik gelişmenin yanında yapısal değişikliklere ve yatırım oranlarının düşürülmesine ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir.

Neelis ve diğerleri, (2007, s.6112) Hollanda imalat sanayiindeki enerji etkinliği trendini incelemek üzere 1995-2003 dönemi fiziksel üretim ve spesifik enerji tüketimi verilerini kullanarak analiz gerçekleştirmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar 1990'lerden itibaren enerji etkinliğinin geliştirilmesine yönelik faaliyetler yürütüldüğünü göstermektedir. Enerji etkinliği gelişmeleri sektörden sektöre, yıldan yıla ve enerji çeşitleri bazında farklılıklar göstermektedir.

Tanaka (2008, s.2887) Japonya'nın demir-çelik sektörü için gerçekleştirdiği vaka çalışmasında enerji verimliliği ölçüm yöntemlerinin performanslarını analiz etmiştir. Bu çalışmada, ekonomik göstergeler dışlanmış ve bahsedilen sanayi kolları için olası politika süreçlerine odaklanılmıştır. Çalışma, enerji verimliliği, enerji tüketim yoğunluğu, mutlak enerji tüketimi ve enerji difüzyonu gibi ölçüm metotlarından faydalanmıştır. Çalışmada sektör bazında ölçüm yöntemlerinin verimliliğinde politika süreçlerinin etkinliğinin yadsınamaz olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Metcalf (2008, s.1) Amerika Birleşik Devletleri'nde toplam enerji yoğunluğunu regresyonlar vasıtasıyla incelemiştir. Çalışmada 1970 sonrasındaki dönem incelenmiş olup elde edilen sonuçlar toplam enerji yoğunluğu ile toplam gelir arasında ters-U şeklinde ilişki bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu bağlamda teknolojinin enerji yoğunluğu düzeyi açısından en önemli karar verici olduğu ifade edilmiştir. Öte yandan, sermaye-emek oranının enerji yoğunluğu ile pozitif ilişkisi olduğu ortaya konulmuştur.

Çin ekonomisinde enerji yoğunluğunun incelendiği diğer bir çalışma ise Ma ve Stern (2008, s.1037)'dir. Çalışma 1980-2003 dönemini kapsamaktadır. Çalışmada Logaritmik Ortalama Divisia İndeksi (LMDI) yönteminden faydalanılmıştır. Çalışmanın mevcut literatüre katkısı enerji yoğunluğunda meydana gelen değişimlerin teknolojik faktörlerin yanında yakıtlar arası ikame etkisinden de kaynaklanıp kaynaklanmadığının analiz edilmesidir. Çalışmada Çin ekonomisinde mevcut sektörler birincil, ikincil ve üçüncül sektörler olarak üç alt gruba ayrılmıştır. Analiz sonuçlarına göre (a) teknolojik ilerlemelerin enerji yoğunluğunun azalmasındaki en baskın faktör olduğu, (b) gerek sanayi sektöründeki gerekse alt sektörlerdeki yapısal değişimlerin enerji yoğunluğunu

arttırıcı etkide bulunduğu, (c) alt sektörler arasındaki üretim kaymalarının toplam enerji yoğunluğunu düşürdüğü, (d) 2000 yılı sonrasında enerji yoğunluğunda meydana gelen artışın temelinde negatif teknolojik ilerleme olduğu, (e) yakıtlar arası ikamenin enerji yoğunluğuna etkisinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

Salta ve diğerleri, (2009, s.90) ise ayrıştırma ve birleştirme analizleriyle Yunanistan imalat sanayiinde enerji yoğunluğunu ölçmeyi amaçlamıştır. 1985-2002 dönemini kapsayan çalışmada altı alt sektör verileri kullanılmıştır. Çalışmada uygulanan birleştirme analizi sektörel enerji tüketiminin sektörün referans enerji tüketimine oranına dayanmaktadır. Ayrıştırma analizi ise alt sektörde kullanılan enerjinin alt sektör aktivitesine, alt sektördeki yapısal değişime ve alt sektörün enerji verimliliğine katkısına dayanmaktadır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre alt sektörlerden bir kısmında bazı yıllara göre toplam enerji tüketimi bakımından enerji verimliliğinde kayda değer artışlar sağlanırken bazı alt sektörlerde ise enerji verimliliğinde önemli düşüşler görülmüştür.

Liddle (2010, s.3218) oldukça geniş bir veri seti kullanarak, 111 ülke için 1971-2006 dönemi, 134 ülke için 1990-2006 dönemi, dünya genelinde enerji yoğunluğunun yakınsamasını incelemiştir. Çalışmada yer alan ülkeler gelişmişlik düzeyine göre sınıflara ayrılmıştır: OECD, OECD-dışı Asya, OECD-dışı Avrupa, Sovyetler Birliği Ülkeleri, Latin Amerika, Sahra altı Afrika, Afrika, Ortadoğu ve Kuzey Afrika. İki veri setinden de elde edilen sonuçlar devam eden yakınsamayı teyit etmektedir. Ancak, 134 ülkeyi içeren veri setinden elde edilen sonuçlar yakınsamanın daha büyük olduğunu göstermektedir. Bölgelere göre sonuçlara bakıldığında ise Sahra altı Afrika ülkeleri kendi aralarında OECD'den daha yavaş hızda yakınsadığı, Latin Amerika, Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde ise kendi içinde yakınsamanın olmadığı anlaşılmaktadır.

OECD ülkelerindeki enerji yoğunluğu eşitsizliğinin analiz edildiği çalışmada Duro ve diğerleri, (2010, s.2468) kişi başına enerji tüketimi eşitsizliklerini açıklayıcı faktörlerin ayrıştırmasını yapmakta ve bu eşitsizliğe katkı sunan ülkeleri tespit etmeye çalışmaktadır. Çalışmada Theil endeksi ayrıştırması yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar enerji yoğunluğundaki eşitsizliklerin kişi başına enerji tüketimindeki eşitsizlikleri açıklayan önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Öte yandan, üretici sektörlerdeki farklı üretim yapıları ve enerji verimlilikleri de kişi başına enerji tüketiminin önemli bir açıklayıcısı konumundadır. Bu bulgulardan çıkarılan sonuç ise

uzmanlaşmanın enerji yoğunluklarındaki farklılıkları açısından oldukça önem arz ettiği.

Goldar ve diğerleri, (2011, s.351), Hindistan sanayiinde enerji yoğunluklarını analiz etmiştir. Çalışmanın iki bölümü mevcuttur. İlk bölümde 1980-2004 dönemi için enerji talep denklemi tahmin edilmiştir. İkinci bölümde ise 2006-2009 arasında firma bazlı veriler kullanılarak firmaların enerji yoğunluğu yatay kesit analiziyle hesaplanmıştır. Enerji talep denkleminin tahminine ilişkin sonuçlara göre ise enerji talebinin fiyat artışlarına negatif, reel ücret artışlarına ise pozitif tepki verdiği anlaşılmaktadır. Bu sonuçlar ayrıca, teknolojik ilerlemenin enerji yoğunluğu açısından oldukça açıklayıcı olduğunu göstermektedir. Öte yandan, ikinci bölümde gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre teknolojik gelişmenin enerji verimliliği açısından oldukça önemli bir belirleyici olduğu görülmüştür. Bunun haricinde, firma büyüklüğü, firmanın kurulduğu yer de enerji verimliliği açısından oldukça önem arz etmektedir.

Hindistan imalat sanayisinin seçilen yedi alt sektörü için yapılan diğer çalışmada Ray (2011, s.31) 1996-2005 dönemi için bu sektörlerin enerji yoğunluğunu ölçmeyi ve analiz etmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada enerji yoğunluğu ölçüsü olarak (i) bir endüstride birim ürün başına tüketilen enerjinin bu endüstrideki bir birim çıktıdaki katma değeri (enerji-katma değer oranı) ve (ii) ürün başına enerji maliyetini gösteren enerji-girdi oranı kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre sektörlere göre enerji yoğunlukları farklılık göstermekle birlikte bu alt sektörlerdeki enerji yoğunluğunun imalat sanayi ortalamasının üzerinde olduğunu göstermektedir. Öte yandan, enerji yoğunluğunun yıllar itibarıyla değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir.

Hindistan için yapılan çalışmalardan bir diğeri ise Sahu ve Narayan (2011a, s.13)'dir. Bu çalışmada panel data regresyon tahmini yoluyla Hindistan imalat sanayiinde enerji yoğunluğu tahmini yapılmıştır. 19 alt sektörü içeren çalışma 2000-2008 dönemini kapsamaktadır. Tahmin için oluşturulan model 11 bağımsız değişkenden oluşmaktadır. Çalışmada elde edilen sonuçlardan öne çıkan hususlar şunlardır: (i) Enerji yoğunluğu ile firma büyüklüğü arasında lineer olmayan U biçimli ilişki mevcuttur. (ii) Yabancı sahipli firmalar yerli firmalara nazaran daha az enerji yoğundur. (iii) Teknoloji ithalatı firmaların enerji yoğunluğunu düşürmede önemli bir yere sahiptir. Son olarak (iv) Yeni firmalar, eski firmalara oranla daha az enerji yoğundur.



Hortono ve diğeri (2011, s.77) ise Endonezya imalat sanayiinde enerji yoğunluğunu 2002-2006 dönemi için firma bazlı verileri kullanarak analiz etmiştir. Çalışmanın ampirik analiz bölümü iki yöntemden oluşmaktadır. İlk olarak ayrıştırma yöntemiyle sektörlerin enerji yoğunlukları analiz edilmiş, sonrasında ise regresyon yöntemiyle enerji yoğunluğunun belirleyicileri tespit edilmiştir. Ayrıştırma yöntemi sonuçlarına göre imalat sanayi enerji yoğunluğu tüm endüstrilerin ortalamasından daha fazla olmakla birlikte imalat sanayinin alt sektörlerinde enerji yoğunluğu düzeyleri farklılık göstermektedir. Öte yandan, enerji yoğunluğunun belirleyicilerine bakıldığında ise ücretler, firma yaşı, sermaye yoğunluğu ve sermayenin mülkiyet türü enerji yoğunluğunu pozitif etkilediği firma büyüklüğü, teknoloji düzeyi ve işgücü verimliliği enerji yoğunluğunu azaltıcı etkide bulunduğu anlaşılmaktadır.

Sheinbaum-Pardo ve diğeri (2012, s.57) Meksika imalat sanayiindeki toplam enerji tüketiminin bileşenlerini analiz etmiştir. Çalışma 1990-2008 dönemini kapsamaktadır. Log Mean Divisia Index yönteminin kullanıldığı çalışmada enerji tüketiminin açıklayıcı değişkenleri imalat sanayi GSYİH'sı, alt sektörün imalat sanayi sektörü GSYİH'sı içindeki payı, enerji yoğunluğu ve CO<sub>2</sub> emisyonudur. Çalışmanın sonuçları alt sektörün imalat sanayi sektörü GSYİH'sı içindeki payının ve enerji yoğunluğunun Meksika imalat sanayisi CO<sub>2</sub> emisyonunu artırdığını göstermektedir. Ayrıca, çalışmanın sonuçlarına göre enerji yoğunluğu düzeyindeki değişmelerin sadece teknolojik değişmeler sebebiyle sağlanan verimlilikten değil aynı zamanda üretim fonksiyonunun yapısındaki değişimlerden de kaynaklanacağı savunulmaktadır.

Inglesi-Lotz ve Pouris (2012, s.113) Güney Afrika ekonomisinde enerji yoğunluğunun belirleyicilerini analiz etmiştir. Çalışma 1993-2006 dönemini kapsamakla birlikte temel amacı yapısal değişikliklerin ülkenin enerji yoğunluğu üzerindeki etkisini irdelemektir. Çalışmada ayrıştırma yöntemi kullanılmış ve imalat sanayi alt sektörleri için enerji verimliliği trendleri ayrıştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar enerji yoğunluğunun ekonomi genelinde artmasında yapısal değişikliklerin etkisi olduğunu göstermektedir. Ayrıca enerji kullanım yoğunluğunun da enerji verimliliğini etkilediği tespit edilmiştir. Bu bağlamda enerji verimliliğinin azaltılması için farklılaştırılmış fiyat uygulamasının gerekli olduğu savunulmuştur.

Sultan (2012, s.1), Morityus Cumhuriyeti'nde çevresel stratejilerin oluşturulması için enerji yoğunluğunun belirleyicilerinin analiz edildiği çalışmada regresyon tahminiyle 1995-2010 dönemini incelemiştir. Çalışmada imalat sanayi, taşımacılık, ticaret, hane halkı, tarım ve diğer sektörlerde firma bazında inceleme yapılmıştır. Kurulan regresyon modelinde kullanılan bağımlı değişken üretim bazına elektrik enerjisi tüketimi iken açıklayıcı değişkenler ise firmanın çıktı düzeyi, çıktı düzeyinin karesi, sermaye-emek oranı, ihracatın yerel satışlara oranı yanı sıra çeşitli kukla değişkenlerdir (yabancı sahipliği, araştırma-geliştirme departmanının varlığı). Elde edilen ampirik sonuçlara göre firma büyüklüğü değişkenin (firmanın çıktı düzeyiyle ölçülmektedir) katsayısının negatif, karesinin ise pozitif olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla firma büyüklüğü ile enerji yoğunluğu arasında U şeklinde bir ilişki olduğu anlaşılmıştır. Öte yandan, sermaye-emek oranı arttıkça enerji yoğunluğunun arttığı tespit edilmiştir. Diğer öne çıkan husus ise ihracat yapan firmaların enerji yoğunluğunun azalmasıdır. Son olarak yabancı sahipliği kukla değişkenin anlamsız olduğu tespit edilmiştir.

Reddy ve Ray (2013, s.7234), Hindistan'da imalat sanayiinde faaliyet gösteren firmaların fiziksel enerji yoğunluğu göstergelerinin analiz edildiği çalışmalarında 1990-2005 dönemi verilerini kullanmışlardır. Çalışmaya demir-çelik, alüminyum, kâğıt, tekstil ve çimento alt sektörleri konu edilmiştir. Çalışmada spesifik enerji göstergelerinin kullanılmasının daha doğru bilgi vereceği savunulmuş ve ayrıştırma yöntemi kullanılmıştır. Bütün alt sektörlerde düşük enerji fiyatları ve yüksek enerji yoğunluklarının geçerli olması sektörün tamamında enerji tasarrufu için büyük bir potansiyel olduğunu ortaya koymaktadır. Öte yandan, enerji fiyatlarında meydana gelecek fiyat değişimleri de elektrik enerjisinden özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru bir ikame imkânı sağlayacaktır.

Sadorsky (2013, s.52) geliştirmekte olan 76 ülkede 1980-2010 dönemi verilerini kullanarak genel enerji yoğunluğunu etkileyen faktörleri analiz etmiştir. Çalışmada panel veri tahmin edicileri kullanılmıştır. Çalışmada bağımlı değişken olarak enerji yoğunluğu, bağımsız değişkenler ise gelir, kentleşme düzeyi ve sanayileşme düzeyidir. Çalışmada tüm değişkenlerin doğal logaritması alınmıştır. Bu sayede kullanılan regresyon modeli sonucunda elde edilen değişken katsayıları esneklik değerlerini göstermektedir. Çalışmanın sonuçlarına göre uzun dönemde gelirden meydana gelecek %1'lik artış enerji

yoğunluğunu %0,45'ten %0,35'e düşürmektedir. Ayrıca uzun dönemde sanayileşme esnekliğinin 0.07 ile 0.12 arasında olduğu tespit edilmiştir. Kentleşme düzeyi de istatistiksel olarak anlamlı olmakla birlikte esneklik değeri birden büyüktür. Sonuç olarak, gelir düzeyini artırıcı politikaların enerji yoğunluğunu azalttığı, sanayileşmeyi artırıcı politikaların ise enerji yoğunluğunu arttırdığı ifade edilmiştir.

Çin için gerçekleştirilen çalışmada Herrerias (2013, s.3) yeni buluşların enerji yoğunluğu üzerindeki etkisini bulmayı amaçlamıştır. 2006-2010 dönemini içeren çalışmada 30 bölgeye ait veriler kullanılmış ve regresyon yapılmıştır. Çalışmada kullanılan firmalar sahipliklerine göre ayrıştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre gerek yerli gerekse yabancı buluşların enerji kullanımının geliştirilmesine katkıda bulunduğu görülmüştür. Ayrıca, işletmelerin kurulu buldukları bölgelerin ve yatırım yapılarının da enerji yoğunluğu açısından anlamlı sonuçlar içerdiği tespit edilmiştir.

Benzer şekilde Çin için 30 bölgeyi kapsayan çalışmada Li ve diğerleri (2013, s.3604) 2000-2010 dönemindeki sanayi enerji yoğunluğunu incelemiştir. Çalışmada regresyon yapılmış olup 1650 örneklem kullanılmıştır. Sanayide enerji yoğunluğunu etkileyen faktörlerin analiz edildiği çalışmada kullanılan açıklayıcı değişkenler ihracat/GDP, kurumsal faktörler, firma büyüklüğü ve kişi başına düşen gelirdir. Ampirik analiz sonucunda elde edilen bulgulara göre batıdan doğuya doğru gidildikçe enerji yoğunluğunda anlamlı değişiklikler olduğu ve batıdan doğuya enerji yoğunluğunun azaldığı, firma büyüklüğü, kurumsal kısıtlamalar, ihracat/GDP oranı ve ekonomik gelişmişlik düzeyinin enerji yoğunluğu üzerinde farklı bölgelerde farklı etkilere sahip olduğu anlaşılmıştır.

Voigt (2014, s.47) 40 büyük ülkedeki enerji yoğunluğunu analiz etmiştir. Çalışma 1995-2007 dönemini kapsamaktadır. Çalışmada Logaritmik Ortalama Ayrıştırması (Log Mean Divisia Index) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem kullanılarak gerçekleştirilen çalışmanın temel amaçları; (i) enerji verimliliğinde meydana gelen değişikliklerin teknolojidenden mi yoksa ekonominin yapısından mı kaynaklandığını tespit edebilmek, (ii) 1995-2007 arasındaki enerji kullanımı trendlerini ve (iii) sektörel ve bölgesel farklılıkları ortaya koyabilmektir. Sektörler arası farklılıkların ortaya konulabilmesi için çalışmada 34 sektör verisi kullanılmıştır. Ülke analizi için iki faktör endeks ayrıştırmasından faydalanılırken global analiz için bölgesel yapısal değişikliklerin göz önünde bulundurulduğu üç faktör

ayrıştırması yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarından ilki sektörler arasındaki heterojenliğin ülkeler arasında yüksek olduğunu ve bu heterojenliğin daha büyük ekonomilerde daha yüksek olduğunu göstermektedir. Öte yandan, aynı ülke içinde sektörel farklılıkların ise daha düşük olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, 1995-2007 yılları arasında ülke bazında enerji yoğunluklarındaki değişimlerin büyük ölçüde teknolojik gelişmelerden kaynaklandığı ve yapısal değişikliklerin ise çoğu ülkede daha az önemli bir faktör olduğu tespit edilmiştir. Enerji yoğunluklarındaki değişikliklerin global ölçekli analiz sonuçları da paralel özellikler göstermektedir.

Zhao ve diğerleri, (2014, s.45) Japon ve Çin imalat sanayilerinde enerji tüketimi ve verimliliğini karşılaştırmalı olarak analiz etmiştir. Çalışmada üretim etkisi, verimlilik etkisi ve yapısal etkinin enerji yoğunluğuna katkılarının irdelenebilmesi için LDMI yönteminden faydalanılmıştır. İki ülke imalat sanayisinde 10 alt sektör bazında da inceleme yapılmıştır. Ayrıştırma analizi sonuçlarına göre iki ekonomide de enerji yoğunluğunun azaltılması adına en etkili faktörün verimlilik etkisinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Öte yandan, Japon imalat sanayii için yapısal etkinin de enerji yoğunluğu üzerinde oldukça önemli bir azaltıcı etkide bulunduğu, Çin ekonomisinde yapısal etkinin ise daha az etkili olduğu görülmüştür. Son olarak, enerji politikalarında meydana gelen verimlilik bazlı politikaların enerji yoğunluğunu azaltarak verimliliği artırıcı sonuçlar doğurduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Apergis ve diğerleri (2015, s.45) 20 OECD ülkesinde enerji verimliliğini 1985-2011 dönemi için analiz etmiştir. Çalışmanın ampirik analizi iki kısımdan oluşmaktadır. Analizin ilk bölümünde iki basamaklı Gevşek Tabanlı Model (SBM) yöntemi vasıtasıyla literatürde enerji verimliliği açısından en sıklıkla kullanılan göstergeler kullanılmış ve OECD ülkelerinin görece verimliliklerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Analizin ikinci bölümünde ise GLMM (Generalized Linear Mixed Models) -MCMM (Markov chain Monte Carlo methods) metotları SBM-Undesirable metoduyla birleştirilmiş ve enerji performansı açısından öngörme kabiliyeti yüksek bir model elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler girdi değişkenleri, çıktı değişkenleri ve içerik değişkenleri olarak üç kısımdan oluşmaktadır. Girdi değişkenleri; işgücü, yenilebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ve üretici sermaye stoku, çıktı değişkenleri, gelir ve CO<sub>2</sub> emisyonu iken, kontekst değişkenleri ise ülke gruplarından (ekonomik birlikler) ve sermaye-emek

oranından oluşmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre ekonomik birliklerde enerji verimliliklerinin farklılıklar gösterdiği, Avrupa Birliği, NAFTA, G7 ve Asya Kaplanlarında enerji verimliliklerinin yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca, sermaye-emek oranı baz alındığında sermaye-yoğun ülkelerdeki enerji yoğunluğunun emek-yoğun ülkelere nazaran daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Böylelikle, ampirik sonuçlar enerji yoğunluklarının ülkelere göre oldukça farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Gelişmekte olan bir ekonomi olan Şili için yapılan çalışmada Duran ve diğerleri (2015, s.552) sanayi sektöründeki enerji kullanımını ampirik olarak incelemiştir. Çalışmanın ampirik uygulaması iki kısımdan oluşmaktadır. Bunlar Endeks Ayırıştırma Yöntemi (IDA) ve regresyon analizidir. IDA yöntemiyle yapılan ayırıştırmada tüm sanayi sektörünü içeren toplulaştırılmış ayırıştırmanın yanı sıra alt-sektörler, firma büyüklüğü ve sahiplik türü baz alınarak da analiz gerçekleştirilmiştir. Ayırıştırma yönteminden elde edilen sonuçlar (i) toplam enerji tüketiminin yıllar itibarıyla dalgalı bir seyir izlediği (ii) ana metal sektörü hariç tüm alt sektörlerde enerji kullanımının arttığını, (iii) küçük ve büyük ölçekli firmaların enerji yoğunluklarının düşük, orta ölçekli firmaların enerji yoğunluklarının ise yüksek olduğunu ve (iv) devlet mülkiyetindeki firmaların enerji yoğunluklarının diğer firmalara nazaran daha düşük olduğunu göstermektedir. Öte yandan, ekonometrik analizde firma bazlı karakteristik özelliklerin enerji yoğunluğuna etkileri incelenmiştir. Firmanın enerji yoğunluğunu açıklamak için kullanılan değişkenler firma büyüklüğü, yabancı sermaye kukla değişkeni ve ihracat kukla değişkenidir. Model sonuçlarına göre ise firma büyüklüğünün enerji yoğunluğu üzerindeki etkisinin açıklayıcı olmadığı, yabancı mülkiyeti ve ihracatın yüksek enerji yoğunluğu bakımından istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Fisher-Vanden ve diğerleri (2016, s.153) ise Çin imalat sanayiindeki dört sektörde enerji yoğunluğunu etkileyen faktörleri analiz etmiştir. 2000 firmadan elde edilen firma bazlı verilerinin kullanıldığı çalışma 1999-2004 dönemini kapsamaktadır. Çalışmanın konusunu kâğıt, çimento, demir-çelik ve alüminyum sektörleri oluşturmaktadır. Bu çalışmada Çin'in enerji koruma programlarının, iç piyasaların liberalleştirilmesinin, dış ticaretin serbestleşmesinin ve diğer politikaların sanayideki enerji yoğunluğundaki düşüşlere etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Cobb-Douglas tipi maliyet fonksiyonu üzerinden bir girdi olarak enerji talebi denkleminin elde edilmiştir. Enerji

talebi denklemi havuzlanmış en küçük kareler tahmincisiyle tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçları dört sektörde de enerji yoğunluğundaki düşüşe katkıda bulunan en önemli faktörün enerji maliyetlerindeki artış olduğunu göstermektedir. Öte yandan, Çin’de uygulanan büyüyen firmaların önünü açma stratejisinin de enerji yoğunluğunu düşürdüğü görülmektedir. Ayrıca, ticarete dışa açıklık ve teknolojik gelişmenin de bu dört sektörden ikisinde enerji yoğunluğundaki düşüşün sebebi olduğu tespit edilmiştir. Son olarak, firmalardaki enerji yoğunluğunun firmanın sahiplik türüne ve bölgesine göre farklılık gösterdiği bulunmuştur.

Güncel çalışmalardan biri olan Parker ve Liddle (2017, s.338), 23’ü düşük ve orta gelirli ülkelerden oluşan toplam 33 OECD ve OECD dışı ülkedeki enerji yoğunluğunun geçiş dinamiklerini 1971-2008 dönemi için incelemiştir. Bu bağlamda çalışma ekonomi geneli enerji yoğunluğunun yanı sıra imalat sanayi enerji yoğunluğuna odaklanmıştır. Çalışmanın ampirik analizi iki adımdan oluşmaktadır. İlk adımda sigma ve gama yakınsamalarından oluşan daha basit metotlar uygulanırken ikinci aşamada ülkeleri kulüplere ayıran kümeleme algoritması kullanılmıştır. İlk adımdan elde edilen sonuçlara göre (i) hem ekonomi genelinde hem de imalat sanayi özelinde enerji verimliliği dağılımının zaman içerisinde önemli ölçüde düştüğü, (ii) Çin ve Morityus Cumhuriyetinde 1971’den beri enerji verimliliği önemli aşama kaydederken, Bolivya’nın performansının iyi olmadığı (iii) Asya ve OECD ülkelerinin verimlilik performanslarını arttırdığı, Latin Amerika’nın ise verimliliğinin düştüğü görülmektedir. Öte yandan, ikinci adımda kümeleme algoritmasının ülkeleri ekonomi geneli enerji verimliliği analizi için dört, imalat sanayi analizi için ise altı kulübe ayırdığı görülmektedir. Böylelikle elde edilen sonuçlara göre yeni sanayileşen ülkeler ve OECD üyesi ülkelerin enerji verimliliği açısından daha olumlu performans gösterdiği göze çarpmaktadır.

Son olarak Wurlod ve Noailly (2018, s.47) çevreci buluşların enerji yoğunluğu üzerindeki etkisini 17 OECD ülkesi için 14 sanayi alt sektörü verileriyle incelemiştir. Çalışma 1975-2015 dönemini kapsamaktadır. Çalışmada her alt sektör için çevreci patent sayıları kullanılmış ve ters logaritmik maliyet fonksiyonu tahmini yapılmıştır. Kurulan model vasıtasıyla çevreci buluşların ve yanına eklenen girdi ikamesi ve otonom teknolojik değişme değişkenlerin enerji yoğunluğu üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Ampirik modelin sonuçlarına göre çevreci buluşların enerji yoğunluğu üzerindeki düşüşe etkisinin

eldeki sektörlerin çoğunda anlamlı olduğu görülmüştür. Çevreci patent adedinde meydana gelen %1’lik artışın ilgili sektördeki enerji yoğunluğunda %0,03’lük düşüş sağladığı tespit edilmiştir. Ayırıştırma sonuçları ise örneklem döneminde enerji yoğunluğundaki düşüşün yarısının girdi fiyatları ve üretim teknolojilerindeki değişikliklerinden kaynaklandığını ortaya koymaktadır.

### 2.2.2. Türkiye İçin Yapılan Çalışmalar

Öztürk (2005, s.2424), yapmış olduğu çalışmasında Türkiye’de tekstil sektöründeki enerji tüketimini ve enerji maliyetlerini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada tekstil sektöründe enerji tüketimi, enerji maliyeti ve tekstil üretimi arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada kurulan modellerden ilkinde yıllık enerji tüketimi ile tekstil sektöründe yıllık toplam üretim arasındaki ilişki analiz edilmiştir. İlk modelin en küçük kareler yöntemiyle tahmini sonuçlarına göre toplam enerji tüketimi ile yıllık tekstil sektörü toplam üretimi arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. İkinci modelde, toplam elektrik tüketimi ile yıllık tekstil üretimi arasındaki ilişkinin de pozitif olduğu görülmüştür. Son olarak toplam ısı enerjisi tüketiminin de yıllık tekstil üretimi arttıkça lineer olarak yükseldiği anlaşılmıştır.

Ediger ve Huvaz (2006, s.732) Türkiye ekonomisinde sektörel enerji kullanımını 1980-2000 dönemi için analiz etmişlerdir. Çalışmada tarım, sanayi ve hizmetler sektöründeki enerji yoğunlukları Logaritmik Ortalama Ayırıştırması metoduyla ayırıştırılmıştır. Ayırıştırma analizinde toplam birincil enerji kullanımını diğer adıyla toplam etki üretim etkisi, yapısal etki, yoğunluk etkisi ve artık etki olarak 4 bölüme ayırıştırılmaktadır. Enerji tüketimi ile GSYİH arasında çok yakın bir ilişkisi olmasına karşın ayırıştırma sonuçları inceleme dönemi içerisinde farklı dönemlerde tarım, sanayi ve hizmetler sektörlerinde enerji tüketiminde anlamlı farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Şöyle ki, gerek toplulaştırılmış gerekse ana sektörler bazında ayırıştırma analizi sonuçlarına göre (i) 1980-2000 döneminde Türkiye ekonomisinde toplam birincil enerji tüketiminin üretim etkisinden kaynaklandığı, yapısal etki ve yoğunluk etkisinin ise anlamsız olduğu, (ii) Türkiye ekonomisinin 1983-1987, 1990-1993 ve 1995-1997 gibi üç stabil döneme ayrılacağı ve bu dönemlerin tamamında pozitif üretim etkisi ve yapısal etkiden söz

etmek mümkün iken yoğunluk etkisinin negatif olduğu, (iii) sektörel enerji kullanımı yapısında en göze çarpan değişikliklerin 1982 ve 1988-1989 döneminde meydana geldiği tespit edilmiştir. Değinen sonuçların ardından enerji-ekonomik büyüme ilişkisinin güçlendirilmesinin hükümet politikaları yoluyla yapılabileceği çıkarımı yapılmış ve bu politikaların da artan enerji talebi karşısında enerji verimliliğini artırıcı politikalar olması gerektiği belirtilmiştir.

