

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ENERJİ VE ELEKTRİK YOĞUNLUKLARINDAKİ EĞİLİMLERİN
GELİŞMİŞLİK EKSENİNDE İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Turhan KARAYEL

Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı

Elektrik Mühendisliği Programı

MAYIS 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ENERJİ VE ELEKTRİK YOĞUNLUKLARINDAKİ EĞİLİMLERİN
GELİŞMİŞLİK EKSENİNDE İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Turhan KARAYEL
(504111038)**

Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı

Elektrik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Nazif Hülâgü SOHTAOĞLU

MAYIS 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 504111038 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Turhan KARAYEL**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“ENERJİ VE ELEKTRİK YOĞUNLUKLARINDAKİ EĞİLİMLERİN GELİŞMİŞLİK EKSENİNDE İNCELENMESİ”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Nazif Hülâgü SOHTAOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Ömer GÜL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. İsmail TEMİZ
Marmara Üniversitesi

Teslim Tarihi : 30 Nisan 2015
Savunma Tarihi : 27 Mayıs 2015

Sabırla yanımnda olan Eşim'e

ÖNSÖZ

Ülkelerin kalkınma hızlarının sürdürülebilir olması ve yaşam standartlarının yükseltilebilmesinde enerji kavramı çok önemlidir. Günümüzde sanayileşme, hızlı nüfus artışı vb. etmenlerden dolayı enerji talebi giderek artmaktadır. Ancak talepler arttıkça, elde bulunan rezervler sınırlı miktarlarda oldukları için, bu talepleri karşılamak gün geçtikçe daha zor hale gelmektedir. Dolayısıyla enerjinin verimli ve en etkin biçimde kullanılması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Enerji verimliliği, kullanılan kaynağı en aza düşürerek maksimum verim elde etmek ve aynı enerji kaynağı kullanılarak daha fazla üretim sağlamak olarak ifade edilebilir.

İnsanlar eski çağlardan günümüze dek geçen süreçte gereksinimlerini karşılayabilmek için birincil enerji kaynaklarını kullanmışlardır (petrol, kömür, doğalgaz. vb.). Ancak sonraki dönemlerde, teknolojinin ilerlemesi ve kent yaşamının belirgenleşmesi ile çevre kirliliği bilinci ortaya çıkmıştır. Bu iki ana nedenin sonucu olarak birincil enerji kaynaklarının yanı sıra ikincil enerji kaynakları kullanılmaya başlanmıştır. İkincil enerji kaynakları, birincil enerji kaynakları kullanılarak ortaya çıkan kaynaklardır. Bunların başında ise kullanımı kolay ve çevre kirliliğine duyarlı olan elektrik enerjisi gelmektedir. Geniş bir kullanım alanına sahip olan elektrik enerjisi, küçük miktarlar hariç olmak üzere, efektif olarak depolanamamasına karşın, üretim noktalarından daha uzak bölgelere taşınabilme ve kontrol edilebilme avantajlarından ötürü, çok geniş kullanım alanlarına sahiptir. Teknoloji ve çevreyle olan bu ilişkisine bağlı olarak, elektrik enerjisinin kişi başına tüketim miktarı aynı zamanda bir gelişmişlik ölçüsü olarak kabul edilmektedir.

Enerjinin üretim noktasından başlamak üzere, tüketim noktasına kadar en yüksek verimle iletilmesi ve tüketim noktasında da en yüksek verimle kullanılması büyük önem arz etmektedir. Yapılan çalışmada, enerji verimliliği ile ilişkili olan enerji ve elektrik yoğunlukları kavramları açıklanacak, bu kavramlardaki eğilimler gelişmişlik ekseninde incelenecek ve dönemler itibarıyla ulaşılan sonuçlar, ayrıca, yakınsama kavramı çerçevesinde karşılaştırmalı sunulacaktır.

Tez çalışması için beni kabul eden, sonrasında da her türlü desteği sağlayarak bana zaman ayıran değerli hocam Doç. Dr. Nazif Hülâgü Sohtaoğlu'na ve çalışmalarım esnasında bana sonsuz sabır göstererek desteğini esirgemeyen sevgili eşim Nil Karayel'e teşekkür ederim.

Mayıs 2015

Turhan KARAYEL
Elektrik-Elektronik Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	3
1.2 Literatür Araştırması	4
1.3 Yöntem	6
1.4 Veri Kümesi	6
2. TEMEL ENERJİ BÜYÜKLÜKLERİNDEKİ GELİŞMELER.....	7
2.1 Toplam Birincil Enerji Arzı	7
2.2 Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi	9
2.3 Gayri Safi Yurtiçi Hasıla.....	11
2.4 Nüfus	13
3. TEMEL ENERJİ GÖSTERGELERİNDEKİ GELİŞMELER	15
3.1 Kişi Başına Düşen Toplam Birincil Enerji Arzı.....	15
3.2 Kişi Başına Düşen Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi.....	17
3.3 Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	19
3.4 Enerji Yoğunluğu	22
3.5 Elektrik Yoğunluğu	25
4. VERİ KÜMESİ İÇİN YAKINSAMA EĞİLİMLERİNİN İRDELENMESİ..	27
4.1 Enerji Yoğunluğundaki Yakınsama Eğilimleri	31
4.1.1 Küresel toplam için enerji yoğunluğu yakınsaması	31
4.1.2 OECD üyesi ülkeler toplamı için enerji yoğunluğu yakınsaması	33
4.1.3 OECD dışında kalan ülkeler toplamı için enerji yoğunluğu yakınsaması	34
4.1.4 Enerji yoğunluğundaki yakınsamada Türkiye'nin konumu.....	35
4.2 Elektrik Yoğunluğundaki Yakınsama Eğilimleri	38
4.2.1 Küresel toplam için elektrik yoğunluğu yakınsaması	38
4.2.2 OECD üyesi ülkeler toplamı için elektrik yoğunluğu yakınsaması	39
4.2.3 OECD dışında kalan ülkeler toplamı için elektrik yoğunluğu yakınsaması	40
4.2.4 Elektrik yoğunluğundaki yakınsamada Türkiye'nin konumu.....	41
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	43
KAYNAKLAR	45
EKLER.....	49
ÖZGEÇMİŞ.....	53

KISALTMALAR

ELYO	: Elektrik Yoğunluğu
ENYO	: Enerji Yoğunluğu
GSYH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
NFS	: Nüfus
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
OPEC	: Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
SAGP	: Satın Alma Gücü Paritesi
TBEA	: Toplam Birincil Enerji Arzı
TEET	: Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 : Toplam birincil enerji arzındaki gelişmeler	8
Şekil 2.2 : Toplam birincil enerji arzındaki gelişmeler (1971=1,0)	8
Şekil 2.3 : Toplam elektrik enerjisi tüketimindeki gelişmeler.....	10
Şekil 2.4 : Toplam elektrik enerjisi tüketimindeki gelişmeler (1971=1,0).....	10
Şekil 2.5 : Gayri safi yurtiçi hasıladaki gelişmeler.....	12
Şekil 2.6 : Gayri safi yurtiçi hasıladaki gelişmeler (1971=1,0).....	12
Şekil 2.7 : Nüfustaki gelişmeler	14
Şekil 2.8 : Nüfustaki gelişmeler (1971=1,0).....	14
Şekil 3.1 : Kişi başına düşen toplam birincil enerji arzındaki gelişmeler	16
Şekil 3.2 : Kişi başına düşen toplam birincil enerji arzındaki gelişmeler (1971=1,0) .	16
Şekil 3.3 : Kişi başına düşen toplam elektrik enerjisi tüketimindeki gelişmeler.....	18
Şekil 3.4 : Kişi başına düşen toplam elektrik enerjisi tüketimindeki gelişmeler (1971=1,0).....	18
Şekil 3.5 : Kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıladaki gelişmeler	21
Şekil 3.6 : Kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıladaki gelişmeler (1971=1,0)	21
Şekil 3.7 : Enerji yoğunluğundaki gelişmeler	24
Şekil 3.8 : Enerji yoğunluğundaki gelişmeler (1971=1,0).....	24
Şekil 3.9 : Elektrik yoğunluğundaki gelişmeler	26
Şekil 3.10 : Elektrik yoğunluğundaki gelişmeler (1971=1,0)	26
Şekil 4.1 : Küresel toplam için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan enerji yoğunluğu dağılımları	32
Şekil 4.2 : OECD üyesi ülkeler toplamı için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan enerji yoğunluğu dağılımları	33
Şekil 4.3 : OECD dışında kalan ülkeler toplamı için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan enerji yoğunluğu dağılımları	34
Şekil 4.4 : Küresel toplam için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan enerji yoğunluğu dağılımlarında Türkiye'nin konumu	37
Şekil 4.5 : OECD üyesi ülkeler toplamı için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan enerji yoğunluğu dağılımlarında Türkiye'nin konumu	37
Şekil 4.6 : Küresel toplam için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan elektrik yoğunluğu dağılımları	38
Şekil 4.7 : OECD üyesi ülkeler toplamı için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan elektrik yoğunluğu dağılımları	39
Şekil 4.8 : OECD dışında kalan ülkeler toplamı için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan elektrik yoğunluğu dağılımları	40
Şekil 4.9 : Küresel toplam için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan elektrik yoğunluğu dağılımlarında Türkiye'nin konumu	41
Şekil 4.10 : OECD üyesi ülkeler toplamı için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan elektrik yoğunluğu dağılımlarında Türkiye'nin konumu	41

ENERJİ VE ELEKTRİK YOĞUNLUKLARINDAKİ EĞİLİMLERİN GELİŞMİŞLİK EKSENİNDE İNCELENMESİ

ÖZET

Geçmişten günümüze kadar yapılan çalışmalarda, kişi başına düşen gelir düzeylerindeki dengesizliklerin ortadan kalkıp, kalkmayacağı konusu üzerine bir çok araştırma yapılmıştır. Sonuç olarak, yakınsama hipotezi ortaya çıkmıştır. Yakınsama hipotezi; yoksul ülke ya da bölgelerin zamanla varıl ülke ya da bölgelerin gelişmişlik düzeyine ulaşacağını ve dolayısıyla da gelir seviyeleri bakımından da birbirlerine yaklaşacağını ifade etmektedir. Bu hipotezin temelini gelişmiş olan ülke veya bölgelerden, az gelişmiş ülke ya da bölgelere bir sermaye akışı beklentisi oluşturur.

Yakınsama hipotezinin ekonomik büyüme konusu ekseninde kullanılmasının ardından, enerji ile ilgili konularda da bu kavram ile çalışmalar yapılmıştır. Beta yakınsaması, sigma yakınsaması ve gama yakınsaması gibi kavramlar kullanılmış, enerji yoğunluğu ve elektrik yoğunluğu ile ilgili olarak ülkeler arasındaki yakınsama durumları incelenmiştir.

Bu çalışmada, yakınsama kavramının tarihsel gelişimi hakkında bilgi verilmiş, beta yakınsaması, sigma yakınsaması ve gama yakınsaması kavramları açıklanmıştır. Ardından, toplam birincil enerji arzı (TBEA), toplam elektrik enerjisi tüketimi (TEET), satın alma gücü paritesine göre hesaplanan gayri safi yurt içi hasıla (GSYH) ve nüfus (NFS) büyüklükleri ile tanımlanan veri kümesi kapsamında, temel büyüklükler ile bunların kişi başına düşen değerleri gözetilerek enerji yoğunluğu (ENYO) ve elektrik yoğunluğu (ELYO) eğilimleri irdelenmiştir. Seçilen ülke gruplarındaki enerji yoğunluğu ve elektrik yoğunluğu yakınsamaları incelenirken, sigma yakınsamasının histogramlarla saptanan ölçümü kullanılmıştır. Enerji ve elektrik yoğunluklarındaki gelişmelerin, gelişmişlik ekseninde incelenmesi ile birlikte Türkiye değerlendirmesi de yapılarak dönemler itibarıyla ulaşılan sonuçların karşılaştırılmalı halde sunulması amaçlanmıştır.

ANALYSIS OF ENERGY AND ELECTRICITY INTENSITY TRENDS IN THE FRAME OF DEVELOPMENT BASIS

SUMMARY

Since ancient times people use primary energy supplies, oil, coal, natural gas etc, for their needs. In the next period, after urban life and technology are improved, environment and pollution begins to get more important. Depending on these two basic reasons, secondary energy supplies are started to be used in the market. Secondary energy supplies consist of using primary energy supplies. An example of secondary energy supplies is electricity, which is easy use and clean sort of energy. It is used largely depending on its superior specifications although cannot be stored effectively except small quantities. It can also be transmitted easily from manufacturing places to regions to be used and it can be easily controlled when it is needed. Electricity consumption per capita is a very good development indicator due to connection of environment and technology.

In these days, because of some reasons such as industrialization and fast population increase, energy demand is getting much more than usual. While demand is increasing, to meet this demand is getting more difficult due to limited reserves in time. Depending on such conditions, it is needed and obligation that energy must be used effectively and efficiently. Energy efficiency means to decrease supply to be used to a minimum level and get maximum output. So, by using the same supply, it may be got more output than before.

One of important indicator for energy efficiency is energy intensity concept. Energy intensity can be identified as energy use per gross domestic product (GDP) and represented by TPES/GDP ratio. TPES is given by total primary energy supply. Energy Intensity is an important indicator that represents using energy whether efficiently or not. It is said that if energy intensity of a country is lower, then this country has a developed economy. Also, it is a very important and useful subject for politics makers to forecast how energy consumption increases before facing significant changes in economy management system and economic structure.

Since 1973, industrialized countries focus and take into account of energy efficiency. These countries, due to oil crises in 70's, get improve their energy efficiency politics and enforce them in all sectors. Because of energy politics contribution, energy intensity decreases last year's in these developed countries.

There are a lot of studies whether unbalanced levels in gross domestic product per capita to be solved and balanced or not until recent days. As a result, convergence hypothesis appears regarding this issue. Convergence hypothesis states that poor countries or regions' level are going to reach rich countries or regions' level of development in time and they converge each other according to their GDP per capita. The basic of this hypothesis consists of an expectation due to a capital transition from developed countries or regions to developing countries or regions.

After convergence hypothesis is used in economic growth literature, it is also used in energy matters and some studies are realized in energy sector. Energy and electricity intensity may be submitted as an example. Depending on these studies, some concepts such as beta convergence, sigma convergence and gamma convergence by borrowing from economic growth literature are used for energy intensity and electricity intensity of countries to examine whether any convergence or not in between them.

In my study, convergence concept is examined and given some information regarding its improving in history in time. Beta, sigma and gamma convergence are explained and submitted information about their applications in energy and electricity intensity. Then, I separate countries according to their developing of developed position and examine OECD, Non-OECD, world total countries and Turkey's values. After that, total primary supply (TPES), total electricity consumption (EC), gross domestic product according to purchasing power parity (GDP-PPP), population (POP), energy intensity and electricity intensity and their values depending on per capita according to data set are examined. Their graphs are created according to years and both real and normalized values are used. In addition, OECD, Non-OECD, world total and Turkey's energy intensity and electricity intensity are examined.

It is found that while average of world total's energy intensity is getting better, developed countries' values converge lower energy intensity values of average of world total and developing countries converge higher energy intensity values of average.

While calculating energy and electricity convergence, histograms belongs to sigma convergence are applied. The purpose is to examine energy and electricity improvements depending on development frame and Turkey to compare obtained values according to terms given by data set 1971 and 2010.

The first measuring that is used for energy intensity and electricity intensity is beta convergence. It tests catch up process whether it comes true or not for examining a country or a region. Some factors in a country, for example energy intensity can exhibit a fast moving. It is said that beta convergence can test such a value or decline of average growth rate at beginning of process. A negative and statistical significant value is specified for an indicator for beta convergence. Other convergence measure applied to calculations is called sigma convergence. It focuses the change of dispersion of the distribution concept. It is said that beta convergence is necessary, but not efficient for sigma convergence. Sigma convergence is important because it makes dispersion of the distribution be extended as soon as possible to be passed through the powerful countries by the old poor countries. In addition, sigma convergence measure catch up process that collects countries how effective is.

It is put forward that sigma convergence has two measures to measure convergence in energy intensity and electricity intensity. One measure of sigma convergence is coefficient of variation (cv) that implies change between times (for example to normalize a value according to initial value). CV is achieved by standard deviation by dividing mean in energy or electricity intensity distribution for a country. If this measure declines in time, it means that convergence occurs. The other sigma convergence measure is Kernel density which depends on histograms that achieve if the distribution is changing in time. In the second measure of sigma convergence, the shape of the distribution is significant. The shape can be single mode, bimodal or

multimodal. Multimodal and bimodal distribution is called as convergence clubs in convergence literature.

In this study, sigma convergence's histogram measure is applied both energy intensity and electricity intensity of countries. When density of dispersion of distribution is measured, each countries' intensity is divided by current countries' group average for current year. Thus, it is achieved relative energy and electricity intensity. Then, each country is divided seven categories according to average: ($<0,50$) less than half of average, ($0,50-0,75$) between half of average and three quarter of average, ($0,75-1,00$) between three quarter of average and average, ($1,00-1,25$) between average and one and one quarter of average, ($1,25-1,50$) between one and one quarter of average and one and one half of average, ($1,50-2,00$) between one and one half of average and twice of average. It is done a scale by using these values on the graph and achieved histograms. Seven categories are defined on the histogram by putting years used in analyzed 1971-1980-1990-2000-2010 that covers fourty years. The vertical axis shows country numbers and horizontal axis shows the seven categories. Then, narrowing and compress areas on the histogram is observed. Dispersion gives information in the stated intervals. The intervals gives information how many country in the which section. According to this, by using excel program, the numbers of countries in the categories are defined. As a result, it informs numbers of converged countries and convergence concept of that period.

In the next step, sigma convergence's histogram measure is applied for the same group of countries, which are OECD, Non-OECD and world total. Depending on average some distribution are calculated for both energy and electricity intensity. As a result, sigma convergence for these group of countries are detected. In OECD member countries including Turkey and world total, electricity convergence trend is stronger than energy intensity convergence. In Non-OECD countries, convergence level of energy and electricity intensity are similar convergence level.

Detected convergence implies that numbers of countries that have high and low energy and electricity intensity in 1971 are more than present day. It also implies that some transitions occur in time among these countries. Generally, member of OECD countries give single mode (bell shaped) distribution for energy intensity. Non-OECD countries give bimodal or multi modal distribution for energy intensity. Bell shaped (single mode) distribution means that there is a trend toward average among countries. Bimodal or Multi modal distribution means convergence clubs among countries.

While developing countries converge to higher energy intensity values, developed countries converge lower energy intensity values. Convergence in developed and developing countries are not similar levels for all countries. Targets for energy and environment are very important both developed and developing countries. Some international agreements are needed to identify energy future and prevent global warming by covering all countries. Fossil fuel consumption quantity is still very high both developed and developing countries. In order to prevent fossil fuel consumption, encourage countries to use less harmful fuel for environment and support them to make policies that is more sensitive sustainable environment. Steps for increasing energy efficiency should cover all countries in the world and force them to obey these steps like European Union sample by compulsory international agreements. In this context, investment cost for research and development regarding energy efficiency must be increased.

1. GİRİŞ

Ekonomilerin gelişmeleri ve nüfus artışının etkisi ile birlikte enerji gereksinimi de giderek artmaktadır. Artan gereksinimi karşılayabilmek için enerji kaynaklarının en verimli şekilde kullanılması bir zorunluluk haline gelmiştir.

Özellikle 70'lerde meydana gelen petrol krizlerinin ardından, enerjinin etkin ve verimli kullanılması önem kazanmıştır. Konu ile ilgili çalışmalar, gelişmiş ülkelerde kamu kurumları, büyük şirketler ve üniversiteler tarafından yürütülen programlarla yürürlüğe sokulmuştur.

Enerjinin verimli kullanılmasıyla, enerji yoğunluğu arasında karşıt yönlü bir bağlantı olduğu ifade edilebilir. Bir ülkenin gelişmişlik düzeyi, enerji yoğunluğu göstergeleri ve kişi başına enerji tüketimi ile değerlendirilmektedir. Enerji açısından gelişmişliğin göstergesi ise kişi başına enerji tüketiminin yüksek, enerji yoğunluğunun düşük olması olarak ifade edilir. Kişi başına enerji tüketiminin yüksek olması, hem ekonomik durumun iyi olduğu, hem de elektrik enerjisi tüketen cihazların yaygın kullanıldığı ve standardı yükselen barınma koşulları anlamına gelmektedir [1].

OPEC üyesi olan ülkelerin 1973 yılında uyguladıkları petrol ambargosu, uzun yıllar küçük değişimler gösteren petrol fiyatlarında ani ve büyük yükselmelerin önünü açmış, 1972'de varil başına 1,84 USD olan Arabistan hafif petrolün fiyatı, 1974 yılında varil başına 10,77 USD'ye yükselmiştir. 1973 petrol şokundan etkilenen dünya ülkeleri, enerji arz çeşitliliğinin oluşturulabilmesini hedefleyen çalışmalar haricinde, enerji ile ilgili ar-ge çalışmalarını da kendi imkanları çerçevesinde önemli ölçüde desteklemişlerdir. Sonuç olarak, 1970'li yıllarda küresel boyuttaki enerji arge yatırımlarında yüksek tutarlı artışlar meydana gelmiştir. Söz konusu dönemde, petrol fiyatlarındaki anlık ve çok yüksek değişimlere karşıt olarak enerji ar-ge çalışmalarının sonuçlarının alınmasıyla önemli faydalar elde edilebilmiştir. 1973 petrol şokunun ardından, 1979 ile 1981 yıllarını kapsayan dönemde İran'daki siyasi yapının değişmesi ve İran-Irak Savaşı, 1990'da Irak'ın Kuveyt'i işgali ile başlayan 1. Körfez Krizi'nden kaynaklanan nedenlerle petrol fiyatlarında anlık ve yüksek

oyunamalar izlenmesine rağmen, sözü edilen gelişmelerin ortaya koyduğu sonuçlar, 1973 şokundaki kadar küresel boyutta, etkileyici ve bozucu seviyelere ulaşmamıştır. Son kırk yıllık zaman diliminde, ülkelerin enerji ar-ge yatırımlarında görülen eğilimler ve petrol fiyatlarında ortaya çıkan dalgalanmalar arasında önemli bağlantılar görülmektedir. 1980 yılından sonra, hem petrol fiyatlarında görülen azalmalar, enerji piyasalarının nispeten de olsa istikrarlı bir yapıya ulaşmasına neden olmuştur [2].

Bir çok ülke enerji yoğunluklarını son otuz yıllık bir dönem içinde önemli ölçüde azaltmıştır. Enerji yoğunluğundaki bu düşüş büyük oranda, ısıtma, araçlar, bina uygulamaları ve endüstrideki enerji verimliliği seviyeleri arttırılarak başarılmıştır. Hükümetler kapsamlı politikalar ve programlar geliştirerek enerji verimliliğini arttırmayı hedeflemişlerdir. Bu politikalar; enerji verimliliği standartlarının çıkarılması, piyasadaki firmalara verimlilik ile ilgili sınırlamalar getirilmesi, enerji verimliliğinin özendirilmesi, teşvikler verilmesi, hedefler konulması gibi konuları kapsamaktadır. Ortaya konulan politikalar ve çalışmalarla, OECD ülkelerinde enerji verimliliğinin iyileştirmesi sağlanmıştır. Ayrıca, teknolojik gelişmelerin etkisi ile, enerji fiyatlarının yükselmesine yanıt verilerek, piyasalardaki artan rekabet ile, enerji harcamaları azaltılmaya çalışılmıştır.

