

TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ÜRETİMİ VE DOĞALGAZ KOMBİNE ÇEVİRİM SANTRALLERİ

Prof. Dr. Fikret KESKİNEL

Cumhuriyetin kuruluşundan günümüze kadar Türkiye'de elektrik üretimi gelişimi kısaca gözden geçirilmiştir; bazı baraj ve hidroelektrik santrallerle termik santrallere ilişkin kurulu güç ve elektrik üretimi değerleri özet olarak verilmiştir; ülkemizdeki başlıca doğal gaz kombine çevrim santralleri ile ilgili bilgiler kısaca sunulmuştur. Ülkemizde elektrik enerjisi üretimi bakımından Yapışlet modelindeki en büyük projesi olan, Adapazarı/Gebze/İzmir Doğal Gaz Kombine Çevrim Santralleri projesine ilişkin bilgiler biraz daha ayrıntılı olarak verilmiştir; bazı global karşılaştırmalar yapılmıştır.

TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ÜRETİMİ

Enerji tüm sektörlerde temel girdidir. Değişen ve gelişen dünyada enerji gereksinmesi sürekli artmakta, varolan kaynaklar ise tükenmektedir. Enerjinin yeterli düzeyde sağlanması ekonomik ve sosyal kalkınmanın temelidir. Elektrik enerjisi tüketimi ekonomik gelişmenin en önemli göstergesidir. 1923 yılında Türkiye'de elektrik tüketimi 7 KWH/yıl/kişi iken, günümüzde elektrik tüketiminin 2000 KWH/yıl/kişi, kurulu gücün yaklaşık 40000 MW ve elektrik üretiminin 160x10⁹ KWH/yıl olduğu belirtilmektedir. Geçen zaman içinde kişi başı tüketim yaklaşık 300 kat artmış olmasına rağmen, ülkemiz gelişmiş ülkelerin altında bir düzeydedir. Üretilebilecek/üretilecek elektrik, kayıp-kaçaklar, net elektrik tüketimi, özen gösterilmesi gereken kavramlardır. *Uluslararası Enerji Ajansı İstatistikleri 2004*, Türkiye'de net elektrik tüketimini 1479 KWH/kişi/yıl, ülke ge-

nelinde net toplam elektrik tüketimini 103x10⁹ KWH/yıl, kayıp-kaçak oranını %23 olarak göstermektedir. OECD ülkeleri ortalaması olarak bu değerler, sırasıyla, 8695 KWH/kişi, 7594x10⁹ KWH/yıl, %7'dir. Bu verilere dayanarak 2004 yılında Türkiye'de 150x10⁹ KWH/yıl elektrik enerjisi üretimi gerçekleştiği; bunun daha önce öngörülen değeri doğruladığı söylenebilir. Ülkemizdeki resmi kaynaklara göre kayıp-kaçak oranı %21 değerine düşmüştür; bu değer baz alınsa bile, kayıp-kaçakların önlenmesi durumunda %14 gibi önemli bir tasarruf sağlanabileceği açıktır.

Ülkemizde elektrik üretimi 60 KW gücündeki bir santralle Tarsus'ta başlamış ve aydınlatma amacıyla kullanılmıştır. *Cumhuriyetin ilk yıllarında ülkemizde santrallerin kurulu güç toplamı 29.7 MW* değerinde olup, yalnız İstanbul, İzmir, Tarsus, Adapazarı'nda elektrik vardı. Elektrik enerjisinin aydınlatma dışında kullanılması amacıyla üretim 1930 yılından sonra gerçekleşmiştir. 1935 yılında Türkiye kurulu gücü 126.2 MW, elektrik üretimi 213x10⁶ KWH/yıl, elektrikleştirilmiş il merkezi sayısı 43 olmuştur. 1950 yılında ülkemiz termik ve hidroelektrik santral toplam kurulu gücü 408 MW değerine ulaşmıştır; hidroelektrik santrallerin bunun içindeki payı %4.4 (17.9 MW) kadardır. 1950-1960 yılları arasında Derme (4.5 MW), Murgul (4.7 MW), Sarıyar (270 MW), Kayaköy (2.26 MW), Hazar-I (19.8 MW), Ceyhan (3.6 MW), Göksu (10.5 MW), Tortum-I (26.2MW), Kovada-I (8.25 MW)

santralleri *İller Bankası, Sümerbank ve Etibank* tarafından yapılmıştır. 1954 yılında 6200 sayılı kanun ile *DSİ Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü* kurulmuştur. DSİ kurulduğunda, ülkemizdeki toplam kurulu güç 516.6 MW ve toplam elektrik üretimi 1.4x10⁹ KWH/yıl değerindedir; hidro-elektrik kurulu gücün (36.7 MW) toplam içinde yaklaşık %7 payı vardır. İzleyen yıllarda DSİ tarafından Kemer (48 MW), Seyhan-I (54 MW), Demirköprü (69 MW) barajları yapılarak işletmeye alınmış; *hidroelektrik santrallerin kurulu güçleri toplamı, 1950 yılına göre, 23 kat artış göstererek, 412 MW değerine yükselmiştir.*