Türkiye ekonomisinde sektörel enerji tüketiminin incelendiği bir diğer çalışma Jobert ve Karanfil (2007, s.5447)'dir. Çalışma 1960-2003 dönemi için gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ilk olarak toplam enerji tüketimi ile gelir arasındaki nedensellik ilişkisi analiz edilmiştir. Sonrasında ise sanayi sektöründeki enerji tüketimi ile gelir arasındaki nedensellik ilişkisi sorgulanmıştır. Nedensellik ilişkisi analizinde Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Toplam enerji tüketimi analizinde gelir ölçüsü olarak reel GSMH değişkeni, sanayi sektörü bazında yapılan analiz için ise Sanayi Katma Değeri serisi analize dahil edilmiştir. Bütün değişkenlerin doğal logaritması alınmıştır. Granger nedensellik analizi sonuçları uzun dönemde hem toplam enerji tüketimi ile gelir arasında hem de sanayi sektöründe enerji tüketimi ile sanayi sektörü katma değeri arasında nedensellik ilişkisi olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla uzun dönemde enerji tasarrufunu destekleyici politikaların ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etki yaratmayacağı sonucuna ulaşılmıştır. Böylelikle, politika yapıcıların gerek toplam enerji tüketimi bazında gerekse sanayi sektörü özelinde enerji tasarrufunu artırıcı politikalar uygulaması önerilmiştir.

Önüt ve Soner (2007, s.384) Türkiye'de imalat sanayiinde faaliyet gösteren KOBİ'lerin toplam enerji tüketimi verimliliklerini analiz etmiştir. Çalışmada KOBİ'lerin farklı enerji türlerindeki enerji verimliliklerinin incelenmesinde veri zarflama metodu kullanılmıştır. Çalışmanın Türkiye'de imalat sanayiinde faaliyet gösteren KOBİ'ler üzerine gerçekleştirilmesinin nedeni Türkiye'de faaliyetlerini sürdüren işletmelerin %98,8'nin KOBİ olması bu sebeple imalat sanayiinde de toplam enerjinin çok önemli bir bölümünün KOBİ'ler tarafından tüketilmesidir. Veri zarflama analizinde kullanılan girdi faktörleri hepsi yıllık olmak üzere, elektrik tüketimi, doğalgaz tüketimi, petrol tüketimi ve LPG tüketimidir. Kullanılan çıktı faktörleri ise yıllık satışlar ve yıllık kardır. Çalışma elde edilen firma bazlı verilere dayanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre



firmaların enerji verimlilik katsayıları 0,49 ile 1 arasında gerçekleşmiştir. Öte yandan, verimsiz enerji kullanımına sahip olan firmaların enerji tasarrufu açısından potansiyelli firmalar oldukları tespit edilmiştir.

Türk imalat sanayii için gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise Önüt ve diğerleri (2008, s.1480) enerji kaynakları bazında çoklu kriter değerlendirmesi (MCDM) analizi gerçekleştirmiştir. Çalışmada Türkiye imalat sanayiinde en çok kullanılan fuel-oil, kömür, elektrik, LPG ve doğalgaz kaynakları incelenmiştir. Çalışmanın temel amacı MCDM'nin yöntemlerinden biri olan analitik ağ süreci (ANP) yöntemiyle imalat sanayiine en uygun enerji kaynaklarının tespit edilmesidir. Zira verimli bir enerji yönetimi uygulanmasının ancak sektöre özgü enerji kaynağının bulunmasıyla mümkün olacağı savunulmaktadır. Çalışmada ANP analizi faydalar, maliyetler, fırsatlar ve riskler olmak üzere dört karar verme faktörüyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada uygun enerji kaynaklarının seçimi insani yargılar içermesi, amaçlar ve kriterler arasında somut veya somut olmayan öncelikler ve tercihler barındırması sebebiyle çoklu kriterler değerlendirmesi yapılması gerektiği ifade edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre elektrik enerjisinin imalat sanayi alt sektörlerinde kullanılan enerji kaynakları arasında en dikkat çeken enerji kaynağı olduğu, sonrasında ise doğalgazın geldiği tespit edilmiştir.

Aşık ve diğerleri, (2008, s.5) 1992-2001 döneminde Türkiye'de imalat sanayiinde enerji kullanımını incelemiştir. İmalat sanayi firmalarına uygulanan anketlerden elde edilen verilerin kullanıldığı çalışmada LMDI ayrıştırma yöntemi kullanılmış ve ayrıştırma yöntemlerinin uygulandığı çalışmalarda uygulandığı üzere enerji yoğunluğuna olan katkıların hangi etkilerden kaynaklandığı irdelenmiştir. Analiz sonuçları incelenen dönemde enerji yoğunluğundaki değişimin temel kaynağının enerji yoğunluğu etkisi olduğunu göstermektedir. Öte yandan, 1993-1996 yılları arasında enerji yoğunluğunun arttığı, 1997-2001 yılları arasında ise enerji yoğunluğunun yatay bir seyir izlediği gözlenmiştir. Bununla birlikte söz konusu çalışmada LMDI yöntemi kullanılarak kirli ve temiz endüstrilerin enerji kullanımlarındaki farklılıklar da ortaya konulmuştur. Söz konusu bulgulara göre kirli endüstrilerin daha enerji yoğun olduğu, temiz sektörlerin ise görece daha az enerji yoğun olduğu görülmüştür.

Bir diğer çalışmada ise İslatince ve Haydaroğlu (2009, s.155) imalat sanayiinde enerji verimliliği ve yoğunluğunu tanımlayıcı istatistiklerle ortaya koymuşlardır. Çalışmada

sunulan istatistikler incelendiğinde enerji bağlamında Türkiye’de talebin yerli üretimle karşılanma oranı 1990-2006 döneminde %48’den %26,9’a gerilemiştir. Söz konusu düşüşün temel sebebinin düşen üretim değil aksine artan enerji talebi olduğu anlaşılmaktadır. 2006 yılı itibarıyla Türkiye’de kişi başına enerji tüketimi dünya ortalamasının altında gerçekleşmiştir. Ülke grupları bazında bakıldığında ise kişi başına enerji tüketiminin en fazla olduğu bölgenin OECD olduğu görülmektedir. Ülke bazında ise en yüksek kişi başı enerji tüketimi değerine sahip olan ülke Kanada’dır. 2001 yılı itibarıyla Türkiye’de imalat sanayi alt sektörlerinde enerji yoğunluğunun en fazla olduğu sektör taş ve toprağa dayalı sanayi, en düşük olduğu sektör ise metal eşya sanayiidir. 1996-2001 yılları arasında bazı sektörlerin enerji yoğunluklarında kayda değer düşüşler meydana gelirken birtakım sektörlerin enerji yoğunlukları ise artış göstermiştir. Öte yandan yine 2001 yılı verilerine göre alt sektörlerin birim başı enerji maliyetlerine bakıldığında enerji maliyeti en yüksek alt sektörün metal eşya ve makine teçhizat sanayi olduğu, en düşük sektörün ise gıda sanayi olduğu anlaşılmıştır. Söz konusu çalışmada imalat sanayi enerji kullanımına ilişkin sunulan tanımlayıcı veriler sonrasında sektörlerde enerji verimliliğinin artırılması için bir dizi öneri sunulmuştur.

Ampirik çalışmaların bir diğeri ise Ertuğrul (2010, s.145)’dur. Türkiye’de enerji sektöründeki yapısal reformların enerji verimliliği üzerine etkilerinin analiz edildiği çalışma 1975-2007 dönemini kapsamaktadır. Çalışmanın temel amacı 2001 yılında Elektrik Piyasası Kanunu’nun kabulünden sonraki süreçte uygulanan yapısal reformların enerji yoğunluğu üzerindeki etkisinin tespit edilmesidir. Çalışmada endeks ayrıştırma yöntemi kullanılarak enerji verimliliği serisi oluşturulmuştur. Kurulan ampirik modelde enerji verimliliğini açıklamak üzere kişi başına elektrik tüketimi artış oranı, kişi başına reel GSYİH değişim oranı ve enerji sektörü düzenlemeleri değişkenleri kullanılmıştır. Çalışmanın başlangıç yılı olan 1975 baz yıl olarak alınmış ve her yılın enerji verimliliği değişimi baz yıla göre hesaplanmıştır. Ayrıştırma yöntemi kullanılarak elde edilen serilerle kurulan model en küçük karelerle (EKK) tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçlarına göre kişi başına reel GSYİH değişim oranı ve kişi başına elektrik tüketimi değişkenlerine ait katsayılar istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Bununla birlikte yapısal reform göstergesinin katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle enerji verimliliğini açıklamak için kullanılan değişkenlerden yalnızca yapısal reform göstergesinin beklentiye paralel olarak negatif ve anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Dolayısıyla elektrik sektöründe uygulanan yapısal reformların sonuç verdiği ve enerji verimliliğini artırıcı olduğu görülmüştür.

Ateş ve Durakbaşı (2012, s.81) anketler ve analitik yöntemler kullanarak Türkiye’de Sanayide Enerji Yönetimi Uygulamasını araştırmışlardır. Çalışmada anket toplanan firmalar demir, çelik, çimento, seramik ve tekstil sektörlerinde faaliyet göstermektedir. Anketler aracılığıyla derlenen veriler şirket karakteristiklerini, düzenlemeleri, firmaların dış ve iç ilişkilerini kapsayan analitik bir değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Çalışmanın temel amaçları sanayi sektöründe enerji yönetimi açısından farklı yaklaşımları enerji yoğunluklarına göre değerlendirilmesi, Türkiye’de ve diğer gelişmekte olan ülkelerde enerji verimlilik yönetiminin önündeki engellerin ve firmaların avantajlarının neler olduğunun ortaya konulması, politika yapıcılar için bilimsel bir kanıt sunma ve sanayide enerji yönetimi için bir kaynak sunmaktır. Yapılan anketlerden elde edilen analiz sonuçlarına göre, araştırılan şirketlerden yalnızca %22’sinin kurumsal enerji yönetimi uyguladığı anlaşılmaktadır. Öte yandan, enerji yönetimi uygulamasının önündeki bariyerlerin hisse sahipleri arasında sinerji olmaması, enerji yönetimi eğitimleri için finansal desteklemenin sağlanmaması olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, söz konusu bariyerlerin önüne geçmek için kanuni ve kurumsal çerçevenin güçlendirilmesi, enerji verimliliğinin teşvik edilmesi, enerji verimliliğine yönelik eğitimlerin artırılması ve uluslararası enerji yönetimi standartlarının elde edilmesine olanak sağlanması gerektiği ifade edilmiştir.

Özkara ve Atak (2015, s.495) Türkiye’de 26 bölgede imalat sanayi toplam faktör enerji verimliliğini 2003-2012 dönemi için analiz etmiştir. Çalışmada toplam faktör verimliliği bazlı 4 farklı veri zarflama modeli kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan modellerden ilk ikisi istenmeyen çıktıların yokluğu ve varlığının analizine dayanmaktadır. Öte yandan, üçüncü ve dördüncü modeller istenmeyen çıktıları göz önünde bulundurarak enerji tasarrufu potansiyelinin maksimize edilmesini amaçlamaktadır. Çalışmada ilk iki modelden elde edilen sonuçlara göre İstanbul’un toplam faktör enerji verimliliği açısından en iyi performans gösteren bölge olduğu görülmüş ve sahip olduğu ürün çeşitliliği ile diğer bölgeler için de bir model teşkil edebileceği belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan diğer modellerde ise 2003-2012 döneminde her yıl için imalat sanayiindeki toplam enerji potansiyeli değerlendirildiğinde Türkiye’de imalat sanayiinde ortalama

enerji tasarruf potansiyelinin %39,7 olduğu, bu dönemde 2004 yılında en yüksek düzeye ulaşan potansiyelin 2012 yılında ise en düşük değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan, diğer önemli bir bulgu ise kişi başına brüt katma değer ile enerji verimliliği arasında U şeklinde bir ilişkinin mevcut olduğudur. Diğer bir ifadeyle gelişme düzeyinin belirli bir noktaya erişmesiyle öncesinde azalan enerji verimliliğinin artmaya başladığı ifade edilmektedir.

Yılmaz ve diğerleri, (2016, s.1) Türkiye ekonomisinde sektörel enerji verimliliğini 1970-2013 dönemi için ayrıştırma yöntemiyle analiz etmiştir. Çalışmada toplulaştırılmış veriler kullanılmıştır. Analizde toplam enerji tüketimi çıktı etkisi, yapısal etki ve yoğunluk etkisi gruplarına ayrıştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre genel bir değerlendirme yapıldığında ise enerji tüketiminin çıktı etkisi ve yapısal etki sebebiyle arttığı, yoğunluk etkisinin ise tam tersi bir etki gösterdiği görülmektedir. Çalışmada enerji kullanımının dönemsel ayrıştırma sonuçları da elde edilmiştir. 1970-2013 dönemi belirli özellikler barındıran dört alt bölüme ayrılmıştır. Dönemsel sonuçlara göre enerji tüketimindeki toplam etkilerin ekonomik büyümenin daha yüksek oranlarda seyrettiği 2000-2013 döneminde oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Petrol krizlerinin gerçekleştiği ve ithal ikameci politikaların uygulandığı 1970-1979 döneminde ise toplam enerji tüketiminin oldukça düşük gerçekleştiği anlaşılmıştır. Ayrıca, sektörel bazda da benzer sonuçlar elde edilmiş ve çıktı etkisinin sektörel enerji tüketimi üzerinde de daha etkili olduğu anlaşılmıştır. Yoğunluk etkisi bazında değerlendirme yapıldığında ise 1980 sonrası dönemde enerji yoğunluğunun giderek azaldığı görülmüştür. Bu eğilim Türkiye ekonomisinde sanayi ve hizmetler sektörlerinde 1980 sonrası dönemde etkin enerji verimliliği tekniklerinden faydalandığını ortaya koymaktadır.

Güncel çalışmalardan Karakaya (2017, s.26) Türkiye’de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi nedensellik analizi çerçevesinde enerji verimliliği kapsamında incelemiştir. Granger nedensellik testinin kullanıldığı çalışma 1961-2014 dönemini kapsamaktadır. Çalışmada enerji tüketimini gösteren değişken olarak kişi başına enerji tüketimi, ekonomik aktivite değişkeni olarak ise GSYİH kullanılmıştır. İki değişkenin de doğal logaritması alınarak analiz gerçekleştirilmiştir. Ampirik analizden elde edilen sonuçlara göre enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin mevcut olduğu anlaşılmıştır. Bu bağlamda, enerji kullanımına yönelik

uygulanacak politikalar yoluyla ekonomik büyümenin sağlanabileceği sonucuna ulaşılmaktadır.

Türk imalat sanayii için yapılan en güncel çalışmalardan biri olan Selçuk (2018, s.127) 2003-2011 dönemi verilerini kullanarak sanayide enerji yoğunluğunu analiz etmiştir. LDMI ayrıştırma yöntemiyle sanayideki toplam enerji yoğunluğunun incelendiği çalışmada alt sektörlerin katkısını irdeleyebilmek için Genişletilmiş LMDI Ayrıştırma Analizi Yöntemi de kullanılmıştır. Ayrıca, çalışmanın derinleştirilmesi için hem tek dönem için hem de çoklu dönemler için hesaplama yapılmıştır. Ayrıştırma toplam etkinin yapısal etki ve reel enerji yoğunluğu etkisi olarak iki kısma ayrılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar 2003-2011 yılları arasında toplam enerji yoğunluğunun dalgalı bir seyir izlemesine karşın 2003-2007 döneminde genellikle artış eğiliminde olduğunu, 2007-2011 döneminde ise trendin düşme yönünde olduğunu göstermektedir. 2007 yılı sonrasındaki bu düşüş eğiliminin 2007 yılında yürürlüğe giren enerji verimliliği kanunundan kaynaklandığı düşünülmektedir. 2007-2011 döneminde özellikle küresel krizin etkilerinin güçlü hissedildiği 2009 yılında enerji yoğunluğunda tekrar artış gözlemlenmiştir. 2003-2011 döneminde enerji yoğunluğundaki artışta reel enerji etkisinin daha büyük olduğu da ifade edilmiştir. Alt sektörler bazında genel bir değerlendirme yapıldığında ise sanayi sektörü enerji yoğunluğuna en yüksek katkının ana metal sanayi ve diğer imalat sektörleri olduğu göze çarpmaktadır.

Görüldüğü üzere sanayide enerji yoğunluğunun incelendiği çalışmalarda pek çok farklı yöntem, model ve değişkenler kullanılmıştır. Çalışmalarda elde edilen ampirik sonuçlar ülkeden ülkeye ve ülke bazında da dönemden döneme farklılık göstermektedir. Literatürde yer alan çalışmalarda elde edilen sonuçların gerek ülkeler arası gerekse aynı ülke için farklılaşması incelenen dönemde ülkelerin üretim yapısından, enerji sahipliğinden ve enerjide dışa bağımlı olup olmamasından ve kullanılan ampirik yöntemlerden kaynaklanabilmektedir.

Türkiye imalat sanayi için gerçekleştirilen çalışmalardan anlaşılacağı üzere literatürde yer alan çalışmalarda çeşitli ayrıştırma yöntemlerinden faydalanılmıştır. Bu bağlamda bu çalışma imalat sanayiinde enerji yoğunluğunun birbirinden farklı çok sayıda açıklayıcı değişken kullanılarak regresyon modellerinin kullanıldığı çalışma olarak literatüre katkı sağlayacaktır. Çalışma literatürde Türkiye için gerçekleştirilen çalışmalardan farklı

olarak geniş bir veri setine dayanmakla birlikte özellikle enerji verimliliğini etkilediği düşünölen pek çok değişkenin analize dahil edilmesiyle çok geniş bir çerçeveden değerlendirme imkanı yapmayı sağlamaktadır.

### 3. BÖLÜM

#### VERİ SETİ, METODOLOJİ, AMPİRİK MODELLER

##### 3.1. VERİ SETİ

Bu çalışmada TÜİK tarafından 2006-2012 yılları arasında imalat sanayindeki firmalardan toplanan A grubu mikro veri setinde yer alan “Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)” temel alınmıştır. Bu veriseti Avrupa Birliğinin 20 Aralık 1996 tarihli 58/97 ve 295/2008 sayılı Konsey Yönetmelikleri dikkate alınarak 2002 yılından itibaren üretilmeye başlanmıştır. 2002-2008 döneminde faaliyet sınıflandırması için NACE (Statistical classifications of economic activities in the European Community) Rev.1.1 kullanılmakla birlikte, 2009 yılı sonrasında NACE Rev.2’ye geçilmiştir. Çalışmamızı gerçekleştirmek amacıyla NACE Rev.2 kodları Avrupa Birliğinin İstatistik Kurumu Eurostat dönüşüm anahtarları kullanılarak NACE Rev.1.1 kodlarına dönüştürülmüştür. YSHA faaliyet konusu, çalışan sayısı, personel giderleri, ciro, üretim değeri, enerji tüketimi ve yatırım gibi temel değişkenleri ve bu değişkenlere ilişkin bilgiler esas alınarak hesaplanan göstergeleri içermektedir.

Tamsayım ve örnekleme yöntemlerinin bir arada kullanıldığı verisetinde 20’den daha fazla çalışanı olan firmalar için tamsayım yöntemi kullanılmakta, 20’den daha az çalışanı olan firmalarda ise örnekleme yöntemi kullanılmaktadır. Dolayısıyla söz konusu veriseti Türkiye’de sanayi veya hizmet sektörlerinde faaliyet gösteren işletmelerden geniş bir örnekleme kapsamaktadır. Veri setinde her yıl için 30 binin üzerinde firma verisi yer almaktadır.

İşletmelerin rastgele atanmış kodları, faaliyet gösterdikleri alt sektör, çalışan sayıları, yabancı sermaye durumu, coğrafi bölgesi, çeşitlerine göre gelir ile elektrik ve enerji giderleri de dahil olmak üzere çeşitlerine göre firma giderleri veri setinde bulunmaktadır.

Veri setinde her bir sene için 20 ve üzerinde çalışanı olan 15-20 bin civarında imalat sanayi firması bulunmaktadır. 20 ve altında çalışanı olanlara örneklem ağırlığının (sampling weight) uygulanmasıyla elde edilen geniş veri setindeki gözlem sayısı ise her bir yıl için yarım milyonun üzerindedir. Veri setinde yer alan firma sayıları ve söz konusu firmaların toplam işletme sayılarını temsil kapasitelerine ilişkin bilgilere Tablo-5'te yer verilmiştir.

**Tablo 5:** Yıllara Göre Veri Setindeki İşletme Sayıları

Yıl	İşletme Sayısı	Ağırlıklandırılmış işletme sayısı (1000x)	TÜİK'in resmi açıklamalarına göre (1000x)	Temsil oranı (%)
2006	32,935	287	310	92.6
2007	31,968	294	317	92.7
2008	31,993	290	321	90.3
2009	33,352	291	321	90.7
2010	32,857	273	300	91.0
2011	41,194	333	333	100.0
2012	43,281	337	337	100.0

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Tablo-5'ten anlaşılacağı üzere veri setinde yer alan ağırlıklandırılmış işletme sayılarının temsil oranı tüm örneklem dönemi boyunca %90'ın üzerindedir. Özellikle 2011 ve 2012 yıllarında temsil kabiliyeti %100'dür. Diğer bir ifadeyle söz konusu yıllarda elde edilen veri seti TÜİK'in kamuoyuna açıkladığı sanayi üretim istatistiklerini içeren veri setinin tamamını içermektedir. 2006-2010 yılları arasında temsil kabiliyeti %90.3 ile %92.7 arasında değişmektedir. Bu dönemde temsil kabiliyetinin %90'larda seyretmesinin sebebi ise ilgili dönemde bazı işletmelerin enerji harcamaları verisinin bulunmamasıdır. Dolayısıyla, enerji yoğunluğu verisi hesaplanmadığından ilgili firmalar analize dahil edilememiştir. Temsil oranının yıllara göre farklılaşması özellikle 20'nin altında çalışanı bulunan firmalardan örneklem yoluyla verilerin dahil edilmesinden kaynaklanmaktadır.

Daha sonraki bölümlerde görüleceği üzere, firmanın büyüklüğünü temsil etmesi amacıyla çalışan sayısı ile birlikte firmanın sermaye değeri de kullanılmıştır. Veri setinde hazır bir sermaye değeri bulunmaması nedeniyle, sermaye değişkeni yıllık yatırım ve sektör



bazında amortisman oranları kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama metodolojisi hakkında daha fazla bilgi için Taymaz ve diğerleri, (2008) incelenebilir.

Veri setinde coğrafi bölgelendirmede NUTS sistemi esas alınmıştır. Ancak en geniş NUTS sınıflaması olan NUTS1 sınıflandırmasında 12 bölge bulunmaktadır. NUTS1 kullanılması durumunda bölge başına düşen gözlem sayısı ekonometrik modelin açıklama gücü için yeterli olmadığından bazı bölgeler birleştirilerek yeni bir coğrafi bölge sınıflandırılmasına gidilmiştir. Bu çerçevede analizde kullanılan veri setinde toplamda 6 bölge yer almaktadır. Bu bölgeler, İstanbul, Batı Anadolu, Orta Anadolu, Güney Anadolu, Doğu Anadolu ve Kuzey Anadolu bölgeleridir. Bu bölgelerin NUTS1'deki karşılıkları aşağıda verilmiştir:

- İstanbul: TR1
- Batı Anadolu: TR2, TR3 ve TR4
- Orta Anadolu: TR5 ve TR7
- Kuzey Anadolu: TR8 ve TR9
- Güney Anadolu: TR6
- Doğu Anadolu TRA, TRB ve TRC.

Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde veri setine ilişkin detay istatistiklere yer verilecek ve bu sayede veri setinde yer alan firmaların özelliklerine detaylarıyla değinilecektir.

### **3.1.1. Veri Setine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler**

Veri setinde yer alan firmalara ilişkin daha detaylı bilgi sahibi olunabilmesi amacıyla bu bölümde öncelikle seçilmiş özelliklerine göre veri setinde yer alan işletmelerin oranlarına daha sonra ise işletmelerdeki enerji yoğunluğuna ilişkin detaylı tanımlayıcı bilgilere yer verilmiştir.

**Tablo 6:** Yıllara Göre Gayrisafi Yatırım, Çalışan Sayısı ve Enerji Harcaması

Değişken	Gözlem	2006			
	sayısı	Ortalama	Std. Sapma	Min	Max
Gayrisafi Yatırım (TL)	32,935	1,473,057	55,190,700	0	9,585,807,708
Çalışan Sayısı	32,935	56	216	1	13,765
Enerji Harcaması (TL)	32,935	367,891	3,413,172	0	197,825,612
		2007			
Gayrisafi Yatırım (TL)	31,968	1,103,177	32,853,088	0	5,733,976,070
Çalışan Sayısı	31,968	60	225	1	14,395
Enerji Harcaması (TL)	31,968	428,464	4,474,241	0	379,150,564
		2008			
Gayrisafi Yatırım (TL)	31,993	969,898	11,666,658	0	884,181,041
Çalışan Sayısı	31,993	60	236	1	14,981
Enerji Harcaması (TL)	31,993	51,944	5,666,809	0	452,669,535
		2009			
Gayrisafi Yatırım (TL)	33,352	984,398	43,112,288	0	7,852,332,055
Çalışan Sayısı	33,352	51	214	1	14,539
Enerji Harcaması (TL)	33,352	462,617	4,786,780	0	348,433,015
		2010			
Gayrisafi Yatırım (TL)	32,857	931,034	10,530,009	0	1,075,607,981
Çalışan Sayısı	32,857	61	215	1	13,695
Enerji Harcaması (TL)	32,857	563,997	5,753,613	0	531,790,967
		2011			
Gayrisafi Yatırım (TL)	41,194	1,126,925	15,545,241	0	1,451,703,003
Çalışan Sayısı	41,194	56	209	1	14,333
Enerji Harcaması (TL)	41,194	547,044	6,194,519	0	689,407,503
		2012			
Gayrisafi Yatırım (TL)	43,281	1,007,276	9,962,820	0	688,410,205
Çalışan Sayısı	43,281	58	212	1	15,330
Enerji Harcaması (TL)	43,281	648,331	7,450,969	0	695,067,362

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Tablo 6’da çalışmaya konu olan yıllara göre 20’nin üstünde çalışanı olan firmalara dair gözlem sayısı ile yine yıllara göre gayrisafi yatırım, çalışan sayısı ve enerji harcamasına ilişkin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri içeren betimsel istatistikler verilmektedir. Sonraki bölümlerde ise seçilmiş özelliklerine göre veri setinde yer alan firmaların detaylı tanımlayıcı istatistiklerine yer verilmiştir.

### 3.1.1.1. Seçilmiş Özelliklerine Göre Veri Setindeki İşletme Oranları

Bu alt bölümde veri setinde yer alan firmalar 8 bölüme ayrılmış ve bu alt bölümlerde yer alan firmaların toplam içerisindeki paylarına yer verilmiştir. Bu bağlamda firmalar,

çalışan sayısı, sermaye düzeyi, işletme yaşı, yabancı sermaye durumu, ARGE faaliyeti, ihracat faaliyeti, firmanın faaliyet gösterdiği coğrafi bölge ve alt sektör bazında ayrıştırılmıştır. İlk olarak firmaların çalışan sayılarına göre işletme oranlarına Tablo-7’de yer verilmiştir.

**Tablo 7:** Çalışan Sayısına Göre Veri Setindeki İşletme Oranları

	İşletme Özelliği	İşletme Oranı %
Çalışan Sayısı	1-19	93.4
	20-49	4.0
	50-199	2.0
	200+	0.6
	Toplam	100.0

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Tablo-7’de yer alan bilgilere göre veri setinde yer alan firmalardan %93.4’ünün 1 ile 19 arasında çalışan istihdam ettiği anlaşılmaktadır. Diğer bir ifadeyle veri setinde yer alan firmaların çok önemli bir bölümü küçük işletmelerden oluşmaktadır. Öte yandan, çalışan sayısı arttıkça ilgili firma grubunun işletme içerisindeki payı giderek azalmaktadır. Veri setinde yer alan firmaların yalnızca %0.6’sı 200 ve üzerinde çalışan istihdam ederek faaliyetlerini sürdürmektedir. Bu veri Türkiye’de faaliyet gösteren firmaların çok önemli bir bölümünün KOBİ’lerden oluştuğunun bir yansıması olarak da karşımıza çıkmaktadır.

İkinci olarak, firma büyüklüğünün bir ölçüsü olarak kullanılacak diğer alt bölüm ise işletmenin sermaye düzeyidir. İşletmelerin sermaye düzeyleri 4 alt gruba ayrılmış ve her bir grupta yer alan firmaların toplam içerisindeki paylarına Tablo-8’de yer verilmiştir.

**Tablo 8:** Sermaye Büyüklüğüne Göre Veri Setindeki İşletme Oranları

	İşletme Özelliği	İşletme Oranı %
Sermaye Büyüklüğü (2003 TL fiyatlarıyla)	<100 bin	87.6
	>=100 bin, <1 milyon	8.9
	>=1 milyon <10 milyon	2.8
	>=10 milyon	0.7
	Toplam	100.0

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Firma büyüklüğünün ölçütlerinden biri olarak değerlendirilen sermaye büyüklüğüne göre yapılan gruplandırmalar çalışan sayısı gruplandırmasıyla oldukça benzerdir. Sermaye büyüklüğü 100 bin TL'nin altında olan firmaların veri setinde yer alan firmaların %87.6'sına tekabül etmektedir. Sermaye büyüklüğü arttıkça veri setindeki oranı da giderek azalmaktadır. İşletme sermayesi 10 milyon TL ve üzerinde olan firmaların toplam içerisindeki payı ise %0.7'dir.

