

# ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNDEKİ BİRİNCİL KAYNAK BİLEŞİMİNİN BÖLGELER İLE ÜLKELER AYRIMINDA ANALİZİ

**Nazif Hülâgü SOHTAOĞLU**

İ.T.Ü. Elektrik - Elektronik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü  
nazif@elk.itu.edu.tr

**Alper BULUT**

İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Mühendisliği Programı  
abulut@gmail.com

## ÖZET

Bu çalışmada, yenilenebilir ve yenilenebilir niteliklerdeki birincil enerji kaynaklarının küresel toplam elektrik üretiminde üstlendikleri roller, bölgeler ile ülkeler ayrımında, tarihsel süreçte karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir. Çalışma kapsamındaki incelemeler, kömür, petrol, doğalgaz, nükleer, hidrolik ve diğer yenilenebilir kaynaklar ana başlıkları altında yürütülmüştür. Konuya küresel ölçekte bakılarak elektrik üretiminde kullanılan birincil enerji kaynaklarının ayrıntılarına inildiğinde, bölgeler ile ülkeler ayrımında çok belirgin farklılıklar dikkati çekmektedir. Ülkelerin nüfus düzeyleri ve yapıları, büyüme ve gelişme ile üretim ve tüketim dinamikleri, yerel enerji kaynaklarının sağladığı olanaklar veya olanaksızlıklar, coğrafi konumlarının sunduğu fırsatlar veya yarattığı sorunlar, güvenlik ve tehdit algılamaları, siyasi ilişkilerinin konumlandırılması, küresel enerji piyasalarındaki yapısal, finansal, kurumsal gelişmeler vb. diğer etmenler, elektrik enerjisi üretiminde kullanılan birincil enerji kaynaklarının yükledikleri işlevlerde çok önemli değişikliklere neden olabilmektedir. Elektrik enerjisi üretiminde kullanılan birincil enerji kaynaklarının bileşimine yönelik tercihler, ekonomik, teknik ve çevresel kısıtlamaların karşılanması sorunlarına yol açabildiği gibi, elektrik üretim ve iletim kapasitesinin planlanmasında, elektrik enerjisinin fiyatlandırılmasında, fosil yakıtlara dayalı ürün ve hizmet fiyatlarının oluşmasında, sermaye maliyetleri ve ulusal yatırımlar kapsamında makroekonomik büyüklükler üzerinde önemli sonuçları beraberinde getirebilmektedir. Bölgeler ile ülkeler ayrımında elektrik enerjisi üretiminde kullanılan birincil enerji kaynaklarının bileşimine ilişkin gerçekleştirilen analizler ilginç sonuçları ortaya koymakta, geleceğe yönelik olası eğilimlerin çok daha sağlıklı yorumlanabilmesine olanak tanımaktadır.

**Anahtar sözcükler:** *Enerji planlaması; Arz yönlü enerji planlaması; Toplam elektrik üretimi; Elektrik üretiminde kullanılan birincil enerji kaynakları; Elektrik üretimindeki birincil kaynak bileşimi; Gelişmiş ülkeler; Gelişmekte olan ülkeler; Bölgeler; Ülkeler.*

## 1. GİRİŞ

Tüketicilerin gereksinim duyacakları elektrik enerjisinin yeterli, sürekli, kaliteli, güvenilir, ekonomik vb. niteliklerde sağlanabilmesinin doğrudan ve/veya dolaylı etkileri, ekonomik ve sosyal yaşam üzerinde çok belirleyici sonuçları beraberinde getirdiğinden, elektrik enerjisi ayrımsız her alanda ve her anlamda büyük öneme sahiptir. Elektrik enerjisi, genel enerji zinciri içinde yer alan diğer enerji ürün ve hizmetlerinden farklı olarak stoklanamadığından, gereksinim duyulan yerde ve anda, gereken miktarlarda üretilmek ve tüketilmek zorundadır.

Elektrik enerjisi tüketiminde gözlenen sürekli, kararlı ve güçlü talep artışlarına bağlı olarak, elektrik enerjisi üretiminde kullanılan birincil enerji kaynaklarının toplam birincil enerji arzından aldıkları paylar, kuvvetli büyüme eğilimleri sergilemektedir. Bu bağlamda, genel enerji strateji ve politikalarıyla uyumlu bir şekilde, elektrik enerjisi sektörünün mevcut üretim kapasitesinin yönetilmesi, geleceğe yönelik sağlıklı tahminler ile bilimsel analizlere dayalı tercihler üzerinde şekillendirilen elektrik üretim planlaması ayrıntıları, arz güvenliği, ekonomik etkinlik, çevresel koruma vb. diğer enerji politikası amaçlarıyla birlikte, ulusal / bölgesel güvenlik açısından büyük önem taşımaktadır. Elektrik sektörünün üretim kapasitesinin birincil kaynak bileşimine ilişkin eğilimler, mevcut enerji politikalarının uygulanabilirliği, sürdürülebilirliği üzerinde olduğu gibi, gelecekteki olası yönelimler üzerinde de, olumlu ya da olumsuz yansımalarıyla, büyük bir belirleyicilik taşımaktadır. Sonuçta, elektrik enerjisi üretiminde kullanılan birincil enerji kaynaklarının, bütün içinde yüklendikleri işlevlere bağlı olarak, ulusal, bölgesel ve küresel enerji dengeleri üzerindeki ağırlıkları giderek artmaktadır.

Ekonomik, sosyal, sınıai vb. diğer tüm yaşam alanlarında sağlanan kapsamlı gelişmelerle birlikte, geçmiş dönemlerle karşılaştırıldığında, birincil enerji kaynaklarının doğrudan tüketimlerinin artış hızında azalışlar, elektrik enerjisi tüketiminde ise önemli büyüme oranları kaydedilmektedir. Çalışma kapsamında göz önüne alınan ve 1971 ile 2004 yılları arasındaki dönemi kapsayan süreçte, elektrik üretimi ile tüketimindeki büyüme eğilimlerinin, toplam birincil enerji arzı ile toplam nihai enerji tüketimindeki artışlarla karşılaştırıldığında, çok daha yüksek düzeylerde gerçekleştiği

görülmektedir [1-6]. Sunulan çalışmada, petrol fiyatlarında son yıllarda gözlenen ani ve aşırı değişimlerin, elektrik üretiminde kullanılan birincil kaynak bileşimi üzerinde yarattığı dolaysız ve/veya dolaylı etkileri olabildiğince sınırlayabilmek amacıyla, 1973 ile 2002 temel yıllar olarak alınmıştır. Küresel ölçekte 1973 yılında, toplam nihai enerji tüketimi içinde petrolün payı yüzde 47.1, doğalgazın payı yüzde 14.8, kömürün payı yüzde 13.6, elektrik enerjisinin payı yüzde 9.6 olurken, geçen süreçte dikkat çekici değişiklikler yaşanmış, 2002 yılındaki toplam nihai enerji tüketiminde kömürün payı önemli ölçülerde gerileyerek yüzde 7.1'e düşmüş, petrolün payı hafif bir azalışla yüzde 43.0'e inmiş, doğalgazın payı küçük bir artışla yüzde 16.2'ye çıkmış, elektrik enerjisinin payı ise yüzde 16.1'e yükselmiştir [5]. Elektrik enerjisi tüketiminde gerçekleşen, sürekli, kararlı ve güçlü niteliklerdeki talep artışlarına bağlı olarak, elektrik enerjisi üretiminde kullanılan birincil enerji kaynaklarının toplam birincil enerji arzı içindeki payları, sürekli büyümektedir. Bu bağlamda, elektrik enerjisi üretiminde kullanılan birincil enerji kaynaklarının genel enerji ve elektrik enerjisi politikaları kapsamında üstlendikleri rollerin, ülkeler ayarındaki önemi daha da büyümektedir.

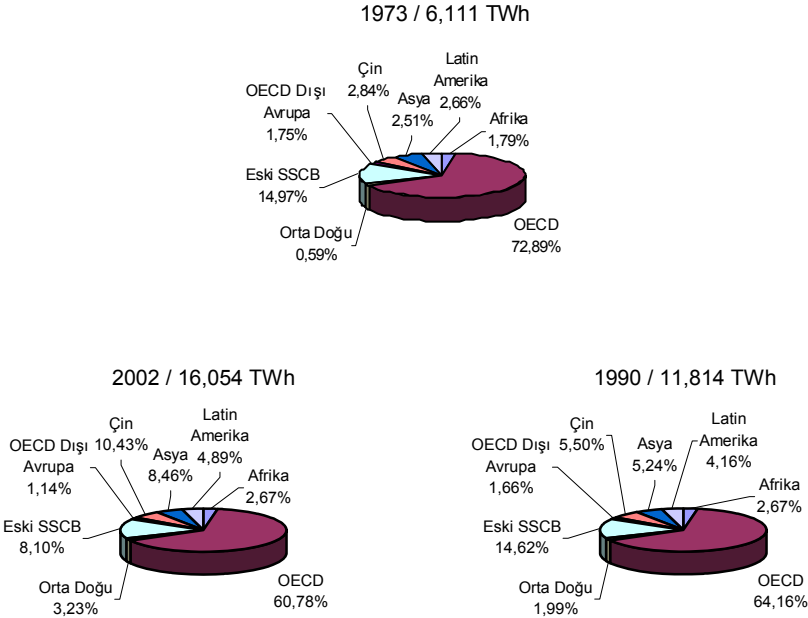
## **2. ELEKTRİK ÜRETİMİNDEKİ GELİŞMELER**

Küresel ölçekte, 1973 yılında 6,110,648 GWh olarak gerçekleşen toplam elektrik enerjisi üretimi, sürekli, kararlı ve güçlü artış eğilimleri sergileyerek 1980'de 8,266,379 GWh, 1985'de 9,772,118 GWh, 1990'da 11,814,071 GWh, 1995'de 13,230,403 GWh, 2000'de 15,377,233 GWh olarak gerçekleşmiş, 2002 yılı itibariyle 16,053,815 GWh düzeyine yükselmiştir. OECD ülkelerinin küresel toplam elektrik enerjisi üretimindeki payı, 1973 yılında yüzde 72.89 iken, 2002 yılında yüzde 60.78'e gerilemiş OECD dışında kalan ülkelerde ise, 27.11'den yüzde 39.22'ye çıkmıştır. 1973 ile 2002 yılları arasında, küresel ölçekte toplam elektrik enerjisi üretimi 2.63 kat artarken, OECD üyesi ülkeler toplamında gözlenen artış 2.19 katla sınırlı kalmış, OECD üyesi olmayan ülkeler toplamındaki artış 3.80 kata ulaşmıştır.