1963 yılını izleyen planlı kalkınma döneminde elektrik enerjisine ilişkin amaç ve politikalar *BYKP Beş Yıllık Kalkınma Planları* ile saptanmıştır. 1.-2. BYKP dönemlerinde, enerji isteminin karşılanması için, öncelikle yerli kaynakların değerlendirilmesi öngörülmüş ve öncelik su kaynaklarının geliştirilmesine verilmiştir. Ancak 2. BYKP döneminde tesislerin zamanında bitirilememesi nedeniyle amaçlara ulaşılamamış, dışa bağımlı kaynak kullanımlı tesisleri ele alma zorunluğu ortaya çıkmıştır. İzleyen yıllardaki 3.-6. BYKP dönemlerinde de, öncekilere benzer olarak, yerli kaynak kullanımı öngörülmüştür. 3. BYKP dönemi sonunda hidroelektrik enerji kapasitesi 985 MW'dan 1873 MW değerine yükselmiş; termik ve hidroelektrik santraller toplam kurulu gücü toplam kapasitenin yaklaşık %40'ına ulaşmıştır. Bu değerler sırasıyla, 4. BYKP dönemi sonunda 3239

MW ve %47; 5. BYKP dönemi sonunda 6597 MW ve %42.6; 6. BYKP döneminde (1990-1995) ise, 20952 MW toplam kurulu güç içinde, 9933 MW ve %47 olmuştur. Ülkemizin en önemli yatırım projelerinden biri olan *GAP Güneydoğu Anadolu Projesi* hidroelektrik enerji üretiminde büyük bir atılım sağlamıştır. GAP kapsamında 19 adet hidroelektrik santral yer almaktadır. Bu santrallerin toplam kurulu gücü 7485 MW (%59 varolan kurulu HES gücü), elektrik enerjisi üretim kapasitesi ise 27.3×10^9 KWH/yıl (%60 varolan HES elektrik enerji üretim kapasitesi) değerindedir. Hidroelektrik enerji projelerinin %73'ü üretime geçmiş, %0.6'sı yapıma, %19'u ihaleye hazır durumda; %7'si ise planlama aşamasında olduğu belirtilmektedir. Türkiye hidroelektrik enerji potansiyelinin 35310 MW olduğu kestirilmektedir. Ülkemizde kullanılmakta olan hidroelektrik enerjinin %45 kadarı GAP kapsamındaki barajlardan elde edilmektedir. GAP kapsamındaki Karakaya (1800 MW - 7.354×10^9 KWH/yıl), Atatürk (2400 MW - 8.9×10^9 KWH/yıl), Batman (198 MW), Karkamış (189 MW), Dicle (110 MW), Kral Kızı (94 MW) baraj ve hidroelektrik santralleri yapımı tamamlanıp *EÜAŞ Elektrik Üretim A.Ş.*'ne geçici işletme devri yapılmıştır. Birecik Barajı ve HES (672 MW - 2.3×10^9 KWH/yıl) ise *YİD Yap-İşlet-Devret* modeli ile gerçekleştirilmiş ve işletmeye alınmıştır. Şanlıurfa HES (50 MW) 2005 yılı sonunda işletmeye alınmıştır. Kayacık Barajı ile Şanlıurfa Hidroelektrik Santralleri yapım çalışmaları sürmektedir. Ayrıca *GAP kapsamı dışındaki HES projelerinden*, Çınar-Göksu Barajı, Derik-Dumluca Barajı, Hacıhıdır Barajı, Devegeçidi Barajı tamamlanmıştır. Sadece sulama amaçlı Hancağız Barajı ve Çamgazi Barajı bitmiştir. *Dicle* nehri üzerindeki yapılacak *İlisu Barajı* ve HES (1200 MW - 3.833×10^9 KWH/yıl) yapımının dış kredi ile gerçekle-