OECD dışı ülkelerde, enerji verimliliğinin gelişimi sık sık yapılan yakıt sübvansiyonları ve endüstriyel engellerden dolayı, tam olarak sağlanamasa da kısmi olarak başarılmıştır.

2000 yılındaki ekonomik krizin başlangıcından bu yana küresel olarak ve bölgeler bazında enerji yoğunluğunda net bir düşüş olduğu gözlemlenmektedir. Örneğin, çelik, kimya ve metal olmayan mineral endüstrilerindeki enerji verimliliği ile ilgili gelişmeler enerji yoğunluğu eğilimlerini etkilemiştir. Endüstri sektörü farklı enerji yoğunluklarına sahip bir çok farklı alt sektörü içermektedir. Endüstrideki enerji verimliliğini geliştirmek için ortaya konulan politikalar esnek olarak tasarlanmıştır. Enerji verimliliği önlemlerinin uygulanması, özellikle ekonomik kriz dönemlerinde dünya çapındaki rekabetin göz önüne alınması ile ilgili olmaktadır. Endüstriyel enerji verimliliği politikaları, düzenlemelerden çok, gönüllü anlaşmalara dayanan daha esnek politika enstrümanlarına odaklanmaktadır [3].

Günümüze dek yapılan çalışmalarda, kişi başına düşen gelir miktarlarındaki farklılıkların düzelip düzelmeyeceği konusu üzerine çeşitli araştırmalar sonucunda bir çok kavram ortaya çıkmıştır. Bunlardan biri, iktisadi büyüme literatürünün en önemli kavramlarından olan yakınsama hipotezidir. Bu hipotez, kapalı ekonomilerde sermayenin düşen miktarlardaki getirisine bağlı olarak, ülkeler arasındaki kişi başına düşen reel gelir farklılıklarının zaman içinde azalma eğilimi göstereceğini ifade etmektedir [4].

Yakınsama hipotezi ile ortaya çıkan kavramların ve hesaplama yöntemlerinin enerji ve elektrik yoğunlukları ile ilgili çalışmalar üzerinde kullanılmasıyla ülkelerin ve/veya bölgelerin zamanla gösterdikleri değişimler ve gelecek ile ilgili ön görüler ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçlar, politikaların daha tutarlı ve isabetli olarak belirlenmesini sağlamış, ülke ve/veya bölgelerin gelecek ile ilgili planları için yol gösterici olma niteliğine kavuşmuştur.

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmada, enerji verimliliği kavramının iki temel unsuru olan, enerji ve elektrik yoğunluklarındaki gelişmelerin, ülkelerin gelişmişlik düzeyi ekseninde, Türkiye'nin konumu da dikkate alınarak kırk yıllık süreç için sonuçların karşılaştırılmalı olarak sunulması amaçlanmıştır. Öncelikle, toplam birincil enerji arzı (TBEA), toplam elektrik enerjisi tüketimi (TEET), satın alma gücü paritesine göre hesaplanan gayri safi yurt içi hasıla (GSYH) ve nüfus (NFS) büyüklükleri tanımlı veri kümesi kapsamında, temel enerji büyüklükleri ve bunların kişi başına düşen değerleri gözetilerek enerji yoğunluğu ve elektrik yoğunluğu eğilimleri irdelenmiştir. Şekillerde hem gerçek, hem de normalize değerlere yer verilmiştir. Söz konusu büyüklüklerin, birbirleri ile olan ilişkileri incelenirken, enerji ve elektrik yoğunluklarına olan etkileri ortaya konulmuştur. OECD üyesi ülkeler toplamı, OECD dışı ülkeler ve dünya toplamı şeklinde, gelişmişlik ekseninde gruplanan ülkelerdeki enerji yoğunluğu ve elektrik yoğunluğu yakınsamaları incelenirken, ülke grupları ile birlikte ülkemizin konumu da sigma yakınsaması kapsamında saptanan histogramlar ile ortaya konulmuştur. Bu şekilde enerji ve elektrik yoğunluklarındaki gelişmelerin ve dönemler itibariyle ulaşılan sonuçların karşılaştırmalı halde sunulması amaçlanmıştır.

1.2 Literatür Araştırması

Yakınsama ile ilgili çalışmalar, büyüme literatüründe, Solow [5] ile başlamıştır. Kapalı ekonomilerde, sermaye girişinin az olmasından ötürü, ülkelerdeki kişi başına düşen gelir farklarının zaman içinde azalma eğilimi ortaya koyacağını ifade etmiştir. Abromovitz [6] 1986 yılında, yakınsama hipotezini ortaya koyarak, başlangıç koşullarında daha geride olan ülkelerin daha hızlı bir büyüme eğilimine sahip olacağını ve bundan ötürü de gelişmiş ülkelere yakınsayacaklarını ifade etmiştir. Yakınsama konusu üzerine, Barro [7], Barro ve Sala-i Martin [8], Romer ve Weil [9], Quah [10], Boyle ve Mc Carthy [11] yaptıkları çalışmalarda, yakınsama konusuna katkıda bulunmuşlardır. Enerji yoğunluğu üzerine yapılan yakınsama çalışmalarına ilk örnek olarak Mielnik ve Goldemberg [12] tarafından 2000 yılındaki çalışma verilebilir. 1971 ile 1992 yılları arasında 41 gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede enerji yoğunluklarını incelemişlerdir. Çalışmalarında, bu süreç içerisinde, ülkelerin ortak bir noktaya doğru yakınsadıklarını, gelişmiş 18 ülkenin düşüşte olan enerji yoğunluklarını, 23 gelişmekte olan ülkenin ise artış göstermekte olan enerji yoğunluğu eğilimini ortaya çıkarmışlardır. Sun [13], 2002 yılında yaptığı çalışmada, 1971 ile 1998 yıllarını kapsayan dönem için, ortalama sapma ölçümünü kullanarak, çalışma grubu içindeki enerji yoğunluklarının seviyelerini ölçmüştür. Çalışma grubu olarak OECD ülkelerini kullanmıştır. Söz konusu ülkelerin, gözlemlenen dönem için, enerji yoğunluklarındaki azalma eğilimini göstermiştir. Bu sonucun da, ileri sosyo ekonomik yapı ve teknolojiye kaynaklandığını ortaya koymuştur. Miketa ve Mulder [14], 2005 yılında enerji verimliliği yakınsamasını, 56 gelişmiş ve gelişmekte olan ülke içinde üretim sektörlerini temel alarak ve ampirik olarak, 10 üretim sektörünü dikkate alarak analiz etmişlerdir. Sonuç olarak, bu ülkelerdeki, enerji yoğunluğu daha az olan sektörlerde, düşük değerlerin nedenlerini ve düşüşe götüren farkları bularak ortaya çıkarmışlardır. Çalışmalarında, catch up (yakalama) hipotezinin yardımı ile, panel veri analiz yöntemini kullanmışlardır. Yakınsamanın daha çok yerel olduğunu, küresel boyutta ise ülkelerin farklı durağan durumlara doğru yakınsadıklarını ortaya koymuşlardır. Markandya [15], 2006 yılında, ekip olarak yaptıkları çalışmalarında, 1992 ile 2002 yıllarını kapsayan bir dönemde, EU15 ülkesi içinde yer alan, geçiş ülkeleri olarak isimlendirilen ve Türkiye'yi de içine alan 12 Doğu Avrupa ülkesi için, ham verileri kullanarak yakınsama ile ilgili kanıtlar ortaya koymuşlar, gelişmekte olan bazı

Ülkelerin AB değerlerine doğru yakınsadıklarını belirlemişlerdir. Enerji yoğunluğundaki yakınsama üzerine daha sonraki çalışma, ekonomik büyüme yakınsaması literatüründen alınan parametrik ve parametrik olmayan teknikler üzerinedir. Ezcurra [16], parametrik olmayan metotları kullanarak 1971 ile 2001 yıllarını kapsayan dönem içinde doksan sekiz ülkenin enerji yoğunluğu yakınsamasını araştırmış ve sonuç olarak küresel anlamda 1980’lerden itibaren yavaşlayan, duran sınırlı yakınsamayı (limited convergence) bulmuştur. Mulder ve De Groot [17], 14 OECD ülkesini dikkate alarak yaptıkları araştırmalarında, göz önüne aldıkları verimlilik performansları bakımından, ekonomik sektörlerin çoğunda, gelişmekte olan ülkelerin, enerji verimliliğinde, teknolojik olarak lider ülkeleri yakalamaya doğru yöneldiklerini göstermişlerdir. Bununla birlikte yakınsamanın, koşullu olduğunu, verimiliğin farklı durağan durumlara doğru yöneldiklerini ortaya koymuşlardır. Liddle [18] 2009 yılında, IEA ve OECD lkelerinde, tüm sektörlerde çeşitli düzeylerde enerji ve elektrik yoğunluğu üzerine çalışmalar yapmıştır. Sigma yakınsamasının ve az miktarda da gama yakınsamasının meydana geldiğini tespit etmiştir. Sonuç olarak, sanayi elektrik yoğunluğunun iki tepeli dağılıma (bimodal distribution) yakınsarken, ticari elektrik yoğunluğunun ise an eğrisi dağılımına (bell-shaped distribution) yakınsadığını bulmuştur. Yine, Liddle [19], çalışmasını güncelleyerek sürekli yakınsamayı (continued convergence) ortaya çıkarmıştır. Bununla birlikte coğrafi farkları ortaya koyan daha ileri araştırmasında ise OECD ve Avrasya lkeleri’nin sınırlı yakınsama (limited convergence) gösterdiği sonucuna varmıştır. 2012 yılında yapılan çalışmada ise, parametrik ve parametrik olmayan yöntemler kullanılarak, OECD lkeleri arasında enerji yoğunluğu için, ülkelerdeki özel etmenler ve farklılıklara bağlı olarak, önemli miktarda bir yakınsama olduğu saptamıştır. Liddle [20], bir diğer çalışmasında parametrik ve parametrik olmayan yöntemler kullanarak, OECD lkeleri arasında enerji yoğunluğu için, ülkelerdeki özel etmenler ve farklılıklara bağlı olarak, önemli miktarda yakınsama olduğunu saptamıştır. Son olarak yine 2012 yılında yapılan bir çalışmada, enerji yoğunluğundaki yakınsamaya bağlı olarak, 1971 ile 2008 yılları arası için bir grup ülke incelenmiş ve ağırlıklı dağılım dinamikleri yaklaşımı (a weighted distribution dynamics approach) kullanılmıştır. Yapılan alışma sonucunda gelişmekte olan ülkelerin daha yüksek enerji yoğunluğu değerlerine yakınsadığı tespit edilmiştir [21].

1.3 Yöntem

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler ile Türkiye’yi kapsayacak şekilde, kırk yıllık bir süreyi içeren dönem için, ENYO ve ELYO eğilimleri incelenmiştir. Bu kapsamda, TBEA, TEET, GSYH, NFS gibi büyüklerin gelişimi ve kişi başına düşen değerleri gerçek ve normalize değerlerle ifade edilmiştir. Veriler bu kapsamda gerekli görülen durumlarda 1971 yılına göre normalize edilmiştir. Böylece süreç içerisinde yaşanan değişimlerin başlangıç yılına göre konumları ortaya konmuştur. Verilerin okunmasını kolaylaştırmak için, normalize, başlangıç yılı 1,0 kabul edilerek ifade edilmiştir. Çalışmada, OECD ve IEA veri setleri kullanılmıştır [22,25]. Veri setlerinden alınan veriler excel 2007 programı kullanılarak, derlenmiş; 1971-2010 yıllarını kapsayan dönemler için karşılaştırılmalı olarak sunulmuştur. Enerji ve elektrik yoğunlukları da aynı şekilde hesaplanmış, değişim süreçleri incelenmiştir. Büyüme teorisi ile ilgili olan yakınsama hesaplama kavramlarından sigma yakınsaması kullanılmıştır. Bu kavramın tarihsel süreç içerisindeki durumu incelenmiş, konuyla ilgili olan literatür taraması yapılmıştır. Diğer yakınsama kavramları ve sigma yakınsaması ile aralarındaki farklar ve gelişimleri hakkında bilgi verilmiştir. Son olarak, enerji ve elektrik yoğunluğu yakınsamaları için sigma yakınsaması ile saptanan histogramlar kullanılmıştır [26,27]. Histogramlar yardımı ile gelişmişlik seviyesine ve yıllara göre gruplanan ülkelerin bağıl ortalamaya göre dağılımları excel 2007 programı kullanılarak görsel olarak sunulmuştur.

1.4 Veri Kümesi

Tez çalışması kapsamında gereksinim duyulan ve 1971 ile 2010 yıllarını içeren kırk yıllık döneme ilişkin tüm veriler, oluşturulan genel bir veritabanı üzerinden işlemlere katılmıştır. Veritabanında yer alan temel büyüklüklerin tüm bileşenlerini, çalışmada ön görülen bütünlükte sunabildiğinden Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü/Uluslararası Enerji Ajansı (The Organisation for Economic Co-operation and Development/International Energy Agency. OECD/IEA) tarafından yayınlanan [22,25] veri setleri kullanılmıştır.

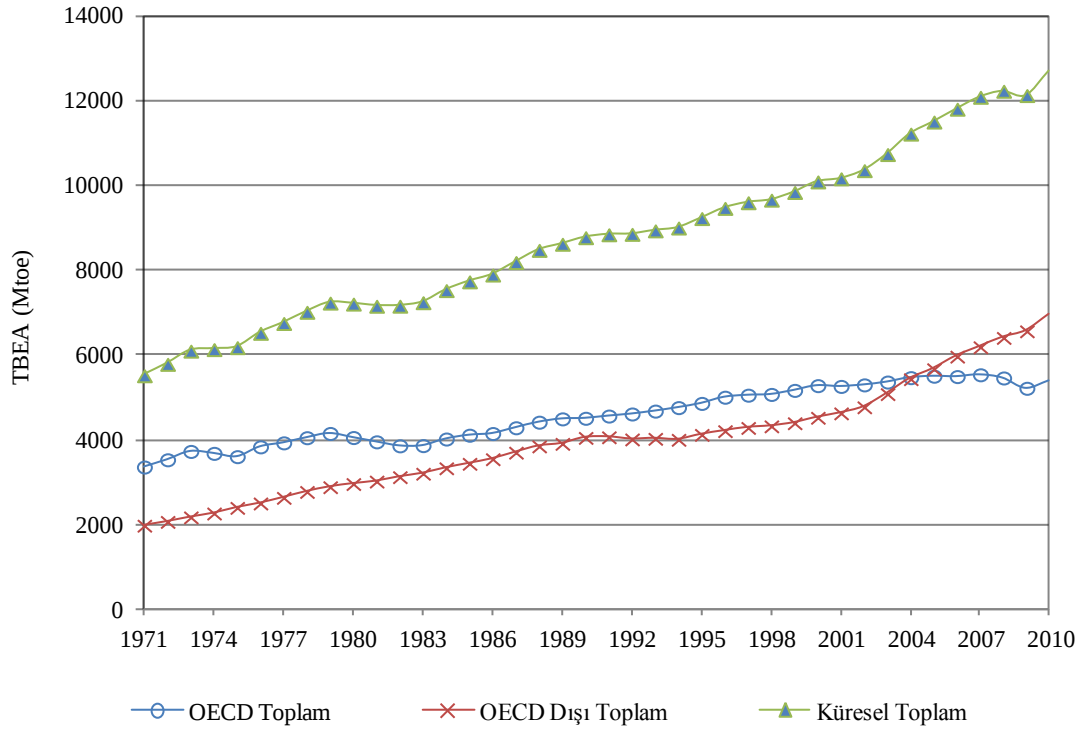
2. TEMEL ENERJİ BÜYÜKLÜKLERİNDEKİ GELİŞMELER

2.1 Toplam Birincil Enerji Arzı

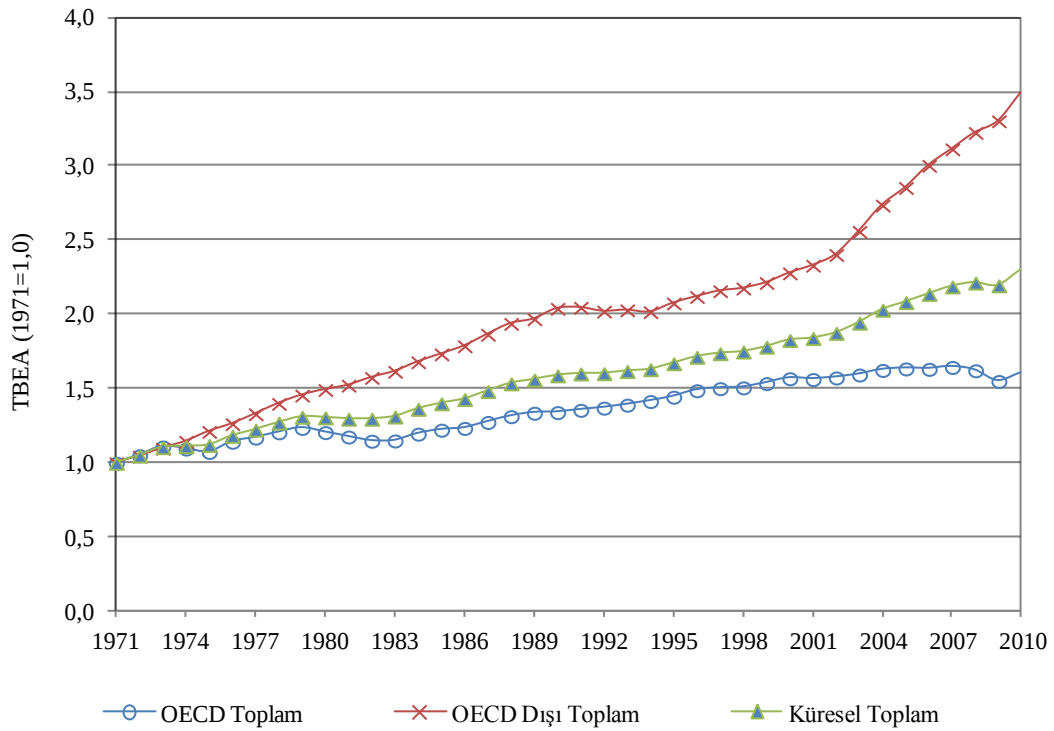
Toplam birincil enerji arzı (total primary energy supply), üretilen yakıtların; girdisi olan diğer kaynaklar, ithalatlar, ihracatlar, uluslararası deniz yakıtları ve stok değişimlerinin toplanması şeklinde tanımlanmıştır. TBEA değeri, kömür, ham petrol, doğal likit gazlar, rafine hammaddeler, katkı maddeleri, petrol ürünleri, gazlar, yanıcı geri dönüşüm ve atıklar, elektrik ve ısıtmayı ihtiva etmektedir. Birimi toe (tonne of oil equivalent)'dir [28].

Toplam birincil enerji arzı değerlerinin 1971 ile 2010 yılları arasını kapsayan kırk yıllık süreçte OECD üyesi ülkeler, OECD dışında kalan ülkeler ve küresel toplamdaki değişimleri Şekil 2.1'de görülmektedir. Geçen kırk yıllık süre içinde TBEA değerini, küresel toplam 2,5, OECD üyesi dışında kalan ülkeler ise, 3,5 kat arttırmıştır. Değerler 1971 yılı değerlerine göre normalize edildiğinde, süreç içerisindeki değişim Şekil 2.2 yardımı ile, daha iyi görülebilmektedir. 2000'li yıllarda yaşanan bir kırılmanın ardından OECD, TBEA değeri sabit bir seyir izlerken, OECD üyesi dışında kalan ülkelerde 1990'lı yıllardan 2000'li yıllara dek geçen sürede TBEA değerinde sabit bir artış gözlenmemesine karşın, 2000'li yıllardan sonra toplam birincil enerji arzında daha yüksek oranda bir artış göze çarpmakta ve TBEA'daki artışın etkisi ile küresel toplamdaki yükseliş daha çarpıcı duruma gelmektedir.

Birinci petrol şokundan sonra geliştirilen politikalara karşın, petrol OECD ülkelerindeki toplam birincil enerji arzı değerinin en geniş kısmını oluşturmaktadır. Geçen süre içinde, petrol payı %44 değerinden %32 değerlerine kadar düşmüşse de en baskın yakıt türüdür. Doğalgazın payı ise %16 değerinden %21 değerlerine kadar yükselmiştir. Bölgesel kırılmaya bağlı olarak, OECD'nin, 1971 yılında %61 dolaylarında olan dünyadaki TBEA payının, 2010 yılında, dünya TBEA değerinin yarısından azına düştüğü ortaya konmaktadır. [29].



Şekil 2.1 : Toplam birincil enerji arzındaki gelişmeler.



Şekil 2.2 : Toplam birincil enerji arzındaki gelişmeler (1971=1,0).

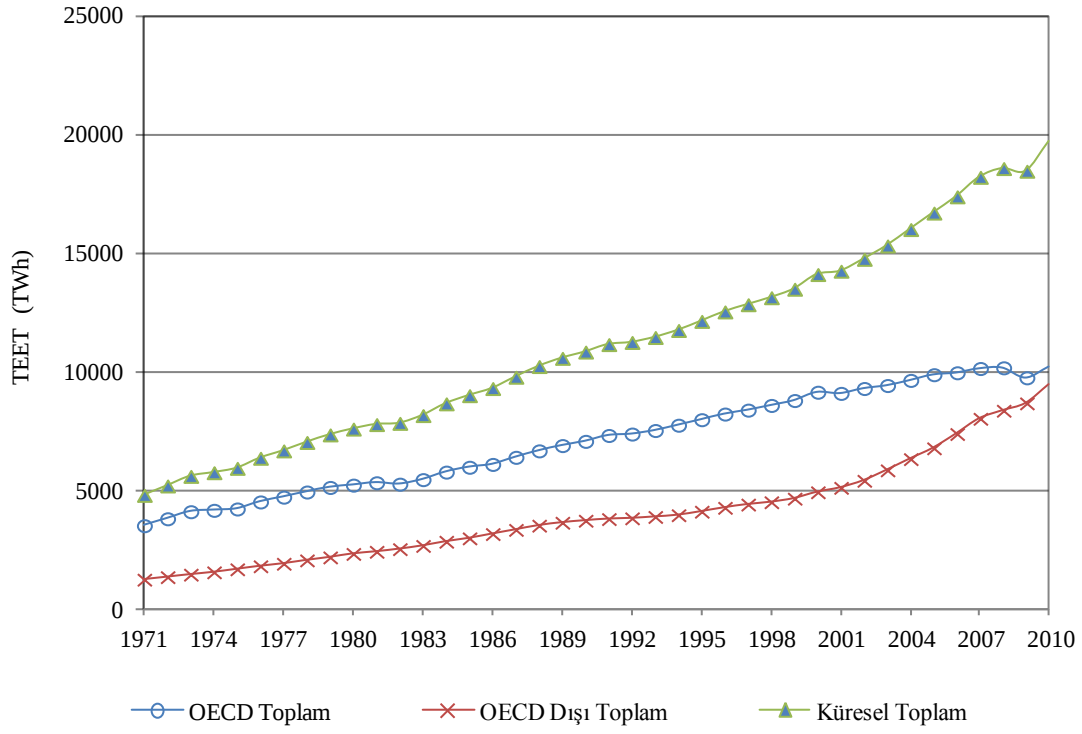
2.2 Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi

Enerji, kullanım çeşitleri ele alınarak değerlendirildiğinde, elektrik enerjisinin kalitesinin, en yüksek enerji şekli olduğu ve enerji tüketimi içindeki yüzdesinin giderek arttığı görülmektedir [30]. Rosenberg [31], geçen yüz yılda elektrik enerjisinin, endüstride oynadığı rolü inceleyerek, ABD örneğini ele almıştır. Enerji yoğunluğunu, toplam enerji tüketiminin gayri safi milli hasılaya oranı olarak değerlendirmiştir. Elektrik enerjisi tüketiminin, toplam enerji tüketimi içindeki oranının yirminci yüzyıl boyunca artış gösterdiğini ifade etmiştir. Elektrik enerjisi tüketiminde belirleyici olan söz konusu artışın, elektrik enerjisinin, diğer enerji çeşitlerine göre, sahip olduğu üstünlüklere bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Sonuç olarak, elektrik enerjisi tüketiminin yalnızca endüstrinin gelişmesindeki temel etmen olmasından değil, bununla birlikte insanların yaşam seviyesini yükselten başka bir faktör olarak da ekonomik kalkınmada önemli bir role sahip olduğunu ortaya koymaktadır [32].