1971 ile 2004 yılları arasındaki otuz yılı aşan dönemi kapsayan incelemeler, bölgeler ayarında elektrik enerjisi üretimine yönelik önemli değişimleri ve farklı eğilimleri ortaya koymaktadır. 1973 yılında Afrika'da 109,318 GWh olarak gerçekleşen toplam elektrik enerjisi üretiminin 4.36 kat artarak 2002 yılında 476,573 GWh'e, Latin Amerika'da 1973 yılında 162,564 GWh düzeyinde bulunan toplam elektrik üretiminin 4.82 kat artarak 2002 yılında 784,522 GWh'e, 1973 yılında Çin hariç diğer tüm Asya ülkelerinde toplam 153,433 GWh olan toplam elektrik üretiminin 8.85 kat artarak 2002 yılında 1,357,826 GWh'e, Çin'in 1973 yılında 173,599 GWh

olarak gerçekleşen elektrik üretiminin 9.65 kat artarak 2002 yılında 1,674,792 GWh'e, 1973 yılında OECD üyesi olmayan Avrupa ülkelerinde toplam 106,743 GWh düzeyinde gerçekleşen elektrik üretiminin 1.72 kat artarak 2002 yılında 183,684 GWh'e, eski S.S.C.B. ülkelerinde 1973 yılında toplam 914,600 GWh olan elektrik üretiminin 1.42 kat artarak 2002 yılında 1,301,143 GWh'e, 1973 yılında Ortadoğu ülkelerinin toplam 36,353 GWh olarak gerçekleşen elektrik enerjisi üretiminin 14.25 kat artarak 2002 yılında 518,185 GWh'e yükseldiği görülmektedir [7-14]. Elektrik enerjisi üretimindeki gelişmelere küresel ölçekte bakıldığında, en yüksek büyümenin Ortadoğu, Asya ve Çin'de, en düşük artışın eski S.S.C.B. ülkeleri ile eski Doğu Bloku'nda yer alan Avrupa ülkelerinde kaydedildiğini, konuya yönelik saptamaların neden-sonuç ilişkileri gözetilerek, geçmiş, bugün ve gelecek perspektifinde ilginç yorumlara açık olduğunu ifade etmek mümkündür.

Yukarıda anılan bölgelerin küresel toplam elektrik üretiminden aldıkları paylarda gözlenen değişimlerin kolaylıkla izlenebilmesi amacıyla, 1973, 1990 ve 2002 yıllarındaki durum, Şekil 1'de gösterilmiştir [11-14].



Şekil 1. 1973-2002 döneminde bölgelerin küresel toplam elektrik üretimindeki payları.

Elektrik enerjisi üretiminde bölgelere göre kaydedilen farklılıklar, ülkeler ayırımına inildiğinde daha anlamlı sonuçları beraberinde getirmektedir. 2002 yılında küresel ölçekte gerçekleşen 16,054 TWh'lik toplam elektrik enerjisi üretiminin yüzde 66.3'e ulaşan kısmı, başka bir deyişle küresel toplam üretimin üçte ikisi yalnızca on ülke tarafından gerçekleştirilmektedir. Amerika 3,993 TWh'lik üretimle küresel toplam elektrik üretiminde yüzde 24.9 paya sahipken, Çin 1,640 TWh'lik üretimle yüzde 10.2 pay almaktadır. Amerika ile Çin'in toplam elektrik üretimi, küresel toplam elektrik üretiminin yaklaşık üçte birine karşılık gelmektedir. Bu ülkeleri, Japonya 1,088 TWh (yüzde 6.8), Rusya 889 TWh (yüzde 5.5), Kanada 601 TWh (yüzde 3.7), Hindistan 597 TWh (yüzde 3.7), Almanya 567 TWh (yüzde 3.5), Fransa 555 TWh (yüzde 3.5), İngiltere 384 TWh (yüzde 2.4), Brezilya 345 TWh (yüzde 2.1) ile izlemektedir. Anılan ülkelerin dışında kalan tüm Dünya ülkeleri ise, ancak geriye kalan toplam 5,395 TWh'lik elektrik enerjisi üretimine karşılık gelen yüzde 33.7'den pay alabilmektedir. Küresel elektrik üretiminde ön sıralarda yer alan ülkeler ile bunların 2000, 2002 ve 2004 yıllarındaki üretim değerleri [4-6], karşılaştırmalı olarak, Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. 2000-2004 döneminde, küresel toplam elektrik üretiminde ilk on sırada yer alan ülkeler.

2000 yılı	Elektrik üretimi (TWh)	Pay (%)	2002 yılı	Elektrik üretimi (TWh)	Pay (%)	2004 yılı	Elektrik üretimi (TWh)	Pay (%)
Amerika	4,004	26.0	Amerika	3,993	24.9	Amerika	4,148	23.8
Çin	1,356	8.8	Çin	1,640	10.2	Çin	2,200	12.6
Japonya	1,082	7.0	Japonya	1,088	6.8	Japonya	1,071	6.1
Rusya	876	5.7	Rusya	889	5.5	Rusya	930	5.3
Kanada	605	3.9	Kanada	601	3.7	Hindistan	668	3.8
Almanya	567	3.7	Hindistan	597	3.7	Almanya	610	3.5
Hindistan	542	3.5	Almanya	567	3.5	Kanada	598	3.4
Fransa	536	3.5	Fransa	555	3.5	Fransa	567	3.2
İngiltere	372	2.4	İngiltere	384	2.4	İngiltere	393	2.3
Brezilya	349	2.3	Brezilya	345	2.1	Brezilya	387	2.2
Diğer Ülkeler	5,090	33.2	Diğer Ülkeler	5,395	33.7	Diğer Ülkeler	5,878	33.8
Küresel Toplam Üretim	15,379	100.0	Küresel Toplam Üretim	16,054	100.0	Küresel Toplam Üretim	17,450	100.0

Elektrik enerjisi sektörünün yeniden yapılandırılmasına ve serbestleştirilmesine yönelik düzenlemeler sonucunda, ülkeler arasında gerçekleştirilen elektrik enerjisi alışverişlerinin önümüzdeki yıllarda daha da yoğunlaşmasını beklemek mümkündür. 2002 yılı itibariyle küresel ölçekte toplam 509 TWh olarak gerçekleşen elektrik enerjisi dış satımında, Fransa 80 TWh, Paraguay 42 TWh, Almanya 38 TWh, Kanada 36 TWh, İsviçre 32 TWh, Çek Cumhuriyeti 21 TWh, Rusya 18 TWh, Norveç 15 TWh, İsveç 15 TWh ve Avusturya 15 TWh ile ilk sıralarda bulunan ülkelerdir. 2002 yılında küresel ölçekte 523 TWh olarak gerçekleşen elektrik enerjisi dış alımında ise, İtalya 52 TWh, Almanya 48 TWh, Brezilya 37 TWh, Amerika 36 TWh, İsviçre 28 TWh, Hollanda 21 TWh, İsveç 20 TWh, Belçika 17 TWh, Kanada 16 TWh ve Avusturya 15 TWh ile en fazla elektrik enerjisi ithalatı yapan ülkeler olarak dikkati çekmektedir. Toplam ithalat ve toplam ihracat rakamları, ülkeler arasında gerçekleştirilen elektrik alışverişleri kapsamında üçüncü ülkelerden geçen elektrik enerjisini de kapsamaktadır.

Çalışma kapsamında irdelenen ve 1971 ile 2004 yılları arasını kapsayan dönemde, elektrik enerjisi üretiminde sağlanan gelişmeler, 1973, 1980,

1990 ve 2002 yılları için özetlenmiş, küresel, bölgesel ve ulusal düzeylerdeki farklılıkların bütün halinde karşılaştırılabilmesine olanak tanımak amacıyla 1973-1980, 1980-1990, 1990-2002 ve 1973-2002 dönemlerinde gerçekleşen büyüme eğilimleri hesaplanarak, Tablo 2.a ve Tablo 2.b'de sunulmuştur [11-14].

II. Dünya Savaşı sonrasında başlayan ve eski Doğu Bloku'nun dağılma işaretlerinin güçlendiği 1980'lere kadar geçen süreçte, ekonomik, sosyal nitelikleriyle öne çıkan ve tüm Dünyada egemen olan gelişme politikalarının önemli sonuçlarından birisi, küresel ölçekteki elektrik hizmetlerinin yaygınlaştırılması ve elektrik erişiminin kolaylaştırılmasıdır. Anılan dönemde, zorlu iç/dış çatışmalar yaşanan bazı ülkeler dışarıda bırakıldığında, tüm Dünya ülkelerinin elektrik enerjisi üretimlerinde çok dikkat çekici büyüme rakamlarına ulaşıldığı gözlenmektedir. İzleyen yıllarda küreselleşme olgusunun egemen olmasıyla, ülkeler ayrımında önemli büyüme farklılıkları ortaya çıkmıştır. Özellikle, Asya ve Pasifik bölgesinde yer alan ülkelerin elektrik enerjisi tüketimlerinde kaydedilen hacimli büyüme eğilimleri, toplam birincil enerji arzının nihai tüketim sektörlerine dağılımını derinden etkilemiştir.