tirilebilmesi çalışmaları yoğun olarak yürütülmüş; yapım çalışmaları 05/08/2006 tarihinde yapılan temel atma töreni ile başlamıştır. *GAP projesi tamamlandığında*, 50 Milyar m^3 /yıl su akıtan Fırat ve Dicle üzerindeki tesislerle, Türkiye toplam su potansiyelinin %28'i kontrol altına alınacaktır. GAP projesinin \$2 Milyar/yıl ödenek ayrılarak 2009 yılında tamamlanması öngörülmüştür; ancak 2004 yılı sonuna kadar finansal açıdan %54.1 gerçekleşme oranına ulaşabildiği belirtilmektedir. Bu oran GAP enerji projeleri bakımından %81.1, tarım projeleri bakımından ise %22.9 düzeyindedir. Türkiye'de *2004 yılındaki 150×10^9 KWH/yıl toplam enerji üretimi (termik + hidrolik + rüzgar) içinde GAP payı %15 olmuştur. Aynı yıl içinde üretilen 46×10^9 KWH/yıl hidroelektrik enerji içinde ise, GAP 22.4×10^9 KWH/yıl değeri ile %49 paya sahiptir.*

DSİ tarafından *Çoruh havzasında da enerji projeleri* planlanmış ve gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Deriner (670 MW), Borçka (300 MW), Muratlı (115 MW), Yusufeli (540 MW) Baraj ve HES'leri dış kredi ile uluslararası anlaşma çerçevesinde yapılacaktır. İlk proje olarak Muratlı HES 2005 yılı içinde devreye sokulmuş ve işletme için *EÜAŞ*'ne geçici olarak devredilmiştir. Yapımı süren Borçka HES ve Deriner HES projelerinin de yakın zamanda devreye alınması beklenmektedir. Yusufeli HES kredi görüşmeleri hazine tarafından yürütülmektedir.

Ülkemizde yaklaşık 433×10^9 KWH/yıl *brüt hidroelektrik enerji potansiyeli* vardır; bu teorik potansiyelin yarısının teknik olarak geliştirilebileceği varsayımı ile, ülkemizin *teknik yönden değerlendirilebilir hidroelektrik enerji potansiyeli 217×10^9 KWH/yıl* olarak hesaplanmaktadır. *Ekonomik olarak yararlanılabilir hidroelektrik potansiyel*, beklenen gelir-

leri giderlerinden fazla olan hidroelektrik projeler enerji üretimi olarak tanımlanır. *Ülkemizde ekonomik olarak belirlenmiş hidroelektrik enerji potansiyeli 127×10^9 KWH/yıl* değerindedir ve bu *yerli kaynaklarımızla yapılabilecek üretimin yaklaşık yarısı* kadardır. İşletmeye açılan 135 adet HES kurulu güç kapasitesi 12618 MW ve ortalama enerji üretim potansiyeli 45.3×10^9 KWH/yıl değerindedir. Bu durum ülkemizde *teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyelin* ancak %35 kadarının geliştirildiğini göstermektedir. Toplam kurulu gücü 3219 MW ve ortalama üretimleri toplamı 10.6×10^9 KWH/yıl olan, yapımı süren 41 adet HES devreye girince bu potansiyelin %44'ü değerlendirilmiş olacaktır. Bugün *işletmedeki 12618 MW hidroelektrik kurulu gücün 10215 MW (%81) değerindeki kısmı DSİ tarafından inşa edilmiştir.* DSİ toplam 135 adet HES'nin yalnız 53 adedini gerçekleştirmiştir; ancak bunlar yüksek kapasiteli projelerdir. Kurulu güçleri 500 MW'dan büyük olan Atatürk, Karakaya, Keban, Altınkaya, Oymapınar, Hasan Uğurlu hidroelektrik santrallerinin toplam kurulu gücü ve yıllık ortalama üretimleri, işletmede olan 135 HES toplam kurulu gücü ve üretim kapasitesinin yaklaşık %58'i kadardır.

Hidroelektrik santrallerin ekonomik ömrü 50 yıl; kömür yakıtlı ve doğal gaz kombine çevrim santrallerinin ömürleri ise sırasıyla 30 yıl ve 25 yıldır. Bir ülkenin hidroelektrik ekonomik potansiyeli, termik santrallerin yatırım bedellerine bağlı olarak zaman içinde değişebilir. Hidroelektrik santrallerde *birim kurulu güç yapım maliyeti (yaklaşık \$1650/MW)*, *termik santraller (yaklaşık \$1150/MW)* ve *nükleer santrallere göre daha yüksektir; yapım süreleri daha uzundur; işletme maliyeti ise düşüktür. Doğalgaz kombine çevrim santralleri, birim kurulu güç yapım*

maliyeti (yaklaşık \$570/MW) ve yapım süresinin kısa olması bakımından büyük üstünlük gösterir; girdi açısından dışa bağımlılık ve ekonomik ömrünün hidroelektrik santrallerin yaklaşık yarısı kadar olması ise sakinca olarak belirtilebilir.