Veri setinde yer alan firmaların kaç yıldır faaliyet gösterdiklerini göstermek üzere işletme yaşlarına göre firmaların toplam içerisindeki paylarına ise Tablo-9'da yer verilmiştir.

**Tablo 9:** İşletme Yaşına Göre Veri Setindeki İşletme Oranları

	İşletme Özelliği	İşletme Oranı %
İşletme Yaşı	1-9	25.9
	10-14	36.7
	15-19	21.9
	20+	15.4
	Toplam	100.0

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Veri setinde yer alan işletmelerin faaliyet gösterdikleri yıllara diğer bir ifadeyle yaşlarına göre toplam içerisindeki paylara bakıldığında gruplara göre daha dengeli bir dağılım gösterdiği söylenebilir. Bu bağlamda, veri setinde yer alan işletmelerin %25.9'u 1-9 yıllık firmalardan oluşmakla birlikte 20 yılın üstünde faaliyet gösteren firmaların oranı ise %15.4'tür. Veri setindeki firmaların diğer gruplara nazaran daha yoğun olduğu aralık ise %36.7'lik oran ile 10-14 yıl grubudur.

Detaylarına yer verilecek bir başka bölüm ise yabancı sermaye sahipliğidir. Veri setinde yer alan firmalar tamamı yerli sermayeli, bir bölümü yabancı sermayeli ve tamamı yabancı sermayeli firmalar olarak 3 gruba ayrılmıştır. Bu noktada, tam yerli sermayeli işletmeler kategorisi %100'ü yerli sermayeli işletmeleri, tam yabancı sermayeli işletmeler kategorisi %100'ü kısmi yabancı sermayeli olan işletmeleri, kısmi yabancı sermayeli işletmeler kategorisi ise önceki iki kategori dışında kalan, yani %0,1 ile %99,9 arasında yabancı sermayeli olan işletmeleri kapsamaktadır. Sermaye sahipliğine göre işletmelerin toplam içerisindeki paylarına Tablo-10'da yer verilmiştir.

Tablo-10'dan görüleceği üzere veri setinde yer alan firmaların %80.7 ile çok önemli bir bölümü tamamı yerli sermayeli firmalardan oluşmaktadır. En az %0.1'i yabancı sermayeli olan firmaların oranı ise %19.3'tür. Öte yandan, tamamı yabancı sermayeli olan firmaların oranı oldukça düşük olup %0.1'e denk gelmektedir.

**Tablo 10:** Yabancı Sermaye Sahipliğine Göre Veri Setindeki İşletme Oranları

	İşletme Özelliği	İşletme Oranı %
Yabancı Sermaye Sahipliği	Tamamı yerli sermayeli	80.7
	Bir bölümü yabancı sermayeli	19.2
	Tamamı yabancı sermayeli	0.1
	Toplam	100.0

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Veri setinde yer alan firmalara ilişkin olarak detay istatistiklerine verilecek bir başka alt kategori ise ARGE faaliyetidir. Firmaların ARGE faaliyetlerine göre sınıflandırmasına Tablo-11'de yer verilmiştir.

**Tablo 11:** ARGE Faaliyetine Göre Veri Setindeki İşletme Oranları

	İşletme Özelliği	İşletme Oranı %
ARGE Faaliyeti	Arge yapmayan	99.6
	Arge yapan	0.4
	Toplam	100.0

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Firmaların ARGE durumlarına göre sınıflandırmasına bakıldığında ARGE yapmayan firma oranının oldukça yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Veri setinde yer alan firmaların yalnızca %0.4'ünün ARGE faaliyeti olduğu anlaşılmaktadır. Şüphesiz ki bahse konu oran oldukça düşüktür. Özellikle enerji yoğunluğunun azaltılması ve daha enerji verimli teknolojilerle üretim yapılması gerektiği gerçeği göz önünde bulundurulduğunda imalat sanayi firmaları içinde ARGE faaliyeti yürütenlerin oranının oldukça düşük olduğu açıkça ortaya çıkmaktadır.

Şüphesiz ki firmaların ihracat durumları da enerji yoğunluğu açısından literatürde sıklıkla değerlendirilen bir kategoridir. Bu bağlamda firmaların ihracat faaliyetlerine göre sınıflandırılmalarına ise Tablo-12'de yer verilmiştir.

**Tablo 12:** İhracat Faaliyetine Göre Veri Setindeki İşletme Oranları

	İşletme Özelliği	İşletme Oranı %
İhracat Faaliyeti	İhracat yapmayan	94.3
	İhracat yapan	5.7
	Toplam	100.0

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

İhracat faaliyetine göre veri setinde yer alan firmalar sınıflandırıldığında söz konusu firmaların %94.3'ünün ihracat yapmadığı, geriye kalan %5.7'sinin ise ihracat faaliyeti olan dolayısıyla yurtdışındaki firmalarla etkileşime giren ve rekabet eden firmalardan oluştuğu anlaşılmaktadır.

Detaylarına değinilecek bir diğer kategori ise firmaların faaliyet gösterdikleri coğrafi bölgelerdir. Veri setinde yer alan firmaların faaliyet gösterdikleri coğrafi bölgelere göre oranlarına Tablo-13'de yer verilmiştir.

**Tablo 13:** Coğrafi Bölgelere Göre Veri Setindeki İşletme Oranları

	İşletme Özelliği	İşletme Oranı %
Coğrafi Bölge	İstanbul	31.1
	Batı Anadolu (İst. hariç)	28.5
	Orta Anadolu	13.3
	Güney Anadolu	10.2
	Doğu Anadolu	9.1
	Kuzey Anadolu	7.8
	Toplam	100.0

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Firmaların faaliyet gösterdikleri coğrafi bölgeler incelendiğinde işletmelerin yaklaşık olarak üçte birinin İstanbul'da faaliyet gösterdikleri anlaşılmaktadır. İstanbul'u sırasıyla Batı Anadolu, Orta Anadolu, Güney Anadolu, Doğu Anadolu takip etmekle birlikte Kuzey Anadolu ise %7.8 ile son sırada yer almaktadır. Ayrıca İstanbul ve Batı Anadolu birlikte değerlendirildiğinde veri setinde yer alan firmaların yaklaşık olarak %60'ının Türkiye'nin batısında yer aldığı görülmektedir.

Son olarak, firmaların faaliyet gösterdikleri alt sektörler göre veri setinde yer alan firmaların tanımlayıcı istatistiklerine Tablo-14'te yer verilmektedir.

Veri setinde yer alan firmaların faaliyet gösterdikleri alt sektörlerdeki oranlarına bakıldığında giyim eşyası, fabrikasyon metal ürünler, mobilya ve gıda sektörlerinde yer alan firmaların toplam içerisindeki payının yaklaşık %55 olduğu görülmektedir. Büro makineleri, rafine edilmiş petrol ürünleri, geri dönüşüm, diğer ulaşım araçları, ana metal sanayi ve kâğıt ürünleri sektörlerinde faaliyet gösteren firmaların toplam içerisindeki oranları ise her biri ayrı ayrı olmak üzere %1'in altındadır.

**Tablo 14:** Sektöre Göre Veri Setindeki İşletme Oranları

	İşletme Özelliği	İşletme Oranı %
Sektöre göre	Gıda ürünleri ve içecek	11.70
	Tütün ürünleri	0.01
	Tekstil ürünleri	7.61
	Giyim eşyası	15.22
	Deri ve deri ürünleri	2.47
	Ağaç ve ağaç mantarı ürünleri (mobilya hariç)	8.70
	Kâğıt hamuru, kâğıt ve kâğıt ürünleri	0.74
	Basım ve yayım ürünleri	4.42
	Rafine edilmiş petrol ürünleri	0.05
	Kimyasal madde ve ürünler	1.21
	Plastik ve kauçuk ürünleri imalatı	4.86
	Metalik olmayan diğer mineral ürünleri	3.85
	Ana metal sanayisi	0.78
	Fabrikasyon metal ürünler (makine hariç)	15.18
	Makine ve teçhizat	6.31
	Büro makineleri ve bilgisayar	0.01
	Elektrikli makine ve cihazlar	1.80
	Radyo, televizyon, haberleşme teçhizatı ve cihazlar	0.11
	Tıbbi aletler; hassas ve optik aletler ile saat	0.66
	Motorlu kara taşıtı, römork ve yarı römork	1.29
	Diğer ulaşım araçları	0.71
	Mobilya	12.29
	Geri dönüşüm	0.02
	Toplam	100

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Veri setinin temsil kabiliyetinin de %90'ın üzerinde hatta bazı yıllarda %100 olduğu göz önüne alındığında Türkiye'de imalat sanayinde yer alan firmaların çeşitli sınıflandırmalar altındaki dağılımına ilişkin yer verilen tanımlayıcı istatistikler Türk imalat sanayi için de oldukça kapsamlı tanımlamalar sunmaktadır.

### 3.1.1.2. Enerji Yoğunluğuna İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Bu çalışmada Türkiye'de imalat sanayinde faaliyet gösteren firmaların çeşitli kategorilerde yer alan açıklayıcı değişkenlerle enerji yoğunluklarının düzeyi ve söz konusu açıklayıcı değişkenlerdeki farklılıkların firmanın enerji yoğunluğunu nasıl etkilediğinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda, bu bölümde firmaların çeşitli alt kategorilerde enerji yoğunluklarının nasıl değiştiğine ilişkin tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir.

Alt kategorilere göre enerji yoğunluklarının nasıl değiştiğine değinilmeden önce bağımlı değişkenimiz olan enerji yoğunluğunun nasıl hesaplandığının belirtilmesi yararlı olacaktır. Bu çalışmada enerji yoğunluğu;

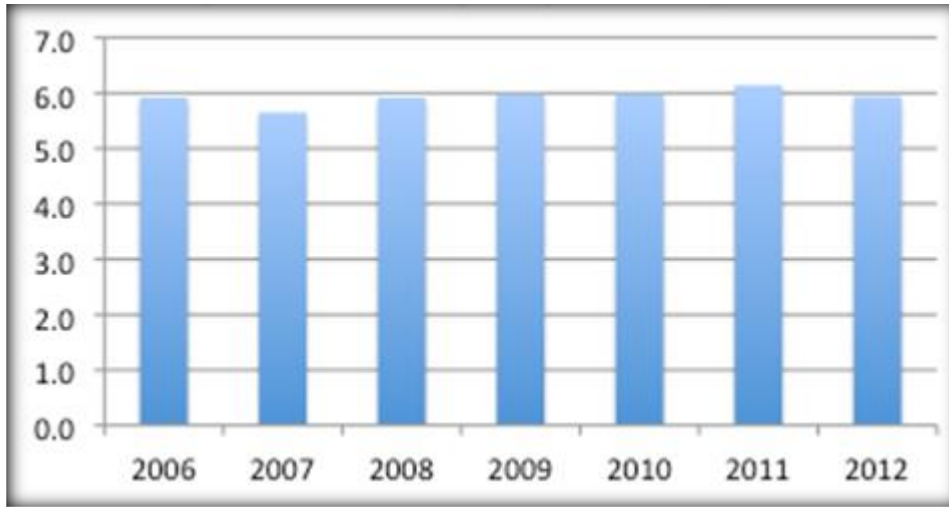
Enerji yoğunluğu=  $100 * \frac{\text{İşletmenin Enerji Harcaması}}{\text{İşletmenin Üretim Değeri}}$  formülüyle hesaplanmıştır.

İlk olarak, Türkiye'de imalat sanayinde faaliyet gösteren firmaların enerji yoğunluklarının inceleme dönemimiz olan 2006-2012 periyodunda nasıl değiştiğine Şekil-10'da yer verilmiştir.

Şekil-10'dan anlaşılacağı üzere firmaların enerji yoğunlukları 2006-2012 döneminde çok dalgalanmaksızın %6 civarında seyretmiştir. Şüphesiz ki, ilgili şekil veri setinde yer alan tüm firmaları içerdiğinden alt kategorilerde ve sektörlerde meydana gelen değişimleri yansıtmamaktadır. Dolayısıyla, alt kategori değişkenlerine göre imalat sanayi firmalarının enerji yoğunluklarına değinmek sektörün detaylarını görmek adına faydalı olacaktır.



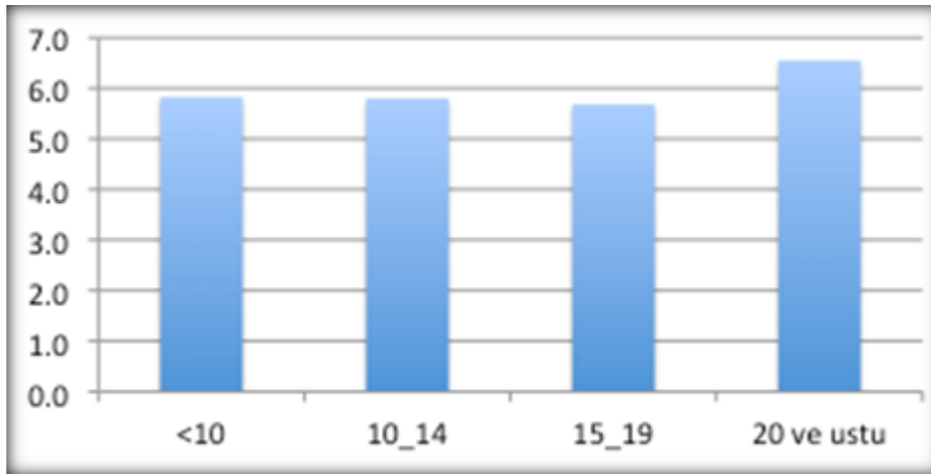
**Şekil 10:** Enerji Yoğunluğunun Yıllar İtibarıyla Değişimi (%)



Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Bu bağlamda ilk olarak firmaların yaşına göre enerji yoğunluğunun durumuna Şekil-11’de yer verilmiştir.

**Şekil 11:** Çalışan Sayısına Göre Enerji Yoğunluğu-2012 (%)



Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Firma yaşına göre enerji yoğunluklarına bakıldığında 20 ve üstü yıldır faaliyetlerini devam ettiren firmaların enerji yoğunluğunun daha genç firmaların enerji yoğunluklarından daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum esasen literatürde yer alan çalışmaların öngörülerinin aksi yönündedir. Zira, firmaların faaliyet gösterdikleri yıl arttıkça, diğer bir ifadeyle firmalar yaşlandıkça yaparak öğrenme ve uzmanlaşma sebebiyle ölçek ekonomilerinden faydalanacak ve maliyetlerini azaltacaklardır.

Böylelikle daha enerji verimli hale gelen firmaların enerji yoğunluklarının da azalması beklenmektedir. Ancak, Şekil-11 bize Türkiye imalat sanayii için bunun aksini ifade etmektedir.

Enerji yoğunluğunun analiz edildiği bir diğer kategori ise sermaye sahipliğidir. Sermaye sahipliğine göre enerji yoğunluğunun durumuna Şekil-12’de yer verilmiştir.

**Şekil 12:** Sermaye Sahipliğine Göre Enerji Yoğunluğu-2012 (%)



Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Sermaye sahipliğine göre enerji verimliliği incelendiğinde oldukça dikkat çekici sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Şekil-12’de görüleceği üzere tamamı yabancı sermayeli olan firmaların enerji yoğunlukları tamamı yerli olan veya bir bölümü yabancı sermayeli olan firmaların oldukça altındadır. Şöyle ki, tamamı yabancı sermayeli olan firmaların enerji yoğunlukları %2.5 civarında iken diğer firmaların enerji yoğunlukları %6 civarındadır.

Değınilecek bir diğer alt kategori ise işletmenin ARGE durumudur. İşletmeler ARGE yapan ve ARGE yapmayan olmak üzere iki gruba ayrılmış ve ARGE durumlarına göre firmaların enerji yoğunluklarına Şekil-13’te yer verilmiştir.

Beklenildiği üzere ARGE faaliyeti olan firmaların enerji yoğunlukları ARGE faaliyeti olmayan firmalara nazaran oldukça düşüktür. Ancak ifade edilmelidir ki, bir önceki bölümde ARGE yapan firmaların veri setindeki firmaların küçük bir bölümünü oluşturması sebebiyle bu iki grup arasında yer alan önemli derecedeki enerji yoğunluğu farklılıkları imalat sanayinde yer alan firmaların genel enerji yoğunluğuna yansımamaktadır.

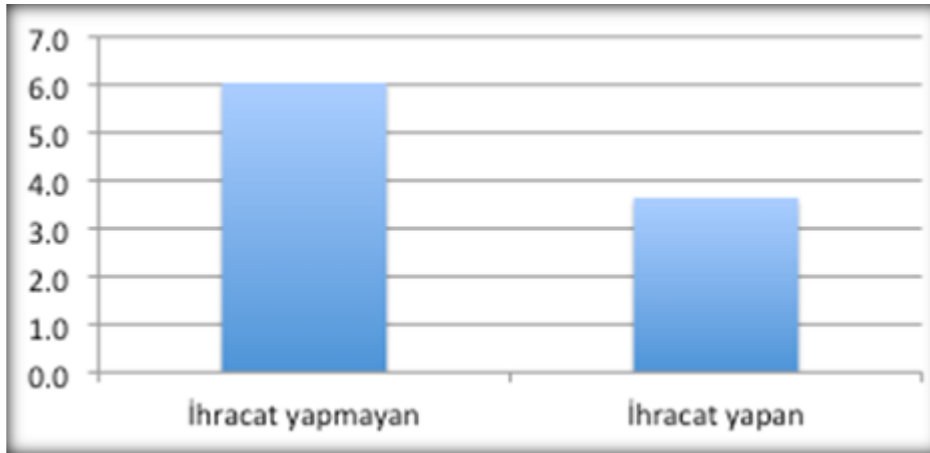
**Şekil 13:** ARGE Faaliyetine Göre Enerji Yoğunluğu-2012(%)



Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

İhracat durumuna göre firmaların enerji yoğunluklarının nasıl değiştiği Şekil-14'te firmalar ihracat yapan ve ihracat yapmayan firmalar olmak üzere iki gruba ayrılarak ifade edilmiştir.

**Şekil 14:** İhracat Faaliyetine Göre Enerji Yoğunluğu-2012 (%)



Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

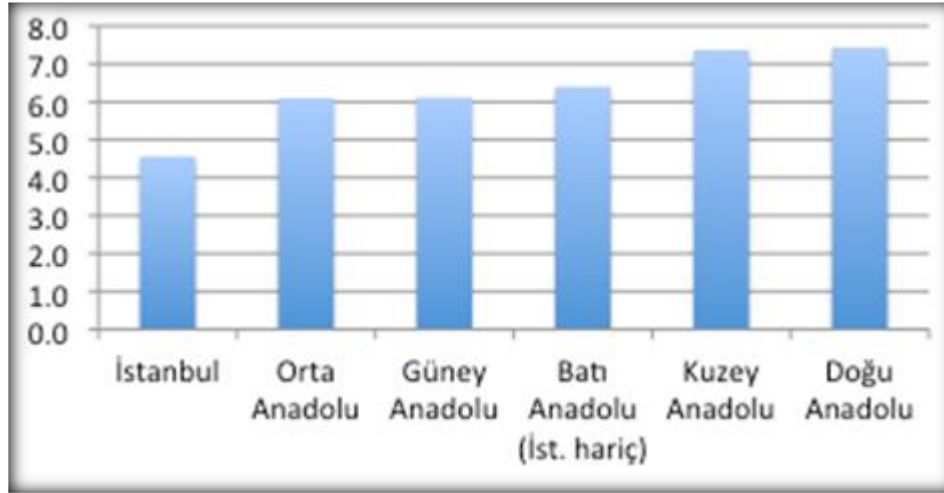
İhracat faaliyetine göre enerji yoğunluklarının analizinde veri setinde yer alan firmalardan ihracat yapanların enerji yoğunluğunun ihracat yapmayan firmalara nazaran oldukça düşük olduğu anlaşılmaktadır. İhracat yapmayan firmaların enerji yoğunluğu oranı %6 iken ihracat yapan firmalarda bu oran %3-4 arasındadır.

Coğrafi bölgelere göre enerji yoğunlukları kayda değer farklılıklar göstermektedir. 2012 yılı itibarıyla İstanbul'da faaliyet gösteren bir firmanın ortalama enerji yoğunluğu %4'ün

biraz üzerindeyken bu oran Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu'da %7'nin üzerindedir. Güney Anadolu ve Batı Anadolu'da ise örneklem ortalamasında seyretmektedir.

Coğrafi bölgelere göre firmaların faaliyet gösterdikleri bölgelere 6 gruba ayrılmış ve bu bölgelerin enerji yoğunluklarının durumuna Şekil-15'te yer verilmiştir.

**Şekil 15:** Coğrafi Bölgelere Göre Enerji Yoğunluğu-2012 (%)



Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Son olarak firmaların faaliyet gösterdikleri alt sektörler göre enerji yoğunluklarının nasıl değiştiğine Tablo-15'te değinilmiştir.

İmalat sanayi alt sektörlerindeki enerji yoğunluklarında da coğrafi bölgelere benzer şekilde önemli farklılıklar göze çarpmaktadır. Enerji yoğunlukları en az olan alt sektör büro makineleri ve bilgisayar iken onu rafine edilmiş petrol ürünleri ve tütün ürünleri sektörleri takip etmektedir. Enerji yoğunluğu en yüksek olan alt sektör ise metalik olmayan diğer mineral ürünleridir. Onu, tekstil ürünleri ve gıda ürünleri ve içecek sektörleri takip etmektedir. Şunu ifade etmek gerekir ki, enerji yoğunluğu en düşük olan sektör ile enerji yoğunluğu en yüksek olan sektör arasında yaklaşık %7'lik fark bulunmaktadır.

Böylelikle veri setimizde imalat sanayinde yer alan firmaların enerji yoğunluklarının çeşitli alt kategorilerde nasıl farklılıklar gösterdiği ortaya konulmuştur. Tüm alt kategorilerde ve alt sektörlerde firmalar arasında kayda değer enerji yoğunluğu farklılıkları olduğu anlaşılmaktadır.

**Tablo 15:** Alt Sektörlere Göre Enerji Yoğunlukları-2012 (%)

Sektör	Enerji Yoğunluğu
Gıda ürünleri ve içecek	7.97
Tütün ürünleri	2.40
Tekstil ürünleri	8.18
Giyim eşyası	6.40
Deri ve deri ürünleri	3.69
Ağaç ve ağaç mantarı ürünleri (mobilya hariç)	6.50
Kağıt hamuru, kağıt ve kağıt ürünleri	3.45
Basım ve yayım ürünleri	3.43
Rafine edilmiş petrol ürünleri	2.30
Kimyasal madde ve ürünler	4.12
Plastik ve kauçuk ürünleri imalatı	5.42
Metalik olmayan diğer mineral ürünleri (çimento, cam, seramik vs.)	8.54
Ana metal sanayisi	5.55
Fabrikasyon metal ürünler (makine hariç)	5.85
Makine ve teçhizat	4.05
Büro makineleri ve bilgisayar	1.59
Elektrikli makine ve cihazlar	3.15
Radyo, televizyon, haberleşme teçhizatı ve cihazlar	2.63
Tıbbi aletler; hassas ve optik aletler ile saat	4.19
Motorlu kara taşıtı, römork ve yarı römork	3.85
Diğer ulaşım araçları	3.39
Mobilya	4.41
Geri dönüşüm	5.73

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

### 3.2. METODOLOJİ

Analizde baz alınan örneklem zamanın bir noktasında firma bilgilerine dayanmakta olduğundan yatay-kesit veri olarak tanımlanmaktadır. Ekonometrik model olarak regresyon kullanılmıştır.

Genel olarak bir doğrusal veri modeli aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Asteriou and Hall, 2007, s. 417):

$$Y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Burada, Y ve X sırasıyla bağımlı ve bağımsız değişkenleri göstermekle birlikte  $i$  yatay kesit birimlerini,  $t$  ise zaman periyodunu ifade etmektedir. Ayrıca,  $i=1,2,3 \dots N$ ;  $t=1,2,3 \dots T$ 'dir. Eşitlik (1)'de  $\alpha$  ve  $\beta$  parametrelerinin herhangi bir alt indisinin olmaması bu parametrelerin tüm birimlerde yıllar itibarıyla aynı olduğunu ifade etmektedir. Eğer  $i$  ve  $t$  alt indisleri olsaydı söz konusu parametrelerin birimlere ve yıllara göre değiştiği ifade edilmiş olacaktı.

Doğrusal ve statik panel veri modellerinin tahmin edilebilmesi için pek çok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler temel itibarıyla 3 gruba ayrılmaktadır: havuzlanmış model, sabit etkiler modeli ve rassal etkiler modeli. Bu tez çalışmasında firmaların enerji yoğunluğunun açıklanmasına yönelik kurulan modellerin tahmini havuzlanmış en küçük kareler yöntemiyle yapılmıştır. Bu yöntemin temel varsayımına göre yatay kesit veri matrisleri arasında fark olmadığıdır. Sabit terimlerin homojen olduğu diğer bir ifadeyle bütün yatay kesit birimleri,  $i$ , için  $\alpha_i = \alpha$  olduğu panel veri modeli aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Pesaran, 2015, s. 636):

$$y_{it} = \alpha + \beta' x_{it} + u_{it} \quad (2)$$

Burada  $\alpha$  ve  $\beta$  parametreleri En Küçük Kareler (EKK) tahmincileriyle tahmin edilebilir.

$$\hat{\beta}_{EKK} = [\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x})(x_{it} - \bar{x})']^{-1} [\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x})(y_{it} - \bar{y})] \quad (3)$$

Burada,  $\bar{x} = (NT)^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T x_{it}$ ,  $\bar{y} = (NT)^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T y_{it}$ 'yi ifade etmektedir.

Ayrıca,  $[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x})(x_{it} - \bar{x})']$  ifadesinin tekil olmayan matris olduğu varsayılmaktadır.  $x_{it}$  tam olarak dışsal ve kesme terimleri homojen ise havuzlanmış EKK tahmincisi yansız ve tutarlı olmaktadır. T sabit ve N fazlayken  $u_{it}$  hata terimlerinin değişen varyanslı olması çıkarımları etkilemesine karşın elde edilen EKK tahmincilerinin tutarlılık özelliğine etki etmemektedir.

Havuzlanmış EKK tahmincilerinin varsayımları şu şekilde ifade edilebilir (Tatoğlu, 2013, s.41):

- Varsayım 1:  $E(x_{it}|u_{it'}) = 0$

Bu varsayıma göre  $x_{it}$  zayıf dışsaldır, yani  $u_{it'}$  ile korelasyonsuzdur.

- Varsayım 2:  $Rank [\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T E(x_{it}|x'_{it})] = k$ . Burada  $k$  açıklayıcı değişken sayısını göstermektedir. Ayrıca açıklayıcı değişkenler yani  $x$ 'ler arasında çoklu doğrusal bağlantı olmadığını ifade etmektedir.
- Varsayım 3: Tüm  $i$  ve  $t$ 'ler için geçerli olmak üzere  $E(u_{it}^2|x_{it}) = \sigma^2$ 'dir. Diğer bir ifadeyle, hata terimlerinin koşullu varyansı  $x_{it}$ 'den bağımsız olmak üzere, koşulsuz varyans tüm dönemler için aynıdır.
- Varsayım 4:  $E(x_{it}x_{is}|u_{it}, u_{is}) = 0$  ( $t \neq s$ ). Bu varsayım, farklı zamanların hata terimleri arasında koşullu kovaryansın 0 olduğunu yani farklı dönemler arasındaki hata terimleri arasında otokorelasyon olmadığını ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle;  $E(u_{it}|u_{is}) = 0$  ( $t \neq s$ ). Yani, hata teriminin koşulsuz kovaryansı sıfırdır. Böylelikle, hata teriminin içerisinde birim ve zaman etkilerine izin verilmemektedir.

Bu varsayımlar altında havuzlanmış EKK yönteminin özellikleri özetle şu şekilde ifade edilebilir:

- Hata terimlerinde birim ve zaman etkilerin mevcut olmaması durumunda havuzlanmış en küçük kareler tahmini sapmasız ve tutarlı sonuçlar vermektedir.
- Eğer hata terimlerinde birim ve/veya zaman etkiler mevcut ise havuzlanmış en küçük kareler tahminçileri yalnızca birim ve/veya zaman etkilerin açıklayıcı değişkenler ile korelasyonsuz olması durumunda tutarlı tahminçiler sunmaktadır.
- $u_{it}$  hata terimlerinin değişen varyanslı olması çıkarımları etkilemesine karşın elde edilen EKK tahminçilerinin tutarlılık özelliğine etki etmemektedir. Bu durumda etkin tahminçiler elde edilebilmesi için genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi kullanılması önerilmektedir.

Kullanılan metodolojinin teorik alt yapısına yer verildikten sonra tez çalışmasının amacına uygun olarak imalat sanayinde enerji yoğunluğunun açıklanmasına yönelik oluşturulan modeller ve bu modellerde kullanılan değişkenlere bir sonraki bölümde yer verilmiştir.

### 3.3. AMPİRİK MODELLER VE DEĞİŞKENLER

Bu çalışmada Türkiye’de imalat sanayinde enerji yoğunluğu analiz edilmektedir. Bu bağlamda pek çok açıklayıcı değişkenin farklı formasyonlarda kullanıldığı 26 regresyon modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan söz konusu 26 regresyon modeli 8 gruba ayrılmıştır. Şunu ifade etmek gerekir ki, tüm regresyon analizlerinde yıl değişkeni yer almakta ve regresyon analizleri 2006-2012 dönemi boyunca değil, her bir yıl için ayrı ayrı yapılmaktadır.

Bu gruplardan ilki işletme büyüklüğü ile enerji yoğunluğu ilişkisini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Aşağıda detaylarına yer verilen 3 regresyon modeli (Model I-II-III) bu amaçla oluşturulmuştur.

$$Enerji\_Yoğunluğu_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln istihdam_{it} + \sum_t \partial_t Yil_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$Enerji\_Yoğunluğu_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln sermaye_{it} + \sum_t \partial_t Yil_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} Enerji\_Yoğunluğu_{it} \\ = \beta_0 + \beta_1 \ln istihdam_{it} + \beta_1 \ln sermaye_{it} + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j \\ + \sum_t \partial_t Yil_t + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (6)$$

Denklemlerde yer alan indislerinde i firmayı, j sektörü, t ise ilgili yılı ifade etmektedir.