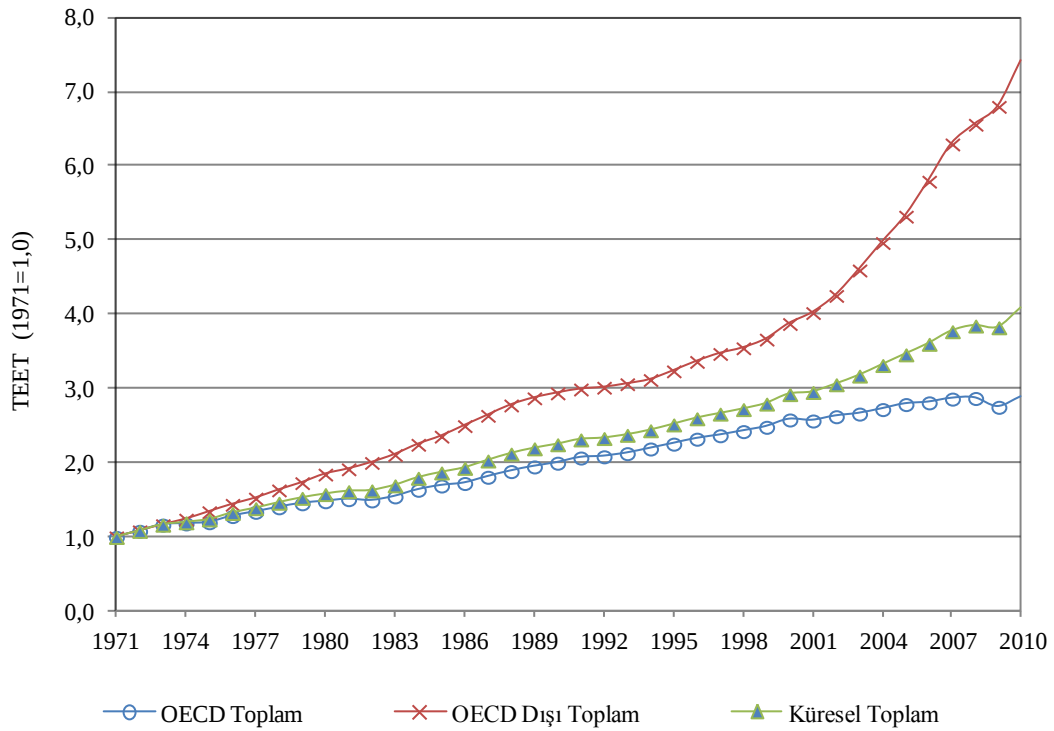
2010 verilerine göre, OECD ülkeleri toplamında elektrik enerjisi tüketimi 9.382 TWh kadardır [33]. Söz konusu büyüme, elektronik, robotik gibi enerji yoğun teknolojilerin gelişiminden kaynaklanmaktadır [34].

OECD üyesi ülkeler dışında, 2010 yılındaki TEET değeri 8.456 TWh kadardır. 1973 yılı ile 2010 yılları arasında TEET değeri için yıllık ortalama artış %5,1 oranında gerçekleşmiştir. OECD üyesi dışında kalan ülkelerin dünya TEET içindeki payı 1973 yılında %26 dolaylarındayken, bu değer 2010 yılında %47,4 değerine yükselmiştir [35]. Söz konusu artış, aynı zamanda gelişmekte olan ülkelerdeki yaşam standartlarının da yükseldiğinin başka bir ifadesidir.

OECD üyesi ülkeler, OECD dışındaki ülkeler ve küresel toplam için 1971 ile 2010 yılları arasındaki toplam elektrik enerjisi tüketimi gelişimi Şekil 2.3 yardımı ile görülmektedir. Değerler 1971 yılına göre normalize edildiğinde, Şekil 2.4'te söz konusu gelişim ortaya konulmuştur. TEET değerinde, gelişmiş, gelişmekte olan ülkeler ve küresel toplam için de aynı şekilde bir artış olarak gözlenmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin TEET toplamı, gelişmiş ülkeleri 2010 yılında yakalamıştır. Söz konusu durum, gelişmekte olan ülkelerin TEET değerlerini, gelişmiş ülkelere göre bir kaç kat fazla arttırmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 2.3 : Toplam elektrik enerjisi tüketimindeki gelişmeler.



Şekil 2.4 : Toplam elektrik enerjisi tüketimindeki gelişmeler (1971=1,0).

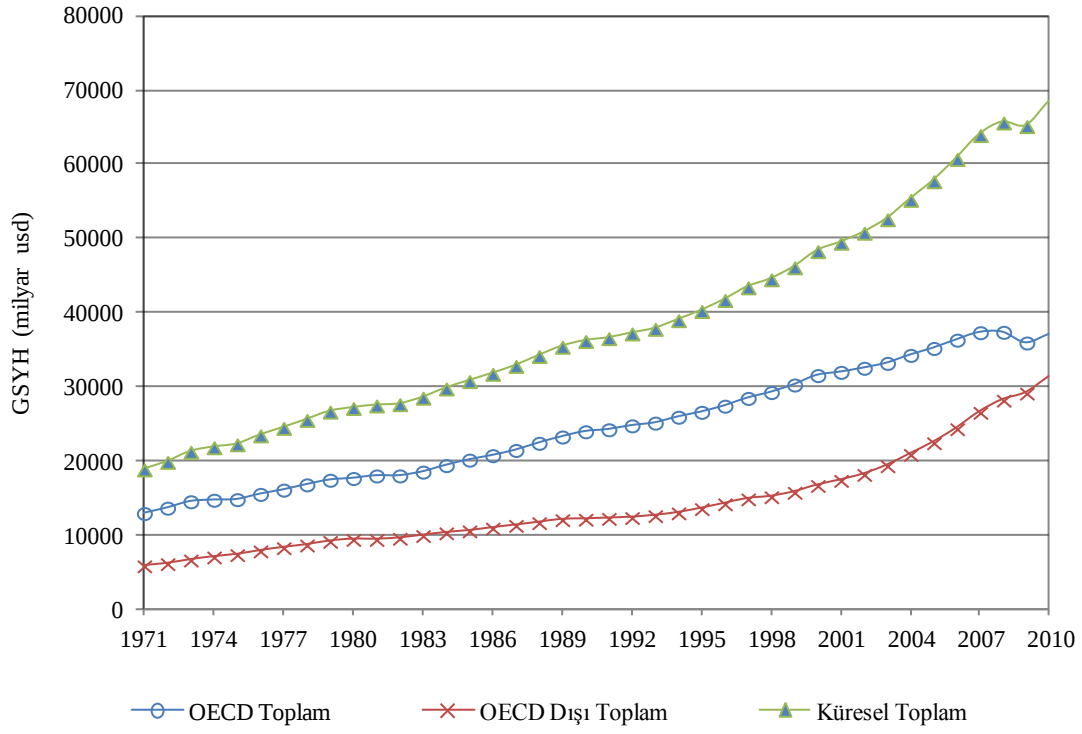
2.3 Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

GSYH, ülke sınırlarında, saptanmış bir dönem içinde, ortaya konan nihai mal ve hizmetlerin toplam olarak parasal karşılığıdır. Söz konusu ülkenin, ülke dışına satmış olduğu mal ve hizmetlerin GSYH içindeki oranının yükselmesinin, ülkenin üretim gücü ve ekonomisinin yapısı hakkında önemli bir bilgi verdiği düşünülmektedir. Ülkenin sahip olduğu mal ve hizmet ithalatı ile ihracatı arasındaki farkın olumlu olması ve GSYH'nin yüksek bir oranına karşı gelmesinin ekonomi açısından olumlu bir durumu gösterdiği ifade edilmektedir.

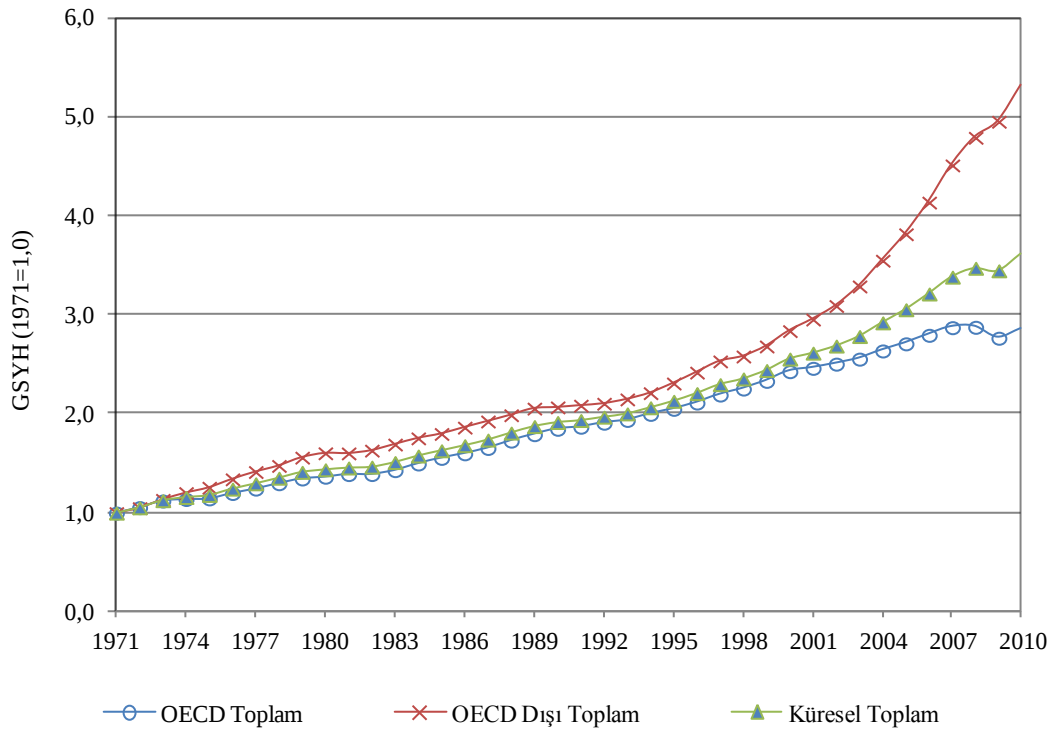
Piyasa fiyatlarıyla GSYH'nin ABD Doları (USD) olarak ortaya konmasının başka ülkelerle karşılaştırma olanağı sunması açısından gerekli olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, GSYH'nin piyasa fiyatlarıyla birlikte ülkedeki enflasyon oranına ilişkin olarak da bilgi verdiği ortaya konmuştur. Ayrıca, ülke içinde belli bir dönemde üretilen mal ve hizmetlerin toplamı olan GSYH'nin ülke ekonomisinin diğer ekonomilerle karşılaştırılmasında kullanılan en önemli parametrelerden birisi olduğu iddia edilmektedir [36].

Çalışmadaki hesaplamalarda kullanılan GSYH verisi, yıllık oranlar ve yerel para birimi bilgilerini kapsayacak şekilde, her bir ülkenin piyasa fiyatlarının derlenmesi ile elde edilmiştir. Veriler, satın alma gücü paritesi (SAGP) ve 2005 yılı ortalama döviz kurları temel alınarak ABD Doları cinsine dönüştürülerek kullanılmıştır. SAGP, farklı para birimlerinin ortak bir çerçevede değerlendirilmesini sağlayarak, başka bir deyişle, ülkelerdeki para birimi farklılıklarını eleyerek, bir karşılaştırma yapma olanağı sunmaktadır [23].

2010 yılında, dünya nüfusunun %18'inin yaşadığı OECD ülkeleri, dünya GSYH'sinin %73'üne sahiptir. Şu an mevcut 34 üye ülkesi bulunmaktadır [34]. Kırk yıllık dönem içinde, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin GSYH değerlerini arttırdıkları Şekil 2.5'te görülmektedir. 2008 krizi ve GSYH değerlerinin düşüşü grafikte net olarak saptanabilmektedir. Son on yıllık dönem için, gelişmekte olan ülkelerin GSYH değerlerini, oransal olarak, gelişmekte olan ülkelere göre daha yüksek oranlarda arttırdıkları göze çarpmaktadır. Söz konusu artış, Şekil 2.6'da normalize değerler yardımı ile görülmektedir.



Şekil 2.5 : Gayri safi yurtiçi hasıladaki gelişmeler.



Şekil 2.6 : Gayri safi yurtiçi hasıladaki gelişmeler (1971=1,0).

2.4 Nüfus

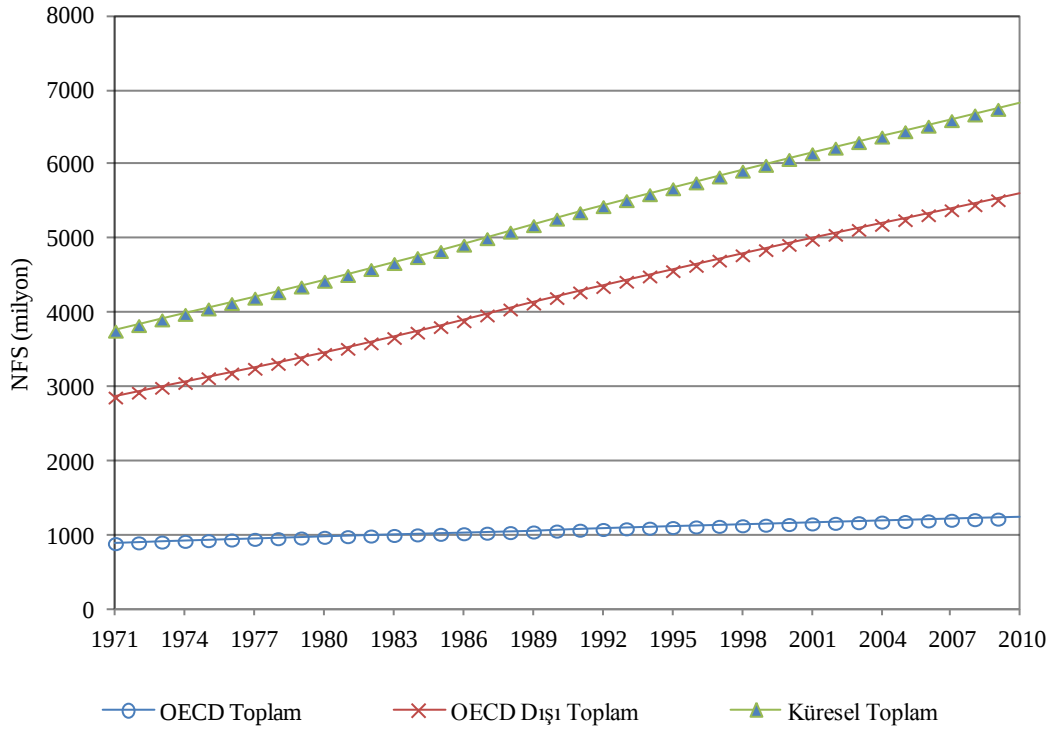
Son yıllarda, sanayileşmiş ülkelerin üzerinde tartışıkları en önemli ve güncel sorunlardan birisinin, yaşlanma ve azalan nüfus konusu olduğu ifade edilmektedir. OECD ülkelerinin genelinde, ülkeler arasında demografik eğilim farklılıkları olmakla birlikte, nüfus yaşlanmakta ve nüfusun yaş profilinde önemli değişimler olması beklenmektedir.

OECD ülkelerinde yaşanan ve öne çıkan demografik değişimlerin başında, sağlık alanında meydana gelen gelişmelere ve yaşam standartlarının yükselmesi ile ilişkili olarak, yaşam süresi beklentisinin artması, yani insanların daha uzun yaşamaları konusu gelmektedir. Bu durum, emeklilik süresinin ve yaşlı insanların sayısının nüfus içindeki payının artması anlamına gelmektedir. İkinci olarak, OECD üyesi ülkelerin hemen hemen tümünde doğum oranlarının düştüğü görülmektedir. Söz konusu düşüş, genç kesimin nüfus içindeki oranını azaltmaktadır. Önümüzdeki yıllarda, bu demografik yapının devam etmesi ve hatta daha da belirginleşmesi beklenmektedir. Gelecekte, özellikle OECD üyesi ülkelerde orta yaş nüfusunun oranının azalması ve buna bağlı olarak ileri yaş nüfusunun oranının ise daha da artması beklenmektedir.

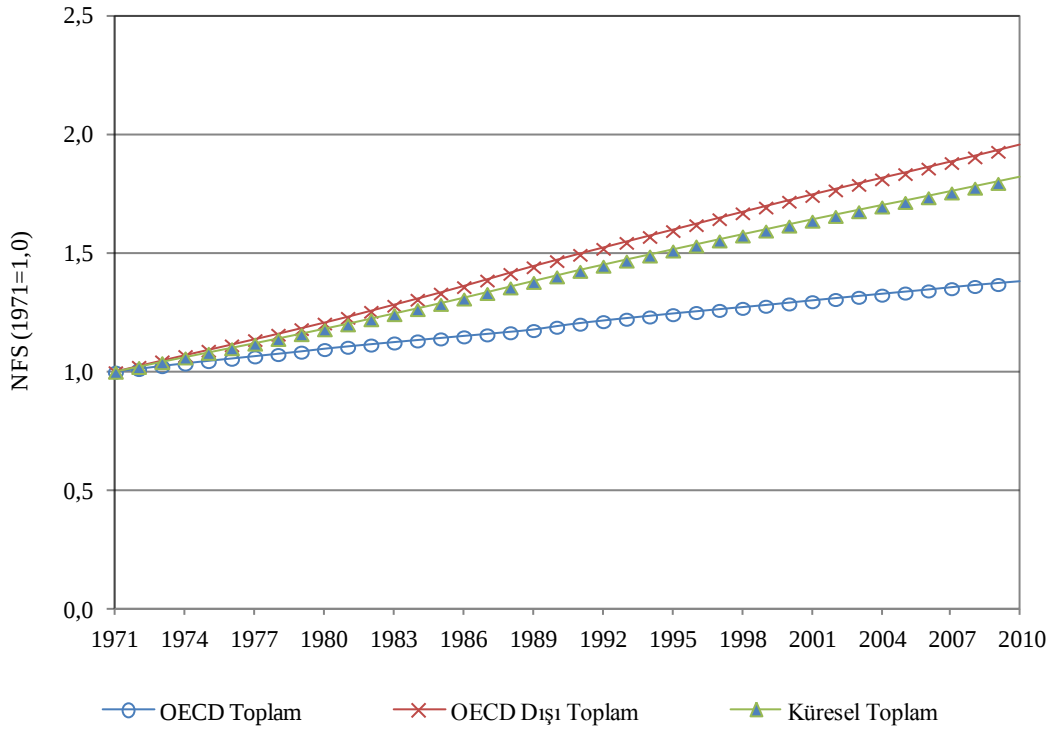
Nüfusun, yaş profilinde oluşturduğu değişimler, doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki farklı açıdan finansal piyasaları ve finansal varlıkların fiyatlarını etkilemektedir. Yaşlanma ile birlikte, insanların tasarruf eğilimlerinde ve yatırım portföyü tercihlerinde değişiklikler olmaktadır. Bu değişiklikler, finansal varlıkların fiyatlarını doğrudan etkileyebilmektedir. Ayrıca yaşlanmanın, ekonomik büyüme, kamu finansmanı ve diğer ekonomik değişkenler üzerinde de bazı olumsuz etkileri olmaktadır. Ekonomik faaliyetlerin odağında yer alan finansal piyasaların, belirtilen olumsuzluklardan, dolaylı olarak etkilenmesi de muhtemel görülmektedir.

Teorik olarak, tasarruf eğilimi en yüksek olan kesim, orta yaş kesimidir. Orta yaş kesiminin payı ile tasarruf oranları arasındaki güçlü bir pozitif ilişkinin olduğu ileri sürülmektedir. Yaşlı kesimin nüfus içindeki oranının yüksek olduğu ülkelerde ise tasarruf eğiliminin düşüklüğü, yapılan ampirik çalışmalarda da belirlenmiştir [37].

OECD üyesi ülkeler, OECD dışında kalan ülkeler ve küresel toplam için kırk yıllık dönemdeki nüfus değişimi Şekil 2.7 ve Şekil 2.8’de verilmiştir.



Şekil 2.7 : Nüfustaki gelişmeler.

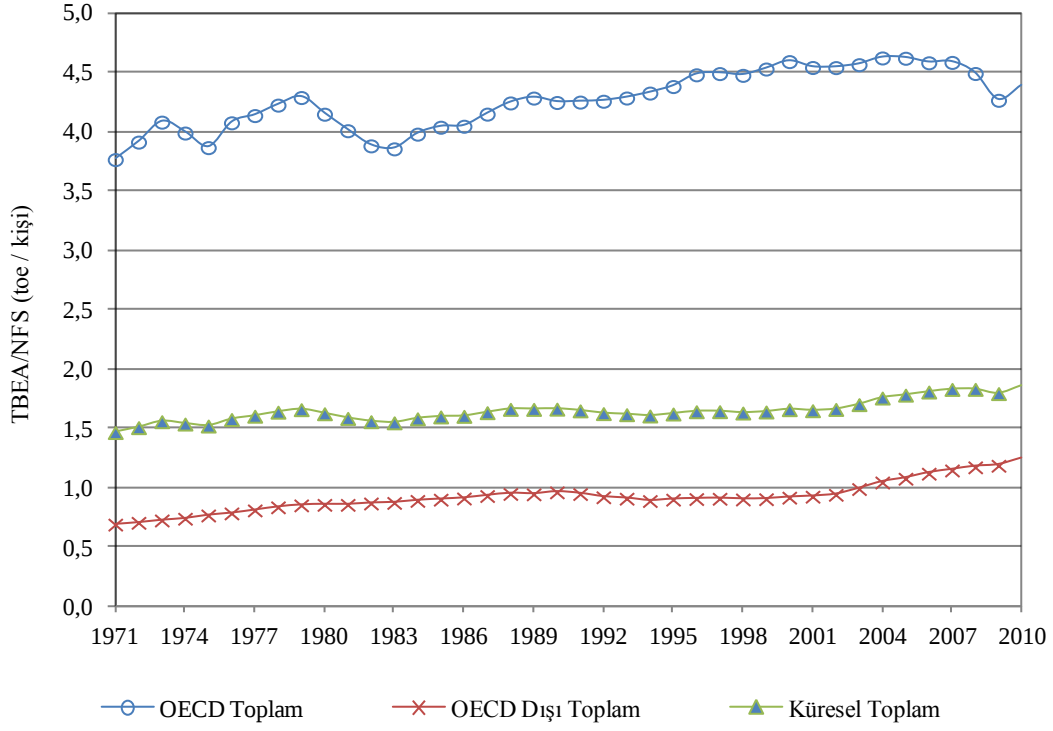


Şekil 2.8 : Nüfustaki gelişmeler (1971=1,0).