Ülkemizdeki toplam elektrik üretiminde HES payı gün geçtikçe azalmakta; 1986 yılından beri elektrik enerjisi üretiminde doğalgazın önemli bir yakıt olarak kullanılmaya başlanması nedeniyle, termik payı artmaktadır. Hidroelektrik enerjide 2023 yılına kadar planlanan amaçlara ulaşılabilmesi için, iletim hatları ve trafo merkezleri dışında, yaklaşık \$3x10⁹/yıl yatırım yapılması gerekmektedir. Programlanan amaçlara yalnız kamu bütçesinden sağlanacak kaynaklarla ulaşılması mümkün görülmektedir. Yeni finansman modelleri üzerinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır.

Ülkemizde enerji gereksinimi hızla artmakta, bunun hangi kaynaklardan karşılanması gerektiği sorunu ön plana çıkmaktadır. Gelişmiş ülkelerde enerji sisteminin, petrol, doğalgaz, kömür, nükleer, hidrolik dahil yenilenebilir enerji kaynakları olarak sıralanan, başlıca 5 ana kaynak üzerine oturtulması amaçlanmaktadır. Ülkemizde ise toplam enerji tüketimi yaklaşık %90 petrol, doğalgaz ve kömürden (fosil bazlı yakıtlardan) sağlanmakta ve büyük ölçüde dışarıya (%72) dayanmaktadır. Ülkemizde enerji kaynağı olarak büyük ölçüde doğalgaz kullanılmaktadır. Toplam enerji kaynağı içinde, doğalgaz payı yaklaşık %38.6, hidroelektrik enerji payı %30, linyit+kömür payı %13, rüzgar enerjisinin payı ise %0.04'dir. 1987 yılında 500x10⁶ m³ ile başlayan doğalgaz tüketimi, 2004 yılında 22x10⁹ m³, 2000 yılında 27x10⁹ m³ düzeyine ulaşmıştır. Gaz tüketiminin önümüzdeki dönemde de artarak, 2010 yılında

46x10⁹ m³, 2015 yılında ise 62x10⁹ m³ değerine ulaşacağı hesaplanmaktadır.

Enerji sektöründe doğalgazın kazandığı önem Türkiye'yi doğu-batı enerji koridorunda kilit ülke durumuna getirmiştir. Avrupa gaz sektöründe hızlı bir liberalleşme süreci yaşanmaktadır. Rusya'nın var olan boru hatları ile satabileceği gaz ve Kuzey Afrika gazından sonra, kaynak zenginliği ve coğrafi yakınlık nedeniyle Hazar ve Orta Doğu gazı bu pazarın en önemli oyuncusu olacaktır. Enerji pazarındaki bu yeni açılımlar ve yönelimler, ülkemizi Doğu-Batı Enerji Koridoru yapma politikamızı güçlendirmekte; bu amaç doğrultusunda geliştirilen projeler aşamalı olarak devreye sokulmaktadır. BTC Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı yapımı 2005 yılı ikinci yarısında bitmiş ve işletmeye alma çalışmaları başlamış, ilk petrol 30/05/2006 tarihinde Ceyhan-Yumurtalık tesislerine ulaşmıştır.

Enerji kaynaklarının kesintisiz ve ekonomik yollardan sağlanması gerektiği açıktır. Avrupa Birliği ülkelerinde sanayide elektrik kullanım maliyeti yaklaşık 6 cent/KWH iken, bu değer Türkiye'de 9-10 cent/KWH olduğunu belirtmek yerinde olur. DPT verilerine göre, 2006 yılında 173x10⁹ KWH/yıl olması beklenen elektrik enerjisi isteminin, ortalama %7.2/yıl artışla, 2020 yılında 548x10⁹ KWH/yıl olacağı kestirilmektedir. 2005 yılında 86.9x10⁹ KWH/yıl olan sanayi sektörü isteminin ise, ortalama %8.5/yıl artışla, 2020 yılında 295.2x10⁹ KWH/yıl olması beklenmektedir. Bu nedenle, ülkemizde varolan enerji kaynaklarının etkin kullanılması, enerji tasarrufu sağlayacak teknolojiler geliştirilmesi, alternatif enerji kaynakları araştırılması ve bunlardan yararlanılması kaçınılmazdır. 2005-2020 yılları arasındaki 15 yıllık dönemde enerji sek-

törü yatırım gereksinmesi toplam \$128.5x10⁹ olarak öngörülmektedir. Yaklaşık yatırım değerlerinin, kömürde \$5x10⁹, petrolde \$16x10⁹, doğalgazda \$2.7x10⁹, elektrik üretiminde \$104.7x10⁹ olması gerektiği kestirilmekte, bu konuda özel sektörden büyük katkı beklenmektedir.