Tablo 2.a. Elektrik enerjisi üretimi ile dönemsel büyüme hızlarındaki gelişmeler.

Ülkeler ve Bölgeler	Toplam Elektrik Enerjisi Üretimi (GWh)				Dönemsel Ortalama Yıllık Üretim Artış Hızı (%)			
	1973	1980	1990	2002	1973-1980	1980-1990	1990-2002	1973-2002
Angola	984	675	841	1,777	-5.38	2.20	6.23	2.04
Cezayir	2,806	7,123	16,104	27,648	13.31	8.16	4.50	7.89
Etiyopya	591	689	1,202	2,045	2.19	5.57	4.43	4.28
Fas	2,875	5,247	9,628	17,213	8.59	6.07	4.84	6.17
Fildişi Sahili	796	1,749	1,983	5,294	11.25	1.26	8.18	6.53
Gabon	165	530	978	1,409	16.67	6.13	3.04	7.40
Gana	3,910	5,317	5,721	7,296	4.39	0.73	2.03	2.15
Güney Afrika	64,390	98,951	165,385	218,359	6.14	5.14	2.32	4.21
Kamerun	1,119	1,453	2,697	3,301	3.73	6.19	1.68	3.73
Kenya	793	1,490	3,034	4,528	9.01	7.11	3.34	6.01
Kongo Dem. Cum.	3,848	4,445	5,650	5,920	2.06	2.40	0.39	1.49
Libya	1,147	4,800	10,169	15,345	20.45	7.51	3.43	8.94
Mısır	8,106	18,939	42,256	86,073	12.12	8.03	5.93	8.15
Mozambik	641	462	454	12,713	-4.68	-0.17	27.77	10.30
Nijerya	2,625	7,140	13,463	15,308	14.29	6.34	1.07	6.08
Senegal	404	636	901	1,530	6.48	3.48	4.41	4.59
Sudan	610	817	1,515	2,897	4.17	6.18	5.40	5.37
Tanzanya	582	792	1,628	2,994	4.40	7.21	5.08	5.65
Tunus	1,179	2,924	5,811	11,846	12.98	6.87	5.94	7.96
Zambiya	3,368	9,300	8,013	9,109	14.51	-1.49	1.07	3.43
Zimbabve	5,172	4,541	9,361	8,587	-1.86	7.23	-0.72	1.75
Diğer Afrika Ülkeleri	3,037	5,609	8,239	13,156	8.76	3.85	3.90	5.06
Afrika Ülkeleri Toplamı	109,318	183,809	315,612	476,573	7.42	5.41	3.43	5.08
Arjantin	26,661	39,706	51,005	84,539	5.69	2.50	4.21	3.98
Bolivya	1,151	1,558	2,133	4,188	4.33	3.14	5.62	4.45
Brezilya	64,727	139,382	222,821	344,645	10.96	4.69	3.63	5.77
Dominik	2,246	3,258	3,698	11,510	5.31	1.27	9.46	5.63
Ekvator	1,256	3,372	6,349	11,888	14.11	6.33	5.23	7.75
El Salvador	912	1,484	2,242	4,100	6.96	4.13	5.03	5.18
Guatemala	874	1,818	2,318	6,191	10.46	2.43	8.19	6.75
Haiti	122	314	597	632	13.51	6.43	0.47	5.67
Hollanda Antilleri	775	850	790	1,088	1.32	-0.73	2.67	1.17
Honduras	486	906	2,319	4,246	8.90	9.40	5.04	7.47
Jamaika	2,187	1,676	2,458	6,934	-3.80	3.83	8.64	3.98
Kolombiya	12,596	20,406	36,157	45,241	6.89	5.72	1.87	4.41
Kostarika	1,347	2,226	3,468	7,485	7.18	4.43	6.41	5.91
Küba	5,703	9,896	15,025	15,700	7.87	4.18	0.37	3.49
Nikaragua	717	1,068	1,399	2,655	5.69	2.70	5.34	4.51



*TMMOB TÜRKİYE VI. ENERJİ SEMPOZYUMU - KÜRESEL ENERJİ POLİTİKALARI VE TÜRKİYE GERÇEĞİ*

Panama	1,179	1,812	2,661	5,293	6.14	3.84	5.73	5.18
Paraguay	378	767	27,185	48,212	10.11	35.68	4.77	16.72
Peru	6,660	10,031	13,808	21,983	5.85	3.20	3.88	4.12
Şili	8,766	11,751	18,372	45,483	4.19	4.47	7.55	5.68
Trinidad	1,105	2,035	3,577	6,113	8.72	5.64	4.47	5.90
Uruguay	2,530	4,560	7,444	9,607	8.42	4.90	2.13	4.60
Venezuela	16,445	35,803	59,321	87,406	11.11	5.05	3.23	5.76
Diğer. Latin Ame. Ülke.	3,741	4,603	6,131	9,383	2.96	2.87	3.55	3.17
Latin Ame. Ülke. Toplamı	162,564	299,282	491,278	784,522	8.72	4.96	3.90	5.43
Bangladeş	1,404	2,353	7,732	18,433	7.38	11.90	7.24	8.88
Brunei	258	342	1,172	2,701	4.03	12.32	6.96	8.10
Burma	821	1,487	2,478	6,614	8.49	5.11	8.18	7.19
Endonezya	2,896	8,067	33,336	108,206	14.64	14.19	9.81	12.49
Filipinler	13,186	18,009	25,245	48,467	4.45	3.38	5.44	4.49
Hindistan	66,728	119,260	289,439	596,543	8.30	8.87	6.03	7.55
Kuzey Kore	16,580	21,200	27,700	19,777	3.51	2.67	-2.81	0.61
Malezya	4,773	10,042	23,000	74,196	10.63	8.29	9.76	9.46
Nepal	104	217	878	2,123	10.51	13.98	7.36	10.40
Pakistan	8,377	14,974	37,673	75,704	8.30	9.23	5.82	7.59
Singapur	3,719	6,991	15,714	35,404	9.02	8.10	6.77	7.77
Sri Lanka	1,031	1,668	3,150	6,951	6.87	6.36	6.60	6.58
Tayland	6,971	14,426	44,177	109,013	10.39	11.19	7.53	9.48
Tayvan	20,735	42,607	90,479	207,220	10.29	7.53	6.91	7.94

Tablo 2.b. Elektrik enerjisi üretimi ile dönemsel büyüme hızlarındaki gelişmeler.

Ülkeler ve Bölgeler	Toplam Elektrik Enerjisi Üretimi (GWh)				Dönemsel Ortalama Yıllık Üretim Artış Hızı (%)			
	1973	1980	1990	2002	1973-1980	1980-1990	1990-2002	1973-2002
Vietnam	2,350	3,559	8,681	35,796	5.93	8.92	11.81	9.39
Diğer Asya Ülkeleri	3,500	4,221	8,253	10,678	2.68	6.71	2.15	3.85
Asya Ülkeleri Toplamı	153,433	269,423	619,107	1,357,826	8.04	8.32	6.54	7.52
Çin Halk Cum.	166,800	300,630	621,200	1,640,478	8.42	7.26	8.09	7.88
Hong Kong	6,799	12,634	28,938	34,314	8.85	8.29	1.42	5.58
Çin Toplam	173,599	313,264	650,138	1,674,792	8.43	7.30	7.89	7.82
Arnavutluk	1,702	3,715	3,198	3,686	11.15	-1.50	1.18	2.66
Bulgaristan	21,956	34,835	42,141	42,169	6.59	1.90	0.01	2.25
Güney Kıbrıs	830	1,034	1,974	3,785	3.14	6.47	5.42	5.23
Malta	365	527	1,100	2,052	5.25	7.36	5.20	5.95
Romanya	46,779	67,486	64,309	54,935	5.24	-0.48	-1.31	0.55
Eski Yugoslavya	35,062	59,716	82,905	76,946	7.61	3.28	-0.62	2.71
OECD Dışı Avrupa Ülk. T.	106,743	167,368	195,709	183,684	6.43	1.56	-0.53	1.87
Eski S.S.C.B. Ülkeleri T.	914,600	1,294,000	1,727,000	1,301,143	4.96	2.89	-2.36	1.22
Bahreyn	500	1,660	3,482	7,278	17.14	7.41	6.14	9.23
Birleşik Arap Emir.	720	6,306	17,080	42,151	31.00	9.96	7.53	14.03
Irak	3,519	11,383	24,000	31,179	16.77	7.46	2.18	7.52
İran	12,093	22,380	59,102	140,759	8.79	9.71	7.23	8.46
İsrail	8,720	12,404	20,898	45,363	5.03	5.22	6.46	5.69
Katar	419	2,416	4,818	10,103	25.03	6.90	6.17	10.97
Kuveyt	3,651	9,023	18,477	36,892	12.93	7.17	5.76	7.98
Lübnan	1,791	2,752	1,500	9,660	6.14	-6.07	15.52	5.81
Suriye	1,423	3,960	11,611	26,896	14.62	10.76	7.00	10.14
Suudi Arabistan	2,949	20,452	64,899	145,631	27.67	11.55	6.74	13.45
Umman	47	818	4,501	10,331	40.81	17.05	6.92	18.60
Ürdün	315	1,070	3,638	8,127	17.47	12.24	6.70	11.21
Yemen	206	503	1,663	3,815	12.75	11.96	6.92	10.06
Orta Doğu Ülk. Toplamı	36,353	95,127	235,669	518,185	13.74	9.07	6.57	9.16
OECD Dışı Ülk. Toplamı	1,656,610	2,622,273	4,234,513	6,296,725	6.56	4.79	3.31	4.60
Almanya	374,352	466,340	547,650	566,905	3.14	1.61	0.29	1.43
Amerika	1,965,509	2,427,320	3,202,813	3,992,716	3.01	2.77	1.84	2.44
Avustralya	64,411	95,234	154,345	222,005	5.59	4.83	3.03	4.27
Avusturya	30,916	41,600	49,296	60,407	4.24	1.70	1.69	2.31