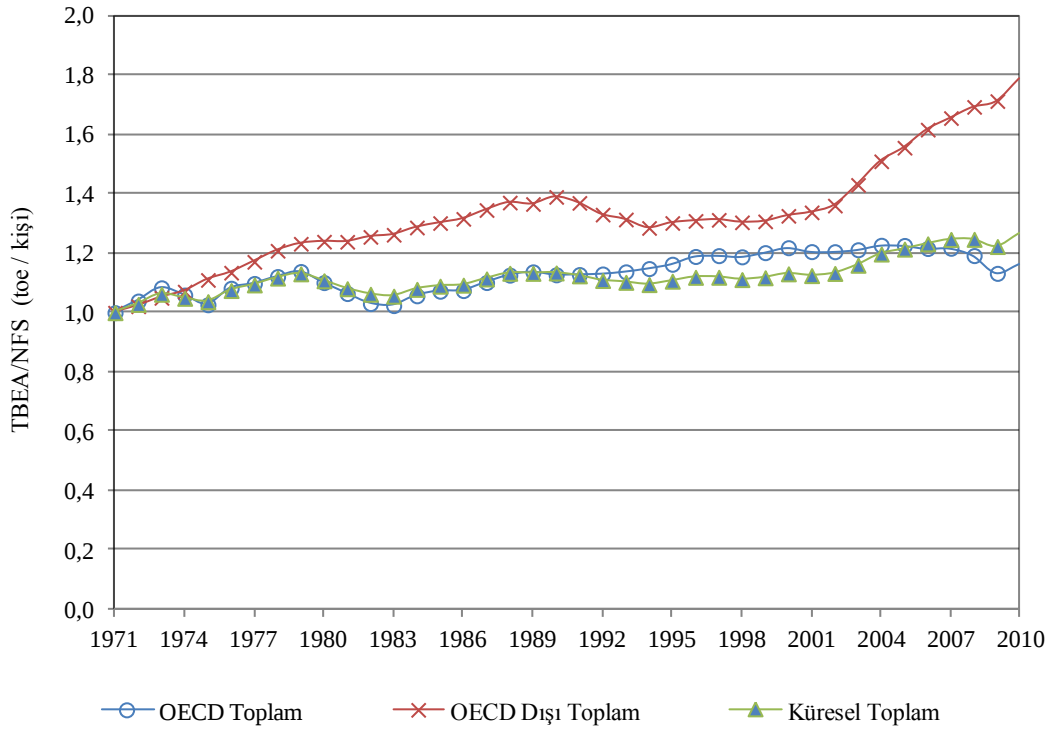
3. TEMEL ENERJİ GÖSTERGELERİNDEKİ GELİŞMELER

3.1 Kişi Başına Düşen Toplam Birincil Enerji Arzı

Kişi başına TBEA değeri, bir ülkedeki enerji verimliliği ölçümünün bir ifadesidir. Örneğin, ne ısıtma ve/veya soğutma gibi enerji kullanımında iklimin etkisi, ne de ülkenin büyüklüğü ve/veya nüfus yoğunluğu ülkeleri karşılaştırırken ele alınabilir. Enerji analistleri, genellikle GSYH'nin birim değerini veya kişi başına TBEA değerini dikkate alarak karşılaştırma yapmaktadırlar. Ülkeler arasındaki farklı kişi başına TBEA değerleri karşılaştırıldığında, nüfus yoğunluğu, ülke büyüklüğü, ekonomik yapı, doğal kaynaklar gibi rasyoları etkileyen büyüklüklerin de karşılaştırmaya katılmaları gerektiği ifade edilmektedir. TBEA değerleri OECD ülkeleri içinde de farklılık göstermektedir. 2010 yılı dikkate alındığında, kişi başına düşen toplam birincil enerji arzı İzlanda için 16,8 toe/kişi düzeylerinde iken, Lüksemburg için bu değer 8,3 toe/kişi seviyelerindedir. İzlanda örneğinde oldukça yüksek olan bu değer, kısmen iklimin etkisi ve kısmen de ucuz ve çevre kirliliği yaratmayan, termal su kaynaklarından karşılanan enerji ile açıklanabilmektedir. Lüksemburg örneğinde ise, söz konusu değer, kısmen, araç sahiplerini destekleyen, petrol ürünlerindeki düşük satış vergilerinden ve tüketici konumundaki Belçika, Almanya ve Fransa gibi diğer ülkelerin ihtiyaçlarını Lüksemburg üzerinden tedarik etmelerinden kaynaklanmaktadır. ABD ve Kanada da 7,2 ve 7,5 toe/kişi gibi yüksek TBEA/kişi değerlerine sahiptir. Son sıralarda ise en düşük TBEA/kişi değerlerine sahip olan Türkiye (1,4 toe/kişi) ve Meksika (1,6 toe/kişi) gelmektedir [38]. 2010 yılı verilerine göre, dünya nüfusunun %18'i OECD üyesi ülkelerde yaşamaktadır. Bununla birlikte, dünyadaki GSYH'nin %70'lere yakını ise yine OECD'ye üye ülkelerde üretilmektedir. 2010 yılında OECD toplam birincil enerji arzı değeri, küresel enerji arzının yaklaşık %40'ları kadardır [34]. TBEA/NFS değerlerinin belirlenen dönem için değişimleri Şekil 3.1 ve 3.2'de görülmektedir.



Şekil 3.1 : Kişi başına düşen toplam birincil enerji arzındaki gelişmeler.



Şekil 3.2 : Kişi başına düşen toplam birincil enerji arzındaki gelişmeler (1971=1,0).

3.2 Kişi Başına Düşen Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi

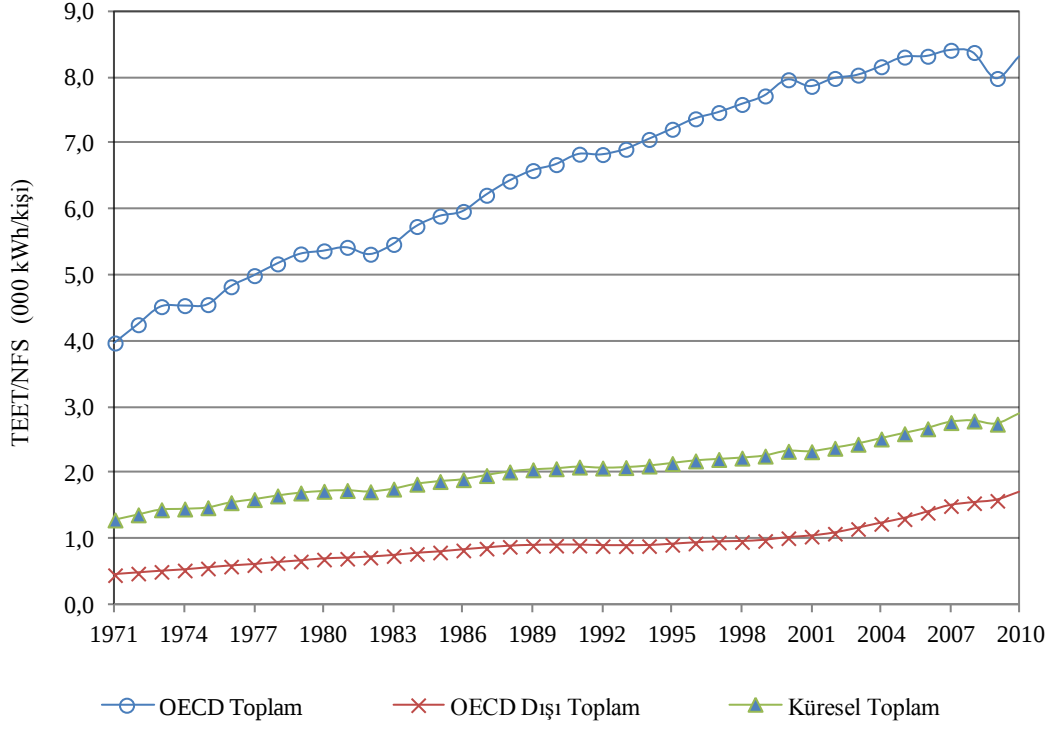
Bir ülkenin gelişmişlik seviyesi, o ülkenin kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketimi ve enerji yoğunluğuyla belirlenmektedir. Kişi başına enerji tüketiminin yüksek olması, o ülkenin ekonomik kalkınmışlık seviyesini ve refah düzeyinin yüksekliğini göstermektedir. Enerji yoğunluğunun düşüklüğü ise aynı miktar enerjiyle daha fazla iş yapılması anlamına gelmektedir [39,40].

Zaman içerisinde elektrik üretimindeki verimlilik artış göstermiştir. Ancak, yine de yeni inşa edilen santrallerin verimlilikleri beklenen seviyelerin altında kalmaktadır. Verimlilikteki söz konusu artış, teknik gelişmelere bağılı olmakla birlikte özellikle de kombine çevrim santralleri ile ilişkilidir. Geleneksel çevrim santrallerinden elde edilen elektrik enerjisi için verimlilik seviyeleri %33 değerine çok yakın olmakla birlikte, nükleer santrallerden elde edilen elektrik enerjisinin ağırlığı ile verimlilik daha yüksek seviyelere ulaşmaktadır.

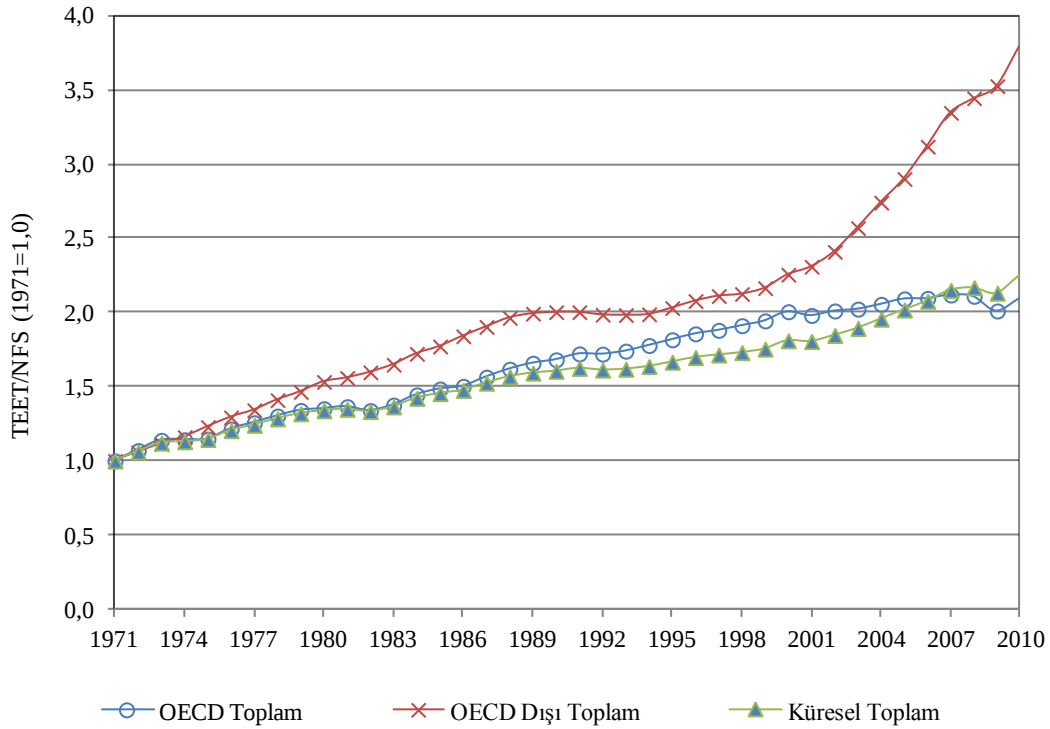
TBEA değerinin elektrik ve ısınma için tüketilen bölümü 1971 ile 2010 yılları arasında önemli miktarlarda artış göstermiştir. Söz konusu durumun altında yatan gerçek, OECD’yi meydana getiren ekonomilerin sanayiden hizmet sektörüne doğru (daha çok da elektrik yoğun endüstriye doğru) bir geçiş içinde olmasından ileri gelmektedir. Dolayısıyla, diğer enerji çeşitlerine bağılı olarak, elektrik yoğun teknolojiler gelişmiş ve elektrik tüketiminin de toplam tüketim içindeki oranı artış göstermiştir.

Kişi başına TEET değerleri Şekil 3.3’te görülürken, Şekil 3.4’te ise 1971 yılına göre normalize edilmiş değerlerle, kırk yıllık süreçteki kişi başına tüketim değerleri görülmektedir [23].

Kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketiminin (TEET/NFS) gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler açısından iki grup için de artış gösterdiği Şekil 3.3’te görülmektedir. Söz konusu artış, gelişmekte olan ülkeler açısından daha yüksek değerlerdedir. Gözlenen değişim, kişi başına düşen GSYH değerleri incelendiğinde de (GSYH/NFS) paralellik göstermektedir. Gelişmekte olan ülkelerin, gelişmiş olan ülkelere göre, 2000 yılından sonra, TEET/NFS değerlerinde göreceli olarak daha yüksek değerler saptandığını Şekil 3.4’te verilen normalize değerler ortaya koymaktadır. Bu sonuç, kişi başına elektrik tüketiminin gelişmekte olan ülkeler için doyum noktasına yaklaştığını ifade etmektedir.



Şekil 3.3 : Kişi başına düşen toplam elektrik enerjisi tüketimindeki gelişmeler.



Şekil 3.4 : Kişi başına düşen toplam elektrik enerjisi tüketimindeki gelişmeler (1971=1,0).

3.3 Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

Ülke refahının gelir bakımından ifadesi kişi başına düşen GSYH değeri ile gösterilmektedir. Ülkelerin yerel para birimleri ile ortaya konulan kişi başına değerler uluslararası karşılaştırmalarda bir değer ifade etmemektedir. Söz konusu değerlerin karşılaştırılabilir olabilmesi için tüm ülkelerde kişi başına düşen yerel para birimi cinsinden değerler, geçerli döviz kuru kullanılmak üzere dolar cinsinden ortaya konmaktadır. Kişi başına düşen gelirin hesabında geçerli döviz kurlarının kullanıldığı bu yöntem “Döviz Kuru Yaklaşımı” olarak bilinmektedir. Değerler aynı para birimi ile ifade edildiğinden uluslararası karşılaştırmalar yapılabilir. Ülkelerin iç fiyat seviyeleri birbirinden farklı olduğu için, 1 USD ile satın alınan mal miktarı, yani bireylerin satın alma gücü, ülkeler arasında farklılık göstermektedir.

Örneğin, Türkiye’nin iç fiyat seviyesi ABD’ye göre daha düşükse 1 USD ile Türkiye’de daha çok mal ve hizmet satın alınabilmektedir. Dolayısıyla, kişi başına düşen gelir 1 USD’den daha fazlaymış gibi görülebilmektedir. Bununla birlikte, Türkiye’nin iç fiyat seviyesinin ABD’den daha yüksek olması halinde 1 USD ile, ABD’de alınamadan daha az mal satın alınmaktadır. Sonuç olarak, kişi başına düşen gelir 1 USD’den daha azmış gibi değerlendirilebilmektedir. İfade edilen senaryolar dikkate alınarak, kişi başına düşen gelirler satın alma gücü paritesi cinsinden yeniden hesaplanır. Kişi başına düşen gelirin satın aldığı mal ve hizmet cinsinden hesaplanarak refah karşılaştırması yapılmasına “Satın Alma Gücü Paritesi Yaklaşımı” denir [41].

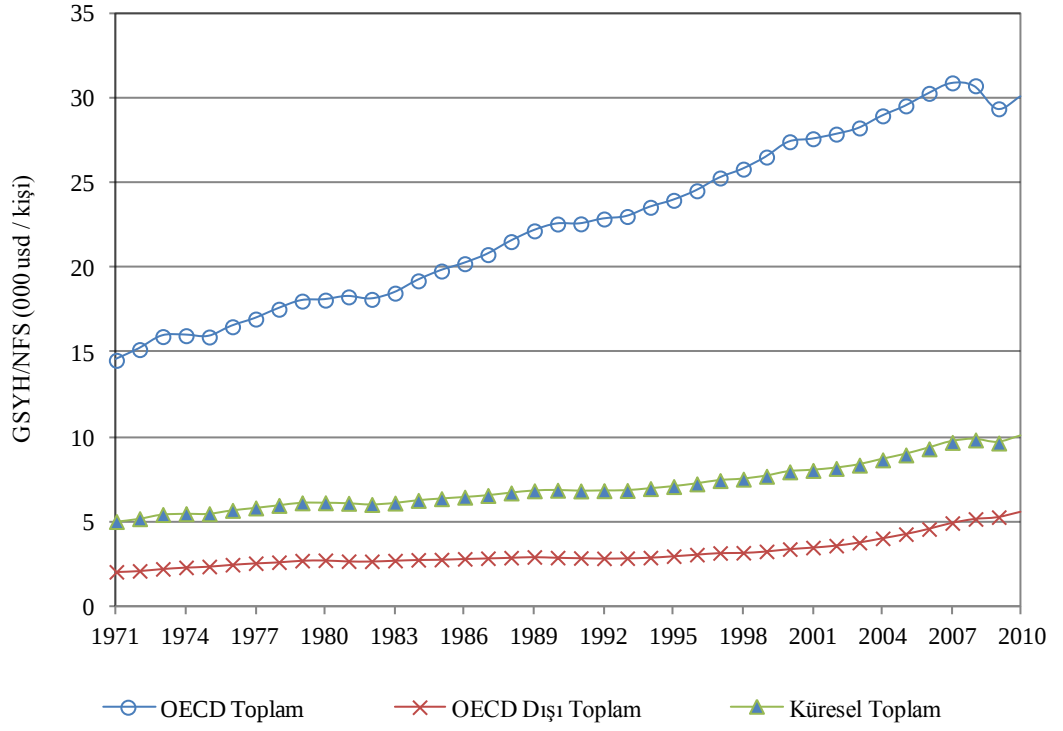
Enerji ve ekonomi etkileşimini ortaya koyabilmek bakımından SAGP dışında da farklı değişkenler kullanılabilir. Bunlar, enerji tüketimi (birincil ya da nihai) ve reel GSYH’dır. Ancak verinin elde edilme yöntemine bağlı olarak daha farklı (sınai, konut ve ulaştırma amaçlı enerji tüketimi ya da kömür, petrol ve elektrik tüketimi gibi) ifadeler de literatürde yer almıştır. Reel GSYH’nin dışında, kişi başına GSYH, endüstriyel çıktı veya istihdam gibi ekonomik parametreler de literatürde mevcuttur [42].

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için faydalanılan nedensellik; tek yönlü nedensellik, karşılıklı nedensellik ve tarafsızlık olmak üzere farklı şekillerde ifade edilebilir. Uygulanan analiz sonucunda enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisine ulaşırsa, enerji

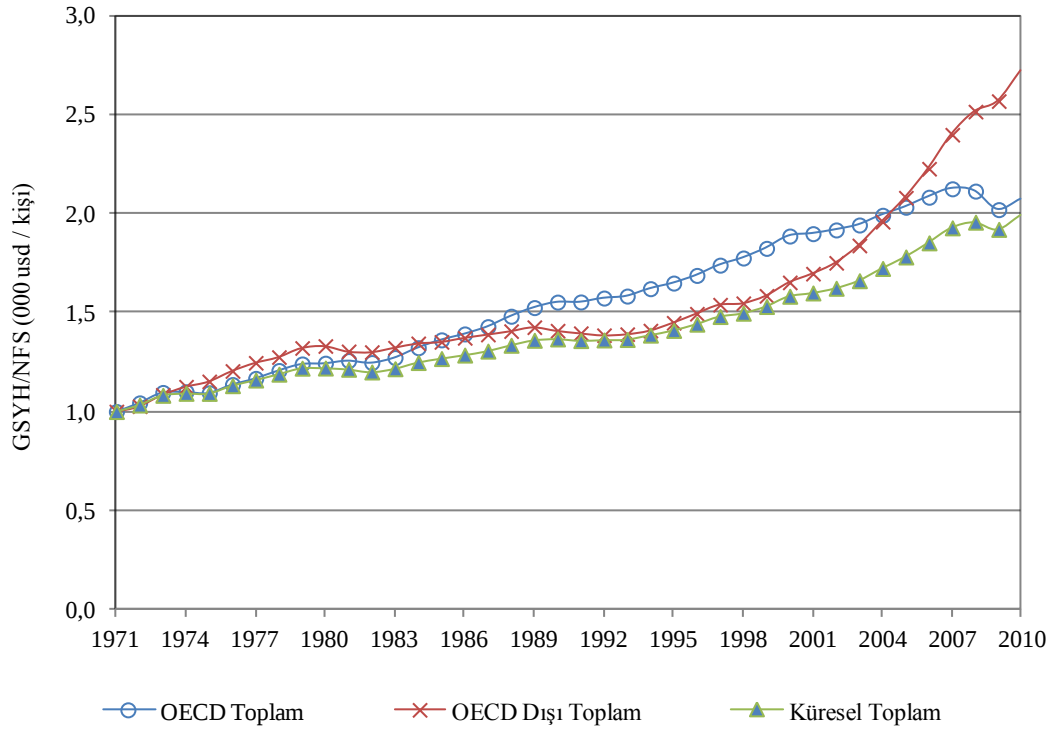
tüketiminin sınırlandırılmasının (enerji tasarrufu önlemleri vb.) ekonomik büyümeyi engelleyeceği yönündedir. Ekonomik büyümeden enerjiye doğru tek yönlü bir ilişki söz konusu ise, enerji tasarrufu önlemleri ekonomik büyüme riske atılmaksızın uygulanabilecektir. Analiz sonucunda enerji ve ekonomik büyüme arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisi söz konusuysa bu enerji ve ekonomik büyümenin karşılıklı bağımlılığına işaret eder. Eğer, enerji ve ekonomik büyüme arasında tarafsızlık söz konusuysa, diğer bir deyişle değişkenler arasında nedensellik ilişkisi yoksa, ekonomik büyümenin enerji tüketiminden bağımsız olduğu düşünülebilir ve büyümenin de enerji tüketimine etki etmeyeceği sonucuna ulaşılır. Dolayısıyla, enerji tasarrufu politikalarının ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemeyeceği anlamına gelmektedir [43].