Enerji tesislerinin kaçınılmaz gereğini vurgulayan bu kısa genel bilgilerin ışığı altında, izleyen bölümlerde, yapım yılları sırasında, ülkemizdeki bazı önemli hidroelektrik santral, termik santral ve doğalgaz santrali projelerine ilişkin özet bilgiler verilecektir.

HİDROELEKTRİK SANTRALLER

Ülkemizde inşa edilmiş ve işletilmekte olan önemli hidroelektrik santrallerin MW olarak kurulu güçleri, KWH/yıl bazında enerji üretim değerleri ve yapım süreleri hakkında bir fikir vermek üzere bazısının yapım başlama-bitme yılları aşağıda özet olarak verilmiştir.

Keban Barajı ve HES: 1240 MW - 5.5x10⁹ KWH/yıl (1965-1981)

Karakaya Barajı ve HES: 1800 MW - 7.0x10⁹ KWH/yıl (1976-1989)

Oymapınar Barajı ve HES: 540 MW - 1.3x10⁹ KWH/yıl (1977-1984)

Atatürk Barajı ve HES: 2400 MW - 7.5x10⁹ KWH/yıl (1983-1999)

Hasan Uğurlu Barajı ve HES: 1.0x10⁹ KWH/yıl

Gökçekaya Barajı ve HES: 0.6x10⁹ KWH/yıl

Altinkaya Barajı ve HES: 1.2x10⁹ KWH/yıl

Birecik Barajı ve HES: 672 MW - 2.3x10⁹ KWH/yıl

Diğer: 7.1x10⁹ KWH/yıl

TERMİK SANTRALLER

Bölgesel kömür rezervlerinin değerlendirilmesi amacıyla kurulmuş, Tunçbilek II, Yatağan 1-2-3, Yeniköy 1-2, Kemerköy 1-2-3, Çayırhan I-IV, Afşin-Elbistan-B termik santrallerine ilişkin kısa bilgiler, aşağıda, kurulu

güç/proje bedeli/yapım yılı düzeninde sunulmuş; varsa, mühendislik bakımından önemli özellikleri belirtilmiştir. Santrallerin yapım başlama yıllarına göre sıralanmıştır.

Tunçbilek II Termik Santrali: 150 MW / \$16.9 Milyon / 1973-1978
Yatağan Termik Santrali 1-2-3: 3x210 MW / \$91.2 Milyon / 1977-1985

Yeniköy Termik Santrali 1-2: 2x210 MW / \$96.8 Milyon / 1981-1987

Kemerköy Termik Santrali 1-2-3: 3x210 MW / \$183.5 Milyon / 1984-1995 / 300m yüksekliğinde betonarme baca / 3 adet $34 \times 10^3 m^3$ /saat kapasiteli denizden soğutma suyu alma sistemi.

Çayırhan Termik Santrali I-II + III-IV: 620 MW (=2x150+2x160) \$75.3 Milyon + \$? / 1982-1988 + 1987-2000 / 1.8×10^9 KWH/yıl

Afşin Elbistan-B Termik Santrali: 4x360 MW / \$1656.3 Milyon / 2000-2005 / 8.5×10^9 KWH/yıl

DOĞALGAZ KOMBİNE ÇEVİRİM SANTRALLERİ

Trakya DGKÇ Santrali, Bursa DGKÇ Santrali projelerine ilişkin kısa bilgiler verilmiştir. DGKÇ santrallerinin genel yapısını ve çalışma düzenini belirtmek amacıyla, Gebze/Adapazarı/İzmir DGKÇ Santralleri projeleri daha ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Trakya Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali: Hamitabat / Kırklareli \$298x10⁶ / Yabancı Kısım \$211x10⁶ + Yerli Kısım \$87x10⁶ 12.1984-07.1987 / 600 MW İlık Santral 11.1986-08.1989 / 600 MW İlık Santral Eki / Toplam 1200 MW Türkiye'nin ilk DGKÇ santralidir. 2 adet 134m yüksekliğinde 120m çapında soğutma kulesi vardır. Zamanının (1987) çevrim randımanı en yüksek (%50); *birim yatırım maliyeti en düşük* (\$248.3/KW); yerli doğalgazla elektrik üreten ilk; yerli ekipman/malzeme/hizmet oranı en yüksek (%41.2) DGKÇ santrali-

dir. Soğutma suyunu kuru sistemle (HELLER) soğutur; santrallerin deniz kenarında ya da bol sulu bölgelerde kurulması zorunluluğunu ortadan kaldıran ilk örnektir. Rus doğalgazını kullanan ilk endüstri tesisidir (17 Haziran 1987). Türkiye'de o yıllarda çekilen elektrik sıkıntılarını ortadan kaldırmış ve elektrik ithalatını durdurmuştur. 600 MW gücündeki ilk santral sözleşme süresinden 2 ay önce tamamlanmıştır. Gaz Turbo Generatör'ün mühendislik/imalat/inşaat/montaj ve işletmeye alınması 10.5 ayda tamamlanan dünyada ilk santraldir.