İkinci grupta imalat sanayi alt sektörlerinde enerji yoğunluğunun nasıl farklılaştığı analiz edilmektedir. Bu grupta yer alan 3 regresyon modeline (Model IV-V-VI) aşağıda yer verilmiştir.

$$Enerji\_Yoğunluğu_{it} = \beta_0 + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j + \sum_t \partial_t Yil_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} Enerji\_Yoğunluğu_{it} \\ = \beta_0 + \beta_1 \ln istihdam_{it} + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j + \sum_t \partial_t Yil_t + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (8)$$



$$\begin{aligned}
& \text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} \\
& = \beta_o + \beta_1 \ln \text{sermaye}_{it} + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j + \sum_t \partial_t Y_{it} + \varepsilon_{it} \quad (9)
\end{aligned}$$

Üçüncü grupta işletme yaşı ile enerji yoğunluğu ilişkisi aşağıda detayları yer alan modeller vasıtasıyla analiz edilmektedir.

$$\text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} = \beta_o + \beta_1 \text{yaş}_{it} + \sum_t \partial_t Y_{it} + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

$$\text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} = \beta_o + \beta_1 \text{yaş}_{it} + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j + \sum_t \partial_t Y_{it} + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

$$\begin{aligned}
& \text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} \\
& = \beta_o + \beta_1 \ln \text{istihdam}_{it} + \beta_2 \text{yaş}_{it} + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j \\
& + \sum_t \partial_t Y_{it} + \varepsilon_{it} \quad (12)
\end{aligned}$$

Dördüncü grupta yer alan modellerde coğrafi bölgelere göre enerji yoğunluğunda farklılaşma olup olmadığı analiz edilmektedir. Bu modellerin (Model X-XI-XII-XIII) detaylarına ise aşağıda yer verilmektedir.

$$\text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} = \beta_o + \sum_k \theta_k \text{Coğrafi\_Bölge}_k + \sum_t \partial_t Y_{it} + \varepsilon_{it} \quad (13)$$

$$\begin{aligned}
& \text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} \\
& = \beta_o + \sum_k \theta_k \text{Coğrafi\_Bölge}_k + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j \\
& + \sum_t \partial_t Y_{it} + \varepsilon_{it} \quad (14)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} \\
& = \beta_o + \beta_1 \ln \text{istihdam}_{it} + \sum_k \theta_k \text{Coğrafi\_Bölge}_k \\
& + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j + \sum_t \partial_t Y_{it} + \varepsilon_{it} \quad (15)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} \\
& = \beta_o + \beta_1 \ln \text{sermaye}_{it} + \sum_k \theta_k \text{Coğrafi\_Bölge}_k \\
& + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j + \sum_t \partial_t Yil_t + \varepsilon_{it}
\end{aligned} \tag{16}$$

Beşinci grupta yer alan dört regresyon modeli (Model XIV-XV-XVI-XVII) vasıtasıyla sermaye sahipliğinin enerji yoğunluğu açısından anlamlı bir değişken olup olmadığı irdelenmektedir. Bu regresyon modelleri ise aşağıdaki şekildedir.

$$\text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} = \beta_o + \sum_m \varphi_m \text{Yabancı\_Sermaye}_m + \sum_t \partial_t Yil_t + \varepsilon_{it} \tag{17}$$

$$\begin{aligned}
& \text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} \\
& = \beta_o + \sum_m \varphi_m \text{Yabancı\_Sermaye}_m + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j \\
& + \sum_t \partial_t Yil_t + \varepsilon_{it}
\end{aligned} \tag{18}$$

$$\begin{aligned}
& \text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} \\
& = \beta_o + \beta_1 \ln \text{istihdam}_{it} + \sum_m \varphi_m \text{Yabancı\_Sermaye}_m \\
& + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j + \sum_t \partial_t Yil_t + \varepsilon_{it}
\end{aligned} \tag{19}$$

$$\begin{aligned}
& \text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} \\
& = \beta_o + \beta_1 \ln \text{sermaye}_{it} + \sum_m \varphi_m \text{Yabancı\_Sermaye}_m \\
& + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j + \sum_t \partial_t Yil_t + \varepsilon_{it}
\end{aligned} \tag{20}$$

Altıncı grup modeller ise ARGE harcaması ile enerji yoğunluğu ilişkisini irdelemektedir. Bu amaçla oluşturulan 4 regresyon modelinin (Model XVIII-XIX-XX-XXI) detaylarına aşağıdaki eşitliklerde değinilmektedir.

$$\text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} = \beta_o + \sum_n \gamma_n \text{ARGE}_n + \sum_t \partial_t Yil_t + \varepsilon_{it} \tag{21}$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} &= \beta_o + \sum_n \gamma_n \text{ARGE}_n + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j + \sum_t \partial_t Y_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} &= \beta_o + \beta_1 \ln \text{istihdam}_{it} + \sum_n \gamma_n \text{ARGE}_n + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j \\ &+ \sum_t \partial_t Y_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (23)$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} &= \beta_o + \beta_1 \ln \text{sermaye}_{it} + \sum_n \gamma_n \text{ARGE}_n + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j \\ &+ \sum_t \partial_t Y_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (24)$$

Yedinci grupta yer alan dört regresyon modelinde (Model XXII-XXIII-XXIV-XXV) ihracat değişkeni ile enerji yoğunluğu ilişkisi analiz edilmektedir. Modellerin detaylarına aşağıda yer verilmektedir.

$$\text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} = \beta_o + \sum_p \tau_p \text{İhracat}_p + \sum_t \partial_t Y_{it} + \varepsilon_{it} \quad (25)$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} &= \beta_o + \sum_p \tau_p \text{İhracat}_p + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j + \sum_t \partial_t Y_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (26)$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} &= \beta_o + \beta_1 \ln \text{istihdam}_{it} + \sum_p \tau_p \text{İhracat}_p + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j \\ &+ \sum_t \partial_t Y_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (27)$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} &= \beta_o + \beta_1 \ln \text{sermaye}_{it} + \sum_p \tau_p \text{İhracat}_p + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j \\ &+ \sum_t \partial_t Y_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (28)$$

Son olarak ise bahsi geçen tüm değişkenlerin toplulaştırıldığı model (Model XXVI) ile enerji yoğunluğunun bir bütün olarak analiz edilmesini amaçlamaktadır.

$$\begin{aligned}
& \text{Enerji\_Yoğunluğu}_{it} \\
& = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{istihdam}_{it} + \beta_2 \ln \text{sermaye}_{it} + \beta_3 \text{yaş}_{it} \\
& + \sum_k \theta_k \text{Coğrafi\_Bölge}_k \\
& + \sum_m \varphi_m \text{Yabancı\_Sermaye}_m + \sum_n \gamma_n \text{ARGE}_n \\
& + \sum_p \tau_p \text{İhracat}_p + \sum_j \omega_j \text{Sektör}_j + \sum_t \partial_t \text{Yıl}_t + \varepsilon_{it}
\end{aligned} \tag{29}$$

Türk imalat sanayiinde enerji verimliliğinin analiz edildiği bu çalışmamızda oluşturulan 26 modelde kullanılan değişkenlerin ampirik model sonuçları öncesinde beklenen işaretlerine Tablo-16'da yer verilmiştir.

**Tablo 16:** Değişkenlerin Tanımları ve Beklenen İşaretleri

Değişken	Tanım/Tanımlama	Beklenen sonuç
Firma Büyüklüğü	Çalışan sayısı	Negatif
	Sermaye düzeyi	Negatif
Yaş	Firmanın kaç yıldır faaliyet gösterdiğini ifade eder.	Negatif
Alt Sektör	İmalat sanayi alt sektörlerini ifade etmektedir.	Değişkenlik gösterir.
Coğrafi Bölge	Firmanın faaliyet gösterdiği coğrafi bölgeyi göstermektedir.	Değişkenlik gösterir.
Yabancı Sermaye	Firmanın mülkiyetini ifade etmektedir.	Negatif
ARGE Faaliyeti	Firmanın ARGE harcaması olup olmadığını göstermektedir.	Negatif
İhracat Faaliyeti	Firmanın ihracat faaliyeti olup olmadığını ifade etmektedir.	Negatif

Değişkenlerin adları, tanımları ve regresyon modellerinde beklenen sonuçlara yer verilmesi akabinde bir sonraki bölümde söz konusu 26 modelden elde edilen ampirik sonuçlara ve bu sonuçların yorumlanmasına yer verilmiştir.

## 4. BÖLÜM

### AMPİRİK SONUÇLAR

#### 4.1. REGRESYON SONUÇLARI

Türkiye’de imalat sanayi firmalarının enerji yoğunluğunun analiz edildiği bu çalışmada enerji yoğunluğunun belirleyicilerinin tespit edilebilmesi için pek çok açıklayıcı değişken ve bu değişkenlerin farklı kombinasyonlarıyla her biri farklı etkileri içinde barındıran 26 regresyon modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan söz konusu 26 regresyon modeli 8 gruba ayrılmıştır. Bu gruplar (i) işletme büyüklüğü ile enerji yoğunluğu ilişkisini, (ii) imalat sanayi alt sektörlerinde enerji yoğunluğunun nasıl farklılaştığını, (iii) işletme yaşı ile enerji yoğunluğu ilişkisini, (iv) coğrafi bölgelere göre enerji yoğunluğunda farklılaşma olup olmadığını, (v) sermaye sahipliğinin enerji yoğunluğu açısından anlamlı bir değişken olup olmadığını, (vi) Ar-Ge harcaması ile enerji yoğunluğu ilişkisini, (vii) ihracat değişkeni ile enerji yoğunluğu ilişkisini, (viii) son olarak ise bahsi geçen tüm değişkenlerin toplulaştırıldığı model ile enerji yoğunluğunun bir bütün olarak analiz edilmesini amaçlamaktadır.

Bu bağlamda Tablo 17’den Tablo 34’e kadar söz konusu modellerin sonuçlarına yer verilmiştir. Ayrıca, tüm regresyon analizlerinde yıl değişkenine yer verilmektedir. Bunun sebebi, analizlerin 2006-2012 dönemi boyunca değil, her bir yıl için ayrı ayrı yapılmasıdır. Diğer bir ifadeyle, katsayılar hesaplanırken, işletmeler aynı yıl içinde diğer işletmelerle karşılaştırılmaktadır. Bu şekilde, işletme yoğunluğuna ilişkin olarak katsayıların elde edilmesinde enerji fiyatlarında zaman içinde görülen değişimlerin etkili olmasının önüne geçilmektedir.

Bu ana bölümün alt bölümlerinde 26 regresyonun ayrıldığı 8 grup ayrı başlıklar halinde incelenecektir. Her bir modelde bağımlı değişken enerji yoğunluğu olmak üzere bağımsız değişkenlerin farklı kombinasyonları modele dahil edilmiştir.

#### 4.1.1. İşletme Büyüklüğü-Enerji Yoğunluğu İlişkisi

Regresyon analizlerinde ilk olarak işletmenin büyüklüğü ile enerji yoğunluğu arasındaki ilişkinin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Literatürdeki genel öngörü firmalar büyüdükçe, enerji verimliliğini arttıracakları dolayısıyla enerji yoğunluğunun azalacağı yönündedir (Hortono ve diğerleri, 2011). İşletme büyüklüğünü tanımlamada iki alternatif bulunmaktadır. Bunlardan ilki işletmenin çalışan sayısı, ikincisi ise işletmenin sahip olduğu sermaye miktarıdır. Bu iki değişkenin de verimlilik, sektör ve enerji yoğunluğu gibi temel işletme özellikleri üzerinde etkili olması beklenmektedir.

İşletme büyüklüğü ile enerji yoğunluğu arasındaki ilişkinin ortaya konulabilmesi amacıyla (I), (II) ve (III) numaralı modeller oluşturulmuştur. (I) numaralı regresyon modelinde enerji yoğunluğu ile firma çalışan sayısı, (II) numaralı regresyon modelinde enerji yoğunluğu ile firma sermayesi ilişkisi analiz edilmiştir. (III) numaralı regresyon modelinde ise firma büyüklüğü göstergesi olarak kullanılan bu iki değişkenin enerji yoğunluğunu nasıl etkilediğinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu regresyon modellerinden elde edilen sonuçlara Tablo-17’de yer verilmiştir.

**Tablo 17:** Firma Büyüklüğü-Enerji Yoğunluğu İlişkisi

Açıklayıcı Değişkenler	Model (I)	Model (II)	Model (III)
Çalışan Sayısı (log)	-0.614*** (0.005)		-0.249*** (0.006)
Sermaye (log)		-0.249*** (0.001)	-0.217*** (0.001)
Tanımlayıcı İstatistikler			
Gözlem Sayısı (mil)	2,02	2,04	2,01
R <sup>2</sup>	0.012	0.038	0.084

Not: \*\*\*, %1 seviyesinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içindeki ifadeler standart sapma değerini göstermektedir.

(I), (II) ve (III) numaralı regresyonlarda istihdam ve sermaye değişkenleri logaritmik olarak tanımlandığından, bu değişkenlerin elde edilen katsayısı değişkenlerde %1’lik değişime karşılık işletmelerin enerji yoğunluklarının yüzdelik değişimlerini göstermektedir.

(I) nolu regresyon sonuçlarından görüleceği üzere istihdam değişkeninin katsayısı -0.614'tür. Aynı zamanda bu değişkenin standart sapması 0.005 gibi katsayı değerine kıyasla oldukça düşük bir seviyededir. Böylelikle, elde edilen katsayının %1 düzeyinde istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Buna göre, imalat sanayinde karşılaştırılan iki işletmeden birinin çalışan sayısının diğerinininkinden %1 oranında yüksek olması durumunda, o işletmenin enerji yoğunluğunun diğer işletmenininkinden ortalama olarak %0.614 puan düşük olacağı öngörülmektedir. Dolayısıyla, firma büyüklüğü firma çalışan sayısı bazında ölçüldüğünde, firma büyüklüğü arttıkça enerji yoğunluğunun azaldığı tespit edilmiştir.

(II) nolu regresyonda ise işletme büyüklüğünü temsil amacıyla çalışan sayısı yerine işletme sermayesi değişkeni kullanılmıştır. Bu değişken de logaritmik olarak tanımlandığından, elde edilecek katsayı işletme sermayesindeki % 1'lik artışa karşılık olarak işletmenin enerji yoğunluğunda yüzde kaç oranında bir değişiklik beklendiğini göstermektedir. Regresyonda -0.249 olan katsayının %1 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, sermayesi görece olarak % 1 daha fazla olan işletmenin enerji yoğunluğunun %0.249 oranında daha düşük olması beklenmektedir.

Bu iki durum bir arada düşünüldüğünde, firma istihdamı ya da sermaye miktarının enerji yoğunluğu üzerindeki negatif ve anlamlı etkinin hangisinin daha belirleyici olduğu sorusunu gündeme getirmektedir. Şöyle ki, çalışan sayısının aslında enerji yoğunluğuna etkisi olmayabilir ancak çalışan sayısı yüksek olan işletmeler ayrıca sermayesi yüksek işletmeler olduğundan ve yüksek sermayenin enerji verimliliği üzerine negatif etkisi olduğundan, sanki çalışan sayısı yüksek olmanın enerji verimliliğine yol açtığı gibi bir sonuç ortaya çıkabilir. Bu durumu incelemek amacıyla (III) nolu regresyon modeli oluşturulmuştur. (III) nolu regresyon modelinde çalışan sayısı ve sermaye miktarı birlikte açıklayıcı değişken olarak yer almaktadır. Ayrıca, aynı sektördeki yer alan işletmelerin karşılaştırılmasını sağlamak amacıyla sektör değişkenlerine de yer verilmiş olup, regresyon amaçları açısından önem taşımadığından bu katsayıların açıklanmasına gerek duyulmamıştır.

(III) nolu regresyon modelinde istihdam değişkeninin katsayısının -0.249, sermaye miktarı katsayısının ise -0.217 olduğu görülmektedir. Her iki değişken de %1 düzeyinde anlamlıdır. Bu durum bize istihdamları eşit olan iki işletmeden sermayesi yüksek olanın,

sermayesi eşit olan iki işletmeden ise çalışan sayısı yüksek olanın enerji yoğunluğunun daha düşük olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, gerçekten de hem çalışan sayısının hem de sermaye miktarının enerji yoğunluğu ile ilişkisi negatif ve anlamlıdır. Bununla birlikte, çalışan sayısı değişkeninin Model (I)'deki katsayısı olan -0.614 değerinin Model (III)'te -0.249'a düştüğü (mutlak değer olarak) görülmektedir. Bu durum, işletmenin çalışan sayısının yüksek olmasının işletmenin enerji yoğunluğuna olan negatif etkisinin aslında ciddi ölçüde bu işletmelerin aynı zamanda sermayelerinin yüksek olmasından kaynaklandığını göstermektedir. Sermayeleri eşit olan ve aynı sektörde faaliyet gösteren iki firmadan çalışan sayısı %1 oranında fazla olanın enerji yoğunluğunun %0.614 değil, %0.249 oranında düşük olması beklenmektedir. Yani, sermaye miktarının regresyona dahil edilmesi çalışan sayısının etkisini ciddi ölçüde azaltmaktadır.

Öte yandan, Model (II) ile Model (III)'ün sonuçları karşılaştırıldığında Sermaye değişkeninin katsayısının -0.249'dan -0.217'ye düştüğü (mutlak değer olarak) görülmektedir. Sermaye değişkeninin katsayısındaki bu düşüş Çalışan Sayısı değişkeninde görülen değişimle karşılaştırıldığında oldukça düşüktür. Çalışan sayıları eşit olan ve aynı sektörde faaliyet gösteren iki firmadan sermaye miktarı %1 daha fazla olanın enerji yoğunluğu %0.217 daha düşük olmaktadır. Dolayısıyla çalışan sayısının modele dahil edilmesinin Sermaye değişkeninin etkisinde kaydadeğer bir düşüşe sebep olmadığı söylenebilir.

Özetlenecek olursa, sermayesi yüksek olan işletmelerin enerji yoğunluğunun düşük olmasında bu işletmelerin çalışan sayılarının yüksek olmasının çok az rolü vardır. Ayrıca, hem sermaye miktarının hem de çalışan sayısının enerji yoğunluğu üzerindeki etkisi negatif olmakla birlikte, sermaye miktarının etkisinin, çalışan sayısının etkisinden yüksek olduğunu görülmektedir. Sonuç olarak, gerek çalışan sayısı gerekse sermaye değişkenleri firma büyüklüğünün bir ölçüsü olarak ele alındığında, firma büyüklüğü (ölçeği) arttıkça enerji yoğunluğunun azaldığı görülmektedir. Sermaye büyüklüğünün enerji yoğunluğunda önemli etkisi olduğu görülmüştür.



#### 4.1.2. Firma Alt Sektörü-Enerji Yoğunluğu İlişkisi

Bu bölümde imalat sanayinde yer alan işletmelerin enerji yoğunluklarının faaliyet gösterdikleri alt sektör bazında nasıl değiştiğinin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda Model (IV), Model (V) ve Model (VI) olmak üzere 3 adet regresyon modeli oluşturulmuştur. Sektör kategorisinde gıda ve içecek imalatı sektörü baz kategori olarak tanımlandığından regresyonda bu sektöre ilişkin katsayı üretilmemekte, diğer sektörlerin aldıkları katsayılar ise o sektörlerin gıda ve içecek imalatı sektöründen enerji yoğunluğu farkını vermektedir. Model (IV), Model (V) ve Model (VI) sonuçlarına Tablo-18'de yer verilmiştir.

Bu modellerden Model (IV)'te sadece imalat sanayi sektörü kategorisi değişkenlerine yer verilmektedir. (IV) nolu regresyon sonuçlarına genel olarak bakıldığında tüm katsayıların %1 düzeyinde istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Tahmin edilen katsayı değerlerine baktığımızda ise, bazı sektörlerin değerlerinin 0 değerinden oldukça farklılaştığı görülmektedir. Büro makineleri ve bilgisayar imalatı sektörü aldığı -6.388 değeri ile tüm imalat sanayi sektörleri içinde işletmelerin enerji yoğunluğu en düşük olan sektördür. Diğer bir ifadeyle büro makineleri ve bilgisayar imalatı sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin enerji yoğunluğunun gıda ve içecek imalatı sektöründe yer alan bir işletmeden %6.388 puan düşük olduğu öngörülmektedir. Tütün ürünleri imalatı, rafine edilmiş petrol ürünleri imalatı ve radyo, televizyon, haberleşme teçhizatı imalatı sektörleri -5 ve -6 arasında aldıkları değerlerle; deri ve deri ürünler, kağıt hamuru ve kağıt ürünler, basım ve yayım ürünleri, elektrikli makine ve cihazlar, motorlu kara taşıtı, diğer ulaşım araçları imalatı sektörleri ise -4 ve -5 arasında aldıkları değerler ile enerji yoğunluğu en düşük olan sektörlerdir. Buna karşılık, metalik olmayan diğer mineral ürünler (çimento, seramik, cam vs.) ile tekstil ürünleri imalatı sektörlerinin aldıkları değerler pozitif olduğu görülmektedir. Bu sebeple, bu iki sektördeki işletmelerin ortalama enerji yoğunluğu, gıda ve içecek imalatı sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin ortalama enerji yoğunluğuna nazaran daha yüksektir.

**Tablo 18:** Firma Alt Sektörü-Enerji Yoğunluğu İlişkisi

Açıklayıcı Değişkenler	Model (IV)	Model (V)	Model (VI)
Çalışan Sayısı (log)		-0.685*** (0.005)	
Sermaye (log)			-0.245*** (0.001)
Tütün Ürünleri	-5.562*** (0.748)	-2.849*** (0.747)	-2.399*** (0.789)
Tekstil Ürünleri	-0.225*** (0.029)	0.281*** (0.029)	0.798*** (0.028)
Giyim Eşyası	-1.557*** (0.023)	-1.805*** (0.023)	-1.487*** (0.023)
Deri ve Deri Ürünleri	-4.261*** (0.043)	-4.392*** (0.043)	-4.044*** (0.042)
Ağaç Ürünleri	-1.452*** (0.028)	-1.941*** (0.028)	-1.869*** (0.028)
Kâğıt Hamuru, Kâğıt Ürünleri	-4.507*** (0.071)	-4.220*** (0.071)	-3.347*** (0.070)
Basım ve Yayım Ürünleri	-4.526*** (0.034)	-4.810*** (0.034)	-4.000*** (0.033)
Rafine Edilmiş Petrol	-5.669*** (0.281)	-5.141*** (0.285)	-4.283*** (0.278)
Kimyasal Madde	-3.833*** (0.057)	-3.524*** (0.058)	-2.607*** (0.057)
Plastik ve Kauçuk Ürünler	-2.547*** (0.033)	-2.464*** (0.033)	-2.064*** (0.032)
Metalik Olmayan Diğer	0.581*** (0.036)	0.664*** (0.036)	0.803*** (0.036)
Ana Metal Sanayisi	-2.403*** (0.070)	-1.822*** (0.071)	-1.326*** (0.070)
Fabrikasyon Metal	-2.109*** (0.024)	-2.448*** (0.024)	-2.208*** (0.024)
Makine ve Teçhizat	-3.903*** (0.030)	-3.861*** (0.030)	-3.233*** (0.030)
Büro Makineleri	-6.388*** (0.752)	-4.777*** (0.751)	-3.976*** (0.749)
Elektrikli Makine	-4.814*** (0.049)	-4.823*** (0.049)	-4.157*** (0.049)
Radyo, Televizyon	-5.318*** (0.187)	-4.842*** (0.187)	-4.144*** (0.186)
Tıbbi Aletler	-3.773*** (0.074)	-3.643*** (0.075)	-3.005*** (0.074)
Motorlu Kara Taşıtı	-4.103*** (0.055)	-3.709*** (0.056)	-3.097*** (0.055)
Diğer Ulaşım Araçları	-4.574*** (0.081)	-4.273*** (0.081)	-3.361*** (0.080)
Mobilya	-3.548*** (0.025)	-3.833*** (0.025)	-3.693*** (0.025)
Geri Dönüşüm	-2.262*** (0.414)	-1.342*** (0.431)	-0.836** (0.414)
<b>Tanımlayıcı İstatistikler</b>			
Gözlem Sayısı (mil)	2,05	2,02	2,04
R <sup>2</sup>	0.051	0.064	0.084

Not: \* Alt Sektörler değişkeni eklendiğinde ilgili değişkenin aldığı değeri ifade eder. \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %10 seviyesinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içindeki ifadeler standart sapma değerini göstermektedir.

(IV) nolu regresyon sonuçları sektörlerin enerji yoğunlukları arasında ciddi farklara işaret etmektedir. Ancak bu noktada söz konusu enerji yoğunluğu farklılıklarının sektörün üretim yapısından mı yoksa sektörlerde faaliyet gösteren işletmelerin ortalama büyüklüklerinin birbirinden çok farklı olmasından mı kaynaklandığı hususunun da açıklanması gerekmektedir. Zira, (I) nolu regresyon sonuçları işletme büyüklüğü ile işletme enerji yoğunluğu arasında ciddi bir negatif ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Bu bağlamda alt sektörlerde faaliyet gösteren firmaların firma büyüklüğü ölçütü göstergesi olarak kullanılan çalışan sayısı ve ortalama sermayesi ilişkisine Tablo-19'da yer verilmiştir.

Tablo-18'den anlaşılacağı üzere özellikle tütün ürünleri imalatı sektörünün enerji yoğunluğu en düşük 2. sektör olarak ortaya çıkmasında bu sektördeki işletmelerin büyük olmasının rolü olması ihtimal dahilindedir. Zira bu sektörde faaliyet gösteren kişi sayısı ve sermaye miktarı oldukça yüksektir.

Bu sebeple, (IV) nolu regresyonda tespit edilen sektörler arası enerji yoğunluğu farkının sektördeki işletmelerin büyüklük farkından kaynaklanıp kaynaklanmadığı (V) ve (VI) nolu regresyonlar ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Sektörler arasında enerji yoğunluğu farklılıklarını sektörlerdeki işletmelerin büyüklük farkından arındırarak ortaya koymak için (V) nolu modelde, işletmenin çalışan sayısı ve faaliyet gösterdiği sektör değişkenlerine birlikte yer verilmektedir. Böylece, bu modelde istihdam değişkeninin aldığı değer, aynı sektörde faaliyet gösteren ve istihdamları farklı olan iki işletmenin enerji yoğunluğu farklılıklarını ortaya koymaktadır. Diğer taraftan, sektör değişkenlerinin aldıkları katsayılar ise farklı sektörlerde yer alan ancak istihdamları aynı olan iki işletmenin enerji yoğunlukları arasındaki farkı göstermektedir.

(V) nolu regresyonda elde edilen istihdam değişkeni katsayısının -0.685 olduğu görülmektedir. Bu değer ise mutlak değer olarak, (I) nolu denklemde elde edilen -0.614 değerinden biraz daha yüksektir. Bu durum bize, aynı sektörde faaliyet gösteren işletmeleri karşılaştırdığımızda, çalışan sayısı ile enerji yoğunluğu arasındaki negatif ilişkinin bir miktar daha yükseldiğini göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, istihdamları düşük olan işletmeler genel itibarıyla, istihdamları yüksek olan işletmelere kıyasla az da olsa enerji yoğunlukları düşük olan sektörlerde yoğunlaşmışlardır. Bu sebeple, aynı sektördeki işletmeleri karşılaştırmadığımız (I) nolu regresyonda istihdam için elde edilen

katsayı mutlak değer olarak (V) nolu regresyonda elde edilen katsayıdan bir az daha düşüktür.

**Tablo 19:** Alt Sektörlerde Yer Alan Firmaların İstihdam ve Sermaye Miktarları (2003)

Sektör	Ortalama İstihdam (mil. kişi)	Ortalama Sermaye (mil. TL)
Gıda ürünleri ve içecek	9.7	0.4
Tütün ürünleri	530.8	270.0
Tekstil ürünleri	16.6	1.3
Giyim eşyası	8.2	0.1
Deri ve deri ürünleri	6.7	0.1
Ağaç ve ağaç mantarı ürünleri (mobilya hariç)	2.6	0.1
Kağıt hamuru, kağıt ve kağıt ürünleri	18.6	2.0
Basım ve yayım ürünleri	4.8	0.2
Rafine edilmiş petrol ürünleri	45.1	28.6
Kimyasal madde ve ürünler	24.0	3.9
Plastik ve kauçuk ürünleri imalatı	9.7	0.7
Metalik olmayan diğer mineral ürünleri	15.4	1.3
Ana metal sanayisi	42.7	5.6
Fabrikasyon metal ürünler (makine hariç)	4.8	0.1
Makine ve teçhizat	14.0	1.2
Büro makineleri ve bilgisayar	55.8	5.8
Elektrikli makine ve cihazlar	14.8	0.7
Radyo, televizyon, haberleşme teçhizatı ve cihazlar	59.9	10.7
Tıbbi aletler; hassas ve optik aletler ile saat	10.6	0.6
Motorlu kara taşıtı, römork ve yarı römork	33.4	5.2
Diğer ulaşım araçları	24.3	2.8
Mobilya	4.8	0.1
Geri dönüşüm	25.0	0.8

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

(V) nolu regresyon sonuçlarında değinilmesi gereken ikinci önemli husus, bazı sektörlerin katsayılarının aldıkları değerlerin, (IV) nolu regresyonda aldıkları değerlerden oldukça farklılaşmasıdır. Hatırlanacak olursa (IV) nolu regresyonda işletme istihdamı yer almamaktaydı. Dolayısıyla, (IV) nolu regresyonda elde edilen katsayılar, istihdamları çok farklı düzeyde olabilen ve farklı sektörlerde faaliyet gösteren işletmelerin enerji yoğunluklarının nasıl farklılaştığını göstermekteydi. Oysa (V) nolu regresyonda işletmelerin çalışan sayılarına yer vererek, aynı çalışan sayısına sahip olan ve farklı

sektörlerde faaliyet gösteren işletmelerin enerji yoğunlukları arasındaki farkı ölçmüş oluyoruz. Buna göre, (IV) nolu regresyonda en düşük enerji yoğunluğuna sahip olan sektörlerden tütün ürünleri imalatının aldığı katsayının -5,562'den -2,849'a, büro makinaları ve bilgisayar imalatı sektörünün aldığı katsayının ise, -6.,388'den -4,777'ye mutlak değer olarak ciddi ölçüde düştüğü görülmektedir. Bu durum ise bu iki sektördeki işletmelerin ortalama çalışan sayılarının görece yüksek olmasının bu iki sektördeki enerji yoğunluğunun (IV) nolu regresyondaki kadar düşük tespit edilmesinde önemli rolü olduğunu göstermektedir.