Belçika	40,615	53,091	70,292	80,939	3.83	2.81	1.18	2.38
Çek Cum.	41,174	52,656	62,559	75,995	3.51	1.72	1.62	2.11
Danimarka	19,120	26,765	25,977	39,245	4.81	-0.30	3.44	2.48
Finlandiya	26,102	40,747	54,377	74,899	6.36	2.89	2.67	3.63
Fransa	182,508	257,308	416,742	554,791	4.91	4.82	2.38	3.83
Güney Kore	14,825	37,239	105,370	326,908	13.16	10.40	9.44	10.67
Hollanda	52,627	64,806	71,947	95,981	2.97	1.05	2.40	2.07
İngiltere	281,352	284,071	317,755	384,460	0.14	1.12	1.59	1.08
İrlanda	7,348	10,566	14,229	24,843	5.19	2.98	4.64	4.20
İspanya	75,660	109,226	151,150	242,727	5.25	3.25	3.95	4.02
İsveç	78,060	96,316	145,952	146,016	3.00	4.16	0.00	2.16
İsviçre	36,817	48,175	54,618	64,939	3.84	1.26	1.44	1.96
İtalya	143,916	183,474	213,147	277,534	3.47	1.50	2.20	2.26
İzlanda	2,320	3,184	4,510	8,416	4.52	3.48	5.20	4.44
Japonya	465,387	572,531	850,742	1,087,744	2.96	3.96	2.05	2.93
Kanada	270,081	373,278	481,943	601,384	4.62	2.56	1.85	2.76
Lüksemburg	1,394	918	624	2,794	-5.97	-3.86	12.49	2.40
Macaristan	17,643	23,876	28,436	36,156	4.32	1.75	2.00	2.47
Meksika	37,100	66,962	122,681	215,158	8.44	6.05	4.68	6.06
Norveç	73,029	83,750	121,611	130,126	1.96	3.73	0.56	1.99
Polonya	83,908	120,941	134,415	142,499	5.22	1.06	0.49	1.83
Portekiz	9,792	15,206	28,355	45,650	6.29	6.23	3.97	5.31
Slovakya	12,299	19,967	23,432	32,212	6.92	1.60	2.65	3.32
Türkiye	12,425	23,275	57,543	129,400	8.97	9.05	6.75	8.08
Yeni Zelanda	18,531	22,631	32,272	40,296	2.86	3.55	1.85	2.68
Yunanistan	14,817	22,653	34,775	53,945	6.06	4.29	3.66	4.46
OECD Ülkeleri Toplamı	4,454,038	5,644,106	7,579,558	9,757,090	3.38	2.95	2.10	2.70
Dünya Toplamı	6,110,648	8,266,379	11,814,071	16,053,815	4.32	3.57	2.56	3.33

### 3. ELEKTRİK ÜRETİMİNDEKİ BİRİNCİL KAYNAK BİLEŞİMİ

Küresel ölçekte, 1973 yılında 6,110,648 GWh olan toplam elektrik enerjisi üretimi, sürekli, kararlı ve kuvvetli artış eğilimleri sergileyerek, 2002 yılında 16,053,815 GWh düzeyine yükselmiştir. 1973'de fosil yakıtların elektrik üretimindeki toplam payı yüzde 75 civarında bulunurken, 2002'de yüzde 65'e gerilemiştir.

1973 yılında 6,110,648 GWh olan küresel toplam elektrik üretiminin birincil enerji kaynaklarına göre dağılımı irdelendiğinde, kömürün payı yüzde 38.21, petrolün payı yüzde 24.70, doğalgazın payı yüzde 12.14, nükleer enerjinin payı yüzde 3.33, hidrolik enerjinin payı yüzde 20.98 iken, 2002 yılında 16,053,815 GWh'lik toplam elektrik enerjisi üretiminde, kömürün payı küçük ve düzensiz değişimler kaydederek yüzde 39.02, petrolün payı önemli azalışlarla yüzde 7.23, doğalgazın payı 1990 sonrasında hızla artarak yüzde 19.09, nükleerin payı 1985 sonrasındaki duraklamalarına

karşın önemli büyüme göstererek yüzde 16.57, su kaynaklarının payı önemli ölçülerde azalarak yüzde 16.20 düzeyinde gerçekleşmiştir

1973 yılında, OECD üyesi ülkeler tarafından gerçekleştirilen 4,454,038 GWh'lik toplam elektrik enerjisi üretiminin birincil enerji kaynaklarına göre dağılımında, kömür yüzde 38.02, petrol yüzde 25.56, doğalgaz yüzde 11.68, nükleer yüzde 4.23, hidrolik yüzde 20.48 pay üstlenirken, 2002 yılında 9,757,090 GWh'lik üretimde kömür yüzde 38.26, petrol yüzde 5.72, doğalgaz yüzde 17.49, nükleer yüzde 23.32, hidrolik yüzde 12.61 paya sahip olmuştur. Buna karşın, OECD dışında kalan ülkeler tarafından 1973 yılında gerçekleştirilen 1,656,610 GWh'lik toplam elektrik enerjisi üretiminin birincil enerji kaynaklarına göre dağılımı incelendiğinde, kömürün yüzde 38.71, petrolün yüzde 23.19, doğalgazın yüzde 13.39, nükleer enerjinin yüzde 0.89, hidrolik enerjinin yüzde 22.30 olan payının, 2002 yılında 6,296,725 GWh'lik elektrik üretiminde kömür yüzde 40.19, petrol yüzde 9.57, doğalgaz yüzde 21.57, nükleer yüzde 6.11, hidrolik yüzde 21.76 olarak değiştiği görülmektedir.

Elektrik enerjisi üretiminde kullanılan birincil kaynakların toplam üretim içinde yüklendikleri işlevlerde, geçtiğimiz otuz yıllık süreçte Dünyanın her tarafında, büyük ve önemli değişimler kaydedilmiştir. Nükleer enerjinin elektrik üretimindeki payının 1970'lerden 1980'lerin ortalarına kadar artmasına, doğalgazdan üretimin 1980'lerde ve özellikle 1990'larda hızla büyümesine karşın, kömür elektrik enerjisi üretiminde egemen yakıt olma özelliğini kararlılıkla korumaktadır. Kömürün aksine, 1970'lerin ortalarından itibaren gelişen süreçte, elektrik enerjisi üretiminde petrolün payı giderek azalmıştır. Dünya piyasalarında oluşan yüksek düzeylerdeki petrol fiyatları, petrol piyasalarında yaşanan istikrarsızlıklar, elektrik üretiminde petrolden doğalgaza ve nükleer enerjiye yönelimin kuvvetlenmesine yol açmış, Dünya elektrik enerjisi üretiminde kömürün zaten önemli olan rolünü daha da güçlendirmiştir.

Birincil enerji kaynaklarının elektrik üretiminde üstlendikleri rollerde gözlenen değişiklikler, yalnızca 1973 ve 2002 yılları için özetlenerek, bölgeler ve ülkeler ayırımında karşılaştırmalı halde, Tablo 3.a ve Tablo 3.b'de sunulmuştur [11-14]. Elektrik üretiminde kullanılan birincil kaynakların payındaki gelişmeler, 1973, 1990 ve 2002 yıllarına ilişkin veriler ile Dünya, OECD ülkeleri ve OECD dışındaki ülkeler için, karşılaştırmalı olarak, sırasıyla Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'de gösterilmiştir [11-14].

Tablo 3.a. Elektrik üretiminde kullanılan birincil kaynak bileşimindeki gelişmeler.

Ülkeler ve Bölgeler	1973 Yılında Birincil Kaynakların Üretimdeki Payı (%)						2002 Yılında Birincil Kaynakların Üretimdeki Payı (%)					
	Kömür	Petrol	Gaz	Nükleer	Hidro	Diğer	Kömür	Petrol	Gaz	Nükleer	Hidro	Diğer
Angola		17.28			82.72		35.68				64.32	
Cezayir		18.25	54.95		26.80		2.16	97.63		0.21		
Etiyopya		43.65			56.35		1.03			98.92	0.05	
Fas	27.51	31.03			41.46	70.06	23.88			4.94	1.12	
Fildişi Sahili		78.89			21.11		0.25	67.09		32.66		
Gabon		96.97			3.03		16.61	17.39		65.51	0.49	
Gana		0.97			99.03		30.98			69.02		
Güney Afrika	98.47			1.53		93.09			5.49	1.30	0.12	
Kamerun		4.56			95.44		3.61			96.39		
Kenya		48.55			51.45		22.59			68.88	8.53	
Kongo Dem. Cum.		2.08			97.92		0.32			99.68		
Libya		100.00					77.78	22.22				
Mısır		36.39			63.61		7.50	75.99		16.26	0.25	
Mozambik		70.20			29.80		0.26	0.05		99.69		
Nijerya		17.68	11.54		70.78		9.80	43.99		46.21		
Senegal		100.00					100.00					
Sudan		30.00			70.00		55.57			44.43		
Tanzanya		49.14			50.86	3.51	5.11			91.38		
Tunus		61.07	32.74		6.19		10.22	88.96		0.57	0.25	
Zambiya	6.71	1.34			91.95		0.16	0.38		99.46		
Zimbabve	32.58				67.42		55.12	0.35		44.53		
Diğer Afrika Ülkeleri		65.20			34.80		58.09			41.91		
Afrika Ülkeleri Toplamı	60.47	10.90	2.05		26.58	46.20	8.72	24.53	2.52	17.80	0.23	
Arjantin	2.37	61.65	24.54		11.23	0.21	1.39	1.81	45.89	6.89	42.45	1.57
Bolivya		11.82	2.69		84.45	1.04		17.53	27.34		53.10	2.03
Brezilya	2.12	7.24			89.44	1.20	2.42	3.77	3.80	4.01	82.68	3.32
Dominik		72.93			23.60	3.47	5.46	86.57			7.63	0.34
Ekvator		65.37			34.63			33.55	3.15		63.30	
El Salvador		43.64			53.95	2.41		47.49			27.78	24.73
Guatemala		67.96			26.66	5.38	15.75	43.08			27.49	13.68
Haiti		21.31			68.85	9.84		52.37			47.63	
Hollanda Antilleri		100.00						100.00				
Honduras		26.13			73.87			40.11			57.82	2.07
Jamaika		86.10			4.53	9.37		97.17			1.36	1.47
Kolombiya	19.18	9.77	8.03		63.02		6.71	0.21	16.79		75.08	1.21
Kostarika		15.52			83.96	0.52		1.63			79.23	19.14
Küba		86.88			1.09	12.03		94.30	0.03		0.68	4.99
Nikaragua		42.26			51.74	6.00		78.79			11.41	9.80