Ambarlı Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali: İstanbul 1989-1993 / 1350 MW

Bursa Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali: Bursa \$512.0x10⁶ / 05.1996-06.1999 / 1400 MW

Adapazarı/Gebze/İzmir Doğalgaz Kombine Çevrim Santralleri: Adapazarı-İzmir

Proje Bedeli: \$ 2.2 Milyar
İşveren: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı TEAŞ Genel Müdürlüğü (4283 Sayılı Yap-İşlet Kanunu ile 01/08/1997 tarih ve 97/9853 Sayılı Yap-İşlet Yönetmeliği'ne göre ihale edilmiştir).

Doğalgaz Sağlanması: BOTAŞ (Doğalgaz Satış Anlaşması çerçevesinde, işletme süresince gerekli doğalgazın tamamı, ortalama 2.90 cent/ KWH bedelle sağlanacaktır.)
Elektrik Satın Alma: TETAŞ (Elektrik Satış Anlaşması çerçevesinde TETAŞ satın alınacaktır.) 16 yılın ortalama satış fiyatı 4.2 cent/KWH olup, bu fiyat eskalasyon göz önüne alınmadan ortalama 2.90 cent/KWH doğalgaz yakıt bedeli ve yaklaşık 0.30 cent/KWH sabit/değişken diğer masraflar ile ortalama 1.00 cent/KWH değerindeki Yatırım+İşletme+Faiz+Kar payından oluşur.
Birim Kurulu Güç Yatırım Maliyeti: \$571/KW

Adapazarı/Gebze/İzmir Doğalgaz Kombine Çevrim Santralleri (DGKÇS) ülkenin ilk *Yap-İşlet (Yİ)* modeli enerji projesidir. Projenin gerçekleştirilmesi için gerekli *proje finansmanı*'nın tamamı, yerli ve yabancı özel sermaye tarafından sağlanmıştır. *Borç Ödeme Süresi* 10-12 yıl; *İşletme Süresi* ise, proje geliştirme ve yapım süresi dahil, 20 yıldır. DGKÇS, kısa inşaat süreleri, düşük yatırım maliyeti, verimli çalışma, minimum çevresel etki nedenleri ile, dünya genelinde yoğun bir ilgi görmektedir. Yakıtın enerjisi

Açıklama	Adapazarı	Gebze	İzmir	Toplam
Kurulu Güç (MW)	777	1554	1523	3854
Üretim Bloku Sayısı (MW)	1	2	2	
Bir Üretim Bloku Gücü (MW) (2 Gaz Türbini + 1 Buhar Türbini)	2 x 244 + 1 x 273 (Her Santralde)			
Baca Sayısı/Yüksekliği (m)	1/135	2/135	2/80	
Soğutma Kuleleri (Adet/Tip)	1/Kuru	2/Kuru	2/İslak	
Yıllık Üretim (Milyar KWH)	6.40	12.80	12.60	31.80
Sözleşme Tarihi	10.1998	10.1998	10.1998	
Yapım Başlama Tarihi	07.2000	04.2000	08.2000	
Yapım Bitiş Tarihi	09.2002	09.2002	03.2003	
Devreye Alma+Güvenilirlik Testi	09.2002	09.2002	28.03.2003	
Doruktaki İşgücü	2220 (Adapazarı+Gebze)		1700	
Ticari İşletme Kadrosu	145 (Adapazarı+Gebze)		106	
Ulusal Enterkonekte Elektrik Şebekesine Bağlantı Noktası	3 (Adapazarı+Gebze)		2	

Tablo-1: Projenin belirgin özellikleri

Açıklama	Birim	Adapazarı+Gebze	İzmir
Toprak İşleri	m ³	1050000	400000
BA Çeliği	t	11800	4078
Kalıp	m ²	320000	46476
Beton	m ³	110000	34921
Yapı Çeliği	t	5050	3178
Mekanik + Elektrik	t	54000	12749
Toprak Altı Borular	m	28500	12904
Toprak Üstü Borular	m	28500	9068
Elektrik Kabloları	m	685000	412302

Tablo-2: Projenin ana yapıım kalemleri

dönüştürülmesinde, kömürle çalışan geleneksel termik santrallerden yaklaşık %40 daha yüksek bir işletme verimi sağlar. Her üç santralin yapımında en son teknolojiler kullanılmıştır. Bu santraller kullandıkları yakıtın elektriğe dönüştürülmesinde %55-60 oranında bir verime ulaşmaktadır; kömür santralleri için eşdeğer rakamlar %35-40 dolaşındadır. Projenin *belirgin özellikleri* **Tablo-1**'de özetlenmiş; *ana yapıım kalemleri* ise **Tablo-2**'de verilmiştir.