Zira, Tablo-19'da yer verildiği üzere tütün ürünleri imalatı sektörü 530,8 ile faaliyet gösteren işletmelerin ortalama istihdamının açık ara en yüksek olduğu sektördür. Yine, büro makinaları ve bilgisayar imalatı sektörünün ortalama istihdamı oldukça yüksektir. Diğer bir ifadeyle, bu iki sektörün enerji yoğunluklarının (IV) nolu regresyondaki kadar düşük olarak tespit edilmesinde, bu iki sektörde faaliyet gösteren işletmelerin ortalama büyüklüklerinin fazla olmasının önemli bir rolü vardır.

Sonuç olarak aynı istihdama sahip olan işletmeler kıyaslandığında, enerji yoğunluğu ortalama olarak en düşük olan firmaların rafine edilmiş petrol ürünler (-5.141), daha sonrasında ise -4 ve -5 arasında aldıkları değerlerle basım ve yayım ürünleri, büro makineleri ve bilgisayar, deri ve deri ürünleri, elektrikli makine ve cihazlar, radyo, televizyon ve haberleşme cihazları, diğer ulaşım araçları ile kağıt hamuru ve kağıt ürünleri sektörleri olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, katsayıları pek değişmeyen metalik olmayan diğer mineral ürünler, tekstil ürünleri imalatı ve gıda ve içecek imalatı sektörleri enerji yoğunluğu en yüksek olan sektörler olarak yerlerini korumaktadırlar.

(V) nolu regresyona paralel olarak, bu defa işletme büyüklüğü sermaye miktarı cinsinden tanımlanmak suretiyle (VI) nolu regresyon modeli oluşturulmuştur. (V) nolu regresyonda, sektörler arasında enerji yoğunluğu farklılıklarını sektörlerdeki işletmelerin sermaye miktarından arındırarak ortaya koymak için firmaların istihdamı ve faaliyet gösterdiği sektör değişkenlerine birlikte yer verilmektedir. Böylece, bu regresyonda sermaye değişkeninin aldığı değer, aynı sektörde faaliyet gösteren ve sermaye miktarları farklı olan iki işletmenin enerji yoğunluğu farklılıklarını ortaya koymaktadır. Diğer taraftan, sektör değişkenlerinin aldıkları katsayılar ise farklı sektörlerde yer alan ancak sermayeleri aynı olan iki işletmenin enerji yoğunlukları arasındaki farkı göstermektedir.

(VI) nolu regresyon sonuçları incelendiğinde, sermaye miktarı değişkeninin aldığı değer  $-0.245$  olduğu görülmektedir. Yani, aynı sektörde faaliyet gösteren iki işletmeden sermayesi %1 oranında fazla olanın enerji yoğunluğunun %0.245 oranında az olması beklenmektedir. Bu regresyonda elde edilen  $-0.245$  katsayısı, sektör farklılıklarının hesaba katılmadığı (II) nolu regresyonda elde edilen  $-0.249$  değişkeniyle nerdeyse eşittir. Bu bağlamda, bu iki model karşılaştırıldığında elde edilen tutarlılık arz etmektedir. Diğer bir ifadeyle enerji yoğunluğu düşük olan sektörlerde yer alan işletmeler ile enerji yoğunluğu yüksek olan sektörlerde yer alan işletmelerin ortalama sermaye miktarları arasında bir fark bulunmadığı anlaşılmaktadır.

Öte yandan, (VI) nolu regresyon sonuçlarında elde edilen sektör katsayıları ile (IV) nolu regresyon elde edilen sektör katsayılarının karşılaştırılması, (IV) nolu regresyonda sektörler arasında tespit edilen enerji yoğunluğu farklılıklarının ne ölçüde enerji yoğun sektörlerdeki işletmelerin küçük sermayeli olmalarından kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Her iki regresyonda elde edilen katsayılar karşılaştırıldığında, enerji yoğunluğu en düşük sektörlerden olan tütün ürünleri, rafine edilmiş petrol ürünleri, ana metal sanayisi, büro makineleri ve bilgisayar, radyo, televizyon ve haberleşme teçhizatı, motorlu kara taşıtları, diğer ulaşım araçları ile kağıt hamuru ve kağıt ürünler imalatı sektörlerinin (IV) nolu regresyonda aldıkları negatif değerlerin (V) nolu regresyonda mutlak değer olarak düştükleri görülmektedir. Yani, eşit sermaye miktarına sahip işletmeler karşılaştırıldığında bu sayılan sektörlerde yer alan işletmelerin diğer sektörlerde yer alan işletmelere kıyasla sergiledikleri enerji yoğunlukları düşmektedir. Diğer bir ifadeyle, sayılan sektörlerde enerji yoğunluğunun Model (IV)'te tespit edilen katsayı değeri kadar düşük çıkmasında, bu sektörlerin diğer sektörlere göre daha sermaye yoğun olmalarının rolü vardır (Sektör bazında ortalama sermaye miktarlarına Bölüm 4'te yer verilmiştir). Diğer taraftan, ağaç ürünleri imalatı ile mobilya imalatı sektörlerinin aldıkları negatif katsayıların mutlak değer olarak daha da yükselmesi, bu sektörlerin regresyonda baz sektör olan gıda imalatı sektörüne göre enerji yoğunluklarının eşit sermaye büyüklüğüne sahip işletmelerin karşılaştırılması durumunda daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Böylelikle, Model (IV), (V) ve (VI)'dan elde edilen sonuçlarda alt sektörler bazında enerji yoğunluklarında önemli sayılabilecek farklılıklar olduğu ortaya konulmuştur. Öte

yandan, firma büyüklüğünü temsil eden çalışan sayısı ve sermaye değişkenlerinin de eklenmesiyle alt sektörlerin enerji yoğunluklarındaki farklılıkların salt sektör farklılaşmasından değil aynı zamanda sektörlerdeki firmaların çalışan sayısı veya özellikle sermaye büyüklüğündeki değişikliklerinden de kaynaklanabileceği anlaşılmaktadır.

#### 4.1.3. Firma Yaşı-Enerji Yoğunluğu İlişkisi

Bu bölümde firma yaşı ile enerji yoğunluğu arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Kullanılan sermayenin yeniliği, tecrübe ve Ar-Ge harcamalarıyla ilişkili olabileceğinden hareketle firma yaşı ve enerji yoğunluğu arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki çıkabileceği düşünülmektedir. Bu sebeple, Model (VII)'de firma yaşı ve enerji yoğunluğu ilişkisi analiz edilmiştir. Ayrıca, Model (VIII)'de firma yaşı değişkenine ek olarak alt-sektörler de eklenerek model genişletilmiştir. Model (IX)'da ise çalışan sayısı analize dahil edilmiştir. Söz konusu modellere ilişkin regresyon sonuçlarına Tablo-20'de yer verilmiştir.

**Tablo 20:** Firma Yaşı-Enerji Yoğunluğu İlişkisi

Açıklayıcı Değişkenler	Model (VII)	Model* (VIII)	Model* (IX)
Çalışan Sayısı (log)			-0.751*** (0.005)
Yaş (Sene)	0.033*** (0.001)	0.027*** (0.001)	0.034*** (0.001)
<b>Tanımlayıcı İstatistikler</b>			
Gözlem Sayısı (mil)	1,97	1,97	1,96
R <sup>2</sup>	0.002	0.052	0.068

Not: \* Alt Sektörler değişkeni eklendiğinde ilgili değişkenin aldığı değeri ifade eder. \*\*\*, %1 seviyesinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içindeki ifadeler standart sapma değerini göstermektedir.

Tablo-20'de görüleceği üzere (VII) nolu regresyonda istihdam değişkeni yerine işletme yaşı değişkeni kullanılmaktadır. Böylece işletme yaşı farklı olan iki işletmeden daha eski olanın mı yoksa yeni olanın mı enerji yoğunluğunun fazla olduğu ve bu farklılığın düzeyi tespit edilmektedir. Regresyon sonuçlarına göre yıl olarak ifade edilen yaş değişkeni 0.033 katsayısını ve 0.001 standart sapma değerini almakta olup yine bu değişken de %1

düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır. Buna göre, yaşı 1 sene fazla olan işletmenin enerji yoğunluğunun 1 sene daha genç olan işletmenin enerji yoğunluğundan ortalama olarak %0.033 puan fazla olduğu anlaşılmaktadır.

(VIII) nolu modelde ise işletme yaşı ve alt-sektör değişkenlerine birlikte yer verilmiştir. (VIII) nolu model firmaların faaliyette buldukları sektörlerde de yer vererek aynı sektörlerde yer alan işletmelerin karşılaştırılmasını sağlamakta, böylece bu regresyondan elde edilen işletme yaşına ilişkin katsayıyı sektörler arasındaki enerji yoğunluğu ve işletme yaşı farklılıklarından arındırarak hesaplamaya olanak sağlamaktadır. Diğer bir ifadeyle, yaşı yüksek olan işletmeler doğası gereği enerji yoğunluğu yüksek olan sektörlerde yoğunlaşmışlarsa, (VII) nolu regresyonda elde edilen 0.033 katsayısı sadece işletme yaşının değil, ayrıca sektörler arası enerji yoğunluğu farklılıklarını da içeriyor demektir. Nitekim, (VIII) nolu regresyonda elde edilen işletme yaşına ilişkin katsayı 0.027'ye düşmektedir. Bu ise, aynı sektörde yer alan iki işletmeden yaşı 1 sene fazla olanın enerji yoğunluğunun 1 sene daha genç olan işletmenin enerji yoğunluğundan ortalama olarak %0.027 puan fazla olduğunu göstermektedir.

**Tablo 21:** İşletme Yaşı, İstihdam ve Sermaye İlişkisi

İşletme Yaşı	Ortalama İstihdam	Ortalama Sermaye (mn 2003 TL)
<10	5.7	0.3
10_14	8.0	0.4
15_19	10.9	0.6
20 ve üstü	18.1	1.8

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Sektörü kontrol etmek her ne kadar işletme yaşı ve enerji yoğunluğu arasındaki ilişkinin bir miktar azalmasına yol açmakta ise de %1 seviyesinde istatistiki olarak anlamlı olan 0.027 katsayısı bu iki değişken arasında oldukça güçlü bir ilişkiye işaret etmektedir. Yani, yaşlı olan işletmeler aynı sektörde faaliyet gösteren genç işletmelerden ciddi ölçüde fazla enerji tüketmektedirler. Sonraki regresyonlarda yaş değişkenine sektörün yanında başka değişkenler de eklenerek işletme yaşı ve enerji yoğunluğu arasında tespit edilen bu ilişkinin yapısı daha detaylı incelenecektir. Enerji yoğunluğu ile işletme yaşı arasındaki ilişkinin incelenmesinde işletme yaşı yanı sıra firma büyüklüğünü temsil eden çalışan



sayısı ve sermaye miktarı değişkenleri de eklenmiştir. Zira, işletme yaşı arttıkça gerek istihdam gerekse sermaye miktarlarının artacağı düşünülmektedir. Analize dahil edilen firmalardan elde edilen verilere göre işletme yaşına göre istihdam ve sermaye miktarları Tablo-21’de yer almaktadır.

Tablo-21’de görüleceği üzere işletme yaşı büyüdükçe çalışan sayısı ve sermaye miktarı giderek artmaktadır. Dolayısıyla firma yaşı-enerji yoğunluğu ilişkisinde ortaya çıkan anlamlı katsayısının bir kısım etkisi firma büyüklüğünü gösteren istihdam ve sermaye miktarından kaynaklanabilir. Bu sebeple, (IX) nolu modelde işletme çalışan sayısı, işletme yaşı ve sektörü değişkenlerine birlikte yer verilmektedir. Hatırlanacağı üzere (IV) nolu regresyonda çalışan sayısı ve sektöre, regresyon (VIII)’te ise işletme yaşı ve sektörüne birlikte yer verilmişti. (IX) nolu modelde söz konusu üç değişkene de yer verilmek suretiyle aralarındaki etkileşim hesaba katılarak herbirinin firmaların enerji yoğunlukları üzerine etkisi konusunda daha detaylı bilgi sahibi olunmaya çalışılmıştır. Regresyon (IX) sonuçları işletmenin çalışan sayısındaki %1 oranındaki artışın işletmenin enerji yoğunluğunda %0.751 oranında bir düşüşe yol açtığı görülmektedir. Elde edilen bu katsayı işletme yaşı değişkeninin yer almadığı (IV) nolu modelde elde edilen -0.685 katsayısından mutlak değer olarak daha yüksektir. Bu durum ise, yaşı aynı olan firmalar karşılaştırıldığında firma büyüklüğünün enerji yoğunluğuna etkisinin arttığını göstermektedir. Yani, daha çok çalışana sahip olan işletmeler az çalışana sahip olanlara göre ortalama olarak daha yaşlı işletmeler olduklarından ve regresyon (VII) ve regresyon (VIII) sonuçlarında görüldüğü üzere yaşlı işletmelerin enerji yoğunlukları ortalama olarak genç olanlardan daha yüksek olduğundan işletme yaşının hesaba katılmadığı regresyon (IV)’te işletme çalışan sayısı ve işletme enerji yoğunluğu arasındaki negatif ilişki aslında olduğundan düşük çıkmaktadır. Sonuç olarak, regresyon (IX) bize, aynı yaşta ve aynı sektörde yer alan iki işletmeden çalışan sayısı %1 oranında fazla olanın enerji yoğunluğunun çalışan sayısı %1 oranında düşük olan diğer bir işletmeden %0.751 oranında düşük olmasının bekleneceğini ifade etmektedir.

Model (IX) ile elde edilen ikinci önemli bulgu ise Model (VIII)’de 0.027 olarak tahmin edilen firma yaşı ve firma enerji yoğunluğu arasındaki ilişkinin çalışan sayısının hesaba katılmasıyla birlikte 0.034’e çıkmasıdır. Aslında bir önceki paragraftaki sonuçlara bakıldığında bu beklenen bir sonuçtur. Zira, işletme çalışan sayısı ve işletme yaşı, işletme

enerji yoğunluğu ile ilişkileri bakımından ters çalışan değişkenlerdir. İkisinin yer aldığı bir regresyonda birinin katsayısının düşmesi durumunda (-0.685 ten -0.751'e) diğerinin katsayısının artması (0.027'den 0.034'e) normal bir durumdur. İşletme yaşı katsayısında görülen bu artışın sebebi, yaşlı işletmelerin göreceli olarak daha büyük işletmeler olmaları, dolayısıyla, işletme büyüklüğünün hesaba katılmadığı durumda (Model (VIII)) bu değişkenin aldığı katsayının işletme büyüklüğü ve işletme enerji yoğunluğu arasındaki negatif ilişkiyi de yansıttığıdır. Eğer aynı sektörde faaliyet gösteren ve eşit çalışana sahip iki işletme karşılaştırılırsa, yaşlı bir sene büyük olanın enerji yoğunluğunun %0.034 fazla olması beklenir.

Gerek yalnızca firma yaşının açıklayıcı değişken olarak kullanıldığı modelde gerekse alt-sektörlerin ve çalışan sayısının eklendiği modellerde firma yaşı ile enerji yoğunluğu arasında pozitif ilişki olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle firma yaşının artması Türk imalat sanayinde enerji yoğunluğunda artışa sebep olmaktadır. Bu durum, yaşı artan firmaların daha eski makina ve teçhizata sahip oldukları ve söz konusu teçhizatın da daha az enerji verimliliği sağladığını göstermektedir (Goldar ve diğerleri, 2010). Bu durum ortalama olarak yaşı artan firmaların enerji verimliliğine yönelik Arg-Ge harcamaları gerçekleştirmediği veya bu harcamaların enerji verimliliği adına istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vermediğini de ifade edebilir.

#### **4.1.4. Firmanın Faaliyet Gösterdiği Coğrafi Bölge-Enerji Yoğunluğu İlişkisi**

Bu bölümde firmaların faaliyet gösterdikleri coğrafi bölgeler ile enerji yoğunluğu arasındaki ilişki analiz edilecektir. Bu bağlamda, Türkiye coğrafi olarak 5 bölüme ayrılmıştır. Bunlar; Doğu Anadolu, İstanbul, Orta Anadolu, Kuzey Anadolu, Güney Anadolu ve Batı Anadolu'dur. Model (X) firmaların faaliyet gösterdikleri bölgeler ile enerji yoğunluğu ilişkisini göstermekle birlikte, Model (XI)'de ise coğrafi bölgenin yanı sıra alt-sektörler de analize dahil edilmiştir. Öte yandan, firmaların faaliyet gösterdikleri bölgelerin enerji yoğunluğu üzerindeki etkilerini istihdam adedinden ayrıştırmak amacıyla çalışan sayısı ve sermaye değişiklikleri de sırasıyla Model (XII) ve Model (XIII)'e dahil edilmiştir. Söz konusu modellerden elde edilen sonuçlara Tablo-22'de yer verilmiştir.

**Tablo 22:** Firmaların Faaliyet Gösterdiği Coğrafi Bölge-Enerji Yoğunluğu İlişkisi

Açıklayıcı Değişkenler	Model (X)	Model* (XI)	Model* (XII)	Model* (XIII)
Çalışan Sayısı (log)			-0.642*** (0.005)	
Sermaye (log)				0.218*** (0.001)
İstanbul	-2.862*** (0.023)	-2.379*** (0.023)	-2.106*** (0.023)	-1.401*** (0.024)
Orta Anadolu	-1.331*** (0.027)	-0.622*** (0.026)	-0.454*** (0.026)	-0.133*** (0.026)
Kuzey Anadolu	-0.052** (0.031)	0.207*** (0.031)	0.295*** (0.031)	0.288*** (0.030)
Güney Anadolu	-1.311*** (0.029)	-1.000*** (0.028)	-0.959*** (0.028)	-0.907*** (0.028)
Batı Anadolu	-1.023*** (0.024)	-0.747*** (0.023)	-0.510*** (0.023)	-0.341*** (0.023)
<b>Tanımlayıcı İstatistikler</b>				
Gözlem Sayısı (mil)	2,05	2,05	2,02	2,04
R <sup>2</sup>	0.021	0.067	0.077	0.090

Not: \* Alt Sektörler değişkeni eklendiğinde ilgili değişkenin aldığı değeri ifade eder. \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %10 seviyesinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içindeki ifadeler standart sapma değerini göstermektedir.

(X) nolu regresyonda işletmelerin enerji yoğunluklarının coğrafi bölgelere göre nasıl farklılaştığı incelenmektedir. Bu amaçla işletmeler buldukları yere göre Doğu Anadolu, İstanbul, Orta Anadolu, Kuzey Anadolu, Güney Anadolu ve Batı Anadolu olmak üzere 6 coğrafi bölge altında sınıflandırılmışlardır. Regresyonda Doğu Anadolu kategorisi baz kategoridir. Dolayısıyla bu bölgeye ilişkin katsayı hesaplanmamakta olup diğer bölgeler için elde edilen regresyon katsayıları bölgelerin Doğu Anadolu bölgesi ile enerji yoğunluğu farkını ortaya koymaktadır. Sonuçlara göre, İstanbuldaki işletmelerin enerji yoğunluğu Doğu Anadolu'daki işletmelerin enerji yoğunluğundan ortalama olarak %2.86 daha düşüktür. İstanbul'dan sonra Doğu Anadolu'ya göre enerji yoğunluğu en düşük olan bölgeler sırasıyla %-1.33 ve %-1.31 katsayılarıyla Orta Anadolu ve Güney Anadolu bölgeleridir. Bu iki bölgeyi %-1.02 katsayısı ile Batı Anadolu takip etmektedir. Kuzey Anadolu ise %-0.05 gibi çok düşük ve ancak %10 düzeyinde istatistiki olarak anlamlı olan bir katsayısı almaktadır. Dolayısıyla bu bölgede yer alan işletmelerle Doğu Anadolu'da yer alan işletmelerin enerji yoğunlukları arasında kayda değer bir fark bulunmaktadır. (X) nolu regresyon sonuçları özetlenecek olursa, İstanbul'da faaliyet gösteren işletmelerin ortalama enerji yoğunlukları en düşük, Orta Anadolu, Güney Anadolu ve Batı Anadolu'daki firmaların ortalama enerji yoğunlukları orta seviyede,

Doğu Anadolu ve Kuzey Anadolu'daki işletmelerin ortalama enerji yoğunlukları ise en yüksektir.

(X) nolu regresyonda elde edilen katsayılar işletmelerin sadece bölgesel özelliklerinin karşılaştırılması yoluyla elde edilmiştir. Oysa farklı bölgelerde yer alan işletmelerin sektörel dağılımları ve büyüklükleri başta olmak üzere pek çok özelliği farklı olabilir ve coğrafi bölge için elde edilen katsayılar bu diğer özelliklerin enerji yoğunluğuna etkisini yansıtıyor olabilir. Bu bağlamda Tablo-23'de alt-sektör ve coğrafi bölge ilişkisine yer verilmiştir.

Tablo-23'den anlaşılacağı üzere tüm alt sektörler içerisinde İstanbul çalışan sayısı payı olarak oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Ayrıca sektörler arasında coğrafi bölgeler bazında da oranlar oldukça farklılaşmaktadır. Coğrafi bölgeler ile alt sektörler ilişkisini göstermek üzere sunulacak bir başka veri ise Tablo-24'te sunulmuştur.

Tüm bu verilerin sunulmasından sonra, coğrafi bölgelerle enerji yoğunluğu arasındaki ilişkinin coğrafi bölgeler arasında görülen sektörel dağılım farklılıklarının etkisinden arındırılarak hesaplanması amacıyla (XI) nolu regresyonda açıklayıcı değişken olarak coğrafi bölgelerin yanısıra sektörler de yer verilmiştir. Bu bağlamda, modelde coğrafi bölgeler için elde edilen katsayılar, o bölgedeki bir firmanın enerji yoğunluğunun Doğu Anadolu'da, aynı sektörde faaliyet gösteren bir işletmenin enerji yoğunluğundan ne kadar farklı olduğunu göstermektedir. Zira, regresyon (X)'da karşılaştırılan işletmelerin sektörleri arasında bir ayrım bulunmamaktaydı. (XI) nolu regresyon sonuçlarına göre İstanbul'un katsayısı %-2.38 değeri ile coğrafi bölgeler arasında yine en düşük değere sahiptir. Buna karşın bu değer regresyon (X)'da bu bölgenin aldığı %-2.86 değerinden mutlak değer olarak biraz düşük olduğu görülmektedir. Bu durum ise, İstanbul'daki işletmelerin Doğu Anadolu'daki işletmelerden ortalama olarak %2.86 oranında düşük enerji yoğunluğuna sahip olmasında İstanbul'da yer alan işletmelerin Doğu Anadolu'da yer alan işletmelere göre bir miktar enerji yoğunluğu daha az olan sektörlerde yoğunlaşmalarının etkili olduğunu göstermektedir.

**Tablo 23:** Alt Sektör-Coğrafi Bölge İlişkisi

Sektörün Toplam İstihdamı İçinde Bölgenin Payı (%)	Doğu Anadolu	İstanbul	Orta Anadolu	Kuzey Anadolu	Güney Anadolu	Batı Anadolu (İst. hariç)	Toplam
Gıda ürünleri ve içecek	2.8	27.5	23.5	12.1	3.6	30.5	100.0
Tütün ürünleri	0.0	60.9	0.0	0.0	2.8	36.3	100.0
Tekstil ürünleri	18.1	31.5	6.3	0.5	15.1	28.4	100.0
Giyim eşyası	2.1	53.7	3.8	5.3	3.8	31.3	100.0
Deri ve deri ürünleri	4.7	60.6	7.8	7.6	2.2	17.2	100.0
Ağaç ve ağaç mantarı ürünleri (mobilya hariç)	2.6	25.1	5.4	16.5	9.2	41.2	100.0
Kağıt hamuru, kağıt ve kağıt ürünleri	5.3	48.7	8.8	1.8	5.6	29.9	100.0
Basım ve yayım ürünleri	1.9	67.6	16.8	1.4	1.8	10.5	100.0
Rafine edilmiş petrol ürünleri	0.9	9.4	1.0	0.6	2.0	86.2	100.0
Kimyasal madde ve ürünler	0.4	62.7	4.0	1.8	6.6	24.4	100.0
Plastik ve kauçuk ürünleri imalatı	8.2	38.0	12.0	2.5	7.3	32.1	100.0
Metalik olmayan diğer mineral ürünleri	6.6	31.4	11.1	5.1	9.6	36.2	100.0
Ana metal sanayisi	0.6	30.0	9.6	20.6	15.9	23.3	100.0
Fabrikasyon metal ürünler (makine hariç)	2.5	36.4	18.0	2.6	7.3	33.2	100.0
Makine ve teçhizat	0.8	38.7	21.4	3.6	5.3	30.2	100.0
Büro makineleri ve bilgisayar	2.1	74.7	7.7	1.8	0.3	13.3	100.0
Elektrikli makine ve cihazlar	1.6	49.0	8.3	0.9	1.4	38.9	100.0
Radyo, televizyon, haberleşme teçhizatı ve cihazlar	0.1	36.7	19.3	0.3	0.2	43.5	100.0
Tıbbi aletler; hassas ve optik aletler ile saat	1.4	30.4	33.6	7.1	3.5	24.0	100.0
Motorlu kara taşıtı, römork ve yarı römork	0.4	37.7	7.0	0.8	3.6	50.6	100.0
Diğer ulaşım araçları	0.3	45.4	19.4	5.6	2.1	27.2	100.0
Mobilya	1.1	24.1	41.3	3.4	3.8	26.4	100.0
Geri dönüşüm	1.6	12.3	8.0	0.3	2.8	75.0	100.0

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Regresyon (XI)'de en düşük enerji yoğunluğuna sahip olan bölgeler olarak İstanbul'u, regresyon (X)'da olduğu gibi Güney Anadolu, Orta Anadolu ve Batı Anadolu bölgeleri takip etmektedir. Ancak bu üç bölgenin de, İstanbul'da görüldüğu gibi, aldıkları katsayılar regresyon (X)'da aldıkları değerlerden mutlak değer olarak düşüktür. Özellikle Orta Anadolu'nun katsayısının -1.33'ten -0.62'ye düşmesi dikkat çekicidir. Bu durum bize, İstanbul için geçerli olduğu gibi, Orta Anadolu, Güney Anadolu ve Batı Anadolu bölgelerinde de ortalama enerji yoğunluğunun Doğu Anadolu'daki ortalama enerji yoğunluğundan düşük olmasında bu bölgelerdeki işletmelerin faaliyet gösterdikleri işletmelerin Doğu Anadolu'daki işletmelere kıyasla enerji yoğunluğu düşük sektörlerde faaliyet göstermelerinin rolü olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer bir ifadeyle coğrafı bölgeler arasındaki enerji yoğunluğu farklılıkları aynı zamanda farklı coğrafı bölgelerde faaliyet gösteren firmaların enerji yoğunlukları farklı olan sektörlerde yoğunlaşmasından da kaynaklanmaktadır.

Diğer taraftan, Kuzey Anadolu bölgesinin aldığı katsayı daha ilginç bir duruma işaret etmektedir. Zira bu değişkenin regresyon (X)'da aldığı katsayı -0.05 iken regresyon (XI)'de 0.21 olmuştur. Yani, bölgeler arası sektör farklılıklarının dikkate alınmadığı durumda Kuzey Anadolu'daki işletmelerin ortalama enerji yoğunluğu Doğu Anadolu'daki işletmelerin ortalama enerji yoğunluğundan çok az düşük iken (%0.05), aynı sektörde yer alan işletmeler karşılaştırıldığında Kuzey Anadolu'daki işletmelerin enerji yoğunluğu Doğu Anadolu'daki işletmelerinden enerji yoğunluğundan %0.21 daha yüksek çıkmaktadır. Regresyon (XI) sonuçlarını özetleyecek olursak, aynı sektördeki işletmelerin karşılaştırılması Doğu Anadolu bölgesinin diğer bölgelere kıyasla sergilediği daha enerji yoğun olma durumunu teyit etmektedir. İstanbul, Batı Anadolu, Güney Anadolu ve Orta Anadolu bölgelerinin Doğu Anadolu bölgesinden daha az enerji yoğun olma özelliklerini korumalarına karşın, Kuzey Anadolu bölgesi ise Doğu Anadolu'dan %0.21 oranında daha enerji yoğun hale gelmektedir.