*TMMOB TÜRKİYE VI. ENERJİ SEMPOZYUMU-KÜRESEL ENERJİ POLİTİKALARI VE TÜRKİYE GERÇEĞİ*

Panama		91.18			8.65	0.17		35.41			64.25	0.34
Paraguay		9.52			79.89	10.59					100.00	
Peru		24.47	0.47		71.61	3.45	2.26	10.30	4.49		82.06	0.89
Şili	14.00	20.48	1.12		63.83	0.57	19.04	1.07	25.25		50.98	3.66
Trinidad		1.99	95.38			2.63		0.05	99.51			0.44
Uruguay		38.06			61.50	0.44		0.35			99.27	0.38
Venezuela		19.06	43.09		37.85			11.63	22.20		66.17	
Diğer. Latin Ame. Ülke.		69.87			27.19	2.94		83.80	0.44		14.68	1.08
Latin Ame. Ülke. Toplamı	3.47	27.98	9.75		57.30	1.50	2.97	10.64	12.62	2.51	68.71	2.55
<hr/>												
Bangladeş		41.73	34.69		23.58			8.54	85.46		6.00	
Brunei			100.00					0.93	99.07			
Burma	2.56	20.71	6.58		70.15			9.25	57.00		33.75	
Endonezya		46.24			53.76		39.67	23.31	22.07		9.19	5.76
Filipinler	0.09	85.69			14.22		33.28	12.98	18.10		14.51	21.13
Hindistan	42.55	9.91	0.51	3.59	43.44		70.08	4.66	10.54	3.25	10.75	0.72
Kuzey Kore	37.00	5.82			57.18		41.17	5.13			53.70	
Malezya		76.79			23.21		6.02	9.29	77.55		7.14	
Nepal		22.12			77.88			0.19			99.81	
Pakistan	0.79	3.21	40.38	3.63	51.99		0.31	32.20	35.67	2.30	29.52	
Singapur		100.00						39.58	58.33			2.09
Sri Lanka		31.33			68.67			61.21			38.73	0.06
Tayland	3.50	69.53			26.97		16.47	2.59	72.21		6.85	1.88
Tayvan	6.94	76.67			16.39		55.43	12.49	9.93	19.0	3.06	
											9	

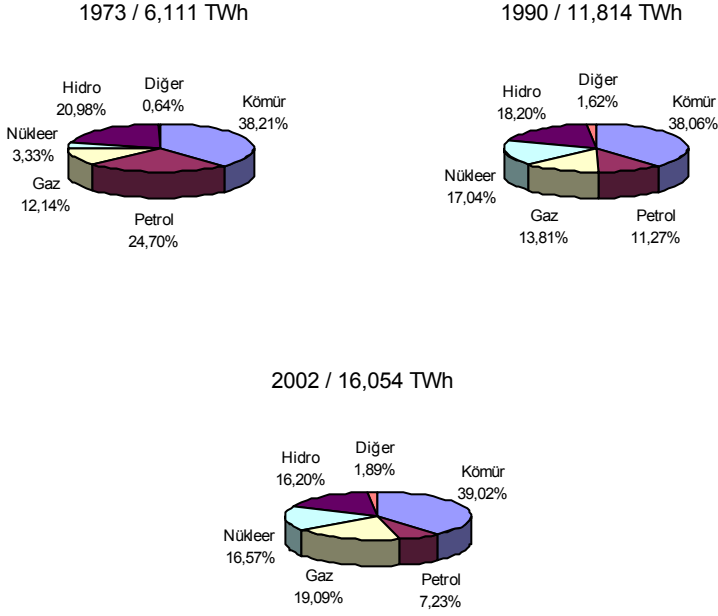
Tablo 3.b. Elektrik üretiminde kullanılan birincil kaynak bileşimindeki gelişmeler.

Ülkeler ve Bölgeler	1973 Yılında Birincil Kaynakların Üretimdeki Payı (%)						2002 Yılında Birincil Kaynakların Üretimdeki Payı (%)					
	Kömür	Petrol	Gaz	Nükleer	Hidro	Diğer	Kömür	Petrol	Gaz	Nükleer	Hidro	Diğer
Vietnam	82.13				17.87		13.63	12.25	23.28		50.84	
Diğer Asya Ülkeleri		75.29			24.71		22.25	26.35			51.40	
Asya Ülkeleri Toplamı	24.92	34.12	2.95	1.76	36.25		46.40	10.90	24.34	4.47	12.15	1.74
Çin Halk Cum.	58.58	18.64			22.78		77.47	3.01	0.28	1.53	17.55	0.16
Hong Kong		100.00					63.81	0.43	35.76			
Çin Toplam	56.29	21.82			21.89		77.19	2.96	1.01	1.50	17.19	0.15
Arnavutluk		33.78			66.22			4.72			95.28	
Bulgaristan	77.27	11.02			11.71		41.20	1.97	3.65	47.95	5.20	0.03
Güney Kıbrıs		100.00						100.00				
Malta		100.00						100.00				
Romanya	26.02	9.56	48.29		16.13		37.55	6.51	16.69	10.04	29.21	
Eski Yugoslavya	46.03	5.34	1.87		46.76		51.78	3.74	4.36	7.18	32.80	0.14
OECD Dışı Avrupa Ülk. T.	42.42	9.91	21.78		25.89		42.38	7.30	7.65	17.02	25.58	0.07
Eski S.S.C.B. Ülkeleri T.	42.45	21.92	18.45	1.31	13.37	2.50	19.33	3.35	41.54	18.14	17.40	0.24
Bahreyn			100.00						100.00			
Birleşik Emir. Arap			100.00					7.89	92.11			
Irak		91.76			8.24			98.03			1.97	
İran		59.43	17.07		23.50			17.81	76.45		5.74	
İsrail		100.00					77.35	22.51	0.06		0.05	0.03
Katar		9.55	90.45						100.00			
Kuveyt		1.70	98.30					78.93	21.07			
Lübnan		73.31			26.69			92.98			7.02	
Suriye		98.81			1.19			25.17	35.16		39.67	
Suudi Arabistan		100.00						65.87	34.13			
Umman		100.00						18.00	82.00			
Ürdün		100.00						90.94	8.37		0.65	0.04
Yemen		100.00						100.00				
Orta Doğu Ülke. Toplamı		70.07	19.95		9.98		6.77	43.04	46.31		3.88	0.00
OECD Dışı. Ülk. Toplamı	38.71	23.19	13.39	0.89	22.30	1.52	40.19	9.57	21.57	6.11	21.76	0.80
Almanya	69.00	11.98	10.94	3.23	4.07	0.78	51.43	0.77	9.54	29.08	4.08	5.10
Amerika	46.16	17.09	18.56	4.54	13.50	0.15	51.27	2.47	17.84	20.15	5.85	2.42
Avustralya	74.88	2.61	4.27		17.72	0.52	78.33	1.69	11.57		7.14	1.27
Avusturya	10.32	14.06	14.32		60.65	0.65	12.28	2.65	15.51		66.10	3.46
Belçika	21.68	53.72	23.70	0.19	0.42	0.29	15.64	1.20	22.08	58.51	0.44	2.13
Çek Cum.	85.14	11.30	0.93		2.63		66.79	0.51	3.86	24.66	3.28	0.90
Danimarka	35.80	64.07			0.13		46.53	10.20	24.37		0.08	18.82
Finlandiya	28.07	31.65			40.28		26.34	0.80	15.09	29.77	14.39	13.61

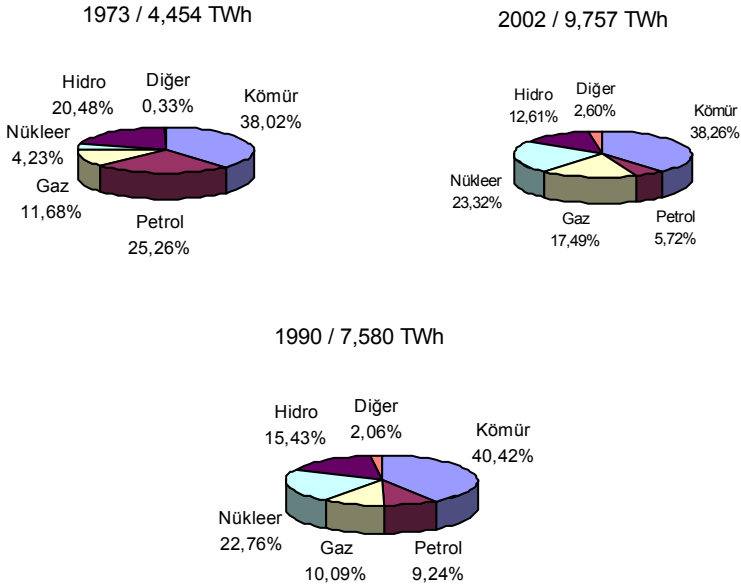
*TMMOB TÜRKİYE VI. ENERJİ SEMPOZYUMU-KÜRESEL ENERJİ POLİTİKALARI VE TÜRKİYE GERÇEĞİ*