OECD ülkeleri ile ilgili yapılan bir çalışmada kişi başına elektrik tüketimi ile GSYH arasında nedensellik durumu araştırılmıştır. Kısa vadede, iki yönlü nedenselliğin olduğuna ilişkin bulgulara ulaşılmıştır. Bulgular ayrıca, GSYH'den enerji tüketimine tek yönlü bir nedensellik olduğunu da göstermiştir. Çalışmada kırk yıllık süre içinde OECD ülkelerinde enerji tüketiminden, üretime doğru nedensel bir ilişki gözlenmemiştir. Bununla birlikte, kısa dönem için, nedenselliğin iki yönlü olarak geçerli olduğu saptanmıştır [44].

Artan nüfusun ve değişmekte olan tüketim alışkanlıklarının, teknolojinin de yardımı ile, enerji tüketimini arttırdığı ileri sürülmektedir. Literatürde, ekonomik büyümenin temel göstergelerinden birinin elektrik tüketimi olduğu ortaya konulmaktadır. Nüfus arttıkça, üretim de artmaktadır. Aynı zamanda, nüfus artışı sonucunda, sadece tüketim değil tüketim yapısı da değişmekte ve sanayi malı tüketimi ve sermaye yoğun malların tüketimi artmaktadır. Benzer şekilde, gelir ile tüketim arasında oldukça sıkı pozitif bir ilişki olduğu ortaya konulmaktadır. Gelirdeki artışın tüketimi de arttıracığı yönünde bir beklenti mevcuttur. Sanayi ve sermaye mallarının son kullanıcılar tarafından daha fazla talep edilmesine bağlı olarak, tüketim ile birlikte bu malların üretilmesi sürecinde kullanılan elektrik tüketiminin de artış göstereceği beklenmektedir. Benzer şekilde ulusal gelirdeki artışın elektrik tüketimini ve nüfusu arttırması, çalışmalar sonucunda ortaya konmuştur [45]. Gerçek ve normalize değerler ile kişi başına düşen gelir dağılımının değişimi Şekil 3.5'te ve Şekil 3.6'da görülmektedir.



Şekil 3.5 : Kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıladaki gelişmeler.



Şekil 3.6 : Kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıladaki gelişmeler (1971=1,0).

3.4 Enerji Yoğunluğu

Enerji yoğunluğu, enerji çalışmaları için önemli bir konudur. Enerji yoğunluğu ve nasıl değiştiği hakkındaki varsayımlar, yoğunlukla enerji kullanımı ve karbondioksit emisyonu çalışmalarının temelini oluşturmaktadır. Ayrıca, enerji yoğunluğunu azaltma ya da enerji verimliliğini artırma ile ilgili iyileştirmeler, insan kaynaklı daha düşük antropojenik karbon emisyonlarını düşürmeye, dolayısıyla iklim değişikliğiyle mücadele etmeye yönelik temel öncelikli stratejiler olarak ifade edilmektedir.

Bazı etmenler, bir ülkenin toplam enerji yoğunluğu düzeyini etkilemektedir. Bu etmenler ana başlıklar altında aşağıda sıralanmıştır.

1. Ekonomik yapı: Enerji yoğun endüstrilerin toplam ekonomik çıktıdaki payı önemlidir ve ekonomik yapıya ilişkin fikir vermektedir.
2. Enerji kullanımının sektörel bileşimi: Endüstri, binalar ve nakliye gibi farklı son kullanımların bağıl payları sektörün yapısını ortaya koymaktadır. Söz konusu her bileşen, ENYO ile ilişkilidir ve ENYO değerine etki etmektedir.
3. Yakıt karması, enerji üretmek için kullanılan yakıtların bileşenlerini ifade etmektedir. Örneğin, Avrupa Birliği'nde 2004 yılında yayınlanan bir yönergeye bağlı olarak, elektrik enerjisi üretiminde kullanılan yakıt bileşenleri ve karbondioksit emisyonları tüketiciye bildirilmek zorundadır.
4. Enerjinin çevrimi ve son kullanımındaki verimlilik.

Enerji yoğunluğunun yaygın bir ölçümü, Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) tanımı ile toplam birincil enerji arzının (TBEA), GSYH'ye bölümünden elde edilmektedir. TBEA, bir ülkede kullanılan enerjinin tamamına karşılık gelmekte ve o ülkenin ekonomik faaliyetlerinde kullanılan toplam enerji miktarını ölçmektedir.

Döviz kurlarını kullanmak yerine SAGP'yi kullanarak GSYH'yi dönüştürmenin gelişmekte olan ülke verileri için önemli etkileri bulunmakla birlikte, OECD ülkelerinin ülkeler arası analizleri için öneminin daha az olduğu ifade edilmektedir. Ne var ki, anlamlı bir enerji kullanımı miktarı ve nihai mal veya enerji tüketiminin saptanması açısından (örneğin, kişisel ulaşım için veya evde kullanılan) önemli sayılabileceğinden, elektrik satın alma ya da tüketim düzeyleri için GSYH'de düzeltme yapmak uygun olmaktadır.

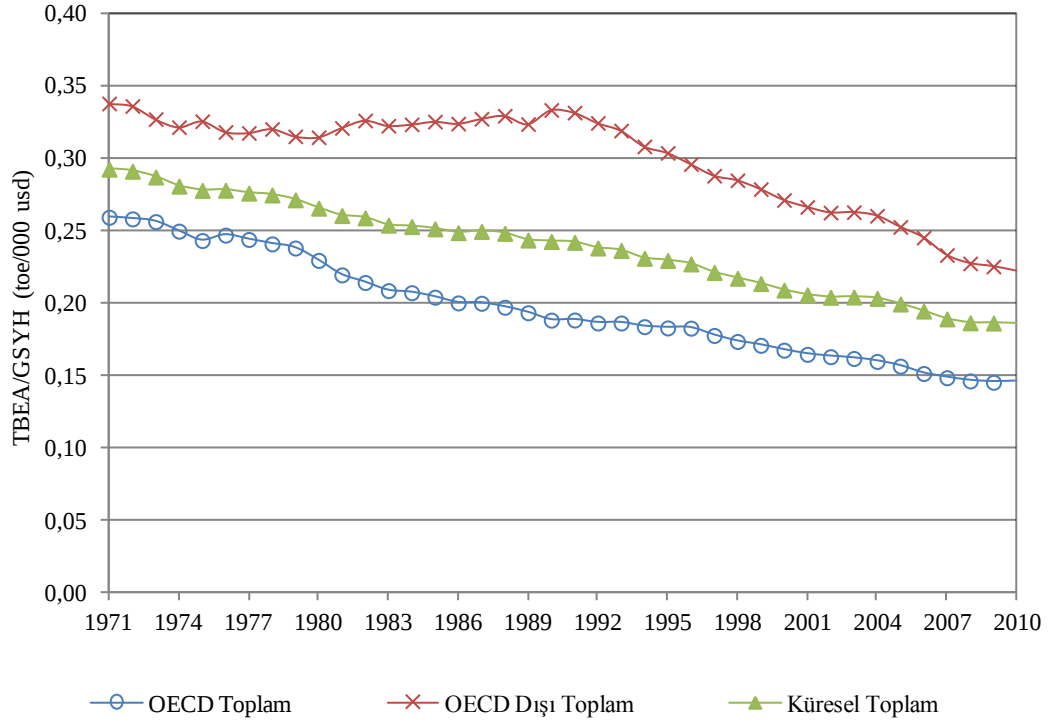
SAGP ile çevrilen GSYH başına TBEA ile hesaplanan enerji yoğunluğu Şekil 3.7 ve Şekil 3.8’de görülmektedir. Kullanılan GSYH biçimi, enerji yoğunluğu düzeyini (SAGP ile daha küçük) ve ülkelerin sıralamasını değiştirmektedir. Ülkelerin sıralamasındaki değişiklik, daha düşük fiyatlara/ücretlere sahip ülkeler (Örnek olarak, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Polonya, Türkiye), SAGP için düzeltildiğinde daha büyük GSYH'lere ve dolayısıyla daha düşük bağıl yoğunluklara sahip olmaktadır [20].

OECD üyesi ülkeler, OECD dışında kalan ülkeler ve küresel toplamda enerji yoğunlukları Şekil 3.7’de gerçek değerlerle, Şekil 3.8’de ise 1971 yılına göre normalize edilmiş değerlerle görülmektedir. Enerji yoğunluğu TBEA değeri GSYH değerine bölünerek elde edilmiştir. Şekillerde 1971 yılı ile 2010 yılları arasındaki değişim görülmektedir. GSYH değeri 2005 yılı satın alma gücü paritesi dikkate alınarak ifade edilmiştir. ENYO, 1975 ile 1990 yılları arasında OECD dışı ülkelere hemen hemen sabit eğilim içindedir ve çok fazla değişmemektedir. Diğer ülkelerde ise ENYO’nun 1971 yılından itibaren düşüşte olduğu gözlemlenmektedir.

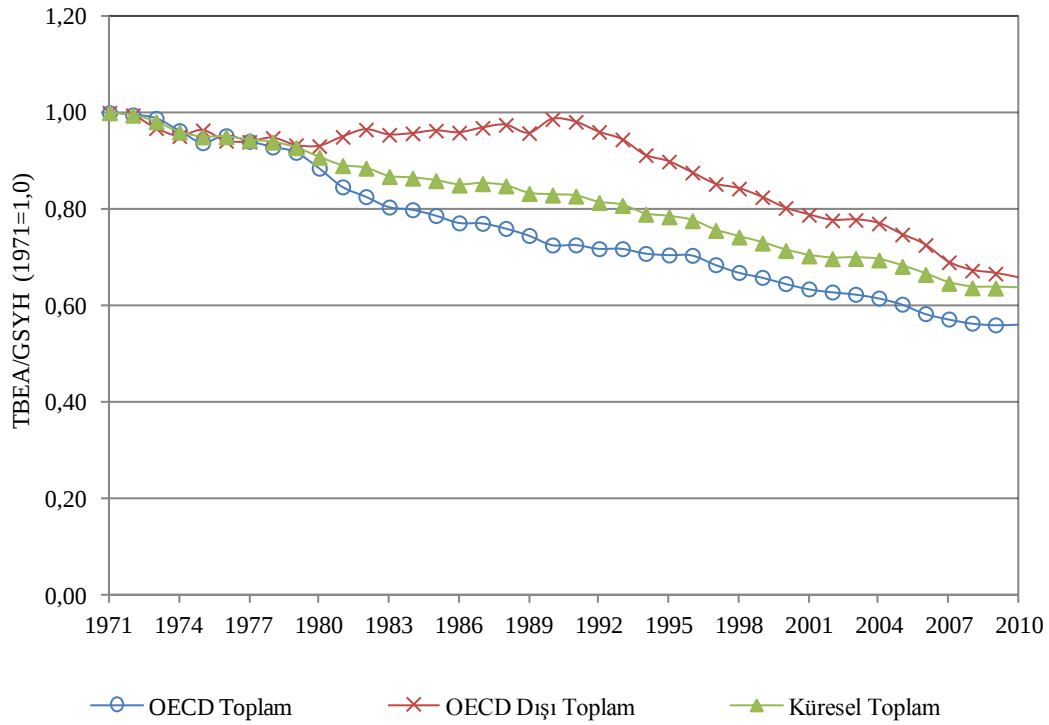
OECD üyesi ülkelerdeki düşük enerji yoğunluğu, aşağı ifade edilen birkaç etmen ile açıklanabilmektedir:

1. Diğer bölgelerle karşılaştırıldığında, yüksek bir GSYH değerine sahip olması.
2. Özellikle enerji santrallerinde ve enerji transformasyonunda yüksek verimliliğe sahip bir bölge olması.
3. Nihai tüketimde yüksek verimliliğe sahip olması. Örneğin verimliliği yüksek araçlar ve konutlara sahip olunması gibi.
4. Yüksek enerji tüketen endüstrilerin, daha az gelişmiş bölgelere kayması ve ihtiyacın söz konusu bölgelerden ticaret yolu ile karşılanması [34].

OECD dışında kalan ülkelere ise, enerji yoğunluğu değeri 2000 yılından itibaren ani bir şekilde düşüş göstermiştir. Söz konusu düşüşün yaklaşık üçte bir oranında olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte, OECD dışında kalan Avrupa ve Avrasya en enerji yoğun bölgeler olarak ifade edilmektedir [29].



Şekil 3.7 : Enerji yoğunluğundaki gelişmeler.



Şekil 3.8 : Enerji yoğunluğundaki gelişmeler (1971=1,0).

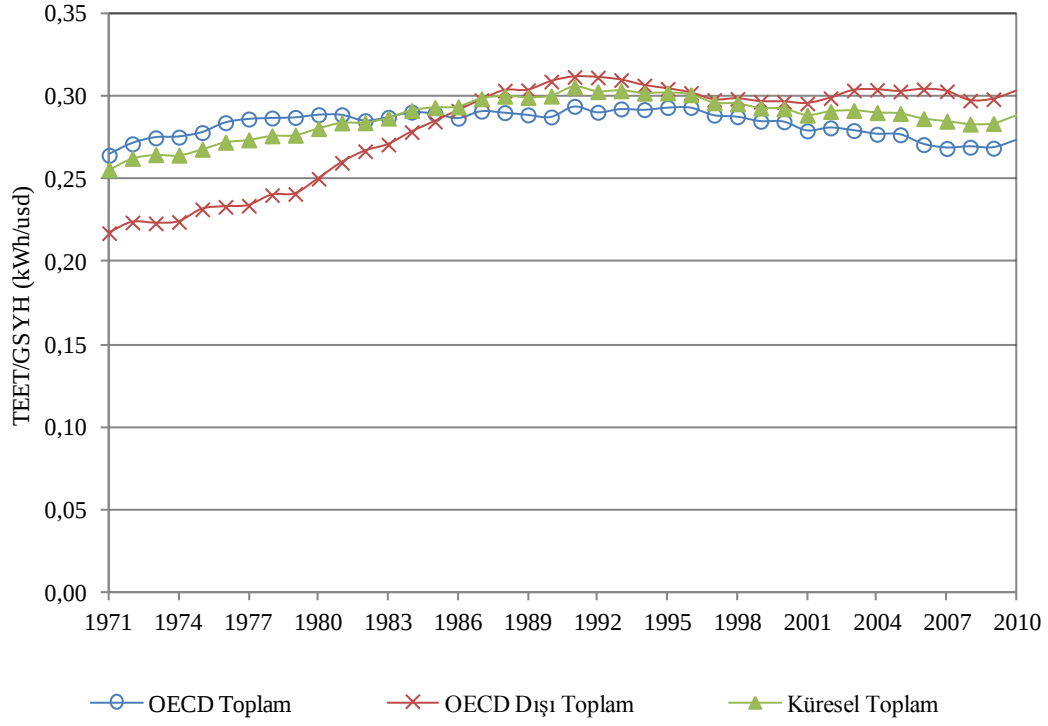
3.5 Elektrik Yoğunluğu

Kalite temelli bir enerji çeşidi olan elektrik enerjisi, diğer enerji biçimleri olan doğal gaz, petrol, kömür, biyokütle gibi nihai enerji tüketiminde ağırlık kazanmıştır. Enerjinin bazı formları diğerlerinden daha çok iş üretebilir. Örneğin, 1 birim elektrik yine 1 birim petrolden daha yüksek verime sahipken, petrol de kömürden daha yüksek bir verime sahiptir. Ayrıca, bu farkların yansıması, üretimde de ortaya konulabilmektedir. Elektrik, petrolden sonra gelen en pahalı enerji kaynağı iken, kömür ise en ucuz enerji kaynağıdır [20]. Ulaşılan sonuç, enerji son kullanıcılarının sadece Btu (British Termal Unit) başına düşen enerji formlarının farklı fiyatları ile ilgilenmek yerine, bu formlardan elde ettikleri diğer katkılarla da ilgilenebildiklerini göstermektedir [46]. Dolayısıyla ulaşılan sonuca bağlı olarak, elektrik enerjisi tüketimi, diğer niteliklerinin de etkisi ile artış göstermiştir.

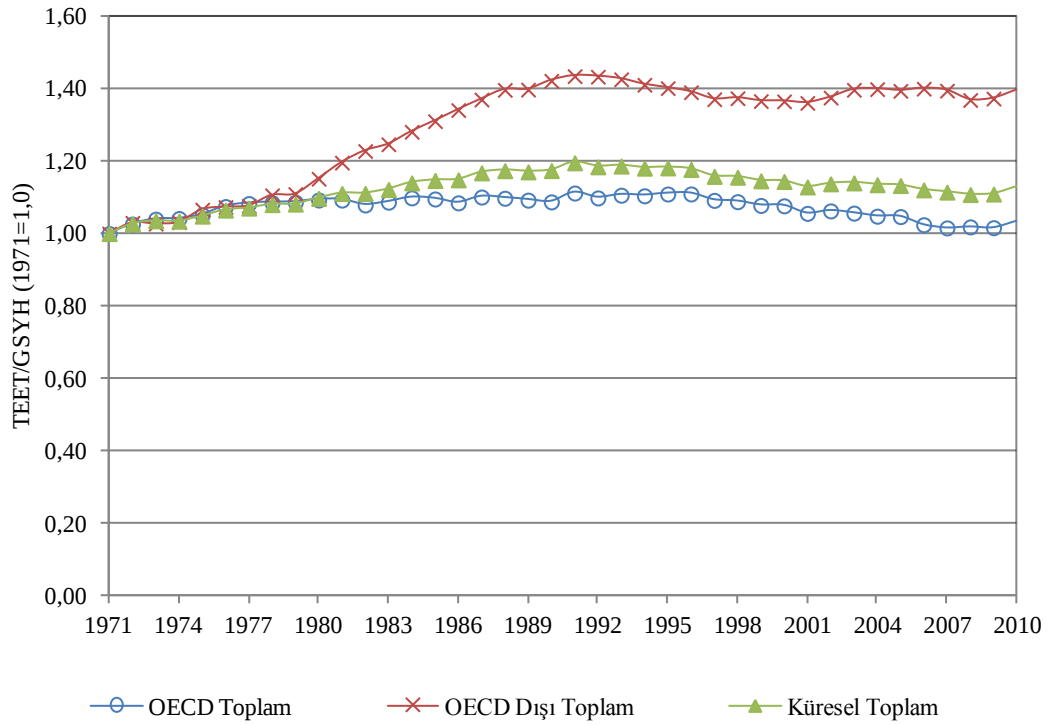
Toplam nihai elektrik enerjisi tüketimi (TEET), elektrik üretiminin ithalatlar ile toplanmasının ardından, ihraç değerlerinin, elektrik santrallerinde kullanılan depo pompaları, sıcaklık pompaları, elektrik kazanlarında harcanan değerlerle iletim ve dağıtım kayıplarının da çıkarılması ile elde edilir [35].

Elektrik yoğunluğu (ELYO), TEET değerinin GSYH değerine bölünmesiyle elde edilmektedir. Hesaplamalarda, GSYH değeri satın alma paritesi (SAGP) dikkate alınarak kullanılmıştır. OECD için endekslenen ELYO oranı 1973 yılından 2000 yılına dek geçen süreçte yıllık ortalama olarak %0,1 değerinde artış göstermiştir. 2000 yılından 2010 yılına dek geçen sürede ise, yıllık ortalama %0,3 oranında düşmüştür. Sonuç olarak, 1973 yılı seviyelerine geri dönüş yapmıştır. Enerji verimliliği OECD'ye üye ülkelerin tamamında artış göstermiştir. Fakat, aynı zamanda bu üyeler, daha elektrik yoğun ülkeler haline gelmiştir. Bununla birlikte, üye ülkeler içindeki örnekler her bir bölge içinde değişiklik göstermektedir [47].

ELYO değerlerinin kırk yıllık dönem içindeki değişim miktarlarını Şekil 3.9 ve Şekil 3.10 gerçek ve normalize değerlerle ifade etmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde ELYO değeri yaklaşık olarak %40 mertebelerinde artış gösterirken, gelişmiş ülkelerde ise büyük bir değişim yaşanmamıştır. Ulaşılan sonucun nedeni, gelişmiş olan ülkelerde TEET artışı ile GSYH artışı arasında oransal bir paralellik bulunması nedeninden kaynaklanmaktadır.



Şekil 3.9 : Elektrik yoğunluğundaki gelişmeler.



Şekil 3.10 : Elektrik yoğunluğundaki gelişmeler (1971=1,0).

4. VERİ KÜMESİ İÇİN YAKINSAMA EĞİLİMLERİNİN İRDELENMESİ

İktisadi büyüme literatürünün en önemli konularından birisi Solow [5] modelinin temel çıkarımı olan yakınsama hipotezi olarak kabul edilmektedir. Bu hipoteze göre, kapalı ekonomi koşulları altında sermayenin azalan getirisi nedeniyle ülkeler arası kişi başı reel gelir farklılıkları zaman içinde azalma eğiliminde olacaktır [4]. Belli koşullar altında geride kalmak, başlangıçtaki liderden daha hızlı büyüme yeteneği ve üretkenliği yaratmaktadır [6]. Bu görüş yakınsama hipotezinin temelini oluşturmaktadır.

Literatürde yakınsamanın üç temel kaynağı olduğu ileri sürülmektedir. Bunlar: Teknolojik yayılım, neoklasik büyüme modeli ve küreselleşmedir [48]. Teknolojik yayılımın, gelişmemiş olan ekonomilerde, sosyal yeteneğin olması durumunda, verimlilik, dolayısıyla da üretimde artış sağlayarak, teknolojik bakımdan önde olan ekonomiye doğru bir yakınsama eğilimi oluşturacağı yönünde genel bir değerlendirme mevcuttur. Yapılan çalışmaların da bu sonucu desteklediği görülmektedir.

İki farklı ekonominin, her anlamda özdeş olduğu varsayılırsa, ya da birisi, diğerrinin durağan durumuna doğru bir geçiş yaşamış ise, aynı kişi başı reel gelir düzeyine sahip olacakları ifade edilir. Bu durumun sonucu olarak, büyüme oranının, ülkelerin durağan duruma uzaklıkları ile ters yönlü ilişki içinde olması beklenmektedir. Neoklasik büyüme modelinde, kabul edilen varsayımlar nedeni ile ülkeler durağan durum gelir düzeyine yakınsama eğilimi içindedir [4].

Yakınsama hipotezi ile ilgili çalışmalar sonucunda ortaya çıkan, neoklasik modele göre yakınsama kavramı, ülkeler veya bölgeler arasındaki ticaretin mevcut olmaması durumunda oluşabilirken, uluslararası ticaretin yakınsamayı etkilediğini ifade etmektedir. Ekonomistler genel olarak, yüksek miktarlarda yapılan ticaretin, bu ticaretten fayda sağlayanların reel çıktılarını arttıracaklarını ileri sürmektedirler. Bununla birlikte, ticaretin, ekonomilerin yakınsamasına yol açıp açmadığı konusu çelişkili kalmaktadır [49].

Küreselleşmenin yakınsama üzerine etkisi ile ilgili çalışmalarda, söz konusu kavramların birbiri ile ilişkili olduğu vurgulanmakla birlikte, küreselleşmenin yakınsamaya nasıl neden olduğu tam anlamıyla ortaya konamamaktadır [4]. Yakınsama hipotezi konusu, zaman zaman çok farklı yorumlara neden olmuştur.