**Tablo 24:** Bölgede Toplam Çalışan İçinde Sektör Payının Bölgelere Göre Dağılımı

Bölgede Toplam Çalışan İçinde Sektörün Payı (%)	Doğu Anadolu	İstanbul	Orta Anadolu	Kuzey Anadolu	Güney Anadolu	Batı Anadolu (İst. hariç)
Gıda ürünleri ve içecek	7.8	9.2	23.3	29.7	6.5	12.3
Tütün ürünleri	0.0	1.6	0.0	0.0	0.4	1.2
Tekstil ürünleri	57.3	12.2	7.3	1.4	32.0	13.2
Giyim eşyası	4.7	14.8	3.1	10.6	5.8	10.4
Deri ve deri ürünleri	1.3	2.1	0.8	1.9	0.4	0.7
Ağaç ve ağaç mantarı ürünleri (mobilya hariç)	0.6	0.7	0.5	3.6	1.5	1.5
Kağıt hamuru, kağıt ve kağıt ürünleri	2.0	2.3	1.2	0.6	1.4	1.7
Basım ve yayım ürünleri	0.6	2.5	1.8	0.4	0.4	0.5
Rafine edilmiş petrol ürünleri	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	1.4
Kimyasal madde ve ürünler	0.4	7.9	1.5	1.6	4.6	3.7
Plastik ve kauçuk ürünleri imalatı	6.7	3.8	3.6	1.8	4.0	3.9
Metalik olmayan diğer mineral ürünleri	10.7	6.2	6.5	7.5	10.4	8.6
Ana metal sanayisi	0.9	5.1	4.8	25.6	14.8	4.7
Fabrikasyon metal ürünler (makine hariç)	2.1	3.8	5.5	2.0	4.1	4.1
Makine ve teçhizat	1.3	7.4	12.2	5.0	5.5	7.0
Büro makineleri ve bilgisayar	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0
Elektrikli makine ve cihazlar	1.4	5.0	2.5	0.6	0.7	4.7
Radyo, televizyon, haberleşme teçhizatı ve cihazlar	0.0	1.5	2.3	0.1	0.0	2.1
Tıbbi aletler; hassas ve optik aletler ile saat	0.2	0.6	2.0	1.1	0.4	0.6
Motorlu kara taşıtı, römork ve yarı römork	0.7	7.6	4.2	1.1	3.9	12.2
Diğer ulaşım araçları	0.2	2.7	3.4	2.4	0.7	1.9
Mobilya	1.0	2.6	13.3	2.7	2.3	3.4
Geri dönüşüm	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3
Toplam	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

(XII) nolu regresyonda ise, coğrafi bölgeler ile enerji yoğunluğu arasındaki ilişki coğrafi bölgeler arasındaki hem sektör farklılıkları hem de işletme çalışan sayıları arasındaki farklılıklar hesaba katılarak, yani bu farklılıklar giderilerek sunulmaktadır. (XII) nolu regresyonda elde edilen coğrafi bölge katsayıları bir bölgede yer alan işletmenin Doğu

Anadolu bölgesinde yer alan, eşit çalışan sayısına sahip olan ve aynı sektörde faaliyet gösteren işletmeye kıyasla enerji yoğunluğunu vermektedir. Bu nitelikteki işletmeler kıyaslandığında, daha önce olduğu gibi İstanbul bölgesindeki işletmelerin enerji yoğunluğu açık ara en düşük olarak ortaya çıkmaktadır. Diğer bir ifadeyle İstanbulda faaliyet gösteren bir firma, Doğu Anadolu’da faaliyet gösteren aynı çalışan sayısına sahip bir firmaya göre %2.10 daha az enerji yoğundur. İstanbul’u Güney Anadolu, Orta Anadolu ve Batı Anadolu bölgeleri takip etmektedir. Doğu Anadolu bölgesindekilerin enerji yoğunluğu bu 3 bölgedeki aynı çalışan sayısına sahip ve aynı sektörde faaliyet gösteren işletmelerin enerji yoğunluğundan kaydadeğer ölçüde yüksektir. Diğer taraftan, Kuzey Anadolu bölgesi aldığı 0.295’lik katsayı ile enerji yoğunluğu en yüksek bölge olma özelliğini korumaktadır. Bölgeler arası işletme büyüklüklerinin hesaba katılmadığı Regresyon (XII) ve hesaba katıldığı regresyon (XII) sonuçları karşılaştırıldığında, coğrafi bölge katsayılarının bir miktar değişmekle birlikte bölgelerin göreceli durumlarının ciddi bir değişim göstermediği dikkati çekmektedir. Dolayısıyla, farklı coğrafi bölgelerde ancak aynı sektörde faaliyet gösteren gösteren firma çalışan sayılarının enerji yoğunlukları açısından kaydadeğer farklar ortaya çıkarmamaktadır. Buradan hareketle, farklı coğrafi bölgelerde aynı sektörde faaliyet gösteren firmalarda çalışan sayısı değişkeninin enerji yoğunluğu açısından farklı sonuçlar ortaya çıkaran bir değişken olmadığı söylenebilir.

Coğrafi bölge bazında enerji yoğunluğu analizinde son olarak Regresyon (XIII) oluşturulmuştur. Bu regresyonda, regresyon (XII)’de işletme büyüklüğünü kontrol etmek için kullanılmış olan çalışan sayısının yerine işletmenin sermaye miktarı kullanılmaktadır. Yine bu regresyonun sonuçlarını da işletme büyüklüğü farklılıklarının enerji yoğunluğu üzerindeki etkisinin hesaba katılmadığı regresyon (XI) sonuçları ile karşılaştırılması özellikle faydalı olacaktır. Örneğin, İstanbulda faaliyet gösteren bir firmanın Doğu Anadolu’da aynı sektörde faaliyet gösteren aynı sermayeye sahip bir firmadan %1.40 daha az enerji yoğun olduğu görülmektedir. Aynı sektörde faaliyet gösteren aynı sermaye düzeyine sahip firmalardan yalnızca Kuzey Anadolu’da faaliyet gösterenler Doğu Anadolu bölgesindekilere kıyasa daha fazla enerji yoğun oldukları anlaşılmaktadır.



Öte yandan, İstanbul, Orta Anadolu ve Batı Anadolu bölgelerinin regresyon (XI)'de aldıkları negatif değerlerin regresyon (XIII)'te büyük ölçüde kaybolduğu görülmektedir. Bu durum bize, bölgeler arası enerji yoğunluğu farklılıklarını açıklamada bölgeler arası ortalama sermaye farklılıklarının çok önemli olduğunu göstermektedir. Dahası, regresyon (XIII)'te bu bölgelerin aldıkları katsayılar mutlak değer olarak regresyon (XII)'de aldıkları değerlerin de altındadır. Bu durum ise, bölgeler arası enerji yoğunluğu farklılıklarını açıklamada, bölgeler sermaye miktarı farklılıklarının, bölgeler arası ortalama çalışan sayısı farklılıklarından daha önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Yine regresyon (XII)'de görüldüğü gibi regresyon (XIII)'te de Kuzey Anadolu bölgesinin aldığı katsayı pozitif hale gelmektedir. Özetleyecek olursak, eşit sermayeye sahip işletmeler karşılaştırıldığında, Doğu Anadolu bölgesinde yer alan işletmelere kıyasla, İstanbul'da, Güney Anadolu'da, Batı Anadolu'da ve Orta Anadolu'da yer alan işletmelerin ortalama enerji yoğunlukları sırasıyla, %1,40, %0,91, %0,34, %0,13 oranında düşük, Kuzey Anadolu'da yer alan işletmelerin ortalama enerji yoğunluğu ise %0,29 oranında yüksektir.

Model (X)-(XIII)'ten elde edilen sonuçlar coğrafi olarak farklı bölgelerde faaliyet gösteren firmaların enerji yoğunluklarının farklılaştığını göstermektedir. Analize faaliyet gösterilen sektörlerde eklendiğinde, farklı bölgelerde fakat aynı sektörde faaliyet gösteren firmaların enerji yoğunlukları arasında da coğrafi bölge farklılıklarına paralel şekilde farklılaşmalar olduğunu ifade etmektedir. Bununla birlikte, çalışan sayısının analize dahil edilmesi elde edilen sonuçlarda önemli farklar oluşturmamasına karşın, sermaye düzeyinin eklenmesi regresyon sonuçlarını farklılaştırmaktadır. Bu bağlamda, farklı coğrafi bölgelerde ancak aynı sektörde faaliyet gösteren firmaların enerji yoğunluklarını karşılaştırmada çalışan sayısı önemli farklar ortaya koymazken, eşit sermaye sahipliği bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır.

#### **4.1.5. Sermaye Sahipliği-Enerji Yoğunluğu İlişkisi**

Çalışmanın bu bölümünde firmaların sermaye sahipliklikleri (yerli-yabancı) enerji yoğunluğu ilişkisi analiz edilmiştir. Diğer bir ifadeyle kısmi yabancı sermayeli firmalar ile tamamı yabancı sermayeli olan firmaların enerji yoğunluklarının tam yerli sermayeli

firmalardan enerji yoğunluğu bağlamında herhangi bir farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir. Ayrıca, sermaye sahipliğine göre enerji yoğunluğunun sermaye sahipliğine göre çalışan sayısı ve sermaye düzeyi etkilerini de barındırabileceğinden hareketle bu bölümde oluşturulan modellere ayrı ayrı çalışan sayısı ve sermaye düzeyi değişkenleri de eklenmiştir. Yabancı sermaye sahipliği-enerji yoğunluğu arasındaki ilişkilerin analiz edildiği Model (XIV), Model (XV), Model (XVI) ve Model (XVII) sonuçlarına Tablo-25’da yer verilmiştir.

**Tablo 25:** Firmanın Yabancı Sermaye Sahipliği-Enerji Yoğunluğu İlişkisi

Açıklayıcı Değişkenler	Model (XIV)	Model* (XV)	Model* (XVI)	Model* (XVII)
Çalışan Sayısı (log)			-0.685*** (0.005)	
Sermaye (log)				-0.245*** (0.001)
Kısmi Yabancı Sermayeli	-2.537*** (0.141)	-2.228*** (0.138)	-0.046 (0.138)	0.004 (0.140)
Tam Yabancı Sermayeli	-3.382*** (0.236)	-2.585*** (0.230)	-0.118 (0.231)	-0.235 (0.238)
Tanımlayıcı İstatistikler				
Gözlem Sayısı (mil)	2,05	2,05	2,02	2,04
R <sup>2</sup>	0.001	0.051	0.064	0.084

Not: \* Alt Sektörler değişkeni eklendiğinde ilgili değişkenin aldığı değeri ifade eder. \*\*\* %1 seviyesinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içindeki ifadeler standart sapma değerini göstermektedir.

(XIV) – (XVII) nolu regresyonlarda işletmelerin yabancı sermaye yapılarının işletmelerin enerji yoğunluklarına etkisi incelenmektedir. Bu noktada, tam yerli sermayeli işletmeler kategorisi %100’ü yerli sermayeli işletmeleri, tam yabancı sermayeli işletmeler kategorisi %100’ü kısmi yabancı sermayeli olan işletmeleri, kısmi yabancı sermayeli işletmeler kategorisi ise önceki iki kategori dışında kalan, yani %0,1 ile %99,9 arasında yabancı sermayeli olan işletmeleri kapsamaktadır.

İlk olarak (XIV) nolu regresyonda sadece yabancı sermaye kategori değişkenlerine yer verilmektedir. Regresyonda baz kategori tam yerli işletmeler kategorisidir. Buna göre tam yerli sermayeli işletmelere kıyasla, kısmi yabancı sermayeli işletmelerin enerji yoğunluğu ortalama %2,53, tam yabancı sermayeli işletmelerin enerji yoğunluğu ise ortalama %3,38 gibi çok ciddi oranlarda daha düşüktür. Diğer bir ifadeyle, gerek kısmi yabancı sermayeli firmalar gerekse tam yabancı sermayeli firmalar tamamı yerli sermayeli firmalardan daha

az enerji yoğundur. Bu nedenle, yabancı firmaların yerli firmalara nazaran daha enerji verimliliğine haiz firmalar olduğu söylenebilir.

**Tablo 26:** Alt Sektör-Yabancı Sermaye Sahipliği Oranı

Sektör	Yerli Sermaye Oranı 100 Olmayanların Oranı (%)
Gıda ürünleri ve içecek	20.1
Tütün ürünleri	55.0
Tekstil ürünleri	20.2
Giyim eşyası	19.5
Deri ve deri ürünleri	16.8
Ağaç ve ağaç mantarı ürünleri (mobilya hariç)	16.0
Kağıt hamuru, kağıt ve kağıt ürünleri	20.1
Basım ve yayım ürünleri	18.3
Rafine edilmiş petrol ürünleri	23.9
Kimyasal madde ve ürünler	23.5
Plastik ve kauçuk ürünleri imalatı	20.7
Metalik olmayan diğer mineral ürünleri	19.4
Ana metal sanayisi	19.2
Fabrikasyon metal ürünler (makine hariç)	19.3
Makine ve teçhizat	19.1
Büro makineleri ve bilgisayar	26.7
Elektrikli makine ve cihazlar	18.8
Radyo, televizyon, haberleşme teçhizatı ve cihazlar	9.8
Tıbbi aletler; hassas ve optik aletler ile saat	21.4
Motorlu kara taşıtı, römork ve yarı römork	22.2
Diğer ulaşım araçları	23.4
Mobilya	19.2
Geri dönüşüm	46.2
Genel	19.3

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Öte yandan, (XIV) nolu regresyonda yabancı sermayeli işletmelerin enerji yoğunluklarının çok düşük çıkmasının bu işletmelerin yapısı gereği enerji yoğunluğu az olan sektörlerde yoğunlaşmalarının sonucu olup olmadığı merak konusudur. Tablo-26'da

firmaların faaliyet gösterdikleri alt sektörlerde firmaların ne kadarlık kısmının kısmi veya tam yabancı sermayeli oldukları bilgisine yer verilmektedir.

Tütün ürünleri ve geri dönüşüm sektörlerindeki yabancı sermayeli işletme ağırlıklarının diğer sektörlerden oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Geri dönüşüm sektöründe de kısmi veya tam yabancı sermayeli firma oranı %46'dır. Dolayısıyla, alt sektörlerde firmalar arasında kısmi veya tam yabancı sermaye sahipliği oranı oldukça yüksek oranda farklılıklar arz etmektedir.

Bu bağlamda, (XV) nolu regresyonda (XIV) nolu regresyona ek olarak bu defa sektörler kontrol edilmektedir. Diğer bir ifadeyle aynı sektörde faaliyet gösteren firmalardan tam yabancı sermayeli ve kısmi yabancı sermayeli firmaların tam yerli sermayeli firmalara göre enerji yoğunlukları analiz edilmiştir.

Regresyon sonuçlarına göre aynı sektörde faaliyet gösteren tam yerli sermayeli işletmelere kıyasla, kısmi yabancı sermayeli işletmelerin enerji yoğunluğu ortalama %2,22, tam yabancı sermayeli işletmelerin enerji yoğunluğu ise ortalama %2,59 oranında daha düşüktür. Yani, aynı sektörde faaliyet gösteren firmalarda da kısmi veya tam yabancı sermaye sahipliği enerji yoğunluğunu azaltıcı bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. (XIV) ve (XV) nolu regresyon sonuçları karşılaştırıldığında, yabancı sermayeli firmaların enerji yoğunluklarının yerli sermayeli firmalardan düşük olmasında yabancı sermayeli firmaların yapısı gereği enerji yoğunluğu düşük olan sektörlerde yoğunlaşmış olmalarının kısmi bir rolü olabileceğine işaret etmektedir.

Firmaların yabancı sermaye özellikleriyle enerji yoğunlukları arasında tespit edilen ilişkinin sebebini anlamaya yönelik araştırılması gereken bir diğer husus yabancı sermayeli işletmelerin yerlilere kıyasla daha büyük olmalarının bu işletmelerin enerji yoğunluklarının düşük çıkmasında ne ölçüde rolü olduğudur. Zira, önceki regresyonlarda işletme büyüklüğü ve enerji yoğunluğu arasındaki negatif ilişki açıkça ortaya konulmuştu. Tablo-27'de gerek kısmi gerekse tam yabancı sermayeli işletmelerin hem çalışan sayısı hem de sermaye değeri açısından tam yerli işletmelerden çok büyük olduğu görülmektedir.

**Tablo 27:** Yabancı Sermaye Durumu Firma Büyüklüğü İlişkisi

Yabancı Sermaye Durumu	Ortalama İstihdam	Ortalama Sermaye (mn 2003 TL)
Tamamı yerli sermayeli	17.3	1.2
Bir bölümü yabancı sermayeli	27.0	2.8
Tamamı yabancı sermayeli	312.6	61.7

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Bu amaçla regresyon (XVI)'da işletmelerin yabancı sermaye kategori değişkenleri ve sektörlerine ilaveten çalışan sayılarına yer verilmektedir. Böylece, bu regresyonda yabancı sermaye değişkenlerinin alacakları katsayılar, bu işletmelerin aynı sektörde faaliyet gösteren ve benzer çalışan sayısına sahip yerli sermayeli işletmelere kıyasla enerji yoğunluklarını verecektir. Bu bağlamda elde edilecek sonuçlar aynı sektörde faaliyet gösteren ve çalışan sayısı aynı olan firmalardan tamamı yabancı sermayeli veya kısmi sermayeli olanların tamamı yerli sermayeli olanlara göre enerji yoğunluklarının nasıl değiştiği analiz edilmiştir.

Regresyon sonuçlarına bakıldığında, gerek kısmi yabancı sermayeli işletmeler kategorisinin gerekse tam yabancı sermayeli işletmeler kategorisinin aldıkları değerlerin (sırasıyla -0,05 ve -0,11) nerdeyse 0 değerini aldığı ve istatistiki olarak anlamsızlaştıkları görülmektedir. İşletme büyüklüğü olarak çalışan sayısı yerine işletmenin sermaye büyüklüğünün kullandığı regresyon (XVII) sonuçları da regresyon (XVI) sonuçlarıyla çok benzerdir.

Sonuç olarak, bu bulgular ışığında gerek tam gerekse kısmi yabancı sermayeli işletmelerin tam yerli sermayeli işletmelere göre ciddi ölçüde düşük enerji yoğunluklu olmalarının tek sebebinin, bu tür işletmelerin tamamı yerli sermayeli işletmelerden daha büyük olmaları olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum ayrıca, Türkiye'de yabancı sermayeli işletmelerin enerji verimliliklerin daha yüksek olmakla birlikte, bu durumun yabancı sermayeli işletmelerin teknoloji ya da sektör dağılımındaki farklılıklardan kaynaklanmadığını göstermektedir.

#### 4.1.6. ARGE Faaliyeti-Enerji Yoğunluğu İlişkisi

Tezin bu bölümünde Ar-Ge faaliyeti ile enerji yoğunluğu arasındaki ilişki incelenmiştir. Literatürde yer alan çalışmalarda ARGE faaliyetleri bulunan firmaların enerji yoğunluklarının daha az olacağı savunulmaktadır (Vanden ve Jefferson, 2013, Vanden ve diğerleri, 2013; Sahu ve Narayan, 2011a). Zira, firmaların ARGE harcamaları arttıkça enerji verimliliklerinin artacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda ARGE ile enerji yoğunluğu ilişkisinin analiz edilebilmesi amacıyla Model (XVII), (XIV), (XX) ve (XXI) oluşturulmuş olup, bu modellerden elde edilen regresyon sonuçlarına Tablo-28’de yer verilmiştir.

**Tablo 28:** ARGE Faaliyeti-Enerji Yoğunluğu İlişkisi

Açıklayıcı Değişkenler	Model (XVIII)	Model* (XIX)	Model* (XX)	Model* (XXI)
Çalışan Sayısı (log)			-0.697*** (0.005)	
Sermaye (log)				-0.246*** (0.001)
ARGE Kukla Değişkeni	-2.252*** (0.093)	-1.277*** (0.091)	1.045 (0.092)	0.922 (0.093)
<b>Tanımlayıcı İstatistikler</b>				
Gözlem Sayısı (mil)	2,05	2,05	2,02	2,04
R <sup>2</sup>	0.001	0.051	0.064	0.084

Not: \* Alt Sektörler değişkeni eklendiğinde ilgili değişkenin aldığı değeri ifade eder. \*\*\* %1 seviyesinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içindeki ifadeler standart sapma değerini göstermektedir.

(XVIII) – (XXI) nolu regresyonlarda işletmelerin ARGE yapıp yapmadıklarının işletmelerin enerji yoğunluklarına etkisi incelenmektedir. ARGE değişkeni kukla değişken olup bu değişken ARGE yapmayan işletmeler için 0, yapan işletmeler için ise 1 değerini almaktadır. İlk olarak regresyon (XVIII)’de sadece ARGE kukla değişkenine yer verilmiştir. Yani, ARGE yapan bir firmanın enerji yoğunluğunun ARGE yapmayan bir firmanın enerji yoğunluğundan nasıl farklılaştığı tahmin edilmiştir. Regresyon (XVIII)’den elde edilen sonuçlara göre ARGE kukla değişkeninin katsayısı -2.252’dir. Öte yandan bu katsayı %1 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Diğer bir ifadeyle, ARGE yapan bir firmanın enerji yoğunluğu ARGE yapmayan firmanın enerji yoğunluğundan %2.25 daha düşüktür. Böylelikle regresyon (XVIII)’den elde edilen

sonuç beklentilere paraleldir. Yani firmaların ARGE faaliyetlerine girişmesi enerji yoğunluklarının azaltılması ve enerji verimliliklerinin artırılması için anlamlı bir değişken olarak karşımıza çıkmaktadır.

**Tablo 29:** Alt Sektörler Bazında ARGE Yapan Firma Oranları

Sektör	Arge Yapanların Oranı (%)
Gıda ürünleri ve içecek	0.2
Tütün ürünleri	0.0
Tekstil ürünleri	0.2
Giyim eşyası	0.0
Deri ve deri ürünleri	0.1
Ağaç ve ağaç mantarı ürünleri (mobilya hariç)	0.0
Kağıt hamuru, kağıt ve kağıt ürünleri	0.4
Basım ve yayım ürünleri	0.1
Rafine edilmiş petrol ürünleri	3.5
Kimyasal madde ve ürünler	3.4
Plastik ve kauçuk ürünleri imalatı	0.5
Metalik olmayan diğer mineral ürünleri	0.6
Ana metal sanayisi	1.5
Fabrikasyon metal ürünler (makine hariç)	0.1
Makine ve teçhizat	1.6
Büro makineleri ve bilgisayar	12.9
Elektrikli makine ve cihazlar	1.7
Radyo, televizyon, haberleşme teçhizatı ve cihazlar	7.3
Tıbbi aletler; hassas ve optik aletler ile saat	4.9
Motorlu kara taşıtı, römork ve yarı römork	2.4
Diğer ulaşım araçları	0.6
Mobilya	0.1
Geri dönüşüm	1.0
Genel	0.4

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Daha önceki analizlere paralel olarak, bu defa ARGE değişkeni için elde edilen verimlilik marjının ne ölçüde ARGE faaliyetinin kendisinden, ne ölçüde ARGE yapan ve yapmayan firmaların sektör farklılıklardan kaynaklandığı da incelenmiştir. Bu bağlamda Tablo-30'da alt sektörlerdeki firmalardam ne kadarlık kısmının ARGE faaliyeti bulunduğu bilgisine yer verilmiştir.

Bu sebeple ilk olarak regresyon (XIX)'da ARGE değişkeniyle birlikte işletmelerin sektörlerine yer verilmiştir. Böylece, aynı sektörde yer alan işletmelerden ARGE yapan ve yapmayanların arasındaki enerji verimliliği farkı ortaya konulmuştur. Regresyonda ARGE değişkeninin katsayısı -1.28'dir. Aynı zamanda bu katsayı %1 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Yani, aynı sektörde faaliyet gösteren iki firmadan ARGE yapanın enerji yoğunluğunun yapmayanlardan ortalama %1,28 düşük olduğu anlaşılmaktadır. ARGE değişkeninin (XVIII) nolu regresyonda almış olduğu değerin sektörlerin de kontrol edildiği regresyon (XIX)'da ciddi şekilde düştüğü anlaşılmıştır. Söz konusu husus, ARGE yapan firmaların yapmayanlara kıyasla enerji yoğunluğu düşük sektörlerde yoğunlaştığına işaret etmektedir.

ARGE faaliyeti ve enerji yoğunluğu arasındaki ilişkinin irdelenmesine regresyon (XX)'de çalışan sayısının, regresyon (XXI)'de ise işletmelerin sermaye miktarlarının analize dahil edilmesiyle devam edilmiştir. Zira, Tablo-30'da de firmaların ARGE durumu ve çalışan sayıları arasındaki ilişkilere yer verilmiştir.

**Tablo 30:** ARGE Durumu ile Firma Büyüklüğü İlişkisi

ARGE Durumu	Ortalama İstihdam	Ortalama Sermaye (mn 2003 TL)
ARGE yapmayan	15.9	1.0
ARGE yapan	392.9	62.9

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

ARGE yapan işletmelerin yapmayanlardan hem çalışan sayısı hem de sermaye miktarı olarak çok büyük olduğunu göstermektedir. Bu durum, ARGE yapan işletmelerin enerji yoğunluklarının daha az olduğuna yönelik elde edilen sonuçların ARGE yapan işletmelerin acaba daha büyük olmasından kaynaklanmış olup olmadığını hususunu akla getirmektedir.

Bu bağlamda, regresyon (XX)'da regresyon (XIX)'a ek olarak çalışan sayısı da analize dahil edilmiştir. Regresyondan elde edilen sonuçlara göre ARGE değişkeninin katsayısı 1.05 olarak, çalışan sayısı değişkeninin katsayısı ise -0.70 olarak tahmin edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, aynı sektörde faaliyet gösteren çalışan sayısı da aynı olan iki firmadan ARGE faaliyeti sürdüren firmanın ARGE yapmayan firmaya göre enerji yoğunluğunun yaklaşık %1 daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Böylelikle, aynı sektörde ve aynı çalışan sayısına



sahip firmalardan ARGE harcaması bulunan firmaların enerji yoğunluklarının ARGE yapmayan firmalardan daha fazla çıkması beklentilerle örtüşmemektedir. Bu bağlamda akla ilk gelen husus ARGE harcamalarının enerji verimliliğini sağlamada etkinsiz olabileceğidir.

(XIX) nolu modele firma büyüklüğünün ölçülmesinde kullanılan bir başka değişken olan sermaye büyüklüğü eklenerek (XXI) nolu model tahmin edilmiştir. Elde edilen sonuçlar (XX) nolu model sonuçlarıyla benzerdir. Aynı sektörde faaliyet gösteren sermaye düzeyi de aynı olan iki firmadan ARGE faaliyeti sürdüren firmanın ARGE yapmayan firmaya göre enerji yoğunluğunun yaklaşık %1 daha fazla olduğu anlaşılmıştır. (XX) nolu model sonuçlarında bahsedildiği üzere ARGE faaliyetinde bulunan firmaların bulunmayanlara göre enerji yoğunluklarının fazla olması beklentilerin aksi yönündedir.

(XVIII)-(XXI) nolu modellerin genel bir değrlendirmesi yapıldığında salt ARGE-enerji yoğunluğu incelendiğinde ARGE yapan firmaların enerji yoğunluğunun yapmayan firmalara nazaran daha düşük olduğu, sektörel kontrol de analize dahil edildiğinde ilk bulgunun teyit edildiği görülmüştür. Yani, aynı sektörde faaliyet gösteren firmalardan ARGE harcaması yapanların yapmayanlara göre daha az enerji yoğun oldukları anlaşılmıştır. Ancak firma büyüklüğünü ölçen değişkenlerin analize dahil edilmesi bulguları beklentilerin aksine terse çevirmektedir.

#### **4.1.7. İhracat Faaliyeti-Enerji Yoğunluğu İlişkisi**

Bu bölümde satışlarının bir bölümünü yurtdışına yapan diğer bir ifadeyle ihracat yapan firmaların enerji yoğunluğunun ihracat gerçekleştirmeyen firmalara nazaran enerji yoğunluğunun ne düzeyde gerçekleştiği analiz edilmiştir. Literatürdeki genel görüş ihracat yapan firmaların rekabetçi güçlerini kaybetmemek adına ihracat yapmayan firmalara nazaran enerji tasarrufuna yönelik politikalar uygulayacakları ve bu sayede daha enerji verimliliği yüksek firmalar olacağı yönündedir (Goldar ve diğerleri, 2010; Duran ve diğerleri, 2015). Ayrıca ihracat yapan firmaların özellikle geliştirmekte olan ülkelerde yutiçine yönelik üretim yapan firmalara nazaran daha yeni teknolojiler kullanmaları beklenmektedir. Bu bağlamda, ihracat yapan firmaların daha az enerji yoğun olmaları beklenmektedir. Bu bağlamda ihracat faaliyeti-enerji yoğunluğu ilişkisinin

analiz edilebilmesi için Model (XXII), Model (XXIII), Model (XXIV) ve Model (XXV) oluşturulmuş olup bu regresyon modellerinin sonuçlarına Tablo-32’de yer verilmiştir.

İhracat faaliyeti-enerji yoğunluğu ilişkisinin tespit edilmesine yönelik ihracat kukla değişkeni oluşturulmuştur. Bu kukla değişkeni ihracat yapmayan firmalar için 0, ihracat yapanlar için ise 1 değerini almaktadır. Bahse konu ilişkinin analiz edildiği ilk modelde (Model (XXII)), enerji yoğunluğunu açıklamak üzere yalnızca ihracat kukla değişkeni kullanılmıştır. Modelden elde edilen sonuçlara göre, ihracat kukla değişkeninin katsayısı -2.40 olmakla birlikte %1 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Dolayısıyla, ihracat yapan firmaların enerji yoğunluğu ihracat yapmayan firmalara nazaran %2.40 daha düşük olarak tahmin edilmiştir.

**Tablo 31:** İhracat Faaliyeti-Enerji Yoğunluğu İlişkisi

Açıklayıcı Değişkenler	Model (XXII)	Model* (XXIII)	Model* (XXIV)	Model* (XXV)
Çalışan Sayısı (log)			-0.618*** (0.006)	
Sermaye (log)				-0.239*** (0.001)
İhracat Kukla Değişkeni	-2.402*** (0.025)	-2.137*** (0.026)	-0.685 (0.029)	-0.407 (0.027)
Tanımlayıcı İstatistikler				
Gözlem Sayısı (mil)	2,05	2,05	2,02	2,04
R <sup>2</sup>	0.001	0.051	0.064	0.084

Not: \* Alt Sektörler değişkeni eklendiğinde ilgili değişkenin aldığı değeri ifade eder. \*\*\* %1 seviyesinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içindeki ifadeler standart sapma değerini göstermektedir.

Diğer alt bölümlerde uygulandığı üzere ihracat faaliyeti enerji yoğunluğu ilişkisinde de elde edilen negatif katsayının sektör farklılıklarından kaynaklanıp kaynaklanmadığı test edilmek üzere Model (XXIII) oluşturulmuştur. Zira, Tablo-32’de alt sektörler bazında firmaların ne kadarlık kısmının ihracat faaliyetinde bulunduğu bilgisine yer verilmiştir.