Fransa	19.37	40.17	5.53	8.08	26.13	0.72	4.53	0.82	4.24	78.73	10.92	0.76
Güney Kore	9.05	82.29			8.66		39.95	9.60	12.78	36.43	0.99	0.25
Hollanda	6.04	12.33	79.52	2.11			27.98	2.94	59.42	4.08	0.13	5.45
İngiltere	62.06	25.65	0.97	9.95	1.37		32.75	1.80	39.57	22.90	1.24	1.74
İrlanda	24.92	66.32			8.76		35.80	15.05	43.59		3.67	1.89
İspanya	18.87	33.19	1.01	8.65	38.21	0.07	33.97	11.78	13.34	25.96	9.49	5.46
İsveç	0.64	19.44		2.70	76.70	0.52	2.63	1.98	0.37	46.28	45.56	3.18
İsviçre		7.07		17.14	75.79			0.09	1.38	41.94	54.23	2.36
İtalya	3.60	62.36	3.11	2.18	26.07	2.68	14.58	31.62	35.82		14.24	3.74
İzlanda		3.75			95.13	1.12		0.07			82.90	17.03
Japonya	8.01	73.24	2.26	2.09	14.35	0.05	26.76	13.36	22.48	27.13	7.57	2.70
Kanada	12.92	3.36	6.00	5.65	72.07		19.52	2.44	5.75	12.56	58.24	1.49
Lüksemburg	58.82	27.62	10.19		3.37				92.84		4.04	3.12
Macaristan	66.02	17.19	16.22		0.57		25.07	5.91	29.70	38.59	0.54	0.19
Meksika	0.56	41.13	14.25		43.64	0.42	12.13	36.86	32.13	4.53	11.60	2.75
Norveç	0.03	0.19			99.78		0.20	0.01	0.15		99.33	0.31
Polonya	93.90	2.34	1.68		1.74	0.34	94.52	1.67	1.54		1.60	0.67
Portekiz	3.94	19.21			74.81	2.04	33.32	24.99	19.80		17.09	4.80
Slovakya	64.39	17.71	5.26	1.89	10.75		17.31	2.19	7.80	55.73	16.35	0.62
Türkiye	26.11	51.36			20.95	1.58	24.84	8.30	40.57		26.03	0.26
Yeni Zelanda	8.52	6.11	1.41		77.25	6.71	4.02		25.09		60.69	10.20
Yunanistan	35.45	49.55			15.00		64.08	16.00	13.09		5.19	1.64
OECD Ülkeleri Toplamı	38.02	25.26	11.68	4.23	20.48	0.33	38.26	5.72	17.49	23.32	12.61	2.60
Dünya Toplamı	38.21	24.70	12.14	3.33	20.98	0.64	39.02	7.23	19.09	16.57	16.20	1.89

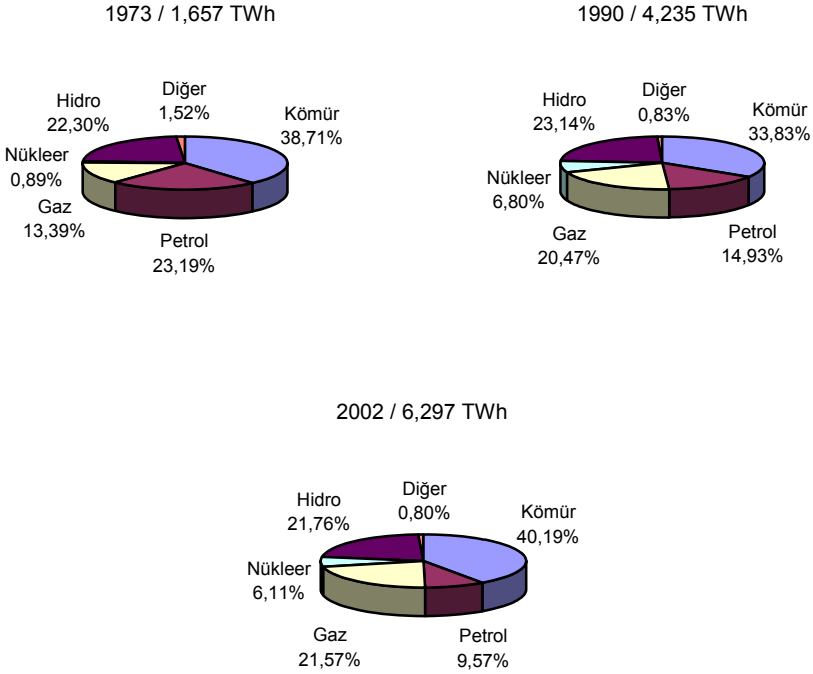




Şekil 2. Küresel toplam elektrik üretimindeki birincil kaynak bileşiminin değişimi.



Şekil 3. OECD ülkelerinin elektrik üretimindeki birincil kaynak bileşiminin değişimi.



Şekil 4. OECD dışında kalan ülkelerin elektrik üretimindeki birincil kaynak bileşiminin değişimi.

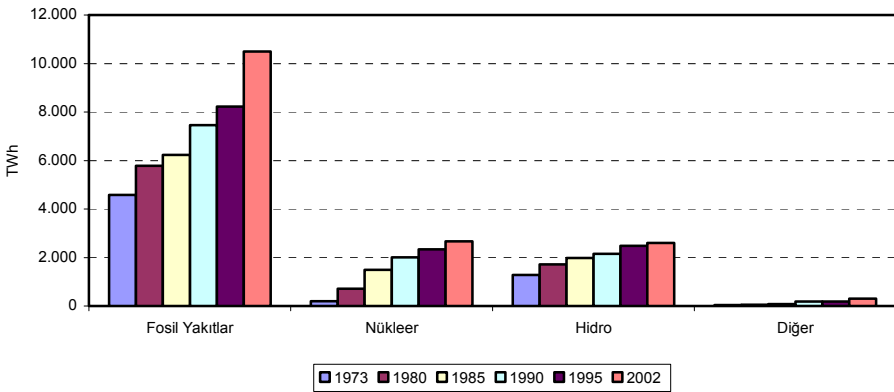
2002 yılında 16,054 TWh olarak gerçekleşen elektrik üretimi küresel ölçekte irdelendiğinde, kömürden 6,264 TWh, petrolden 1,161 TWh, doğalgazdan 3,065 TWh olmak üzere, toplam üretimin yüzde 65'ine karşılık gelen 10,490 TWh'lik bölümünün fosil yakıtlara dayandığı görülmektedir. Kömürden elektrik üretimine küresel ölçekte bakıldığında, toplam 6,264 TWh üretimin yaklaşık yüzde 82'sine karşılık gelen 5,132 TWh'lik bölümünün, yalnızca on ülke tarafından gerçekleştirildiği, geriye kalan yüzde 18'lik kısmın (1,132 TWh) anılan ülkeler dışında kalan bütün Dünyaya ait olduğu gözlenmektedir. Kömürden elektrik enerjisi üretiminde, Amerika 2,047 TWh (yüzde 32.68), Çin 1,271 TWh (yüzde 20.29) ve Hindistan 418 TWh (yüzde 6.67) ile en büyük paya sahip ülkelerdir. Bu ülkeleri, Almanya 292 TWh, Japonya 291 TWh, Güney Afrika 203 TWh,

Avustralya 174 TWh, Rusya 170 TWh, Polonya 135 TWh ve Güney Kore 131 TWh ile izlemektedir.

Küresel ölçekte doğalgazdan elektrik üretiminin ayrıntılarına inildiğinde, 3,065 TWh'lik toplam üretimin yüzde 64.5'ine karşılık gelen 1,977 TWh'in on ülkeye ait olduğu görülmektedir. Amerika 712 TWh (yüzde 23.23), Rusya 385 TWh (yüzde 12.56), Japonya 245 TWh (yüzde 7.99), İngiltere 152 TWh (yüzde 4.96) ve İran 108 TWh (yüzde 3.52) ile en büyük paya sahiptir. Bu ülkelerin ardından, İtalya 99 TWh, Tayland 79 TWh, Meksika 69 TWh, Mısır 65 TWh ve Hindistan 63 TWh ile gelmektedir.

Petrolde elektrik enerjisi üretimi incelendiğinde ise, sıralamadaki ilk on ülkenin 1,161 TWh'lik toplam üretimden 676 TWh ile yüzde 58 pay aldığı saptanmaktadır. Japonya 145 TWh (yüzde 12.49), Amerika 99 TWh (yüzde 8.53) ve Suudi Arabistan 96 TWh (yüzde 8.27) ile en büyük paya sahip ülkeler arasında dikkat çekmektedir. Bu ülkeleri, İtalya 88 TWh, Meksika 79 TWh, Çin 49 TWh, Güney Kore 31 TWh, Irak 31 TWh, Kuveyt 29 TWh ve İspanya 29 TWh ile izlemektedir.

Elektrik üretimine yönelik olarak kullanılan birincil enerji kaynaklarının küresel toplam üretimde üstlendikleri düzeyler, 1973, 1980, 1985, 1990, 1995 ve 2002 yılları için özetlenerek, Şekil 5'de gösterilmiştir.



Şekil 5. Birincil enerji kaynakları ayırımında küresel toplam elektrik enerjisi üretimi.