DGKÇ santrallerinde *bir üretim bloğunun yapısı ve çalışma düzeni* kısaca şöyledir: Her bir kombine çevrim üretim bloku, *2 Gaz Türbini+2 Gaz Türbini Jeneratörü + 2 Atık Isı Kazanı + 2 Kondenser Birimi + 1 Buhar Türbini + 1 Buhar Türbin Jeneratörü* içerir. Bunların yanısıra, proje kapsamında *Kuru Tip Soğutma Kuleleri* (Adapazarı/Gebze) veya deniz suyu soğutmalı *Islak Tip Soğutma Kuleleri* (İzmir) + *Su Arıtma Tesisi + Şalt Tesisi + Kumanda ve Kontrol Sistemleri* de yer almaktadır.

DGKÇ Santraller üretim blokları birbirinden bağımsız çalışır; ancak bazı ortak tesislerden yararlanır. Elektrik üretimi iki farklı aşamada gerçekleştirilir. Hava ile karıştırılan doğalgaz, *gaz türbinlerinde* yakılarak, türbinle aynı şaft üzerinde bulunan bir jeneratörü çevirir ve *birinci aşama elektrik* üretilir. Aynı anda, bu yanmadan oluşan sıcak gazlar *Atık*

Isı Kazanı'na gönderilir ve bu ısı ile buhar üretilir. Gerekli basınç ve sıcaklığa ulaşan buhar ise *buhar türbinine* gönderilir ve türbini döndürür. Buhar türbini ile aynı şaft üzerinde bulunan jeneratör vasıtasıyla *ikinci aşama elektrik* üretilir. Buhar türbininden çıkan buhar, soğutma kulelerinden gelen soğutma suyu ile kondenserlerde yoğunlaştırılarak, suya dönüştürülür. Kondenserlerin alt bölümünde biriken yoğunlaşma suyu tekrar kaynatılmak üzere kazanlara gönderilir. Kazanlarda üretilen buhar, *buhar türbinine* gönderilerek çevrim tamamlanır. Verimliliği maksimum düzeyde tutabilmek için, kazanlarda buhar üç farklı basınç düzeyinde (yüksek, orta, alçak) üretilir; böylece kazanlardaki sıcak gazlardan mümkün olduğunca yararlanılmış olur. Kondenserlerde borular içinde dolaşarak boru yüzeyine değen buharın yoğunlaşmasını sağlayan ve ısınan soğutma suyu tekrar soğutulmak üzere pompalarla soğutma kulelerine gönderilir. *Adapazarı/Gebze DGKÇS soğutma kuleleri kuru tiptir*; kapalı çevrim düzeninde bir otomobil radyatörü gibi çalışır. 135 m yükseklikteki kulelerin betonarme kısımları, yüksek miktarda hava sirkülasyonu sağlar; kuleleri çevreleyen *Delta Soğutucuları* içinden geçen su, bu hava akımından yararlanılarak soğutulur. Soğutma kulelerine gönderilen suyun çok az bir kısmı, kaynatılmak üzere kazanlara yönlendirilir.

Kazanlarda üretilen buharın, buhar türbinine gönderilmesiyle çevrim tamamlanır. *İzmir DGKÇS soğutma kuleleri ıslak tip ve cebri çekişlidir*. Soğutma suyu 4 km uzaklıktaki Nemrut Körfezi'nden sağlanır. Denizden alınan su soğutma kulelerinde dağıtıcılardan ve parçalama yüzeylerinden geçerek aşağıya doğru yağmurlama şeklinde iner; hava elektrik motorlu fanlar sayesinde yukarı doğru hareket ederek suyun ısınıp alır ve soğutma sağlanır; bir miktar deniz suyu tekrar denize deşarj edilir.

Buhar türbinlerinde 19 KV ve gaz türbinlerinde 15.75 KV olarak üretilen elektrik trafolarla 380 KV düzeyine yükseltilir ve ulusal enterkonekte elektrik şebekesine kazandırılır. Enterkonekte şebekeye bağlantı *Adapazarı/Gebze santrallerinde, Adapazarı Trafo Merkezi ile Dokurcun-Temelli ve Osmanca-Habibler Ana İletim Hatları* ile üç noktadan; *İzmir (Aliğa)* santralinde ise *Aliğa-1 ve Aliğa-2 Ana İletim Hatları* ile 2 noktadan yapılmıştır.