Tablo-32’de alt sektörler ile ihracat yapan firma oranlarının oldukça farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla (XXIII) nolu regresyon ihracat kukla değişkenine ek olarak alt sektör kategorileri de analize dahil edilmiştir. Model (XXII)’den elde edilen sonuçlar Model (XXIII) ile aynı minvaldedir. Sonuçlara göre aynı sektörde faaliyet gösteren firmalardan ihracat gerçekleştirenler, ihracat yapmayanlara göre %2.17 daha az enerji

yoğundur. Model (XXII)'den elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında anlaşılacağı üzere sektörlerden kaynaklanan enerji yoğunluğu farklılıkları oldukça düşüktür. Diğer bir ifadeyle, bu değişikliğin oldukça küçük olması sebebiyle, ihracatçı işletmelerin enerji yoğunluğunun ihracatçı olmayanlardan düşük olmasında ihracatçı olan ve olmayan işletmelerin sektör dağılımlarındaki farklılıkların ciddi bir rolü olmadığı söylenebilir. Bu bağlamda Model (XXIII)'te elde edilen bulgular ihracat yapan firmaların daha az enerji yoğun firmalar olacağı yönündeki sonuçları desteklemektedir.

**Tablo 32:** Alt Sektörlerde İhracat Yapan Firmaların Oranı

Sektör	İhracat Yapanların Oranı (%)
Gıda ürünleri ve içecek	3.2
Tütün ürünleri	85.0
Tekstil ürünleri	8.7
Giyim eşyası	4.7
Deri ve deri ürünleri	5.8
Ağaç ve ağaç mantarı ürünleri (mobilya hariç)	0.9
Kağıt hamuru, kağıt ve kağıt ürünleri	16.8
Basım ve yayım ürünleri	2.0
Rafine edilmiş petrol ürünleri	17.7
Kimyasal madde ve ürünler	19.3
Plastik ve kauçuk ürünleri imalatı	8.7
Metalik olmayan diğer mineral ürünleri	6.9
Ana metal sanayisi	20.0
Fabrikasyon metal ürünler (makine hariç)	3.0
Makine ve teçhizat	12.1
Büro makineleri ve bilgisayar	57.4
Elektrikli makine ve cihazlar	11.6
Radyo, televizyon, haberleşme teçhizatı ve cihazlar	20.3
Tıbbi aletler; hassas ve optik aletler ile saat	16.8
Motorlu kara taşıtı, römork ve yarı römork	18.8
Diğer ulaşım araçları	9.3
Mobilya	4.0
Geri dönüşüm	12.5
Genel	5.7

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Öte yandan, yine daha önceki analizlere paralel olarak, elde edilen bu ilişkinin ihracatçı firmalar ile ihracatçı olmayanlar arasındaki çalışan sayısı ve sermaye büyüklüğündeki farklılıklardan kaynaklanıp kaynaklanmadığı da önemli bir husustur. Tablo-33'te ihracat durumu ile ortalama istihdam ve ortalama sermaye ilişkisine yer verilmiştir.

**Tablo 33:** İhracat Durumu, İstihdam ve Sermaye Miktarı İlişkisi

İhracat Durumu	Ortalama İstihdam	Ortalama Sermaye (mn 2003 TL)
İhracat yapmayan	8.6	0.3
İhracat yapan	95.7	10.9

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)

Tablo-33'te ihracatçı işletmelerin ihracatçı olmayanlardan çalışan sayısı ve sermaye bakımından ortalamada çok büyük olmaları sebebiyle ihracatçı olan ve olmayan işletmeler arasında regresyon (XXII)'de elde edilen %2,40 oranındaki enerji yoğunluğu farkının en azından bir bölümünün işletme büyüklüğü farkından kaynaklanmış olabileceği düşünülebilir.

Bu sebeple, ek olarak çalışan sayısı değişkeni analize dahil edilerek Model (XXIV) oluşturulmuştur. (XXIV) nolu denklemde ihracat değişkeninin aldığı değer -0,69'a düşmektedir. Bu değer %1 seviyesinde istatistiki olarak anlamlıdır. Öte yandan, çalışan sayısının kontrol edilmediği (XXIII) nolu regresyonda ihracat değişkeninin almış olduğu -2,14 katsayısından çok düşüktür. Yani, aynı sektörde faaliyet gösteren ve çalışan sayıları aynı olan iki işletmeden ihracatçı olanın enerji yoğunluğu ihracatçı olmayanın enerji yoğunluğundan %0,69 düşüktür. Ancak her ne kadar ihracat kukla değişkeni katsayısı mutlak değer olarak azalmış olsa da aynı sektörde faaliyet gösteren aynı çalışan sayısına sahip firmalardan ihracat gerçekleştiren firmaların ihracat faaliyeti bulunmayan firmalara nazaran daha az enerji yoğun olduğu bir kez daha ortaya konulmuştur.

Benzer şekilde, çalışan sayısı yerine işletmelerin sermaye miktarlarının kontrol edildiği (XXV) nolu regresyonda da (XXIV) nolu regresyondakilere paralel sonuçlar elde edilmiştir. Şöyle ki, (XXV) nolu regresyonunda ihracat kukla değişkeninin katsayısı -0.40 olarak tahmin edilmiştir. Bu katsayı %1 seviyesinde istatistiki olarak anlamlıdır. Yani, aynı sektörde faaliyet gösteren ve sermaye düzeyi aynı olan firmalardan ihracat faaliyeti bulunanların bulunmayanlara nazaran daha az enerji yoğun, diğer bir ifadeyle daha enerji verimliliği olan firmalar olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca, Model (XXIV) ve (XXV) sonuçları, ihracatçı işletmelerin enerji yoğunluklarının ihracatçı olmayanlarınkinden düşük olmasında, ihracatçı işletmelerin ihracatçı olmayanlardan daha büyük olmasının çok büyük rolü olduğunu da göstermektedir.

Bu bölümde oluşturulan regresyon modellerinden elde edilen sonuçlara göre ihracat faaliyeti bulunan firmalar bulunmayanlara nazaran daha az enerji yoğun firmalardır. Dolayısıyla elde edilen sonuçların beklentilerle örtüştüğü ifade edilebilir. Ayrıca, ihracatçı firmaların daha az enerji yoğun olmaları söz konusu firmaların rekabetçi özelliklerini korumak adına enerji tasarrufuna önem verdiklerini ve özellikle üretim teknolojileri açısından daha yeni ve enerji koruyucu üretim yapısına sahip oldukları söylenebilir.

#### 4.1.8. Enerji Yoğunluğuna Etki Eden Çeşitli Faktörlerin Analizi

Çalışmanın bu bölümünde ampirik analize dahil edilen tüm açıklayıcı değişkenlerin dahil edildiği (XXVI) nolu model oluşturulmuştur. Bu modele bahse konu değişkenlerin eklenmesiyle bu bölüme kadar enerji yoğunluğunun analizi kapsamında yapılan değerlendirmelerin bir bütün halinde görülebilmesi sağlanacaktır.

Bu bölümde oluşturulan (XXVI) nolu regresyon modeli ile,

- Çalışan sayısı ve sermaye değişkenlerinin eklenmesi diğer özellikleri aynı olan firmalar arasında firma büyüklüğünün enerji yoğunluğu üzerindeki etkisinin,
- İşletme yaşı değişkeninin eklenmesi diğer özellikleri aynı olan firmalar arasında firma yaşının enerji yoğunluğu üzerindeki etkisinin,
- Coğrafi bölge kategorileri arda kalan özellikleri aynı olan ancak farklı bölgelerde faaliyet gösteren firmaların enerji yoğunluklarının nasıl farklılaştığının,
- Yabancı sermaye durumu değişkeninin eklenmesi aynı özelliklere sahip firmalardan tam yabancı sermayeli ve kısmi yabancı sermayeli firmaların enerji yoğunluklarının tam yerli sermayeli firmalardan nasıl farklılaştığının,
- ARGE ve İhracat faaliyeti kukla değişkenleri, diğer özellikleri aynı olan firmalardan ARGE veya ihracat yapanların yapmayan firmalara nazaran enerji yoğunluklarının nasıl değiştiğinin,
- Son olarak alt-sektör kategorilerinin eklenmesiyle farklı sektörlerde faaliyet gösteren aynı özellikteki firmaların enerji yoğunluklarının nasıl değiştiğinin

tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Bu bağlamda (XXVI) nolu regresyon modelinden elde edilen sonuçlara Tablo-34'te yer verilmiştir.

**Tablo 34:** Enerji Yoğunluğu Regresyon Sonuçları

Kategoriler	Açıklayıcı Değişkenler	Model (XXVII)
Firma Büyüklüğü	Çalışan Sayısı (log)	-0.340*** (0.006)
	Sermaye (log)	-0.180*** (0.001)
	Yaş (Sene)	0.021*** (0.001)
Coğrafi Bölge	İstanbul	-1.254*** (0.024)
	Orta Anadolu	-0.094*** (0.027)
	Kuzey Anadolu	0.400*** (0.031)
	Güney Anadolu	-0.852*** (0.028)
	Batı Anadolu	-0.240*** (0.024)
	Kısmi Yabancı Sermayeli	-0.006 (0.132)
	Tam Yabancı Sermayeli	0.290 (0.238)
ARGE	ARGE Kukla Değişkeni	1.351*** (0.094)
İhracat	İhracat Kukla Değişkeni	-0.146*** (0.028)
Alt Sektörler	Tütün Ürünleri	-1.562** (0.812)
	Tekstil Ürünleri	1.051*** (0.029)
	Giyim Eşyası	-1.171*** (0.025)
	Deri ve Deri Ürünleri	-3.762*** (0.044)
	Ağaç Ürünleri	-2.052*** (0.029)
	Kâğıt Hamuru, Kâğıt Ürünleri	-2.973*** (0.071)
	Basım ve Yayım Ürünleri	-3.864*** (0.035)
	Rafine Edilmiş Petrol	-4.164*** (0.289)
	Kimyasal Madde	-2.358*** (0.058)
	Plastik ve Kauçuk Ürünler	-1.813*** (0.033)
	Metalik Olmayan Diğer	0.850*** (0.037)
	Ana Metal Sanayisi	-0.976*** (0.072)

Fabrikasyon Metal	-2.250*** (0.025)
Makine ve Teçhizat	-3.177*** (0.031)
Büro Makineleri	-3.426*** (0.731)
Elektrikli Makine	-3.992*** (0.049)
Radyo, Televizyon	-3.903*** (0.187)
Tıbbi Aletler	-3.044*** (0.074)
Motorlu Kara Taşıtı	-3.067*** (0.056)
Diğer Ulaşım Araçları	-2.853*** (0.080)
Mobilya	-3.536*** (0.026)
Geri Dönüşüm	-0.536 (0.421)
<b>Tanımlayıcı İstatistikler</b>	
Gözlem Sayısı (mil)	1,95
R <sup>2</sup>	0.092

Not: \* Alt Sektörler değişkeni eklendiğinde ilgili değişkenin aldığı değeri ifade eder. \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %10 seviyesinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içindeki ifadeler standart sapma değerini göstermektedir.

Regresyon sonuçlarının yorumlanmasında hatırlanması gereken husus, herhangi bir spesifik değişkenin aldığı katsayının, regresyondaki diğer tüm özellikleri aynı olan iki işletmenin bahsekonu değişkenin temsil ettiği özelliklerinin farklı olması sonucu aralarında oluşan enerji yoğunluğu farkını gösterdiğiidir.

İlk olarak, firma büyüklüğü ile enerji yoğunluğu arasındaki ilişkiye bakıldığında, diğer özellikleri aynı olan firmalardan gerek çalışan sayısı gerekse sermaye miktarı ile enerji yoğunluğu arasında negatif ilişki bulunduğu anlaşılmaktadır. Diğer bir ifadeyle aynı özellikteki firmalardan çalışan sayısı veya sermayesi daha fazla olanların daha az enerji yoğun oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca, işletmelerin büyüklüğü ile enerji yoğunlukları arasında daha önceki regresyonlarda tespit edilen negatif ilişki bu regresyonda da teyit edilmiştir.

İkinci olarak firma yaşı enerji yoğunluğu ilişkisi analiz edildiğinde firma yaşı değişkeninin katsayısının pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu tahmin edilmiştir. Dolayısıyla aynı özellikteki firmalardan yaşı büyük olanın daha enerji yoğun olduğu anlaşılmıştır. Söz konusu tesbiti daha önce firma yaşı-enerji yoğunluğu ilişkisindeki pozitif katsayısı da teyit etmektedir. Üçüncü olarak firmaların faaliyet gösterdikleri bölge

kategorileri modele eklenmiştir. Tüm coğrafi bölgeler için elde edilen katsayılar istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bağlamda coğrafi bölgelerin Doğu Anadolu bölgesi ile enerji yoğunluğu farklılıkları ortaya konulmuştur. Elde edilen katsayılardan anlaşılacağı üzere Kuzey Anadolu haricinde kalan coğrafi bölgelerdeki enerji yoğunlukları Doğu Anadolu bölgesindeki firmalardan daha düşüktür. Kuzey Anadolu bölgesinde faaliyet gösteren firmaların ise enerji yoğunlukları Doğu Anadolu bölgesindeki firmalardan daha yüksektir.

Üçüncü olarak yabancı sermaye durumuna bakıldığında gerek tam yabancı sermayeli gerekse kısmi yabancı sermayeli firmaların enerji yoğunluğunun tam yerli sermayeli firmalardan farklılaşmadığı, diğer bir ifadeyle bu iki değişkenin katsayısının istatistiksel olarak anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Bir sonraki değişken ARGE kukla değişkenidir. ARGE kukla değişkeninin katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Yani, ARGE yapan firmaların enerji yoğunlukları ARGE yapmayan firmalardan daha yüksektir. Elde edilen bu sonuç beklentilerin aksi yönündedir. Zira, ARGE harcaması yapan firmaların teknolojik altyapılarını iyileştirmek suretiyle daha enerji verimliliği yüksek firmalar olmaları beklenmektedir.

Diğer bir değişken ise ihracat kukla değişkenidir. İhracat kukla değişkenine ait katsayı negatif olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlıdır. Yani, ihracat faaliyeti bulunan firmaların enerji yoğunlukları aynı özellikteki firmalardan ihracat faaliyeti bulunmayan firmalara nazaran daha düşüktür. Söz konu tespit beklentilerle de paralellik göstermektedir.

Son olarak alt sektör kategorileri analize dahil edilmiştir. Alt sektör değişkenlerinin katsayılarından elde edilen sonuçlara göre, rafine edilmiş petrol ürünleri, elektrikli makine ve cihazlar, radyo, televizyon, haberleşme teçhizatı, basım ve yayım ürünleri, deri ve deri ürünleri imalatı sektörleri enerji yoğunluğu en düşük; tekstil ürünleri, metalik olmayan diğer mineral ürünler (çimento, cam, seramik vs.), gıda ürünleri imalatı ile geri dönüşüm sektörleri işletmelerin enerji yoğunluğu en yüksek sektörler olarak ortaya çıkmaktadır.



Böylelikle enerji yoğunluğunun firma büyüklüğü, firma yaşı, faaliyet gösterilen coğrafi bölge, yabancı sermaye sahipliği, ARGE ve ihracat faaliyeti ve alt sektör kategorilerindeki firmalar arasında nasıl farklılaştığı ortaya konmuştur.

#### 4.1.9. Model Sonuçlarının Benzer Çalışmalarla Karşılaştırılması

Literatürde enerji yoğunluğunun analiz edildiği çalışmalarda genel olarak ayrıştırma yöntemlerinden faydalanılmıştır. Literatürde yer alan çalışmalardan regresyon yöntemleri kullanılarak enerji verimliliği-firmaya özgü değişkenlerin incelemesinin yapıldığı çalışmalar görece olarak daha az sayıdadır. Bu çalışmada ise regresyon yöntemleri kullanılarak firma verilerine dayanan çeşitli açıklayıcı değişkenler ile enerji yoğunluğu arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Bu bölümde, bu çalışmada elde edilen sonuçların literatürde yer alan benzer çalışmalardan elde edilen sonuçlarla benzerliği/farklılığı tartışılacaktır.

Bu tezde enerji yoğunluğu ile ilişkisi analiz edilen ilk değişken firma büyüklüğüdür. Hatırlanacağı üzere firma büyüklüğünün göstergesi olarak çalışan sayısı ve sermaye miktarı analize dahil edilmiştir. Model (I)- (III)'ten elde edilen sonuçlar firma büyüklüğü ölçüsü olarak gerek çalışan sayısı gerekse firma sermayesi kullanıldığında firma büyüklüğü ile enerji yoğunluğu arasında negatif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Goldar ve diğerleri, (2010) Hindistan için Hortono (2011) ise Endonezya için gerçekleştirdikleri çalışmalarda benzer şekilde firma büyüklüğü arttıkça enerji verimliliğinin arttığını dolayısıyla büyüyen firmaların enerji yoğunluklarının azaldığını ortaya koymuştur. Sahu ve Narayan (2011a) ise analize dahil ettiği değişkenler vasıtasıyla Hindistan imalat sanayiinde firma büyüklüğü ile enerji yoğunluğu arasında lineer olmayan U biçimli ilişki tespit etmiştir. Duran ve diğerleri (2015) ise firma büyüklüğü ile enerji yoğunluğunun ilişkisinin anlamsız olduğunu tespit etmiştir. Dolayısıyla belirli bir eşik değere kadar büyüyen firmaların enerji yoğunluğunun azalacağını, bu değerden sonra ise artan firma büyüklüğünün enerji yoğunluğunu arttıracaklarını ortaya koymuştur. Gelişmekte olan ülke örneklerinden anlaşılacağı üzere artan firma büyüklüğü enerji yoğunluğunu azaltıcı yönde etkiler göstermektedir.

İkinci olarak, bu tez çalışmasında alt sektörlerde yer alan firmaların enerji yoğunluklarında herhangi bir değişiklik olup olmadığı incelenmiştir. Hatırlanacağı üzere elde edilen sonuçlar alt sektörler için enerji yoğunluklarının farklılaşacağı ortaya konulmuştur. Literatürde alt sektörlerin analiz edildiği çalışmalardan Miketa (2001), Fisher-Vanden ve Jefferson (2003) ve Goldar ve diğerleri, (2010) alt sektörler bazında enerji yoğunluklarında farklılıklar ortaya çıktığını tespit etmişlerdir. Firma yaşı ile enerji yoğunluğunun analiz edildiği çalışmamızın bir diğer bölümünde ise firma yaşı ile enerji yoğunluğu arasında pozitif ilişki tespit edilmiştir. Ancak, literatürde yer alan çalışmalardan Sahu ve Narayan (2011) Hindistan imalat sanayiinde firma yaşı ile enerji yoğunluğu arasında negatif ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Hortono (2011) ise firma yaşı ile enerji yoğunluğu arasında çalışmamızda elde edilen sonuçlara paralel olarak pozitif ilişki tespit edilmiştir.

Çalışmamızın firmanın faaliyet gösterdiği bölge-enerji yoğunluğu ilişkisinin analiz edildiği bölümünde de farklı coğrafi bölgelerde faaliyet gösteren firmaların enerji yoğunluklarının istatistiksel olarak anlamlı farklar ortaya koyduğu tespit edilmiştir. Literatürde yer alan çalışmalardan Goldar (2010) Hindistan imalat sanayiinde, Sadosky (2013) ise 76 farklı ülkede firmaların kurulduğu bölgeler ile enerji yoğunluğu arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu tespit etmişlerdir. Belirtmek gerekir ki, Sadosky (2013) coğrafi bölge farklılığının ölçütü olarak firmanın kurulu bulunduğu bölgedeki kentleşme düzeyini kullanmıştır.

Yabancı sermaye sahipliği-enerji yoğunluğu arasındaki ilişkinin analiz edildiği bölümde ise firmaların enerji yoğunluğu ile yabancı sermaye sahipliği arasında negatif ilişki bulunduğu ortaya konulmuştur. Literatürde yer alan çalışmalar, bu çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik arz etmektedir. Bu çalışmalardan, Hortono (2011) Endonezya imalat sanayiinde, Sahu ve Narayan (2011a) Hindistan imalat sanayiinde, Herrerias (2013) ise Çin imalat sanayiinde yabancı sahipliğinin enerji verimliliğini artırıcı, diğer bir ifadeyle enerji yoğunluğunu azaltıcı etkileri olduğunu ortaya koymuştur.

ARGE faaliyetlerinin enerji yoğunluğuna etkisi bakımından çalışmamızda elde edilen sonuçlar Fisher-Vanden ve Jefferson (2003)'ün Çin imalat sanayi için gerçekleştirdiği çalışmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir. Bu bağlamda, ARGE faaliyetlerinin artması enerji yoğunluğunu azaltıcı etki göstereceği anlaşılmaktadır. Son olarak ihracat yapan

firmaların enerji yoğunluğunun yapmayan firmalara nazaran daha az enerji yoğun oldukları yönündeki bulgumuz da Sultan (2012)'nin Morityus Cumhuriyeti imalat sanayi ve Li ve diğeleri. (2013)'ün Çin imalat sanayi için gerçekleştirdiği çalışmalarda elde ettikleri sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Görüleceği üzere çalışmamızda çeşitli kategorilerdeki açıklayıcı değişkenler kullanılarak elde edilen analiz sonuçları özellikle gelişmekte olan ülkeler için gerçekleştirilen diğer çalışmalarla benzerlikler göstermektedir.

Literatürde enerji yoğunluğunun analiz edildiği çalışmalardan önemli bir bölümü ayrıştırma metotlarını kullanmıştır. Gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler için gerçekleştirilen çalışmalardan oldukça az bir bölümü regresyon yöntemlerini kullanmıştır. Bununla birlikte, Türkiye'de imalat sanayiinin incelendiği çalışmalarda regresyon yöntemleri kullanılarak firma özelliklerinin enerji yoğunluğu üzerindeki etkilerinin analiz edildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu açıdan mevcut çalışmanın kendi alanında özgün olduğunu söylemek mümkündür. Bu çalışmada Türkiye'de imalat sanayinde enerji yoğunluğu pek çok açıklayıcı değişken vasıtasıyla incelenmiştir. Çalışmada 8 grup altında 26 regresyon modeli oluşturulmuştur.

Oluşturulan bu regresyon modelleriyle:

- Çalışan sayısı ve ölçek değişkenleri firma büyüklüğünün ölçütü olarak kullanılmış ve diğer özellikleri aynı olan firmalar arasında firmalardan firma büyüklüğünün enerji yoğunluğu üzerindeki etkisinin,
- Alt-sektör kategorilerinin eklenmesiyle farklı sektörlerde faaliyet gösteren aynı özellikteki firmaların enerji yoğunluklarının nasıl değiştiğinin,
- Kuruluş yılından itibaren geçen süreyi gösteren işletme yaşı değişkeni kullanılarak diğer özellikleri aynı olan firmalar arasında firma yaşının enerji yoğunluğunu nasıl etkilediğinin,
- Coğrafi bölge kategorileriyle ise diğer özellikleri aynı olan ancak farklı bölgelerde faaliyet gösteren firmaların enerji yoğunluklarının nasıl farklılaştığının,
- Yabancı sermaye durumu kategorisi ile aynı özelliklere sahip firmalardan tam yabancı ve kısmi yabancı sermayeli firmaların enerji yoğunluklarının tam yerli sermayeli firmalardan ne ölçüde farklı olduğunun,

- ARGE ve ihracat faaliyeti kukla değişkenleri vasıtasıyla, diğer özellikleri aynı olan firmalardan ARGE veya ihracat yapanların yapmayan firmalara nazaran enerji yoğunluklarının nasıl değiştiiğinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Bu regresyon modellerinde kullanılan değişkenler Türkiye İstatistik Kurumu tarafından hazırlanan YSHA veri setinden temin edilmiştir. Söz konusu veri seti 2006-2012 dönemini içermektedir. Ayrıca, bu veri seti aynı firmayı birden fazla yıl için izleme imkanı vermektedir.

Oluşturulan regresyon modelleri tahmin edilirken zaman boyutunu oluşturan yıl değişkeni de analize dahil edilmiştir. Regresyon sonuçları yorumlanırken herhangi bir spesifik değişkenin aldığı katsayı, regresyondaki diğer tüm özellikleri aynı olan iki firmanın bahsekonu değişkenin temsil ettiği özelliklerinin farklı olması sonucu aralarında oluşan enerji yoğunluğu farkını göstermektedir.

Regresyon modellerinden elde edilen sonuçlara göre diğer özellikleri aynı olan firmalardan hem çalışan sayısı hem de sermaye miktarı ile enerji yoğunluğu arasındaki ilişkinin negatif olduğu anlaşılmaktadır. Diğer bir ifadeyle aynı özellikteki firmalardan çalışan sayısı veya sermayesi daha fazla olanların daha az enerji yoğun oldukları tespit edilmiştir. Firma yaşı ile enerji yoğunluğu ilişkisi analiz edildiğinde firma yaşı değişkeninin katsayısının pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu tahmin edilmiştir. Dolayısıyla aynı özellikteki firmalardan yaşı büyük olanın daha enerji yoğun olduğu anlaşılmıştır.

Bir sonraki aşamada firmaların faaliyet gösterdikleri bölge kategorileri modele eklenmiş ve coğrafi bölgeleri farklılaşan firmaların enerji yoğunluklarının nasıl değiştiiği analiz edilmiştir. Tüm coğrafi bölgeler için elde edilen katsayılar istatistiksel olarak anlamlıdır. Elde edilen sonuçlar firmaların faaliyet gösterdikleri coğrafi bölgelerin enerji yoğunluğunu açıklamada anlamlı bir değişken olduğunu göstermektedir. Sonrasında ise firmaların yabancı sermaye durumuna göre enerji yoğunlukları incelenmiştir. Model sonuçlarına göre hem tam sermayeli hem de kısmi yabancı sermayeli işletmelerin tam yerli sermayeli işletmelere göre ciddi ölçüde düşük enerji yoğunluklu oldukları anlaşılmıştır.

Bir sonraki değişken ARGE kukla değişkenidir. ARGE kukla değişkeninin katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Yani, ARGE yapan firmaların enerji yoğunlukları ARGE yapmayan firmalardan daha yüksektir. Elde edilen bu sonuç beklentilerin aksi yönündedir. Zira, ARGE harcaması yapan firmaların teknolojik altyapılarını iyileştirmek suretiyle daha enerji verimliliği yüksek firmalar olmaları beklenmektedir.

Diğer bir değişken ise ihracat kukla değişkenidir. İhracat kukla değişkenine ait katsayı negatif olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlıdır. Yani, ihracat faaliyeti bulunan firmaların enerji yoğunlukları aynı özellikteki firmalardan ihracat faaliyeti bulunmayan firmalara nazaran daha düşüktür.

Böylelikle enerji yoğunluğunun firma büyüklüğü, firma yaşı, faaliyet gösterilen coğrafi bölge, yabancı sermaye sahipliği, ARGE ve ihracat faaliyeti ve alt sektör kategorilerindeki firmalar arasında nasıl farklılaştığı ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçlardan çok önemli bir bölümü literatürde yer alan çalışmalarla paralellik göstermektedir. Esasen çalışma sonunda işletmelerin enerji yoğunluğunu belirleyen temel nedenin sermaye büyük olduğu görülmektedir. Çalışan sayısı, faaliyete bulunan alt sektörler, firma yaşı, ARGE, ihracat, yabancı sermaye, coğrafi konum gibi değişkenler kontrol edildiğinde sermaye büyüklüğünün işletmelerin enerji yoğunluğu etkileyen baş faktör olarak ortaya çıkmaktadır.

## SONUÇ

Bu çalışmanın ortaya çıkardığı temel sonuç, enerji yoğunluğunun azaltılabilmesini teminen ölçek ekonomisinden maksimum oranda faydalanılması gerekliliğidir. Bu çerçevede, Türkiye gibi üretmek için enerji kaynaklarına ihtiyaç duyan ve enerji kaynakları bakımından da dışa bağımlı olan bir ülkede, yoğunlaşmaların kontrolüne yönelik mevzuatın izin verdiği ölçüde, şirketlerin ölçeklerini organik veya inorganik yöntemlere büyütmelerine yönelik teşvik mekanizmalarının ve düzenlemelerin hayata geçirilmesi hayati önem arz etmektedir.

Halihazırda ülkemizde enerji teşvikleri iki kategori altında verilmektedir: verimliliği artırıcı proje (VAP) ve gönüllü anlaşma (GA) destekleri. Bununla birlikte her ne kadar Türkiye’de bugüne değin enerji verimliliği kapsamında ağırlık firma teşviklerine ve düzenlemelere verilmekle birlikte, bu çalışmada ortaya çıkan sonuç itibarıyla ölçek ekonomisinden faydalanılması da gerekmektedir. Bu bağlamda kamusal tedbirlerin, firma düzeyinde ölçeğin artırılmasına da odaklanması tamamlayıcı politika seti bakımından büyük önem arz etmektedir. Söz konusu politika setinin vergi düzenlemelerinden, teşvik mekanizmasına, sermaye piyasası araçlarından, ticari kurallara değin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Tüm bu önlemler esasen entegre bir ulusal stratejiyi ima etmektedir. Bu durum bir yandan kurumsal ve büyük firmaların ortaya çıkmasına olanak sağlarken, diğer yandan pozitif dışsal etki olarak enerji verimliliğine ulaşma adına da büyük önem arz etmektedir. Bilindiği üzere, şirketlerin hem birleşme/devralma hem de organik büyümelerinin temel gerekçeleri maliyetlerin düşürülmesine yönelik etkinlik kazanımlarıdır. Bu durum yalnızca personel ya da genel yönetim giderlerinden tasarrufla kalmayıp esasen önemli ölçüde enerji verimliliğine yönelik olmalıdır. Bu çalışmanın sonucu şirketlerin büyümeye odaklanması için başkaca önemli bir gerekçenin daha mevcut olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Bu anlamda şirketlerin büyümesine odaklanmak temel politika amacı olmalıdır. Bu politikanın muhtemel kazanımı da ayrıca herhangi bir maliyete katlanmaksızın elde edilecek olan enerji verimliliği olacaktır. Bu anlamda enerji verimliliği konusunun yalnızca Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı uhdesinde yer almadığı esasen şirketler ile ilgili düzenleme yapma yetkisine haiz tüm kamu kurumlarını ilgilendirdiği görülmektedir.