Küresel ölçekteki toplam elektrik üretiminde kullanılan birincil kaynaklar içinde kömürün payı, geçtiğimiz otuz yıllık süreçte hafif gerilemeler kaydetmekle birlikte, halen yaklaşık yüzde 40 düzeylerinde olup, bölgeler ve ülkeler ayırımında, çok belirgin farklılıklarla karşılaşılmaktadır. Bazı

ülkelerde kömür kullanımı azalırken, bazılarında çok ciddi artış eğilimleri öne çıkmaktadır. Elektrik üretiminde nükleer enerjinin payı küresel ölçekte yüzde 17 iken, OECD ülkelerinde yüzde 24'e ulaşmakta, OECD üyesi olmayan ülkelerde ise yüzde 6'da kalmaktadır. Buna karşın, hidrolik kaynakların küresel üretimindeki payı yaklaşık yüzde 16 olup, OECD dışındaki ülkelerde ve OECD ülkelerinde, sırasıyla yaklaşık yüzde 22 ve yüzde 13'tür. Elektrik üretiminde kullanılan birincil kaynaklar içinde petrolün payı, 1970'lerin başında yüzde 22 düzeyindeyken, günümüzde yüzde 7'ye kadar gerilemiştir. Bununla birlikte bazı ülkelerde, elektrik üretiminin tamamı ya da tamamına yakın bir bölümü, petrol kullanılarak sağlanmaktadır. Biyokütleden elektrik üretimi ise, varıl ülkelerde giderek artmaktadır.

#### **4. GELECEĞE YÖNELİK OLASI EĞİMLER VE BEKLENTİLER**

Dünya ülkelerinin son yıllardaki ekonomik büyüme, üretim ve tüketim dinamikleri ile nüfus, kentleşme vb. diğer gelişim hızlarının önümüzdeki 20-25 yıllık dönemde de, benzer eğilimlerle süreceği varsayımı altında geliştirilen değişik enerji talep tahmini senaryolarında [2-6,18-21]; küresel enerji piyasalarında işlem gören ticari nitelikteki toplam enerji tüketiminin 2025 yılına kadar mevcut değerinin yarısı düzeyinde artması, buna karşın küresel elektrik enerjisi tüketiminin yaklaşık iki katına çıkması beklenmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin önemli bir kısmında gözlenen güçlü ekonomik büyüme, nihai tüketim sektörlerinin elektrik taleplerindeki artış eğilimlerini daha da güçlendirmekte, elektrik enerjisine yönelik öngörülen talep artışının üçte ikilik bölümünün gelişmekte olan ülkelere kaynaklanacağı tahmin edilmektedir. Halen gelişmekte olan ülkeler, küresel toplam nüfusun yaklaşık dörtte üçünü barındırmalarına karşın, küresel elektrik tüketiminde ancak üçte bir oranında paya sahiptir. Başta Asya kıtasında bulunanlar olmak üzere, gelişmekte olan ülkelere gözlenen elektrik enerjisine yönelik güçlü talep artışı eğilimlerinin aksine, gelişmiş ülkelerin talebinde gelecekte düşük düzeylerde artışlar kaydedileceği yönünde beklentiler öne çıkmaktadır. Genel olarak, gelişmiş Dünya ülkelerinin topluları, düşük nüfus artışlarıyla uyumlu, belli tüketim olgunluğuna ve doyumluğa ulaşmış enerji talep yapısı ile nitelendirilebilirken, gelişmekte olan ülkelerdeki mevcut eğilimler ve gelişme beklentileri ise tam aksi yöndedir. Gelişmiş ülkelerde, enerjinin etkin ve verimli kullanımına yönelik süreklilik içeren kazanımlar, enerji tüketiminin yoğun olduğu sınıai üretim faaliyetlerinin bırakılması veya gelişmekte olan ülkelere kaydırılması, teknoloji ağırlıklı üretim alanlarına odaklanma, hizmet sektörünün daha fazla geliştirilmesine yönelik akımlar, gelişmiş ülkelerdeki talep artışlarını sınırlamaktadır.

Gelecekteki yirmi yıllık süreçte, birincil enerji kaynaklarının tümüne yönelik, ciddi talep artışları beklenmektedir. Nükleer enerji ile yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetleriyle karşılaştırıldığında, elektrik üretiminde kullanılan fosil yakıt fiyatlarının göreceli de olsa düşük kalacağı tahmin edilmekte, bunların fosil yakıtlarla ekonomik anlamda rekabet edebilmesi, kısa ve orta dönemde mümkün görünmemektedir. Bununla birlikte, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının farklı yöntemlerle özendirilmesi ve desteklenmesi, fosil yakıtlardan kaynaklanan çevre kirliliğinin sınırlandırılmasına veya azaltılmasına yönelik yasal düzenlemeler, devlet yönetimlerinin fosil yakıtlara bakışlarında yaşanabilecek köklü değişiklikler, fosil yakıt talebinde ciddi azalışlar kaydedilebilmesinde önemli roller oynayabilecektir. 2025 yılına kadar yapılan elektrik talep tahminleri, küresel ve bölgesel ölçeklerdeki elektrik enerjisi talebinin karşılanabilmesi için, mevcut kurulu güç kapasitesinin kapsamlı ölçeklerde genişletilmesini zorunlu kılmaktadır.

Kömürün payının doğalgaz tarafından üstlenileceği Batı Avrupa ülkeleri ile Doğu Avrupa ve Rusya dışındaki eski S.S.C.B. ülkeleri hariç, Dünyanın her yerinde kömür tüketiminin büyümesi beklenmektedir. Kömürün, küresel enerji piyasalarında ve elektrik enerjisi üretimindeki egemen yakıt olma niteliğinin önümüzdeki yıllarda da sürmesi, özellikle Çin, Hindistan ile gelişmekte olan diğer Asya ülkelerindeki önemini koruması, gelecekteki küresel kömür talebindeki toplam artışın üçte ikisinin yalnızca Çin ve Hindistan'dan kaynaklanması öngörülmektedir. Halen küresel toplam kömür tüketiminin yaklaşık üçte ikisi elektrik enerjisi üretimi için kullanılmakta olup, neredeyse tüm Dünya ülkelerindeki kömür tüketimine yönelik büyüme tahminlerinin önemli bir bölümü, kömürden elektrik enerjisi üretimine dayanmaktadır.

2025 yılına ilişkin tahminler, doğalgazın yüzde 24 olarak öngörülen payına karşılık, küresel elektrik üretimindeki kömür payının yüzde 38 düzeylerinde kalacağını göstermektedir. Kömüre dayalı elektrik kurulu güç kapasitesinin, küresel toplam kurulu güç kapasitesindeki payının küçük gerilemeler kaydetmesini, buna karşılık anılan kapasitenin temel yük üretimi için kullanılmasını ve daha fazla elektrik enerjisi üretmelerini beklemek yanlış olmayacaktır. Halen, kömür yakıtlı üretim kapasitesi Amerika'nın kurulu güç kapasitesinin yüzde otuzu düzeyinde olmasına karşın, ülkenin elektrik gereksiniminin yarısından fazlasını karşılamaktadır. Çin, Hindistan, Almanya, Polonya, Güney Afrika ve Avustralya, büyük kömür rezervlerine bağlı olarak, elektrik enerjisi üretiminde kömürün öne çıktığı ülkelerdir.

Ortadoğu bölgesindeki elektrik üretiminde petrol kullanımının, 2025 yılında mevcut değerinin yaklaşık iki katına çıkması söz konusudur. Son yıllarda Çin'de, puant talebin ulusal şebekeden karşılanamadığı durumlarda,

petrolün elektrik üretiminde kısmen de olsa kullanılmasına yönelik kuvvetli bir büyüme eğilimi gözlenmektedir. Bu durumun kısa dönemde sürmesi, planlanan elektrik üretim kapasitelerinin devreye alınması ve ülkenin ulusal elektrik şebekesinin geliştirilmesine yönelik yatırımların artmasıyla birlikte, elektrik üretiminde kullanılan petrol talebinde gerileme eğilimi beklenmektedir. Gelecek yıllarda, elektrik enerjisi üretiminde petrol kullanan ülkelerin önemli bir bölümünün, petrolden doğalgaza ve diğer birincil enerji kaynaklarına yönelmeleri söz konusudur.

Doğalgazın yeni elektrik enerjisi üretim planlama seçenekleri arasında, ilgi çeken bir arz kaynağı olma konumunu sürdürmesi beklenmektedir. Doğalgaz diğer fosil yakıtlar ile karşılaştırıldığında, sunduğu çevresel üstünlükler, görece de olsa etkin ve verimli çalışma olanakları vb. etmenler nedeniyle, elektrik üretiminde kullanılması arzulanan önemli bir seçenek konumundadır. Doğalgaz, kömür ve petrolden daha temiz yakılabildiğinden, sera gazı emisyonlarını sınırlamak ve azaltmak yönünde çaba gösteren ülkeler açısından büyük önem taşımaktadır. Elektrik sektöründe doğalgazın artan önemi, gelişmiş ülkelerde ve Doğu Avrupa ile eski S.S.C.B. bölgesinde bulunan gelişmekte olan ülkelerde daha belirgindir. Bu ülkelerde, doğalgaz altyapısının büyük bölümü tamamlandığından, önümüzdeki yirmi yıllık dönemde toplam elektrik enerjisi üretiminde doğalgazın mevcut payının yüzde elli düzeyinde artması beklenmektedir. Diğer gelişmekte olan ülkelerde, doğalgaz altyapısı yeterince gelişmediğinden, elektrik enerjisi üretiminde kullanılan doğalgazın payında daha küçük artışlar öngörülmektedir.