Araştırmacılar, Solow [5] modeli kapsamında, ülkelere ilişkin büyüme konusunda, açık ya da kapalı olarak bir kısım varsayımları kabul etmek durumunda kalmakta ve bu durum da yakınsamanın farklı kavramlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bazı yakınsama kavramları şunlardır: Mikro yakınsama ve makro yakınsama, yakalama ve yakınsama, bir ekonomi içindeki yakınsama ve ülkeler arası yakınsama, büyüme oranlarındaki yakınsama, gelir düzeylerinde yakınsama, beta yakınsaması, sigma yakınsaması ve gama yakınsaması, koşulsuz yakınsama, koşullu yakınsama, kulüp yakınsaması, gelir yakınsaması ve toplam faktör verimliliği (TFP) yakınsaması, deterministik yakınsama ve stokastik yakınsama [50,48].

1980’li yıllardan önce yapılan yakınsama tartışmaları yakalama (catch-up) kavramı üzerinde toplanmıştır. Özellikle büyüme iktisadi literatürü, yakalama kavramının teorik yapısının meydana gelmesinde önemli bir paya sahiptir. Yakalama kavramı, yakınsama sürecinin tamamlanması halinde oluşabilecek bir durumu ifade etmektedir. Yakınsama ise bir süreç olarak düşünülebilir. Bu süreç sonunda çeşitli ekonomiler belli parametreler açısından aynı düzeye ulaşmaktadır. Yakalama, meydana gelen ulaşma durumunu ifade etmektedir [4].

Beta yakınsaması kavram olarak, yoksul bölgelerin, varıl olan bölgelere göre daha hızlı büyümesi konusunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla yoksul olanlar, varıl olanları belli bir süre sonra yakalarlar. Beta yakınsaması kavramı doğrudan, Neo-klasik büyüme modeli ile bağlantılıdır. Bununla birlikte, yakınsama veya yakalama durumu çoğunlukla gerçekleşmez. Çünkü, hesaba katılması gereken başka parametreler de mevcut olmakla birlikte, önde olan ülke veya bölgeler de mevcut durumlarını koruma eğiliminde olacaktırlar [51].

Neoklasik büyüme teorisine göre büyüme kavramı, işlevsel olarak, ekonomileri, uzun sürecin dikkate alınacağı durumlar için, durgunluğa götürmektedir. Nüfusun artması ve teknoloji büyümeyi olumlu yönde etkilemekle birlikte, büyüme, nüfus artışını ve teknolojiyi etkilememektedir. Azalan girdiler, ayrıca, yoksul ekonomilerin büyüme oranlarının daha yüksek olması anlamını taşımaktadır. Yoksul ekonomilerin,

gelirleri ve/veya kişi başına düşen GSYH seviyeleri ile varsıl ekonomileri sürecin sonunda yakalamaları beklenmektedir [5]. Tüm ekonomiler, kişi başına GSYH ve büyüme oranına göre, aynı durağanlığa yakınsadığında, beta yakınsamasının mutlak olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, durağanlık her ekonominin kendi özel durumlarına bağlı olabilir. Bu durumda, yakınsama meydana gelir, fakat uzun soluklu olmayabilir. Mutlak beta yakınsaması, gelir seviyeleri ile büyüme arasında ters bir ilişki olduğunu ve gelir seviyesi düşük bölge veya ülkelerin, gelir seviyesi yüksek ülke veya bölgelere göre daha hızlı büyüdüğünü ifade etmektedir. Koşullu beta yakınsamasında ise, söz konusu bölge veya ülkelerde bazı ülke politikaları ve sermayenin benzer durumda ve dolayısıyla yakınsamanın ters ilişkili olması beklenmektedir. Koşullu beta yakınsamasında teknoloji ve ekonomi gibi yapısal etmenler arasında farklılık olduğu ifade edilir. Mutlak beta yakınsamasında ise söz konusu bu etmenlerin aynı olduğu düşünülmektedir.

Beta yakınsaması olası yakalama işlemini görmeye odaklanırken, sigma yakınsamasının ise basitçe, ülkeler ya da bölgeler arasındaki eşitsizliklerin zamanla azaltılması ile ilgili olduğu ifade edilir. Bu iki kavram elbette ki birbiriyle yakın bir şekilde ilişkilidir. Ekonomiler bir başka ekonomiye yakınsarlar veya rasgele şoklar onları başka noktalara götürebilir, ya da koşullu beta yakınsaması durumunda olduğu gibi farklı durağan durumlara doğru yakınsayabilirler.

Sıklıkla kullanılan sigma yakınsaması ölçümü standart sapma veya bölgesel kişi başına GSYH'nin, değişim katsayısı (cv-coefficient of variation) olarak ifade edilmektedir. Söz konusu ölçüm dışında, sigma yakınsamasının histogramlarla saptanan ve Kernel Yoğunluk Fonksiyonu yardımı ile oluşturulan bir ölçümü de uygulamada kullanılmaktadır. Değişim katsayısı, standart sapmanın ortalamaya oranı olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte farklı hesaplama yöntemleri de mevcuttur. Bunlardan bazıları; Gini Katsayısı (Gini Coefficient), Atkinson İndeksi, Theil İndeks ve Ortalama Logaritmik Sapma (Mean Logarithmic Deviation – MLD) dır. Birkaç metot ve enstrüman dağılım dinamiklerinin ve karakteristiklerinin belirlenmesi için kullanılabilir. Bazılarında dağılımların karakterlerini belirlemek için özel ölçümler kullanılırken, bir diğer yaklaşımda görsel kontrole dayanan bir enstrüman kullanılabilir. Görsel kontrole dayanan analiz metotları arasında yoğunluk fonksiyonlarının parametrik olmayan hesabı, kümülatif yoğunluk fonksiyonları ve Salter Grafikleri örnek olarak verilebilir. Diğer ölçümlere örnek ise, Geçiş Olasılık

Matrisine bağılı olan Markov Zinciri Analizi'dir. Dağılımın parametrik olmayan hesabının nasıl yapılacağı önemli bir konudur. En basit ve sıklıkla kullanılan parametrik olmayan yoğunluk hesaplayıcısı histogramlardır. Bununla birlikte söz konusu ölçüm yöntemi iki önemli kısıtlayıcıya sahip olmaktadır. Birincisi, histogramların yumuşak ve düzgün bir eğime sahip olmamasıdır. İkincisi ise, seçilen değerlerin, verilerin alt aralık son noktalarına bağılı olmasıdır. Sözü edilen kısıtlayıcıları engellemenin bir yolu Kernel Yoğunluk Hesaplayıcısını kullanmaktır. İlgili yöntemde, her bir nokta normalize edilmiş yoğunluk fonksiyonun merkezidir. Yoğunluklar böylece, dağılımı oluşturmak üzere dikey olarak eklenmektedir. Eğer yoğunluk fonksiyonu normal olarak seçilmişse, dağılımın Gauss (Stokastik) Kernel Yoğunluk Fonksiyonu elde edilmiş olur [51].

Bir diğer yakınsama türü olan Gama yakınsaması iç dağılım hareketliliğine (intra-distribution mobility) odaklanmıştır. Gama yakınsaması ölçümü gerçek yakınsama ölçümü ile ilgilidir. Örneğin ele alınan ülkeler birbirine yaklaşan ülkelerdir. Yani yakınsama, dağılımın daha alçak ve daha yüksek sınırları içinde ülkeler arasındaki hareketliliği belirler [11]. Sıralamalardaki değişimi yakalayan, basit bir ölçüm olan Kendall Sıra Uyumu İndeksi (index of rank concordance) ilk olarak Siegel [52] tarafından ortaya konmuştur. Boyle ve McCarthy [11] ileri sürülen temelde ilerleyerek ve 1997 yılında yaptıkları çalışmayı genişleterek, OECD üyesi ülkelere uygulamışlardır. Söz konusu çalışmalarında sigma ve gama yakınsamasını hesaplayarak ülkeleri dörtlü gruplar halinde ortaya koymuşlardır. Bu dört grup “Yüksek Gelir”, “Üst Orta Gelir”, “Alt Orta Gelir” ve “Düşük Gelir” olarak belirlenmiştir.

$$\gamma = \left(\frac{\text{var}(\text{RGDPC}_{ti} + \text{RGDPC}_{t0})}{\text{var}(\text{RGDPC}_{t0} * 2)} \right) \quad (1)$$

Burada, RGDPC_{ti} kişi başına düşen GSYH değerinin sıra uyumudur. Yani analizi yapılacak olan başlangıç (initial) yıldan başlamak üzere, son yıla kadar sürecek bir diziyi ifade etmektedir. RGDPC_{t0} ise başlangıç yani referans yıldaki değeri ortaya koymaktadır. Bu değerlerin her bir adımda birbiri ile toplanarak varyansları alınmaktadır. Ardından, pay ve paydada bulunan değerler birbirlerine bölünerek gama değerleri elde edilmektedir [53].

4.1 Enerji Yoğunluğundaki Yakınsama Eğilimleri

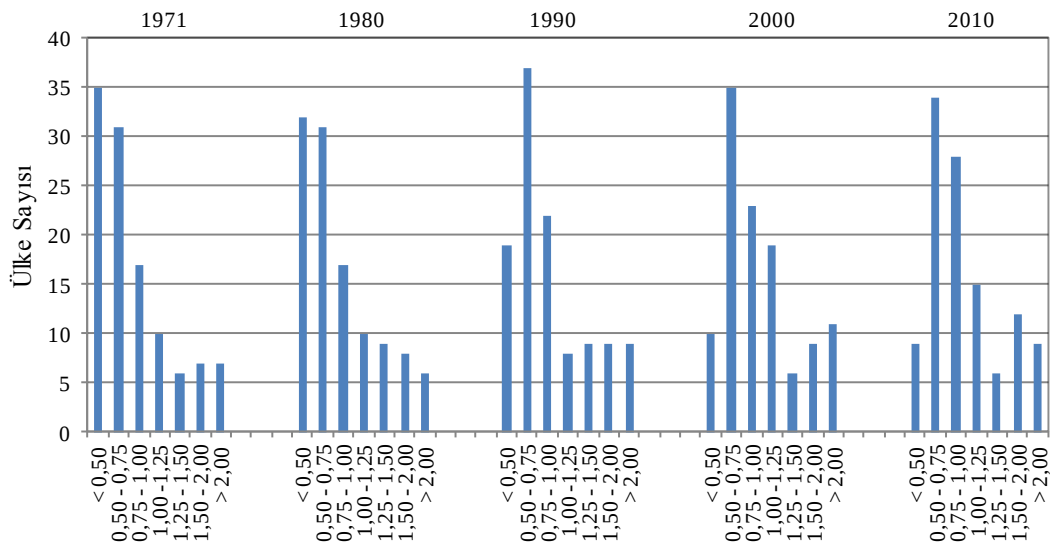
4.1.1 Küresel toplam için enerji yoğunluğu yakınsaması

Bu bölümde, verilerine ulaşılan 113 dünya ülkesi için, 1971 ile 2010 yılları arasındaki süreçte enerji yoğunluğu değerlerindeki yakınsama süreci incelenmiştir. Sigma yakınsaması aynı zamanda, ülkeleri bir araya getirmek için, yakalama işleminin ne kadar efektif olduğunu da ölçmektedir. Sigma yakınsamasında, dağılımın şekli önemlidir. Dağılım tek tepeli (single mode), iki tepeli (bimodal) veya çok tepeli (multi-modal) olabilir. Çok tepeli dağılım, büyüme literatüründe yakınsama kulüpleri (convergence clubs) olarak isimlendirilmektedir [20].

Yapılan çalışmada, ülke grupları için, söz konusu ölçüm hem elektrik yoğunluğu için hem de enerji yoğunluğu için kullanılmıştır. Yoğunluk dağılımı hesaplanırken; her bir ülkenin yoğunluğu, söz konusu yıl için, çalışılan grubun ortalamasına bölünerek bağıl ENYO ve/veya ELYO bulunmuştur. Sonra, gruplanan ülkeler, belirlenen yıllar için yedi kategoriye ayrılarak, ortalamanın; yarısından az ($<0,50$), yarısı ile üç çeyreği arasında ($0,50-0,75$), üç çeyreği ile ortalama arasında ($0,75-1,00$), ortalama ile bir bir çeyrek arasında ($1,00-1,25$), bir bir çeyrek ile bir buçuk arasında ($1,25-1,50$), bir buçuk ile iki arasında ($1,50-2,00$) ve son olarak da ortalamanın iki katından büyük ($>2,00$) değerleri için bir ölçekleme yapılarak, dikey eksen ülke sayısını göstermek üzere grafik üzerine yerleştirilmiştir. Yedişer kategori olarak istenen yıllar grafiğin üzerinde belirtilmektedir. Yapılan çalışmada, 1971 ile 2010 yıllarını kapsayan dönem için gelişmişlik ekseninde ülke grupları belirlenmiştir. Ardından, dağılımın zamanla daha sıkıştığı yani daraldığı bölgeler gözlemlenmiştir. Dağılımda belirtilen aralıklardaki değerler, yakınsayan ülke sayıları ve yakınsama ile ilgili bilgi verebilmektedir. Dağılımın yedi kategoriye ayrılmasının özel bir nedeni yoktur. İstenirse daha fazla sayıda kategoriye de ayrılabilir. Buradaki amaç yeterli sayıda örnekleme alarak, oluşacak olan eğriyi belirlemektir [27,26]. Öncelikle, 1971 ile 2010 yılları arasında, on yıllık aralıklarla yedişer kategori belirlenmiştir. Ülkeler gelişmişlik düzeylerine göre gruplandırılmış, gruplanan ülkeler için grafiğin üstünde belirtilen her yıla göre ülke enerji yoğunluklarının ortalaması alınmıştır. Her bir yıla ait enerji yoğunluğu değerleri hesaplanan ortalama değerlere bölünmüştür. Böylece ortalamanın yarısından küçük değerler, ortalamanın 2 katından büyük değerler ve ortalamaya yakın değerler hesaplanmıştır. Örneğin, 0,50 değerinden küçük ülke

sayısı, 2,00'dan büyük ülke sayısı vb. belirlenerek grafik çizilmiştir. Skalada, 2,00 değerinden büyük ifadesi, enerji yoğunluğu değeri söz konusu yıl için, ortalamanın 2 katından daha büyük anlamına gelmektedir. 0,50 değerinden küçük ifadesi ise, enerji yoğunluğu değeri, hesaplanan yıl için ortalama değerin, yarısından küçük olan ülke sayısını ifade etmektedir.

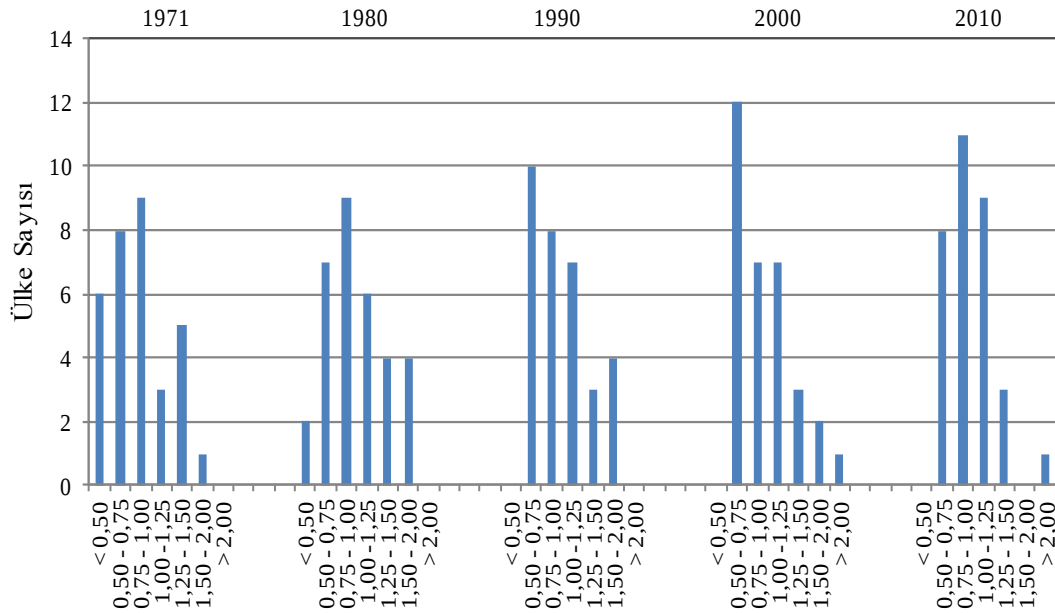
İfade edilen hesaplamalar yapılarak histogram çizildiğinde, Şekil 4.1 elde edilmiş ve ortaya konulan kategorilerde herhangi bir daralma gözlenmemiştir. Ancak, enerji yoğunluğu değeri ortalamadan düşük olan ülke sayısında bir azalma gözlenmektedir. 0,50> için, 1971'deki ülke sayısı 35 iken, 2010 yılında aynı aralıktaki değer, 9 olarak gözlenmektedir. En yüksek enerji yoğunluğu değerine sahip olan ülkelerin sayısı ise pek fazla değişmemektedir. Burada diğer bir inceleme, oransal olarak belirtilen ülke enerji yoğunluğu değerlerinin ortalamaya ne düzeyde yaklaştığını tespit etmektir. Enerji yoğunluğu oransal değeri, 0,75 ile 1,25 arasındaki aralıkta ülke sayısı 1971 yılında 26 iken, 2010 yılında, yine aynı aralıktaki ülke sayısı 42 kadardır. Bu durum sigma yakınsamasının meydana geldiğini ifade etmektedir. Dağılım incelendiğinde, sürecin 2010 yılında çan eğrisi (bell-shaped) eğrisine benzediği fakat bu eğrinin de tam oluşmadığı görülmektedir. Söz konusu durum ülkelerin belli bir noktaya doğru yakınsadıklarını göstermektedir. Süreç incelendiğinde, yakınsama, grup içinde ortalamalara doğru bir hareket ve örnekleme noktalarında bir daralma, meydana gelmiştir.



Şekil 4.1 : Küresel toplam için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan enerji yoğunluğu dağılımları.

4.1.2 OECD üyesi ülkeler toplamı için enerji yoğunluğu yakınsaması

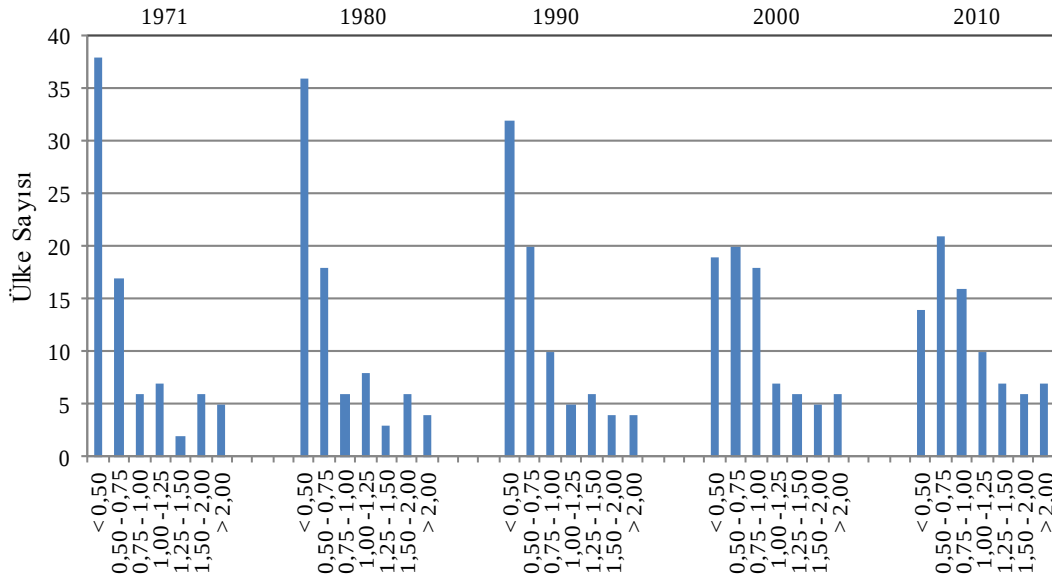
Enerji yoğunluğu değerlerinin satın alma gücü paritesine göre Sigma yakınsaması histogram dağılımı Şekil 4.2’de görülmektedir. Hesaplamalar toplam 34 OECD üyesi ülke içinde, verilerine ulaşılabilen 32 OECD üyesi ülke üzerinden yapılmıştır. Her bir ülkenin ENYO değeri, söz konusu yılın ortalama değerine bölünerek normalize değerler elde edilmiştir. Böylece 1971 ile 2010 arasındaki dönemde belirtilen yıllar için yukarıda ifade edilen yedi kategori için ülke sayıları belirlenerek Şekil 4.2’de gösterilen histogramlar üzerine yerleştirilmiştir. Histogramlar incelendiğinde, bağıl ENYO değerlerinin zaman içinde, daraldığı görülmektedir. Ortalama bağıl değere doğru bir geçiş ve daralma gözlemlenmiştir. 1971 yılı dikkate alındığında, ortalamanın yarsından küçük ülke sayısı 6 iken, 2010 yılında ortalama bağıl değer yarisından küçük ülke kalmamıştır. 1971 yılında, 0,75 – 1,25 bandında 12 ülke yer almakta iken, söz konusu bantta 20 ülke yer almaktadır. Bu sonuç ülkelerin, grup içinde bağıl olarak, ortalama değere doğru yakınsadıklarını ifade etmektedir. 2010 yılına gelindiğinde ortalamanın iki katından büyük enerji yoğunluğuna sahip 1 ülke görülmektedir. Eğri çift tepeli (bimodal) bir dağılıma sahip olmaktadır. Çift tepeli dağılım, yakınsama kulüplerini (convergence clubs) ifade etmektedir.



Şekil 4.2 : OECD üyesi ülkeler toplamı için ortalamalara bağıl olarak hesaplanan enerji yoğunluğu dağılımları.

4.1.3 OECD dışında kalan ülkeler toplamı için enerji yoğunluğu yakınsaması

Hesaplamalar OECD üyesi ülkeler dışında kalan ve verilerine ulaşılabilen 81 ülke üzerinden yapılmıştır. Düşük enerji yoğunluğuna sahip ülkelerin değerlerinde ortalamaya doğru bir yakınsama eğilimi söz konusudur. Yüksek enerji yoğunluğuna sahip olan ülkelerde ise genel anlamda bir değişiklik görülmemektedir. Örneğin, 1971 yılı örnek alınarak bağıl ortalama ENYO değerleri 0,75 ile 1,25 bandında değişen ülkeler değerlendirildiğinde ilgili yıl içinde söz konusu bağıl değerler arasında ülke sayısı 13 iken, 2010 yılına gelindiğinde aynı dilimdeki ülke sayısı 26 dır. Sonuç sigma yakınsamasının gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Histogramın genel karakteri iki tepeli (bimodal) bir dağılım göstermektedir. İki tepeli dağılım, OECD dışında kalan ülkeler için yakınsama kulüplerinin varlığına işaret etmektedir. Sonuç olarak, gelişmekte olan ülkeler çerçevesinde sigma yakınsaması meydana gelmektedir. Ancak, yakınsamanın düzeyi gelişmiş ülkelerin sahip olduğu yakınsama miktarları düzeyinde olmamıştır. Bu kapsamda değerlendirilen ülke sayısının gelişmiş ülke sayısından daha fazla olması daralmanın net şekilde görülmesine engel olmuştur. Değişimler Şekil 4.3’te görülmektedir.