T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından hazırlanan en son Türkiye Sanayi Stratejisi Belgesi'nde (2015-1018) genel amaç; "Türk sanayisinin rekabet edebilirliğinin ve verimliliğinin yükseltilerek, dünya ihracatından daha fazla pay alan, ağırlıklı olarak yüksek katma değerli ve ileri teknoloji ürünlerin üretildiği, nitelikli işgücüne sahip ve aynı zamanda çevreye ve topluma duyarlı bir sanayi yapısına dönüşümünü hızlandırmak" olarak belirlenmiştir. Söz konusu amacın elde edilmesine yönelik olarak uygulamadaki eylem planlarına firma ölçeğinin büyütülmesi hedefinin de dahil edilmesi gerektiği açıktır. Bu durum ölçeğin artırılması yoluyla sanayide enerji yoğunluğunun elde edilerek rekabetçiliğin artırılması ve maliyetlerin düşürülmesine yol açarak istenilen amaca ulaşılmasını kolaylaştırıcı olacaktır. Türkiye'nin hali hazırda net enerji ithalatçısı konumunda olması, enerji verimliliğinde sağlanacak iyileştirmelerin cari açık, büyüme, yatırım ortamının geliştirilmesi ve fiyat istikrarı gibi geniş bir yelpazede makro ekonomik parametrelere katkı sağlayacaktır.

Bu çalışma kapsamı itibari ile 2006-2012 dönemi imalat sanayinde faaliyet gösteren firmalar ile sınırlıdır. Bununla birlikte enerji yoğunluğu konusunun tüm yönleriyle ele alınabilmesi için gelecekte yapılacak çalışmalarda hizmetler, tarım ve hane halkı özelinde de benzer çalışmaların yapılmasında büyük fayda olacaktır. Buna ek olarak, yeni veri oluşması halinde imalat sanayinde alt sektörler odaklanan firma düzeyinde çalışmaların da yapılması mikro teşvik ve düzenlemelerin yapılmasına ışık tutacaktır.

## KAYNAKÇA

- Apergis, N., Aye, G. C., Barros, C. P., Gupta, R., and Wanke, P. (2015). Energy efficiency of selected OECD countries: A slacks based model with undesirable outputs. *Energy Economics*, 51, 45-53.
- Asteriou, D., and Hall, S. G. (2007). Applied Econometrics: a modern approach, revised edition. Hampshire: Palgrave Macmillan.
- Aşık, S.T. ve G.İ. Tunç & E. Akbostancı (2008), Türkiye imalat sanayiinde enerji kullanımını ve kirlilik, *İktisat İşletme ve Finans*, 23(262), 5-16.
- Ates, S. A., and Durakbasa, N. M. (2012). Evaluation of corporate energy management practices of energy intensive industries in Turkey. *Energy*, 45(1), 81-91.
- Aysun, Ö. Z. E. N. (2015). Seçilmiş göstergelerle türkiye imalat sanayiinin analizi. Nevşehir *Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 5(1), 140-162.
- Bernard, J. T., and Côté, B. (2005). The measurement of the energy intensity of manufacturing industries: a principal components analysis. *Energy Policy*, 33(2), 221-233.
- Bloch, H., S. Rafiq, R. S. (2015). Economic growth with coal, oil and renewable energy consumption in china: prospects for fuel substitution, *Economic Modelling*, 44, 104- 115.
- British Petroleum (2018), Historical Data Workbook. BP Statistical Review of World Energy 2018.
- Brown, Ashley C., and Carolina L. (2016). Electricity Markets: Interface between Regulation and Trade, Electricity Services Toolkit, UNCTAD
- Corneli, S., ve Khim, S. (2016). Will distributed energy end the utility natural monopoly?, *Electricity Policy*, June.



- Cornillie, J., and Fankhauser, S. (2004). The energy intensity of transition countries. *Energy Economics*, 26(3), 283-295.
- Dargay, J. (1983). *Energy Usage and Energy Prices in Swedish Manufacturing* (No. 80). IUI Working Paper.
- Demsetz, H. (1968). Why Regulate Utilities? *Journal of Law and Economics*, The University of Chicago Press, Vol. 11, No. 1, April, pp. 55-65, <http://www.jstor.org/stable/724970>.
- Duran, E., Aravena, C., and Aguilar, R. (2015). Analysis and decomposition of energy consumption in the Chilean industry. *Energy Policy*, 86, 552-561.
- Duro, J. A., Alcántara, V., and Padilla, E. (2010). International inequality in energy intensity levels and the role of production composition and energy efficiency: an analysis of OECD countries. *Ecological Economics*, 69(12), 2468-2474.
- Ediger, V. Ş., and Huvaz, O. (2006). Examining the sectoral energy use in Turkish economy (1980–2000) with the help of decomposition analysis. *Energy Conversion and Management*, 47(6), 732-745.
- Ertuğrul, H. M. (2010). Türkiye’de enerji sektöründeki yapısal reformların enerji verimliliği üzerine etkileri. *Enerji, Piyasa ve Düzenleme*, 1(2), 145-171.
- Fisher-Vanden, K., Hu, Y., Jefferson, G., Rock, M., and Toman, M. (2016). Factors influencing energy intensity in four Chinese industries. *The Energy Journal*, 37, 153-177.
- Fisher-Vanden, K., Jefferson, G. H., Liu, H., and Tao, Q. (2004). What is driving China’s decline in energy intensity?. *Resource and Energy economics*, 26(1), 77-97.
- Geller, H., Harrington, P., Rosenfeld, A. H., Tanishima, S., and Unander, F. (2006). Policies for increasing energy efficiency: Thirty years of experience in OECD countries. *Energy policy*, 34(5), 556-573.

- Goldar, B. (2011). Energy intensity of Indian manufacturing firms: effect of energy prices, technology and firm characteristics. *Science, Technology and Society*, 16(3), 351-372.
- Greening, L. A., Davis, W. B., Schipper, L., and Khrushch, M. (1997). Comparison of six decomposition methods: application to aggregate energy intensity for manufacturing in 10 OECD countries. *Energy Economics*, 19(3), 375-390.
- Gujarati, D. N. (2004). Basic econometrics.: Student solutions manual for use with Basic econometrics.
- Hartono, D., Irawan, T., and Achسانی, N. A. (2011). An analysis of energy intensity in Indonesian manufacturing. *International Research Journal of Finance and Economics*, 62, 77-84.
- Herrerias, M. J., Cuadros, A., and Luo, D. (2013). Ownership Reform, Innovation, and Energy Intensity: Further Research across Chinese Regions. The University of Nottingham.–Working Paper Series.–Feb.
- Howarth, R. B., Schipper, L., Duerr, P. A., and Strøm, S. (1991). Manufacturing energy use in eight OECD countries: decomposing the impacts of changes in output, industry structure and energy intensity. *Energy Economics*, 13(2), 135-142.
- Inglesi-Lotz, R., and Pouris, A. (2012). Energy efficiency in South Africa: A decomposition exercise. *Energy*, 42(1), 113-120.
- İslatince, H., ve Haydaroğlu, C. (2009). Türk İmalat Sanayiinde Enerji Verimliliği ve Yoğunluğunun Analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (24), 155-164.
- Jobert, T., and Karanfil, F. (2007). Sectoral energy consumption by source and economic growth in Turkey. *Energy policy*, 35(11), 5447-5456.
- Karakaya, H. (2017). Enerji verimliliği kapsamında türkiye'nin enerji tüketimi ve ekonomik büyümesi arasındaki nedensellik ilişkisinin değerlendirilmesi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(2), 26-39.

- Kodwani, Devendra (2000). Economic Regulation of Utility Industries, *Economic and political weekly* · July, DOI: 10.2307/4409534.
- Lawrence, A., Karlsson, M., & Thollander, P. (2018). Effects of firm characteristics and energy management for improving energy efficiency in the pulp and paper industry. *Energy*, 153, 825-835.
- Lavenex, Sandra, Schimmelfennig Frank (2009). EU rules beyond EU borders. *Journal of European Public Policy*, 16:6, 791-812.
- Li, J., Shen, B., Miao, P., Han, Y., and Zhang, J. (2013). China's Industrial Energy Intensity: Regional Differences and Influencing Factors. *Journal of Applied Sciences*, 13, 3604-3607.
- Liao, H., Fan, Y., and Wei, Y. M. (2007). What induced China's energy intensity to fluctuate: 1997–2006?. *Energy Policy*, 35(9), 4640-4649.
- Liddle, B. (2010). Revisiting world energy intensity convergence for regional differences. *Applied Energy*, 87(10), 3218-3225.
- Ma, C., and Stern, D. I. (2008). China's changing energy intensity trend: a decomposition analysis. *Energy economics*, 30(3), 1037-1053.
- Markandya, A., Pedroso-Galinato, S., and Streimikiene, D. (2006). Energy intensity in transition economies: is there convergence towards the EU average?. *Energy Economics*, 28(1), 121-145.
- May, G., Taisch, M., Stahl, B., Sadr, V. (2012). Toward Energy Efficient Manufacturing: A Study on Practices and Viewpoint of the Industry. In: Emmanouilidis, C., Taisch, M., Kiritsis, D. (eds.) APMS 2012. IFIP AICT, vol. 397, pp. 1–8. Springer, Heidelberg
- Metcalf, G. E. (2008). An empirical analysis of energy intensity and its determinants at the state level. *The Energy Journal*, 29(3), 1-27.

- Miketa, A. (2001). Analysis of energy intensity developments in manufacturing sectors in industrialized and developing countries. *Energy Policy*, 29(10), 769-775.
- Miketa, A., and Mulder, P. (2005). Energy productivity across developed and developing countries in 10 manufacturing sectors: patterns of growth and convergence. *Energy Economics*, 27(3), 429-453.
- Nanduri, M (1998), Assessment of energy intensity indicators and their roles as policy making tools. School of Resource and Environmental Management, Report No:1998:232
- Neelis, M., Ramirez-Ramirez, A., Patel, M., Farla, J., Boonekamp, P., and Blok, K. (2007). Energy efficiency developments in the Dutch energy-intensive manufacturing industry, 1980–2003. *Energy Policy*, 35(12), 6112-6131.
- OECD/International Energy Agency. (2016). Energy Policies of IEA Countries-Turkey 2016 Review.
- Ozturk, H. K. (2005). Energy usage and cost in textile industry: A case study for Turkey. *Energy*, 30(13), 2424-2446.
- Önüt, S., and Soner, S. (2007). Analysis of energy use and efficiency in Turkish manufacturing sector SMEs. *Energy Conversion and Management*, 48(2), 384-394.
- Önüt, S., Tuzkaya, U. R., and Saadet, N. (2008). Multiple criteria evaluation of current energy resources for Turkish manufacturing industry. *Energy Conversion and Management*, 49(6), 1480-1492.
- Özkara, Y., and Atak, M. (2015). Regional total-factor energy efficiency and electricity saving potential of manufacturing industry in Turkey. *Energy*, 93, 495-510.
- Papadogonas, T., Mylonakis, J., & Georgopoulos, D. (2007). Energy consumption and firm characteristics in the Hellenic manufacturing sector. *International Journal of Energy Technology and Policy*, 5(1), 89-96.

- Parker, S., and Liddle, B. (2017). Economy-wide and manufacturing energy productivity transition paths and club convergence for OECD and non-OECD countries. *Energy Economics*, 62, 338-346.
- Paşaoğlu, Ö. (2003). Doğal Tekellerde Regülasyon ve Rekabet Bir Örnek: İngiliz Elektrik Sektörünün Yeniden Yapılandırılması, Uzmanlık Tezi, Rekabet Kurumu, Ankara.
- Pesaran, M. H. (2015). Time series and panel data econometrics. Oxford University Press.
- Ray, S. (2011). Measuring energy intensity in selected manufacturing industries in India. *Journal of Energy Technologies and Policy*, 1(1), 31-44.
- Reddy, B. S., and Ray, B. K. (2011). Understanding industrial energy use: Physical energy intensity changes in Indian manufacturing sector. *Energy Policy*, 39(11), 7234-7243.
- Sadorsky, P. (2013). Do urbanization and industrialization affect energy intensity in developing countries?. *Energy Economics*, 37, 52-59.
- Sahu, S., and Narayanan, K. (2011a). Determinants of energy intensity in Indian manufacturing industries: a firm level analysis. *Eurasian Journal of Business and Economics*, 4 (8), 13-30.
- Sahu, S. K., & Narayanan, K. (2011). Total factor productivity and energy intensity in Indian manufacturing: a cross-sectional study. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 1(2), 47-58.
- Salta, M., Polatidis, H., and Haralambopoulos, D. (2009). Energy use in the Greek manufacturing sector: a methodological framework based on physical indicators with aggregation and decomposition analysis. *Energy*, 34(1), 90-111.
- Selçuk, I. Ş. (2018). Türkiye sanayi sektörü enerji verimliliği: genişletilmiş logaritmik ortalama divisia endeks ayrıştırma yöntemi uygulaması. *Sosyoekonomi*, 26(37), 127-145.

- Sheinbaum-Pardo, C., Mora-Pérez, S., and Robles-Morales, G. (2012). Decomposition of energy consumption and CO2 emissions in Mexican manufacturing industries: Trends between 1990 and 2008. *Energy for Sustainable Development*, 16(1), 57-67.
- Steenhof, P. A. (2006). Decomposition of electricity demand in China's industrial sector. *Energy Economics*, 28(3), 370-384.
- Sultan, R. (2012). An investigation of the determinants of energy intensity for the design of environmental strategies in emerging markets. Department of Economics and Statistics, University of Mauritius, Mauritius.
- Sun, J. (1998). Changes in energy consumption and energy intensity: a complete decomposition model. *Energy Economics*, 20(1), 85-100.
- Tanaka, K. (2008). Assessment of energy efficiency performance measures in industry and their application for policy. *Energy policy*, 36(8), 2887-2902.
- Tatoğlu, F. Y. (2013). Panel veri analizi: Stata uygulamalı. Beta.
- Taymaz, E., Voyvoda, E, Yilmaz, K. (2008). "Türkiye İmalat Sanayinde Yapısal Dönüşüm ve Teknolojik Değişme Dinamikleri," ERC Working Papers 0804, ERC - Economic Research Center, Middle East Technical University.
- T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2015). Türkiye Sanayi Stratejisi Belgesi (2015 – 2018).
- Unander, F., Karbuz, S., Schipper, L., Khrushch, M., and Ting, M. (1999). Manufacturing energy use in OECD countries: decomposition of long-term trends. *Energy Policy*, 27(13), 769-778.
- Voigt, S., De Cian, E., Schymura, M., and Verdolini, E. (2014). Energy intensity developments in 40 major economies: structural change or technology improvement?. *Energy Economics*, 41, 47-62.
- Whakatutuki, H. (2018)., Regulatory Charter, Ministry of Business, Innovation and Employment.

- Worrell, E., Price, L., Martin, N., Farla, J., and Schaeffer, R. (1997). Energy intensity in the iron and steel industry: a comparison of physical and economic indicators. *Energy Policy*, 25(7-9), 727-744.
- Wurlod, J. D., and Noailly, J. (2018). The impact of green innovation on energy intensity: an empirical analysis for 14 industrial sectors in OECD countries. *Energy Economics*, 71, 47-61.
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, YEGM. (2017). Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023.
- Yergin, Daniel (2011). “The Quest, Energy, Security, and the Remaking of the Modern World”
- Yılmaz, A., Kelleci, S. Ü., ve Bostan, A. (2016). Türkiye ekonomisinde sektörel enerji tüketiminin ayrıştırma yöntemiyle analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(2), 1-27.
- Zhao, Y., Ke, J., Ni, C. C., McNeil, M., Khanna, N. Z., Zhou, N., and Li, Q. (2014). A comparative study of energy consumption and efficiency of Japanese and Chinese manufacturing industry. *Energy Policy*, 70, 45-56.

## EK 1. ALT SEKTÖRLER BAZINDA BETİMSSEL İSTATİSTİKLER

*Yıllara Göre Gayrisafi Yatırım, Çalışan Sayısı ve Enerji Harcaması*

Alt sektör	Değişken	Gözlem	2006	
		sayısı	Ortalama	Std. Sapma
Gıda ürünleri ve İçecek	Gayrisafi Yatırım (TL)	3,488	1,221,562	9,560,901
	Çalışan Sayısı	3,488	60	323
	Enerji Harcaması (TL)	3,488	413,130	2,999,330
<b>Tütün ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	24	11,985,496	21,268,534
	Çalışan Sayısı	24	834	2,170
	Enerji Harcaması (TL)	24	2,269,337	4,673,599
<b>Tekstil Ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	4,188	3,565,200	148,518,062
	Çalışan Sayısı	4,188	80	198
	Enerji Harcaması (TL)	4,188	538,234	1,840,675
<b>Giyim Eşyası</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	4,586	256,232	1,428,680
	Çalışan Sayısı	4,586	60	153
	Enerji Harcaması (TL)	4,586	81,568	424,267
<b>Deri ve Deri Ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	799	341,254	2,284,462
	Çalışan Sayısı	799	37	77
	Enerji Harcaması (TL)	799	95,645	310,194
<b>Ağaç Ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	1,230	424,977	5,441,255
	Çalışan Sayısı	1,230	17	50
	Enerji Harcaması (TL)	1,230	155,158	1,394,331
<b>Kağıt Hamuru, Kağıt Ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	580	1,870,413	15,066,604
	Çalışan Sayısı	580	53	93
	Enerji Harcaması (TL)	580	669,321	2,786,571



Alt sektör	Değişken	Gözlem	2006	
		sayısı	Ortalama	Std. Sapma
Basım ve Yayın Ürünleri	Gayrisafi Yatırım (TL)	1,221	492,141	4,177,676
	Çalışan Sayısı	1,221	27	66
	Enerji Harcaması (TL)	1,221	69,105	353,440
<b>Rafine Edilmiş Petrol</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	125	15,218,577	165,234,399
	Çalışan Sayısı	125	55	418
	Enerji Harcaması (TL)	125	1,662,863	17,687,985
<b>Kimyasal Madde</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	1,007	2,766,812	26,385,212
	Çalışan Sayısı	1,007	74	207
	Enerji Harcaması (TL)	1,007	734,268	5,552,554
<b>Plastik ve Kauçuk Ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	1,820	1,176,123	7,398,773
	Çalışan Sayısı	1,820	45	96
	Enerji Harcaması (TL)	1,820	278,174	1,248,523
<b>Metalik Olmayan Diğer</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	2,244	2,498,419	32,511,857
	Çalışan Sayısı	2,244	64	159
	Enerji Harcaması (TL)	2,244	1,203,334	5,802,417
<b>Ana Metal Sanayi</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	930	4,236,035	30,610,192
	Çalışan Sayısı	930	91	360
	Enerji Harcaması (TL)	930	2,390,966	14,031,675
<b>Fabrikasyon Metal</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	3,635	485,989	3,903,937
	Çalışan Sayısı	3,635	31	69
	Enerji Harcaması (TL)	3,635	85,321	347,996
<b>Makine ve Teçhizat</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	2,910	1,212,896	32,468,343
	Çalışan Sayısı	2,910	48	242
	Enerji Harcaması (TL)	2,910	98,634	621,590

Alt sektör	Değişken	Gözlem	2006	
Büro Makineleri		sayısı	Ortalama	Std. Sapma
	Gayrisafi Yatırım (TL)	19	1,759,413	5,911,556
	Çalışan Sayısı	19	55	48
	Enerji Harcaması (TL)	19	88,237	107,733
<b>Elektrikli Makine</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	847	1,085,025	64,445,696
	Çalışan Sayısı	847	65	188
	Enerji Harcaması (TL)	847	153,610	557,040
<b> Radyo, Televizyon</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	130	1,722,548	6,752,903
	Çalışan Sayısı	130	181	675
	Enerji Harcaması (TL)	130	320,912	1,364,117
<b>Tibbi Aletler</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	269	512,128	1,815,253
	Çalışan Sayısı	269	41	60
	Enerji Harcaması (TL)	269	69,789	166,459
<b>Motorlu Kara Taşıtı</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	962	2,902,335	20,193,001
	Çalışan Sayısı	962	117	460
	Enerji Harcaması (TL)	962	346,332	1,717,344
<b>Diğer Ulaşım Araçları</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	652	853,795	4,597,602
	Çalışan Sayısı	652	61	162
	Enerji Harcaması (TL)	652	104,439	503,551
<b>Mobilya</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	2,546	335,023	2,822,430
	Çalışan Sayısı	2,546	35	124
	Enerji Harcaması (TL)	2,546	51,501	175,291
<b>Geri Dönüşüm</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	25	491,889	1,610,607
	Çalışan Sayısı	25	27	36
	Enerji Harcaması (TL)	25	230,375	579,834

Alt sektör	Değişken	Gözlem	2007	
		sayısı	Ortalama	Std. Sapma
Gıda ürünleri ve İçecek	Gayrisafi Yatırım (TL)	3,269	1,148,665	10,757,519
	Çalışan Sayısı	3,269	67	348
	Enerji Harcaması (TL)	3,269	477,575	3,373,785
<b>Tütün ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	29	8,613,359	18,103,622
	Çalışan Sayısı	29	573	1,498
	Enerji Harcaması (TL)	29	1,683,239	3,574,267
<b>Tekstil Ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	3,993	932,479	11,290,269
	Çalışan Sayısı	3,993	84	221
	Enerji Harcaması (TL)	3,993	589,070	2,070,391
<b>Giyim Eşyası</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	4,773	177,590	1,091,747
	Çalışan Sayısı	4,773	59	155
	Enerji Harcaması (TL)	4,773	82,772	457,627
<b>Deri ve Deri Ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	773	205,607	996,858
	Çalışan Sayısı	773	38	80
	Enerji Harcaması (TL)	773	103,742	337,813
<b>Ağaç Ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	1,205	413,924	5,876,257
	Çalışan Sayısı	1,205	18	60
	Enerji Harcaması (TL)	1,205	187,713	1,714,199
<b>Kağıt Hamuru, Kağıt Ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	588	1,822,371	14,830,091
	Çalışan Sayısı	588	58	101
	Enerji Harcaması (TL)	588	653,994	2,822,293

Alt sektör	Değişken	Gözlem	2007	
		sayısı	Ortalama	Std. Sapma
Basım ve Yayın Ürünleri	Gayrisafi Yatırım (TL)	1,114	393,913	3,364,127
	Çalışan Sayısı	1,114	27	74
	Enerji Harcaması (TL)	1,114	74,908	413,334
<b>Rafine Edilmiş Petrol</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	74	78,003,072	666,502,624
	Çalışan Sayısı	74	84	517
	Enerji Harcaması (TL)	74	3,249,011	25,517,729
<b>Kimyasal Madde</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	982	2,538,018	15,086,343
	Çalışan Sayısı	982	73	206
	Enerji Harcaması (TL)	982	782,230	5,895,179
<b>Plastik ve Kauçuk Ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	1,753	958,674	5,309,149
	Çalışan Sayısı	1,753	49	101
	Enerji Harcaması (TL)	1,753	338,458	1,594,455
<b>Metalik Olmayan Diğer</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	2,182	1,791,424	13,708,097
	Çalışan Sayısı	2,182	68	162
	Enerji Harcaması (TL)	2,182	1,457,534	7,662,758
<b>Ana Metal Sanayi</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	885	4,208,559	28,566,287
	Çalışan Sayısı	885	102	376
	Enerji Harcaması (TL)	885	3,261,527	20,450,462
<b>Fabrikasyon Metal</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	3,554	378,831	2,618,290
	Çalışan Sayısı	3,554	33	73
	Enerji Harcaması (TL)	3,554	95,787	380,210
<b>Makine ve Teçhizat</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	2,762	629,053	5,866,252
	Çalışan Sayısı	2,762	53	269
	Enerji Harcaması (TL)	2,762	120,374	887,215

Alt sektör	Değişken	Gözlem sayısı	2007	
			Ortalama	Std. Sapma
Büro Makineleri	Gayrisafi Yatırım (TL)	18	331,263	671,806
	Çalışan Sayısı	18	67	68
	Enerji Harcaması (TL)	18	172,443	376,938
Elektrikli Makine	Gayrisafi Yatırım (TL)	769	813,981	3,131,329
	Çalışan Sayısı	769	79	271
	Enerji Harcaması (TL)	769	186,672	635,810
Radyo, Televizyon	Gayrisafi Yatırım (TL)	130	1,718,188	7,996,026
	Çalışan Sayısı	130	154	538
	Enerji Harcaması (TL)	130	320,065	1,316,345
Tibbi Aletler	Gayrisafi Yatırım (TL)	272	447,723	1,704,071
	Çalışan Sayısı	272	45	67
	Enerji Harcaması (TL)	272	82,105	206,700
Motorlu Kara Taşıtı	Gayrisafi Yatırım (TL)	942	3,012,409	21,498,476
	Çalışan Sayısı	942	126	510
	Enerji Harcaması (TL)	942	397,124	1,989,482
Diğer Ulaşım Araçları	Gayrisafi Yatırım (TL)	782	1,205,610	6,972,752
	Çalışan Sayısı	782	60	170
	Enerji Harcaması (TL)	782	104,825	510,771
Mobilya	Gayrisafi Yatırım (TL)	2,465	249,757	1,471,211
	Çalışan Sayısı	2,465	36	122
	Enerji Harcaması (TL)	2,465	57,572	226,095
Geri Dönüşüm	Gayrisafi Yatırım (TL)	39	397,315	1,432,482
	Çalışan Sayısı	39	24	51
	Enerji Harcaması (TL)	39	225,440	751,170

Alt sektör	Değişken	Gözlem sayısı	2008	
			Ortalama	Std. Sapma
Gıda ürünleri ve İçecek	Gayrisafi Yatırım (TL)	3,271	1,105,059	7,550,881
	Çalışan Sayısı	3,271	69	353
	Enerji Harcaması (TL)	3,271	636,854	5,047,306
<b>Tütün ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	28	5,696,734	12,259,658
	Çalışan Sayısı	28	667	2,249
	Enerji Harcaması (TL)	28	1,664,710	2,904,878
<b>Tekstil Ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	3,745	602,556	3,408,464
	Çalışan Sayısı	3,745	82	200
	Enerji Harcaması (TL)	3,745	675,785	2,229,831
<b>Giyim Eşyası</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	4,575	172,723	899,830
	Çalışan Sayısı	4,575	61	159
	Enerji Harcaması (TL)	4,575	93,908	453,711
<b>Deri ve Deri Ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	712	276,635	1,772,986
	Çalışan Sayısı	712	44	111
	Enerji Harcaması (TL)	712	143,464	486,213
<b>Ağaç Ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	1,102	718,204	7,747,309
	Çalışan Sayısı	1,102	19	69
	Enerji Harcaması (TL)	1,102	268,029	2,592,288
<b>Kağıt Hamuru, Kağıt Ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	578	1,107,652	5,921,823
	Çalışan Sayısı	578	58	98
	Enerji Harcaması (TL)	578	917,868	4,000,895

Alt sektör	Değişken	Gözlem	2008	
Basım ve Yayın Ürünleri		sayısı	Ortalama	Std. Sapma
	Gayrisafi Yatırım (TL)	1,150	343,946	5,063,032
	Çalışan Sayısı	1,150	26	75
	Enerji Harcaması (TL)	1,150	86,082	434,335
<b>Rafine Edilmiş Petrol</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	69	8,637,395	69,264,435
	Çalışan Sayısı	69	85	519
	Enerji Harcaması (TL)	69	5,346,869	41,394,005
<b>Kimyasal Madde</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	988	2,273,273	12,211,002
	Çalışan Sayısı	988	74	201
	Enerji Harcaması (TL)	988	926,448	7,142,419
<b>Plastik ve Kauçuk Ürünleri</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	1,782	1,034,969	6,061,351
	Çalışan Sayısı	1,782	53	120
	Enerji Harcaması (TL)	1,782	427,057	1,909,339
<b>Metalik Olmayan Diğer</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	2,150	1,798,776	14,114,103
	Çalışan Sayısı	2,150	70	186
	Enerji Harcaması (TL)	2,150	1,859,542	9,571,221
<b>Ana Metal Sanayi</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	1,205	4,479,402	40,985,743
	Çalışan Sayısı	1,205	81	348
	Enerji Harcaması (TL)	1,205	2,993,064	21,734,405
<b>Fabrikasyon Metal</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	3,788	459,477	3,915,123
	Çalışan Sayısı	3,788	32	72
	Enerji Harcaması (TL)	3,788	109,945	446,540
<b>Makine ve Teçhizat</b>				
	Gayrisafi Yatırım (TL)	2,903	572,035	4,631,561
	Çalışan Sayısı	2,903	53	289
	Enerji Harcaması (TL)	2,903	143,583	1,159,945

Alt sektör	Değişken	Gözlem	2008	
		sayısı	Ortalama	Std. Sapma
<b>Büro Makineleri</b>	Gayrisafi Yatırım (TL)	19	231,259	701,988
	Çalışan Sayısı	19	61	80
	Enerji Harcaması (TL)	19	120,793	175,638
<b>Elektrikli Makine</b>	Gayrisafi Yatırım (TL)	845	1,065,590	6,626,672
	Çalışan Sayısı	845	81	290
	Enerji Harcaması (TL)	845	230,077	820,068
<b>Radyo, Televizyon</b>	Gayrisafi Yatırım (TL)	131	1,944,331	12,852,275
	Çalışan Sayısı	131	144	497
	Enerji Harcaması (TL)	131	326,666	1,320,138
<b>Tibbi Aletler</b>	Gayrisafi Yatırım (TL)	273	465,639	1,848,886
	Çalışan Sayısı	273	45	66
	Enerji Harcaması (TL)	273	84,610	203,693
<b>Motorlu Kara Taşıtı</b>	Gayrisafi Yatırım (TL)	919	3,672,434	31,041,503
	Çalışan Sayısı	919	129	565
	Enerji Harcaması (TL)	919	457,624	2,380,312
<b>Diğer Ulaşım Araçları</b>	Gayrisafi Yatırım (TL)	832	1,762,845	13,700,821
	Çalışan Sayısı	832	64	180
	Enerji Harcaması (TL)	832	127,289	640,439
<b>Mobilya</b>	Gayrisafi Yatırım (TL)	2,734	176,739	1,047,650
	Çalışan Sayısı	2,734	34	117
	Enerji Harcaması (TL)	2,734	65,488	300,643
<b>Geri Dönüşüm</b>	Gayrisafi Yatırım (TL)	44	344,866	1,661,606
	Çalışan Sayısı	44	27	63
	Enerji Harcaması (TL)	44	246,807	1,012,090

Kaynak: TÜİK-Yıllık Sanayi ve Hizmet Anketleri (YSHA)