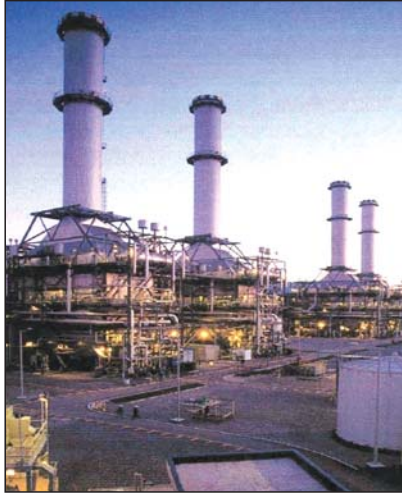
Üç santralde de azot-oksit emisyonunun minimum düzeyde tutabilmek için General Electric tarafından geliştirilmiş DLN (Dry Low Nox) teknolojisi kullanılmıştır. Çıkan gazları atmosferde yüksek bir düzeye atmak ve atmosferik karışımı hızlandırmak için kazanlara, Adapazarı/Gebze santrallerinde 135 m ve İzmir santralinde ise 80 m yükseklikte, bacalar inşa edilmiştir. Bacalardan çıkan egzoz gazları, Dünya Bankası ve Çevre Bakanlığı tarafından belirlenen hava emisyon limitlerinin epey altında kalmaktadır. Kazanlarda kullanılan demineralize su üretimi sırasında oluşan kimyasal ya da evsel atıklardan kaynaklanan kirliliği gidermek için, arıtma tesislerinde işlendikten sonra, ilgili kanun ve yönetmeliklere uygun olarak, Adapazarı/Gebze santrallerinde *Çark Suyu Deresi*'ne deşarj edilir; İzmir santralinde ise *Santral Genel Drenaj Sistemine* verilir.



**Adapazarı-
Gebze
DGKÇS**



**İzmir
(Aliağa)
DGKÇS**



**İzmir
(Aliağa)
DGKÇS**



**Üretim
Blokundan
Bir Görünüş**

Adapazarı/Gebze/İzmir DGKÇS projesinin gerçekleştirilmesinde kullanılan ekipmanların ana üreticileri şunlardır: Gaz Türbinleri + GT Jeneratörleri, General Electric (USA); Buhar Türbinleri + BT Jeneratörleri, ABB (Almanya); Atık Su Kazanları, CMI (Belçika); Kondenserler, FW (USA); Kapalı Soğutma Sistemi, EGI (Macaristan); Şalt Sahası, Siemens (Türkiye-Almanya); Trafolar, GEC ALSTOM (Türkiye); Islak Tip Soğutma Kuleleri, PSI (USA); Su Arıtma Tesisi, Aquatech (Belçika); Kumanda ve Kontrol Sistemleri, ABB-Bailey (Almanya). Adapazarı/Gebze/İzmir DGKÇS, kullanılan en yeni doğalgaz kombine çevrim teknolojisi ile hava kalitesini koruma, su kirliliği ve gürültü

kontrol yönetmeliklerindeki minimum kriterlerin altında değerlerde üretim sağlaması nedeniyle de Türkiye'de örnek alınacak bir enerji yatırımdır. Ayrıca, Kredi Veren Kuruluş tarafından istenen ve Dünya Bankası normlarına göre hazırlanan Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu'nda da, bu santrallere ait sonuçların minimum değerlerde olması nedeniyle, olumlu onay belgesini almıştır.

Adapazarı/Gebze/İzmir DGKÇS projesinin önemini vurgulamak için üretim bazındaki bazı verileri karşılaştırmalı olarak sunmakta yarar vardır. Ülkemizde kurulu başlıca baraj ve hidroelektrik santrallerin KWH/yıl üretim değerleri, Atatürk 7.5x10⁹, Keban 5.5x10⁹, Karakaya

7.0x10⁹, Oymapınar 1.3x10⁹, Hasan Uğurlu 1.0x10⁹, Gökçekaya 0.6x10⁹, Altınkaya 1.2x10⁹, diğerleri 7.1x10⁹ olmak üzere, toplam üretim 31.2x10⁹ KWH/yıl değerindedir. Adapazarı/Gebze/İzmir DGKÇS üretimi ise 31.8x10⁹ KWH/yıl olup, bu değer ülkemizde üretilen toplam elektrik enerjisinin, 2005 yılı bazında yaklaşık %17'si kadardır.

KAYNAKLAR

[1] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü Yayınları.

[2] http://www.su-dunyasi.com.tr/Mart2004_8/gap.htm

[3] Enka İnşaat ve Sanayi AŞ. Özel Arşivi