Şekil 4.3 : OECD dışında kalan ülkeler toplamı için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan enerji yoğunluğu dağılımları.

4.1.4 Enerji yoğunluğundaki yakınsamada Türkiye'nin konumu

Petrol ve doğal gazın diğer enerji türlerine göre enerji kullanımındaki oranının yüksek olması ve petrol kaynaklarının hızla tükenmesi, enerjide dışa bağımlılığı yüksek olan Türkiye gibi ülkeleri önemli ölçüde etkisi altına alabilecek bir tehdittir. Enerji uzmanlarına göre, 2030 yılından sonra, petrol rezervlerinde meydana gelecek azalma uluslararası piyasada dalgalanmalara yol açacak ve petrol fiyatlarında yükselmeler meydana gelecektir.

Enerji tüketimi küresel düzeyde 1980'li yıllardan günümüze değin %50'lerin üzerinde bir artış göstermiştir. Aynı şekilde tüketimin, 2030 yılına kadar da yıllık ortalama %1,5 ve toplamda %40 oranında artacağı beklenmektedir. Türkiye'de ise, 1980 yılında 26,3 Mtoe olan nihai tüketim, 2010 yılında 86 Mtoe'ye değerlerine ulaşmıştır. Enerji ön görülerine göre, nihai tüketimin 2025 yılılnda 150 Mtoe düzeyine kadar artabileceği belirtilmektedir. Dolayısıyla, enerji kullanımına ilişkin bir diğer unsur olan teknolojik yeniliklerin ön plana alınarak, enerjinin yoğun kullanım alanlarında tasarruf sağlayacak şekilde kullanılması gerekmektedir.

Türkiye'nin enerji politikasının temel stratejileri, yeterli, güvenilir ve ulusal kaynaklardan elde edilen bir enerji üretim yapısının oluşturulmasıdır. Enerji politikasının hedefleri ise, serbest piyasaya ve rekabete dayalı verimli bir enerji sektörü oluşturmak, doğu-batı arasında bir enerji köprüsü oluşturmak ve enerjide dışa bağımlılığı azaltmaktır. İfade edilenlerden en göze çarpan hedef Türk ekonomisindeki enerji bağımlılığını azaltmaktır. Bu hedefin hangi düzeyde gerçekleştiğini değerlendirmek için, öncelikle enerji dengelerinin incelenmesi gerekmektedir. Enerji dengelerini değerlendirebilmek adına enerji üretimi, toplam nihai tüketim ile toplam birincil enerji arzının ele alınması gerekmektedir.

Nihai tüketim ile enerji arzı arasındaki farkın özellikle 1980'li yıllardan sonra arttığı görülmektedir. Söz konusu durum enerjinin verimli kullanılmadığının ve enerji kayıplarının yaşandığının bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Türkiye'nin enerji dengelerini ifade eden yukarıda açıklanan yapısal sorunlar, enerji konusundaki dışa bağımlılığı da yansıtmaktadır. Hızlı nüfus artışı, iç göç ve plansız kentleşme, dünya enerji pazarlarında yaşanan tekelleşme, birincil enerji arzında ithalat oranının yüksek olması, doğal gaza bağımlılığın artması, kişi başına enerji tüketiminin düşük ve enerji yoğunluğunun yüksek olması söz konusu yapısal sorunları derinleştirmektedir.

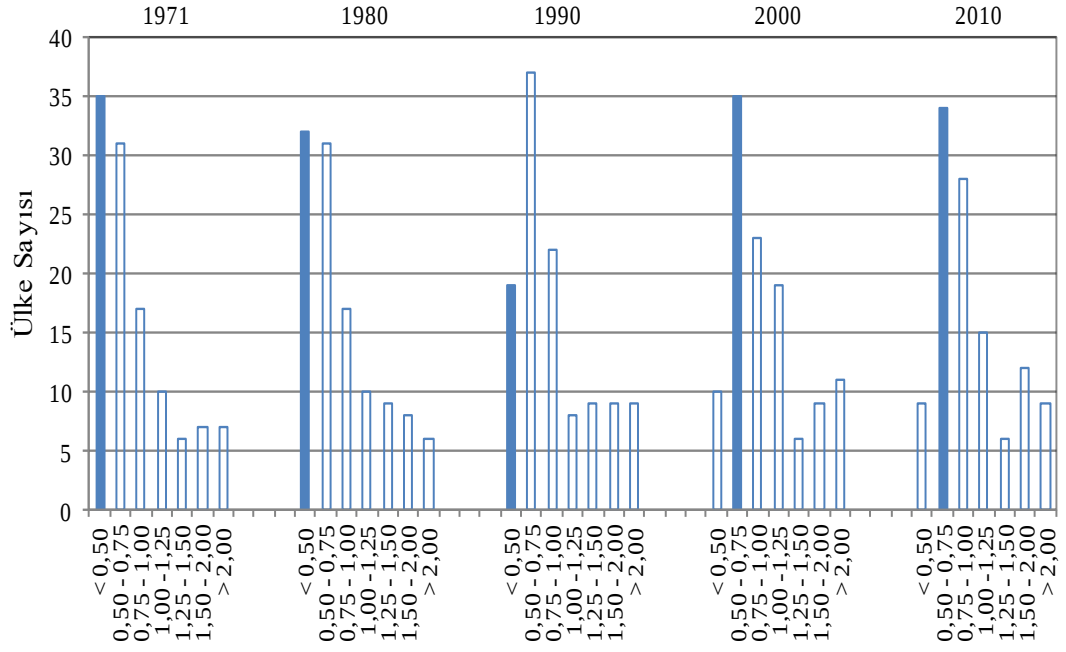
Ayrıca, Türkiye'nin genç ve yüksek nüfusu, hızla gelişen sanayisi ve artan şehirleşme hızı, enerji tüketiminin de hızla artmasına neden olmaktadır. Açıklanan sorunlara karşın Türkiye'nin jeopolitik konumu, fosil kaynaklara ve büyüyen pazarlara yakınlığı, enerji köprüsü olma olanağı, dışa bağımlılığı azaltıcı avantajlar olarak görülebilir.

Türk ekonomisinde, enerji verimliliğinin düşük (enerji yoğunluğunun yüksek) olması ve bu durumun da enerjide dışa bağımlılığı etkileyen en önemli etmen olduğunun anlaşılması nedeniyle enerjide dışa bağımlılığı azaltmada arz yönlü politikalar kadar talebi düzenleyen ve enerjinin tüm sektörlerde verimli kullanılmasını sağlayan politikalar da önem arz etmektedir [54].

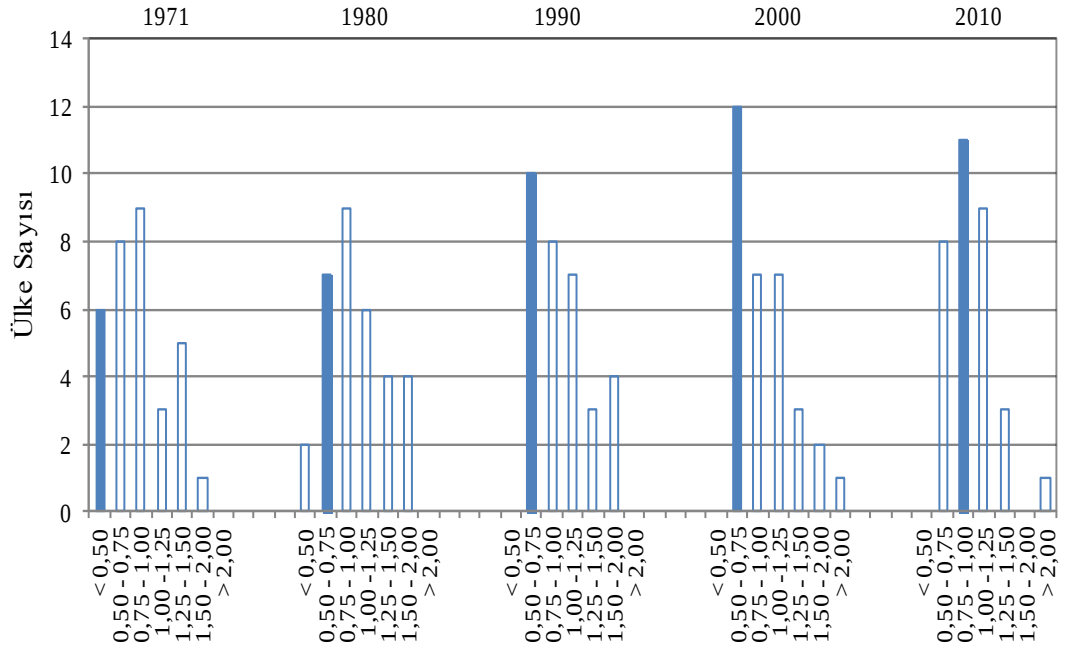
Türkiye'nin enerji yoğunluğu, OECD ortalamasından yüksek olup incelenen dönemde artış eğilimi göstermektedir. Kişi başına enerji tüketimi, OECD ortalamasının beşte biri dolaylarındadır. Bu durumun önemli nedenlerinden birisi, enerji yatırımlarının yeni yatırımlara oranının yüksek olmasına karşın, teknoloji seçiminde enerji tasarruf eden teknolojilerin aranması için çaba harcanmamasıdır. Gelişmiş ülkelerin, verimsizlik ve çevre sorunları nedeniyle terk ettiği çimento sanayi, demir-çelik sanayi gibi endüstriyel tesisler, Türkiye'ye taşınıp kullanılmaktadır. Sonuç olarak enerji yoğunluğu Türkiye'de artmaktadır. Türkiye'nin, enerji yoğunluğuna ve coğrafyasına bağlı olarak, enerjiyi elde etmesi ve Avrupa pazarlarına aktarması gerekmektedir. Türkiye önemli bir geçiş merkezi olmasıyla ilişkili olarak büyük enerji taşıma projelerini uygulamak zorundadır [55].

Küresel toplam içinde ortalamaya bağlı olarak hesaplanan enerji yoğunluğu değeri için Türkiye'nin konumunun değişimi Şekil 4.4'te görülmektedir. Geçen süreç içinde Türkiye, ortalama ile ilişkili bağıl enerji yoğunluğu değeri artış gösteren bir ülke konumundadır. Ancak, söz konusu artış çok fazla olmamakla birlikte dünya ortalaması yönündedir.

Ülkemizin OECD ülkeleri içindeki konumunu veren karşılaştırılma Şekil 4.5'te sunulmuştur. Türkiye, SAGP değerine göre hesaplanan GSYH değerine bağlı olarak bulunan enerji yoğunluğu değeri bakımından OECD ortalamasının altında yer almaktadır.



Şekil 4.4 : Küresel toplam için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan enerji yoğunluğu dağılımlarında Türkiye'nin konumu.



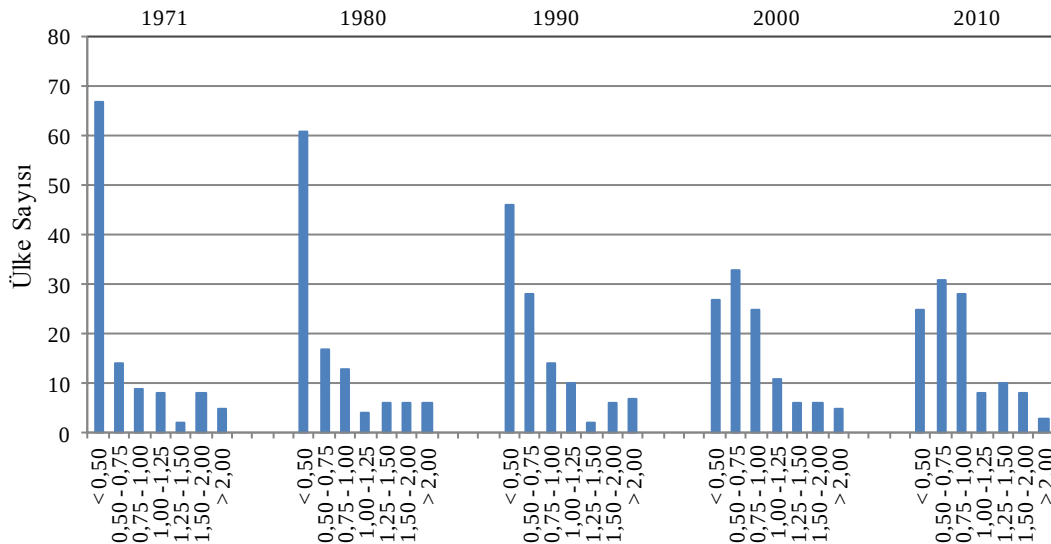
Şekil 4.5 : OECD üyesi ülkeler toplamı için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan enerji yoğunluğu dağılımlarında Türkiye'nin konumu

4.2 Elektrik Yoğunluğundaki Yakınsama Eğilimleri

Elektrik yoğunluklarındaki yakınsamalarının hesaplanması ve değerlendirilmesi, yukarıda ayrıntılı bir şekilde ifade edilen enerji yoğunluklarındaki hesaplamalar gibidir. Dolayısıyla elektrik yoğunluğundaki yakınsamaların değerlendirilmesi bu bilgiler ışığında yapılacaktır.

4.2.1 Küresel toplam için elektrik yoğunluğu yakınsaması

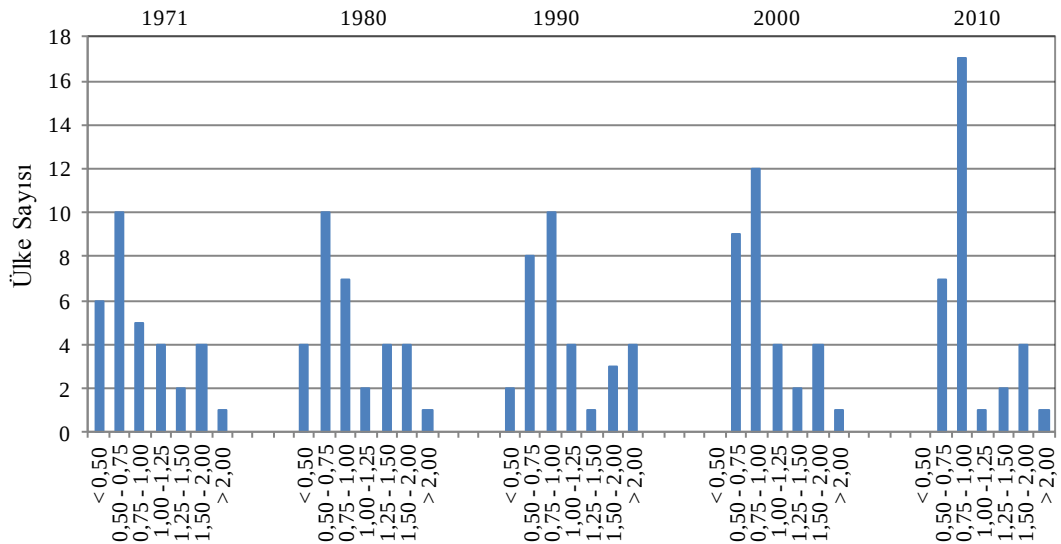
Sigma yakınsaması ile verilen Şekil 4.6'daki histogram incelendiğinde, örnekleme alınan yıllar için iki tepeli (bimodal) dağılım gözlenmektedir. Bu durum yakınsama kulüplerine işaret etmektedir. Histogramda, bağıl olarak, ELYO değeri düşük olan ülkeler, yoğunluğunu arttırarak, ortalamaya doğru yaklaşmışlar, ELYO değeri ortalamanın üstünde olan ülkelerin sayısında ise fazla bir değişim gözlenmemiştir. Bağıl ELYO değeri 0,75 ile 1,25 arasında değişen ülkeler, 1971 yılı dikkate alınarak değerlendirildiğinde, 17 kadardır. Bu değer, 2010 yılında, 38 ülkeye kadar yükselmiştir. Ortalama değer yakınlarında toplanmanın meydana gelmesi, yakınsamanın olduğunu ifade etmektedir. Bağıl ELYO değerlerinde ortalamaya doğru bir artış olduğu, sigma yakınsaması histogramlar ölçümü kullanılarak yakalanmıştır. Hesaplamalar verilerine ulaşılan 113 dünya ülkesi üzerinden yapılmış ve on yıllık dilimler baz alınarak grafik oluşturulmuştur.



Şekil 4.6 : Küresel toplam için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan elektrik yoğunluğu dağılımları.

4.2.2 OECD üyesi ülkeler toplamı için elektrik yoğunluğu yakınsaması

Sigma yakınsaması ile verilen Şekil 4.7’deki histogram incelendiğinde, genel olarak iki tepeli bir dağılım göze çarpmaktadır. İki tepeli dağılım, daha önce belirtildiği üzere yakınsama kulüplerine işaret etmektedir. Düşük elektrik yoğunluğu değerine sahip ülkeler zamanla azalarak ortalamaya doğru hareket ederken, yüksek elektrik yoğunluğu değerine sahip ülkelerin sayısı da azalarak ortalamaya doğru yaklaşmaktadır. Ayrıca, zamanla dağılımın daraldığı, yani ortalamaya doğru bir yakınsamanın olduğu da gözlemlenmektedir. Ortalamaya bağlı olarak; 1971 yılında, histogramda, 0,75 ile 1,25 arasında yer alan bantta 9 ülke görünmekteyken, 2010 yılında, 18 ülke görünmektedir. 0,75 ile 1,00 arasında yer alan banttaki ülke sayısı da 5 ülkeden 10 ülkeye kadar yükselmiştir. Hesaplamalar verilerine ulaşılabilen 32 OECD üyesi için yapılarak şekiller oluşturulmuştur. Süreç içerisinde, ortalamanın yarısından küçük olan bağıl elektrik yoğunluğu değerine sahip ülke sayısı sıfırlanmıştır. Söz konusu durum, dağılım içinde bir daralmanın olduğunu, ülkeler arasında geçişler meydana geldiğini göstermektedir. OECD ülkeleri için sigma yakınsamasının histogramlar ile saptanan ölçümü yardımı ile meydana gelen yakınsama ortaya konmuştur.



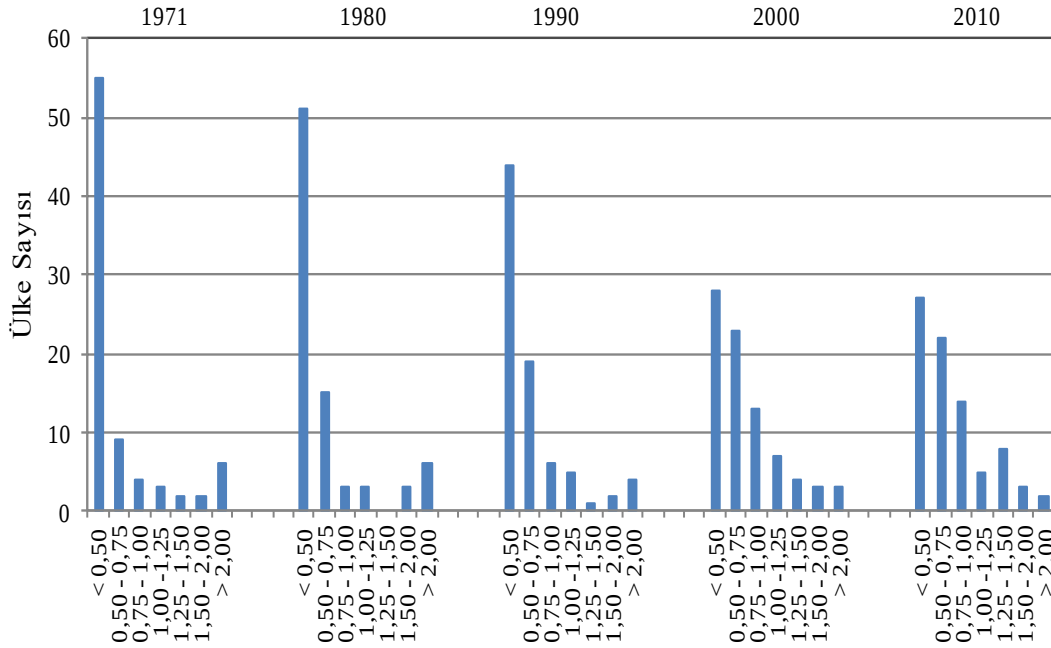
Şekil 4.7 : OECD üyesi ülkeler toplamı için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan elektrik yoğunluğu dağılımları.

4.2.3 OECD dışında kalan ülkeler toplamı için elektrik yoğunluğu yakınsaması

Elektrik yoğunluğu bakımından OECD dışında kalan ülkeler incelendiğinde, enerji yoğunluğuna göre yakınsamanın daha belirgin olduğu göze çarpmaktadır. Hesaplamalar verilerine ulaşılabilen 81 OECD üyesi olmayan ülke dikkate alınarak yapılmıştır. Şekil 4.8 incelendiğinde, en düşük ELYO değerine sahip ülkelerin sayısı, 1971 yılında 55 kadar iken, 2010 yılında 28 ülkeye kadar düşmüştür. Yüksek yoğunluğa (ortalamanın iki katından büyük) ülkelerin sayısı ise 1971 yılında, 5 iken, 2010 yılında 1 ülkeye kadar düşmüştür.

Ortalama değerlere bakılarak, bir değerlendirme yapılırsa; 0,75 ile 1,25 arasındaki bantta 5 ülke yer alırken, bu değer 2010 yılında 18 ülkeye kadar yükselmiştir. Bu durum yüksek ve düşük yoğunluğa sahip ülkelerde geçişler olduğunu ve sigma yakınsamasının meydana geldiğini ifade etmektedir.

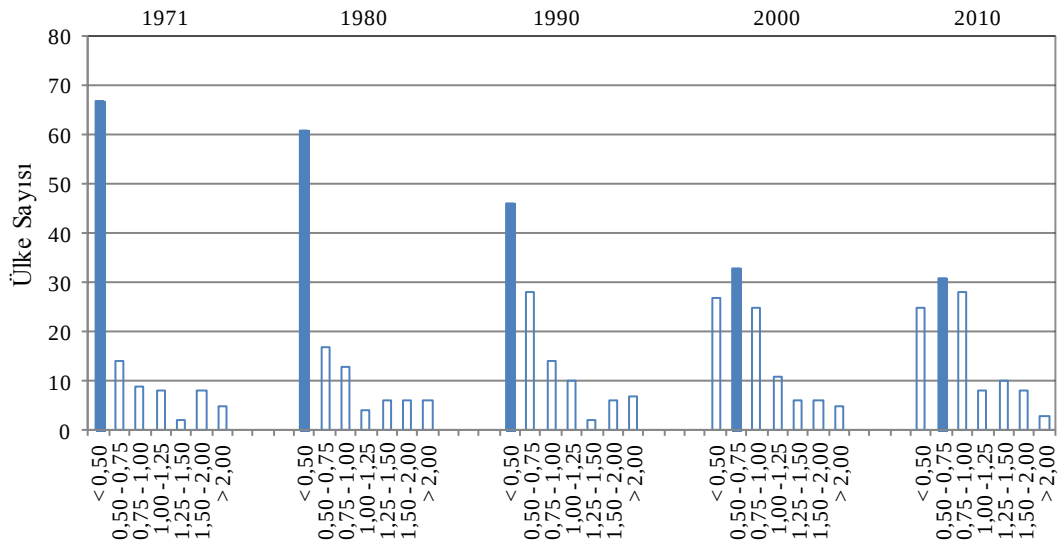
Histogramlarda, genel olarak, iki tepeli (bimodal) bir dağılım oluşmaktadır. Yıllara göre, 1971, 1980, 1990 ve 2010 yılları net olarak iki tepeli bir dağılım göstermektedir. İki tepelilik 2000 yılında azalmakta, 2010 yılında ise, çok tepeli (multi modal) bir dağılım öne çıkmaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen histogram dağılımı Şekil 4.8’de verilmiştir.