Son yıllarda fosil yakıt piyasalarında, özellikle fiyat boyutunda yaşanan gelişmelerle birlikte, mevcut nükleer santrallerden daha fazla yararlanılması yoluna gidilmiş, kapasite kullanım oranları oldukça yükselmiştir. Geçtiğimiz dönemde, sosyal, ekonomik, politik vb. diğer etmenler nükleer kapasitede ciddi durgunluk yaşanmasına ve uzun dönemde nükleer üretim kapasitesinde önemli duraklamalara neden olmuştur. Giderek artan fosil yakıt fiyatları ile Kyoto protokolüne uyum yönündeki eğilimlerin güçlenmesi, önümüzdeki yıllarda yeni nükleer enerji kapasitesinin artırılması için elverişli ortamlar hazırlayabilecektir. Nükleer enerji, kömür ve doğalgaz ile karşılaştırıldığında, elektrik üretimi için daha maliyetli bir seçenek olmasına karşın, fosil yakıtlara erişim maliyetleri yüksek olan ülkeler ile Kyoto protokolüne uyum yönünde çaba gösteren ülkeler başta olmak üzere, Dünya ülkelerinin birçoğu için elektrik enerjisi üretiminde önemli bir kaynak niteliğindedir. Gelecekte küresel ölçekte nükleer üretim kapasitesindeki en büyük artışın, başta Asya ülkeleri olmak üzere, gelişmekte olan ülkelere kaynaklanması beklenmektedir.

Hidrolik ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel enerji arzındaki payında ılımlı bir büyüme kaydedilmesi öngörülmektedir. Gelişmekte olanların dışında, Kanada hariç gelişmiş ülkelerdeki hidroelektrik kapasitenin artması beklenmemektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretiminde beklenen büyümenin önemli bölümü, özellikle Asya kıtasında yer alan gelişmekte olan ülkelerdeki büyük ölçekli hidroelektrik tesislerin tamamlanması sonucunda gerçekleşecektir. Ayrıca, Orta ve Güney Amerika'da mevcut hidrolik kaynakların geliştirilmesine yönelik girişimler söz konusudur.

Gelişmiş ülkelerdeki yenilenebilir enerji tüketiminde beklenen artışın büyük bölümünün, hidrolik kaynaklar dışındaki diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşması, özellikle Batı Avrupa ve Amerika'da rüzgar enerjisini kapsayan üretimin artması öngörülmektedir. Rüzgar enerjisi, diğer yenilenebilir kaynaklarla karşılaştırıldığında, hızlı ve güçlü büyüme eğilimleri sergilemektedir. Biyokütle ile jeotermal kullanımının, Amerika başta olmak üzere, hızla büyümesi beklenmektedir. Buna karşın, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemli bir kısmının, kısa, orta ve yakın uzun dönemde fosil kökenli yakıtlarla, kolaylıkla rekabet edebilmesi mümkün görünmemektedir. Buna karşın yenilenebilir kaynaklar, gelişmiş ülkelerden daha çok, gelişmekte olan ülkeler için önemli işlevler yüklenmeye aday konumdadır.

## **5. SONUÇLAR**

Elektrik enerjisinin toplam nihai enerji tüketimindeki payının büyümesi, gözlenen güçlü artış eğilimlerinin önümüzdeki yıllarda da kesintisiz sürmesi beklenmektedir. Elektrik üretimine yönelik olarak kullanılan birincil kaynakların, küresel, bölgesel ve ulusal toplam birincil enerji arzındaki payının artmasına koşut olarak, yüklendikleri işlevler giderek daha büyük önem kazanmaktadır. Elektrik üretiminde kullanılan birincil kaynakların bileşimine yönelik tercihler, ekonomik, teknik ve çevresel kısıtlamaların karşılanmasında çeşitli sorunlara yol açabilmekte, elektrik üretim ve iletim kapasitesinin planlanmasında, elektrik enerjisinin fiyatlandırılmasında, fosil yakıtlara dayalı ürün ve hizmet fiyatlarının oluşumunda, sermaye maliyetleri ile ulusal yatırımlar kapsamında makroekonomik büyüklükler üzerinde önemli sonuçları beraberinde getirebilmektedir. Elektrik üretim kapasitesi planlaması kapsamında en düşük maliyet ile elektrik talebinin karşılanabilmesi için, elektrik enerji mühendisliğinin teknik kısıtlamalarının ve değişik emisyonların azaltılmasına yönelik sınırlamaların dikkate alınması, optimal birincil kaynak bileşiminin ortaya konması gerekmektedir. Elektrik enerjisi üretiminde kullanılacak birincil kaynakların toplam birincil

enerji arzında öngörülen payları, ulusal enerji politikalarını doğrudan etkilemektedir.

Elektrik enerjisi talebindeki artışları zamanında karşılayabilmek amacıyla yeni üretim kapasitelerinin devreye sokulması gerektiğinde, talepteki büyümenin zamanlamasına yönelik güçlü tahminler, yeni üretim birimlerinin kapasite kullanım oranlarına ilişkin öngörüler, güncel teknolojiler kapsamında sabit ve değişken maliyetler ile işletme verimlilikleri gözetilerek seçilen üretim teknolojileri büyük önem taşımaktadır. Elektrik enerjisi üretim kapasitesinin genişletilmesine ilişkin karar alma sürecinde, sabit yatırım maliyetleri, yakıt, işletme, bakım, çevresel vb. diğer maliyetleri kapsayan toplam maliyet değerleri göz önüne alınarak, farklı seçeneklerin üretilmesi zorunludur. Elektrik üretim kapasitesi planlaması çalışmalarının sonucunda, mevcut ve ulaşılabilir birincil kaynak alternatifleri, talep tahminleri, öngörülen talebin özellikleri, yakıt fiyatları, çevresel kısıtlamalar ve teknoloji maliyetleri dikkate alınarak elektrik enerjisi talebinde beklenen büyümenin en uygun nasıl karşılanacağı sorularına ilişkin yanıtların, bilimsel temelde seçenekli olarak ortaya konması gerekmektedir. Elektrik enerji üretim sistemlerinin işletilmesine yönelik doğru niteliklerdeki kararlar ise, elektrik enerjisi talebi karşılanırken çevresel kısıtlamaların gözetilmesini, yakıt, işletme ve bakım ile çevresel maliyetlerin en düşük değeri aldığı üretim bileşiminin seçilmesini zorunlu kılmaktadır.

Elektrik enerjisinin toplam enerji arzı ile nihai enerji tüketimi içindeki yerinin giderek daha öne çıkması, birincil enerji kaynaklarının maliyetleri, finansman ve tedarik yolları, arz güvenliği, dışa bağımlılık, yerel kaynakların değerlendirilmesi, elektrik enerjisi üretim kaynaklarının çeşitlendirilmesi, kurulu elektrik enerjisi üretim teknolojilerinin geliştirilmesi, mevcut elektrik iletim sisteminin yenilenmesi, kayıpların azaltılması vb. değişik konu başlıklarının önümüzdeki yıllarda, tüm Dünya ülkelerinin, özellikle ülkemiz gündeminde daha fazla yer almasını, tartışmalara ve çatışmalara yol açmasını beklemek mümkündür.

## KAYNAKLAR

- [1] The World Bank, "World Development Indicators 2002, 25th Edition," The World Bank, Washington, DC, 2002.
- [2] International Energy Agency (IEA), "World Energy Outlook, 2005 Edition," OECD/IEA, Paris, 2005.
- [3] International Energy Agency (IEA), "World Energy Outlook, 2004 Edition," OECD/IEA, Paris, 2004.
- [4] International Energy Agency (IEA), "Key World Energy Statistics 2002," OECD/IEA, Paris, 2002.



- [5] International Energy Agency (IEA), “*Key World Energy Statistics 2004*,” OECD/IEA, Paris, 2004.
- [6] International Energy Agency (IEA), “*Key World Energy Statistics 2006*,” OECD/IEA, Paris, 2006.
- [7] International Energy Agency (IEA), “*Energy Balances of OECD Countries 2003-2004, 2006 Edition*,” OECD/IEA, Paris, 2006.
- [8] International Energy Agency (IEA), “*Energy Statistics of OECD Countries 2003-2004, 2006 Edition*,” OECD/IEA, Paris, 2006.
- [9] International Energy Agency (IEA), “*Energy Balances of Non-OECD Countries 2003-2004, 2006 Edition*,” OECD/IEA, Paris, 2006.
- [10] International Energy Agency (IEA), “*Energy Statistics of Non-OECD Countries 2003-2004, 2006 Edition*,” OECD/IEA, Paris, 2006.
- [11] International Energy Agency (IEA), “*Energy Balances of OECD Countries 2001-2002, 2004 Edition*,” OECD/IEA, Paris, 2004.
- [12] International Energy Agency (IEA), “*Energy Statistics of OECD Countries 2001-2002, 2004 Edition*,” OECD/IEA, Paris, 2004.
- [13] International Energy Agency (IEA), “*Energy Balances of Non-OECD Countries 2001-2002, 2004 Edition*,” OECD/IEA, Paris, 2004.
- [14] International Energy Agency (IEA), “*Energy Statistics of Non-OECD Countries 2001-2002, 2004 Edition*,” OECD/IEA, Paris, 2004.
- [15] International Energy Agency (IEA), “*Energy Balances of OECD Countries 1999-2000, 2002 Edition*,” OECD/IEA, Paris, 2002.
- [16] International Energy Agency (IEA), “*Energy Statistics of OECD Countries 1999-2000, 2002 Edition*,” OECD/IEA, Paris, 2002.
- [17] International Energy Agency (IEA), “*Energy Balances of OECD Countries 1997-1998, 2000 Edition*,” OECD/IEA, Paris, 2000.
- [18] U.S. Department of Energy, Energy Information Administration (DOE/EIA), “*International Energy Outlook 2007*,” DOE/EIA-0484(2007), Washington, DC, 2007.
- [19] U.S. Department of Energy, Energy Information Administration (DOE/EIA), “*International Energy Outlook 2006*,” DOE/EIA-0484(2006), Washington, DC, 2006.
- [20] U.S. Department of Energy, Energy Information Administration (DOE/EIA), “*International Energy Outlook 2005*,” DOE/EIA-0484(2005), Washington, DC, 2005.
- [21] U.S. Department of Energy, Energy Information Administration (DOE/EIA), “*International Energy Outlook 2004*,” DOE/EIA-0484(2004), Washington, DC, 2004..