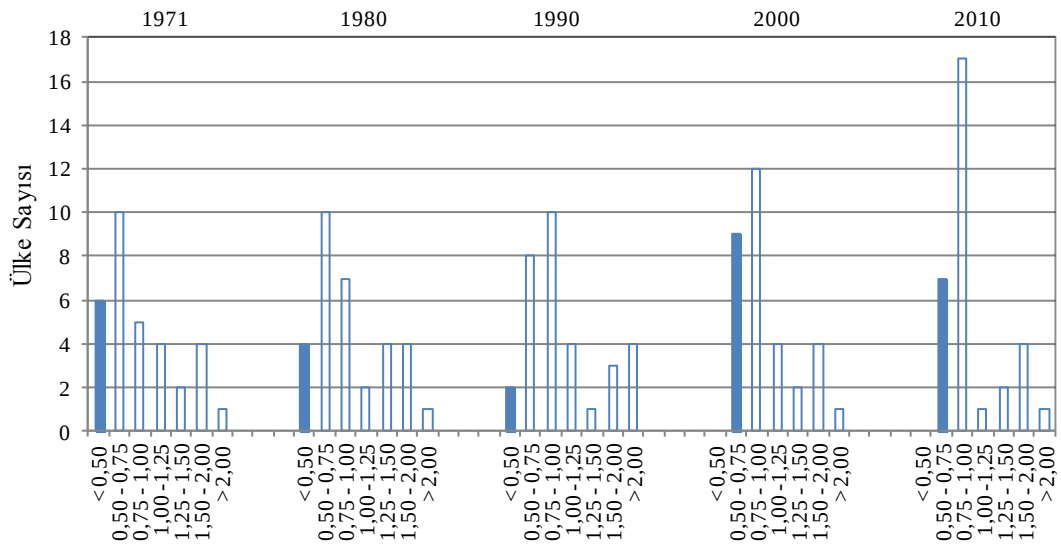
Şekil 4.8 : OECD dışında kalan ülkeler toplamı için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan elektrik yoğunluğu dağılımları.

4.2.4 Elektrik yoğunluğundaki yakınsamada Türkiye'nin konumu

Türkiye’de elektrik tüketimi 2010 yılı sonu itibariyle 180 milyar kWh seviyesine ulaşmıştır. 2023 yılında 450 milyar kWh dolaylarında olması beklenmektedir [56]. Türkiye, gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında enerji yoğun ekonomilerden birisi olarak görülmektedir [57]. Türkiye’nin küresel toplam ortalamasına bağlı olarak hesaplanan elektrik yoğunluğu değerleri ile olan karşılaştırılması Şekil 4.9’da sunulmuştur. Ülkemizin OECD ülkeleri arasındaki konumu ise Şekil 4.10’da görülmektedir.



Şekil 4.9 : Küresel toplam için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan elektrik yoğunluğu dağılımlarında Türkiye'nin konumu.



Şekil 4.10 : OECD üyesi ülkeler toplamı için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan elektrik yoğunluğu dağılımlarında Türkiye'nin konumu.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Geçtiğimiz kırk yıllık süreçte, ülkelerin teknolojik, ekonomik, sosyal vb. diğer alanlardaki gelişmişlik düzeyine koşut bazı farklılıkların bulunmasına karşın, enerji yoğunluğu değerlerindeki gerileme eğilimleri dikkati çekmektedir. 2005 yılı USD fiyatları ve satın alma gücü paritesi ile 1000 USD gelir yaratılmasında kullanılan toplam birincil enerji arzı, başka bir deyişle enerji yoğunluğu değerleri; 1971 yılı için OECD üyesi ülkeler toplamında 0,2593 toe/1000 USD, OECD dışında kalan ülkeler toplamında 0,3380 toe/1000 USD, küresel toplam için 0,2926 toe/1000 USD olarak hesaplanırken, 2010 yılında anılan değerler OECD üyesi ekonomiler toplamında 0,1457 toe/1000 USD, OECD dışında kalan ekonomiler toplamında 0,2221 toe/1000 USD, küresel toplamda ise 0,1858 toe/1000 USD düzeylerine gerilemiştir.

Elektrik enerjisi tüketimine yönelik geçmiş ve güncel veriler bütün halinde irdelendiğinde, talebe egemen olan büyüme eğilimlerinin birincil enerji arzı ve nihai enerji tüketimiyle karşılaştırıldığında, çok daha güçlü seyrettiği saptanmaktadır. 2005 yılı USD fiyatları ve satın alma gücü paritesi ile 1 USD gelir yaratılması için gereken toplam elektrik enerjisi tüketimi, başka bir deyişle elektrik yoğunluğu değerlerinin ortalamaları; 1971 yılında OECD üyesi ülkeler toplamında 0,2731 kWh/USD, OECD dışında kalan ülkeler toplamında 0,2173 kWh/USD, küresel toplamda 0,2557 kWh/USD olarak hesaplanırken, 2010 yılında anılan değerler, OECD üyesi ekonomiler toplamında 0,2761 kWh/USD, OECD dışında kalan ekonomiler toplamında 0,3031 kWh/USD ve küresel toplamda 0,2884 kWh/USD düzeylerine yükselmiştir.

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar, inceleme döneminde, küresel enerji yoğunluğu değerlerinde oldukça olumlu değişimlerin yaşandığını, gelişmiş ekonomilerin küresel ortalamadan çok daha düşük enerji yoğunluğu değerlerine, gelişmekte olan ekonomilerin ise küresel ortalamadan daha yüksek enerji yoğunluğu değerlerine yakınsama eğiliminde bulunduklarını ortaya koymaktadır. Elektrik yoğunluğu, enerji yoğunluğu ile karşılaştırıldığında, yıllar itibariyle elektrik yoğunluğunda kaydedilen değişimlerin sınırlı kaldığını, gelişmiş ülkelerin küresel

ortalamadan daha düşük elektrik yoğunluğu değerlerine, gelişmekte olan ekonomilerin ise kşresel ortalamadan çok daha yşksek elektrik yoğunluğu değerlerine yakınsama eğiliminde olduklarını gşstermektedir.

Gelişmiş ve gelişmekte olan şlkelerde yakınsama, tşm şlkeler için benzer seviyelerde gerşekeşmemektedir. Bununla birlikte, enerji ve çevre hedefleri de, gelişmiş ve gelişmekte olan şlkeler için çok şnemlidir. Enerjinin gelecekteki durumunu belirleyerek kşresel ısınmayı engelleyecek, tşm şlkeleri kapsayacak uluslararası anlaşmalara ihtiyaş duyulmaktadır. Bir çok gelişmiş ve gelişmekte olan şlke için fosil yakıt tşketim miktarları hala çok yşksek seviyelerdedir. şevreye daha az zarar verecek kaynakların kullanımını şzendirilmeli ve maddi olarak desteklenerek, sonuç alıcı politikalar oluşturulmasının sağlanması gerekmektedir. Enerji verimliliği için alınan önlemlerin, tşm şlkeleri kapsayacak şekilde bağlayıcı nitelik kazanması gerekmektedir. Avrupa Birliği şrneğinde olduğu gibi, verimliliği dşşşk, ENYO değerleri yşksek olan şlkelerin bu doğrultuda, belirlenen uluslararası anlaşmalarla verimliliklerini arttırmaya zorlanmalarının sağlanmasına ihtiyaş duyulmaktadır. Bu kapsamda enerji verimliliğini arttırmak için gereken arge yatırımları teşvik edilmeli şlkelerin konulan hedefler doğrultusunda şalışmaları sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] **Narin, M.** (2006). ‘‘Farklı İşyeri Büyüklüğündeki İmalat Sanayii Alt Sektörlerinde Enerji Yoğunluğu.’’, *Ekonomik Yaklaşım Cilt:17 Sayı :58, ss 59-87*
- [2] **Sohtaoğlu N..H., Kocaöz H.** ‘‘OECD Ülkelerindeki Enerji Ar-Ge Harcamalarının Analizi.’’
http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji_kongresi_10/oecd nazifhulagu.pdf Alındığı Tarih : 13.12.2014
- [3] **World Energy Council** (2013) ‘‘Energy Efficiency Policies – What works and what does not.’’ *World Energy Council, London,2013*
- [4] **Ceylan, R.** (2010). ‘‘ Yakınsama Hipotezi:Teorik Tartışmalar.’’, *Sosyoekonomi /Ocak-Haziran 1,47-60*
- [5] **Solow, B.R.** (1956). ‘‘A Contribution to the Theory of Economic Growth.’’, *Quarterly Journal of Economics, 70:* 65-94.
- [6] **Abramovitz, M.** (1986). ‘‘Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind.’’, *Journal of Economic History, 46(2):*385-406
- [7] **Barro, R.J.** (1991). ‘‘Economic Growth in a Cross Section of Countries.’’, *Quarterly Journal of Economics, 106(2):*407-443
- [8] **Barro, R.J., Sala-i Martin, X.** (1992). ‘‘ Convergence.’’, *Journal of Political Economy, 100:*223-251
- [9] **Mankiv, G.N., Romer, D., Weil, D.** (1992). ‘‘A Contribution to The Empirics of Economic Growth.’’, *Quarterly Journal of Economics, 107:*407-437
- [10] **Quah,D.** (1993) ‘‘Galton’s Fallacy and Tests of the Convergence Hypothesis.’’ *Scandinavian Journal of Economics, 95:*427-443
- [11] **Boyle, G.H., Mc Carthy, T.G.** (1997). ‘‘A Simple Measure of Beta-Convergence.’’. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics 59 (2), 257-264*
- [12] **Mielnik, O., &Goldemberg, j.** (2000). ‘‘Converging to a Common Pattern of Energy use in Developing and Industrialized countries.’’. *Energy Policy,28,* 503-508
- [13] **Sun, J. W.** (2002). ‘‘The decrease in the difference of energy intensities between OECD countries from 1971 to 1998.’’. *Energy Policy. 30:*631-635
- [14] **Miketa, A., & Mulder, P** (2005). ‘‘Energy productivity across developed and developing countries in 10 manufacturing sectors: Patterns of Growth and Convergence.’’. *Energy Economics,27 , 429-453*
- [15] **Markandya, A., Pedroso-Galinato, A., Streimikiene, D.** (2006). ‘‘Energy intensity in transition economies: is there convergence towards the EU average?’. *Energy Economics, 28,* 121-145
- [16] **Ezcurra, R.** (2007) ‘‘Distribution dynamics of energy Intensities: a cross-country analysis.’’. *Energy Policy, 35,* 5254-5259

- [17] **Mulder, P., & De Groot, H.** (2007). "Sectoral energy and labour productivity convergence." *Environmental and Resource Economics*, **36**, 85-112
- [18] **Liddle, B.** (2009). "Electricity intensity convergence in IEA/OECD countries: aggregate and sectoral analysis." *Energy Policy*, **37**, 1470-1478
- [19] **Liddle, B.** (2010). "Revisiting world energy intensity convergence for regional difference." *Applied Energy*, **87**, 3218-3225
- [20] **Liddle, B.** (2012). "OECD energy intensity." *Energy Efficiency*, **5**:583-597
- [21] **Herrerias, M.J.** (2012). "CO₂ weighted convergence across EU-25 countries (1920-2007)." *Applied Energy* **92**, 9-16
- [22] **International Energy Agency (IEA)**, (2012). "Energy Balances of Non-OECD Countries, 2012 Edition." OECD/IEA, Paris, 2012.
- [23] **International Energy Agency (IEA)**, (2012). "Energy Balances of OECD Countries, 2012 Edition." OECD/IEA, Paris, 2012.
- [24] **International Energy Agency (IEA)**, (2012). "Energy Statistics of OECD Countries, 2012 Edition." OECD/IEA, Paris, 2012.
- [25] **International Energy Agency (IEA)**, (2012). "Energy Statistics of Non-OECD Countries, 2012 Edition." OECD/IEA, Paris, 2012.
- [26] **Silverman, B.** (1986). "Density estimation for statistics and data analysis." London: Chapman and Hall
- [27] **Url-1** "Density estimation." <<http://scikit-learn.org/stable/modules/density.html>> alındığı tarih:11.12.2014
- [28] **Url-2** "Energy Supply (Apparent Consumption)." <<http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=6328>> alındığı tarih:12.12.2014
- [29] **International Energy Agency (IEA)**, (2013). "Energy Balances of Non-OECD Countries (2013 edition)." OECD/IEA, Paris, 2013.
- [30] **Karagöl E. , Erbaykal E. ve Ertuğrul H. M.** (2007). "Türkiye’de Ekonomik Büyüme İle Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı." *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, **8**, 72-80.
- [31] **Rosenberg, N.**, (1998). "The role of electricity in industrial development." *Energy Journal* **19** (2), 7-25
- [32] **Ertuğrul, H.M.** (2011) "Türkiye’de Elektrik Tüketimi Büyüme İlişkisi: Dinamik Analiz." *Enerji, Piyasa ve Düzenleme*” (**Cilt:2**, 2011, Sayfa 49-73)
- [33] **Url-3** "Electricity Information." <<http://www.iea.org/media/training/presentations/statisticsmarch/electricityinformation.pdf>> alındığı tarih:12.12.2014
- [34] **International Energy Agency (IEA)**,(2013). "Energy Balances of OECD Countries, 2013 Edition." *OECD/IEA, Paris*, 2013.
- [35] **International Energy Agency (IEA)**,(2012). "Electricity Information, 2012 Edition," OECD/IEA, Paris, 2012.
- [36] **Altaş, D., Turgan, S.G.** (2008). "Avrupa Birliği (AB) ve OECD’ye Üyelikte Etkili Olan Ekonomik ve Demografik Değişkenlerin İncelenmesi." *Marmara Üniversitesi, İİBF Dergisi*, Yıl:2008, **Cilt:XXIV**, Sayı:1 ss: 285-298

- [37] **Yazıcı, S.** “OECD Ülkelerinde Demografik Eğilimler ve Muhtemel Etkileri.” <<http://www.mfa.gov.tr/oecd-ulkelerinde-demografik-egilimler-ve-muhtemel-etkileri.tr.mfa>> alındığı tarih : 12.12.2014
- [38] **Url-4** “OECD Factbook 2011-2012: “Economic, Environmental and Social Statistics.” <<http://www.oecd-ilibrary.org/sites/factbook-2011-en/06/01/03/index.html;jsessionid=7cdcqfg6tig6.delta?contentType=/ns/Chapter,/ns/StatisticalPublication&itemId=/content/chapter/factbook-2011-48-en&containerItemId=/content/serial/18147364&accessItemIds=&mimeType=text/html>> alındığı tarih : 12.12.2014
- [39] **Url-5** “Statistical Review of World Energy - 2012 Main Indicators.” <<http://knoema.com/BPWES2012/statistical-review-of-world-energy-2012-main-indicators>> alındığı tarih : 11.12.2014
- [40] **Koç, E., Şenel, M. C.** (2013). “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu - Genel Değerlendirme.” *Mühendis ve Makina*, **cilt 54**, sayı 639, s. 32-44.
- [41] **Berber, M.** “Milli Geliri (Hasıla) Ölçme ve Hesaplama Yöntemleri.” <http://www.metinberber.com/kullanici_dosyalari/file/mq2.doc> alındığı tarih:11.12.2014
- [42] **Ersoy, A.Y.** (2012). “Oecd Ülkelerinde Ekonomik Büyüme Odaklı Enerji Tüketiminin Ekonometrik Modeli.” *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, **Cilt 21**, Sayı 1, 2012, Sayfa 339-356
- [43] **Zachariadis, T.**,(2007). “Exploring the relationship between energy use and economic growth with bivariate models: New evidence from G-7 countries.”, *Energy Economics* **29** (2007) 1233–1253
- [44] **Coers, R., Sanders, M.** (2013). “The energy – GDP nexus; addressing an old question with new methods.” *Energy Economics* **36** (2013) 708 - 715
- [45] **Karakaş, A.** (2014). “OECD ve OECD Dışı Ülkelerde Elektrik Tüketimi, Nüfus ve Gelir ilişkisi: 1990 – 2011 Dönemi İçin Bir Panel Veri Analizi.” *Turkish Studies* (2014) ss.845 - 853
- [46] **Berndt, E.** (1978). “Aggregate energy, efficiency, and productivity measurement.” *Annual Review of Energy*, **3**, 225-273
- [47] **International Energy Agency (IEA)**, (2012). “Electricity Information, Part II, 2012 Edition.” OECD/IEA, Paris, 2012.
- [48] **Rassekh, F.** (1998). “The Convergence Hypothesis: History, Theory, and Evidence.”, *Open Economics Review*, 9:85-105
- [49] **Slaughter, M. T.**, (1997). “Per capita income convergence and the role of international trade.” *American Economic Review*, 87 (2) : 194-199
- [50] **Islam, N.** (2003). “What Have We Learnt From The Convergence Debate?.”, *Journal of Economic Surveys*, 17(3): 309 – 362
- [51] **European Union** (2008). “Convergence of EU Regions Measures and Evolution.”, *European Union* (2008)
- [52] **Siegel, S.** (1956). “Nonparametric Statistics for the Behavioural Sciences.” McGraw-Hill, New York, pp. 229-239

- [53] **Boyle, G.H., Mc Carthy, T.G.** (1999). "Simple Measures of Convergence in Per Capita GDP: A Note On Some Further International Evidence. ". *Department of Economics, National University of Ireland, Maynooth, Co. Kildare, Ireland*
- [54] **Bilginoğlu, M.A. , Dumrul C.** (2012). "Türk ekonomisinin enerji bağımlılığı üzerine bir eş bütünleşme analizi." *Journal of Yaşar University 2012 26(7)* 4392-4414
- [55] **Saatçioğlu, C. , Küçükaksoy, İ.** "Türkiye ekonomisinin enerji yoğunluğu ve önemli enerji taşıma projelerinin ekonomiye etkisi." <http://www.arastirmax.com/system/files/dergiler/249/makaleler/1/arastirmax-turkiye-ekonomisinin-enerji-yogunlugu-onemli-enerji-tasima-projelerinin-ekonomiye-etkisi.pdf> alındığı tarih:15.04.2015
- [56] **Url-5** " Özel ihtisas komisyonu ön raporu (2014-2023)." <http://www.trakya.org.tr/uploads/ENERJI%20OIK%20FINAL%20RAPOR.pdf> alındığı tarih: 16.04.2015
- [57] **Makina mühendisleri odası oda raporu**, "Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği." nisan 2012, YAYIN NO: MMO/589

EKLER

EK A: Hesaplamalarda kullanılan dünya ülkeleri

EK B : Hesaplamalarda kullanılan OECD üyesi ülkeler

EK C : Hesaplamalarda kullanılan OECD dışında kalan ülkeler

EK – A

Hesaplamalarda kullanılan dünya ülkeleri:

ABD	Hindistan	Nepal
Almanya	Hollanda	Nijerya
Angola	Hollanda Antilleri	Nikaragua
Arjantin	Honduras	Norveç
Arnavutluk	Hong Kong	Pakistan
Avustralya	Irak	Panama
Avusturya	İran	Paraguay
Bahreyn	İrlanda	Peru
Bangladeş	İspanya	Polonya
Belçika	İsrail	Portekiz
Benin	İsveç	Romanya
Birleşik Arap Emir.	İsviçre	Rusya
Birleşik Krallık	İtalya	Senegal
Bolivya	İzlanda	Singapur
Brezilya	Jamaika	Slovakya
Brunei Barış Ülkesi	Japonya	Sri Lanka
Bulgaristan	Kamerun	Sudan
Cebelitarık	Kanada	Suriye
Cezayir	Katar	Suudi Arabistan
Çek Cumhuriyeti	Kenya	Şili
Çin Halk Cum.	Kıbrıs	Tanzanya
Danimarka	Kolombiya	Tayland
Dominik	Kongo	Tayvan
Ekvator	Kongo Dem.Cum.	Togo
El Salvador	Kosta Rika	Trinidad and Tobago
Endonezya	Kuveyt	Tunus
Ethiopya	Kuzey Kore	Türkiye
Fas	Küba	Umman
Fildişi Sahilleri	Libya	Uruguay
Filipinler	Luksemburg	Ürdün
Finlnadiya	Lübnan	Venezuela
Fransa	Macaristan	Vietnam
Gabon	Malezya	Yemen
Gana	Malta	Yeni Zelanda
Guatemela	Meksika	Yunanistan
Güney Afrika	Mısır	Zambiya
Güney Kore	Mozambik	Zimbabve
Haiti	Myanmar	

EK – B

Hesaplamalarda kullanılan OECD üyesi ülkeler:

ABD
Almanya
Avustralya
Avusturya
Belçika
Birleşik Krallık
Çek Cumhuriyeti
Danimarka
Finlandiya
Fransa
Güney Kore
Hollanda
İrlanda
İspanya
İsrail
İsveç
İsviçre
İtalya
İzlanda
Japonya
Kanada
Lüksemburg
Macaristan
Meksika
Norveç
Polonya
Portekiz
Slovakya
Şili
Türkiye
Yeni Zelanda
Yunanistan

EK – C

Hesaplamarda kullanılan OECD dışında kalan ülkeler:

Arnavutluk	Kosta Rika
Angola	Kuveyt
Arjantin	Kuzey Kore
Bahreyn	Küba
Bangladeş	Libya
Benin	Lübnan
Birleşik Arap Emirlikleri	Malezya
Bolivya	Malta
Brezilya	Mısır
Brunei	Mozambik
Bulgaristan	Myanmar
Cebelitarık	Nepal
Cezayir	Nijerya
Çin Halk Cum.	Nikaragua
Dominik	Pakistan
Ekvator	Panama
El Salvador	Paraguay
Endonezya	Peru
Ethiyopya	Romanya
Fas	Rusya
Fildişi Sahilleri	Senegal
Filipinler	Singapur
Gabon	Sri Lanka
Gana	Sudan
Guatemela	Suriye
Güney Afrika	Suudi Arabistan
Haiti	Tanzanya
Hindistan	Tayland
Hollanda Antilleri	Tayvan
Honduras	Togo
Hong Kong	Trinidad and Tobago
Irak	Tunus
İran	Umman
Jamaika	Uruguay
Kamerun	Ürdün
Katar	Venezuela
Kenya	Vietnam
Kıbrıs	Yemen
Kolombiya	Zambiya
Kongo	Zimbabve
Kongo Dem. Cum.	

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Turhan KARAYEL

Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul / 02.07.1978

E-Posta :turhankarayel@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** :2004, Niğde Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

MESLEKİ DENEYİM : 10 YIL