

AKKUYU REAKTÖRLERİNİN ÜLKEMİZDEKİ TOPLAM ELEKTRİK TÜKETİMİNE

KATKISI NE KADAR OLABİLİR?

- BİR YAKLAŞIM-

Yüksel Atakan

Bilindiği gibi 2010 yılında Rusya ile 'YAP, İŞLET VE BİZE ELEKTRİK SAT' modeline göre yapılan ve TBMM'den geçerek yasalan andlaşmaya dayanarak, bugün (2021) ilk 3 reaktörün (3 Ünite'nin) yapımı Akkuyu'da sürmektedir. 4. Ünite'nin temeli henüz atılmamıştır. Türkiye yapım ve işletme boyunca herhangi bir para ödemeyecek sadece santralin kurulacağı araziye, santrali yapacak Rosatom şirketinin kullanımına bırakacaktır. İlk iki Ünite'de üretilecek elektriğin % 70'i için Türkiye alım garantisi vermiştir. Diğer iki Ünite'de üretilecek elektrik için ise satın alma garantisi % 30 olup Türkiye kWh başına 12,35 usd-Cent ödeyecektir /1/. Her bir Ünite 1200 MWe gücünde olacak, 4 reaktör ilerde birlikte devreye alındığında (2030 yılında?) toplam 4800 MWe 'elektrik güce' ulaşmış olacaktır.

Geçen aylarda 3. Ünite'nin Online temel atma töreninde Sayın Cumhurbaşkanı - Bu nükleer santral işletildiğinde 35 Milyar kWh (= 35 TeraWh= 35TWh) elektrik üreterek, ülkemiz elektriğinin önemli bir bölümünü karşılayacaktır demiştir. Sözü edilen 35 TWh elektrik üretim beklentisi 4 Ünite (reaktör) birlikte tam kapasiteyle çalıştığında sağlanabilecektir ve bu, uzun yıllarda gerçekleşmesi oldukça zor olan ortalama % 83 kapasite katsayısı kullanılarak yapılmış bir kestirimdir.

Bugünkü resmi planlamaya göre ilk Ünite'nin 29 Ekim 2023'de işletmeye açılması öngörülmüyor. Diğerlerinin 2 yıl ara ile devreye alınması planlanıyor. Buna göre 2.Ünite'nin 2025 sonu, 3.Ünite'nin 2027 sonu ve 4.Ünite'nin de 2029 sonu devreye alınması bekleniyor. Ancak bugüne kadar reaktörlerin yapımındaki gecikmeler gözönüne alındığında (özellikle teknolojiye gelişmeler nedeniyle zorunlu ek yaptırımlar ve değişiklikler nedeniyle) biz her bir ünitenin elektrik üretimine geçmesinde en azından 1 ile 5 yıl arasında gecikme olabileceğinin hesaplanması gerektiğini gerçekçi buluyoruz .

Umarız planlanan yıllarda reaktörler devre alınabilir ve bir gecikme olmaz.

Türkiye'nin Elektrik Üretim ve Tüketimi ilerde ne kadar olabilir

Ülkemizin 1970-2020 arası elektik üretimi ve üretimdeki artış, aşağıdaki çizelgeden görülmüyor. Genellikle tüketim de yaklaşık olarak üretim miktarına denktir.

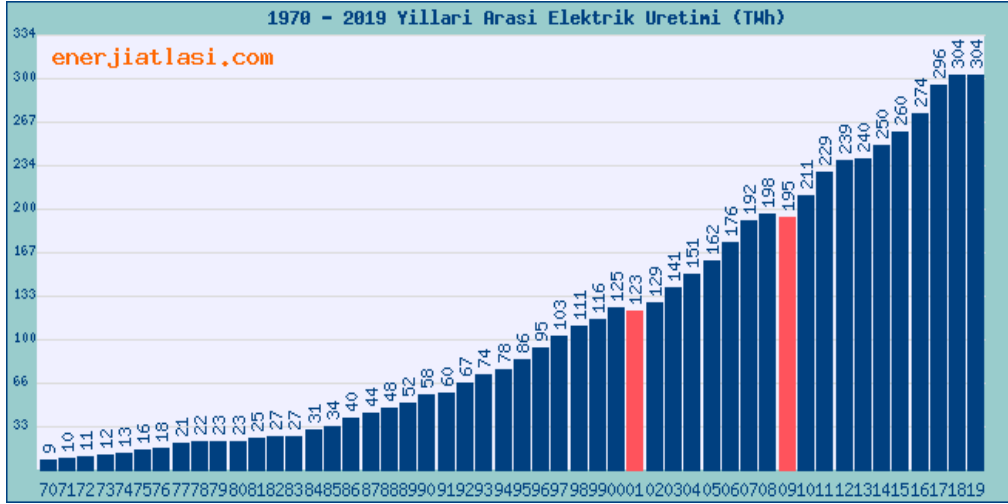
TC Enerji ve tabi Kaynaklar Bakanlığı internet sayfalarındaki açıklama, bu konuda, şöyledir:

,Türkiye elektrik enerjisi üretimi 2018 yılında bir önceki yıla göre %2,2 artarak 304,2 milyar kWh, elektrik tüketimi ise bir önceki yıla göre %2,2 oranında artarak 304,8 milyar kWh (304,8 TWh) olarak gerçekleşmiştir. **Elektrik tüketiminin 2023 yılında baz senaryoya göre yıllık ortalama % 4,8 artışla 375,8 TWh'e ulaşması beklenmektedir'** (<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik>).

Elektrik santrallerindeki Brüt ve Net Elektrik üretimi nedir? Almanya deneyimi?

Bir elektrik santrali bir yandan elektrik üretirken diğer yandan da kendi gereksinimleri için enerji tüketiyor. Örneğin santraller, pompaları, çeşitli makine ve aletleri çalıştırmak, bina içi ve dışında, santral alanında aydınlanma, klima sistemlerini çalıştırmak için elektrik kullanmak zorundandır. Bu nedenlerle şebekeye verilecek net elektrik miktarı, üretilen (brüt) miktarın altında olacaktır. Örneğin 2013 yılında Almanya'daki tüm nükleer reaktörler toplam olarak 97,3 TWh brüt elektrik ürettiler ama şebekeye beslenen net miktar 92,1 TWh oldu. Buradan reaktörlerin kendi gereksinimleri için kullandıkları elektrik miktarının, ürettiklerinin %5,3'ü kadar olduğu bulunur /4/:

2013 yılında : $97,3 - 92,1 = 5,2$ TWh $5,2/97,3 = \% 5,3$



Şekil 1: Türkiye’de elektrik üretimindeki yıllara göre artım (Enerji Atlası)

<https://www.enerjiatlası.com/elektrik-uretimi/>

Kapasite Katsayıları (Faktörleri)

Bir elektrik santrali, nükleer ya da değil, yıllar boyunca, öngörülen maksimum gücünde sürekli olarak çalışmıyor. Örneğin yıllık bakım ve onarım çalışmaları, kaza ve arızalar nedeniyle bir kaç günden bir kaç aya, hatta bazı özel durumlarda 1-2 yıla kadar da durdurulabiliyor. Bu nedenlerle, belirli bir sürede, bir nükleer reaktörün gerçekten ürettiği elektrik miktarının (GEM), maksimum gücüne göre üretmesi gereken miktarının (MaksEM) oranı ki, bu oran % olarak veriliyor, ‘Kapasite katsayısı’ olarak adlandırılıyor /2/.

$$\text{Kapasite katsayısı} = \text{GEM} / \text{MaksEM}$$

Örneğin 1200 MWe gücündeki Akkuyu’daki gibi bir reaktör hiç durmadan maksimum güçte çalıştığında yılda: MaksEM = 1200 MWe x 24 Saat/gün x 365 gün/yıl = 10,5 TWh elektrik üretecektir. Herhangi bir yıl gerçekte üretebildiği elektrik miktarı, çeşitli durdurmalar ya da daha az güçte çalıştırılmalar nedeniyle, eğer 8 TWh olmuş ise, buradan kapasite katsayısı: 8 /10,5= % 76’dır. 1 yıl için olan bu oran ileride bir reaktörün işletildiği örneğin 10-30 yıl için hesaplandığında, o reaktörün ortalama kapasite katsayısı bulunmuş olur. Ortalama kapasite katsayısı, Almanya’daki 20 kadar reaktör için en azından 30 yıllık işletme süresince % 68 ile % 80 arasında değişiyor. Kapasite katsayılarındaki, reaktörlerin cinslerine ve ülkelere (bölgelere) göre gözlenen büyük değişimler için ilgili şekillere bkz.

Bu nedenlerle eğer bir reaktörün ileride ne kadar elektrik üreteceği kestirilmek isteniyorsa, benzer reaktörlerin yıllar boyunca üretebildikleri elektrik miktarlarının göz önüne alınması ve ona göre hesaplama yapılmasıyla yönlendirici değerler elde edilebilir. Kapasite katsayılarını her bir reaktör için anlık, yıllık, değerler olarak değil, uzun yılların ortalamaları olarak hesaplamak bir reaktörün örneğin 30 yıl gibi işletme süresinde gerçekten ne kadar elektrik üreteceğini ortaya çıkaracaktır ki bilinmek istenen de zaten budur. Bu değer her bir reaktöre özgü olup gerçekten ne kadar olduğu, ancak uzun yıllar sonra elde edilen toplam elektrik miktarıyla yıllık ortalamalar olarak ortaya çıkar.

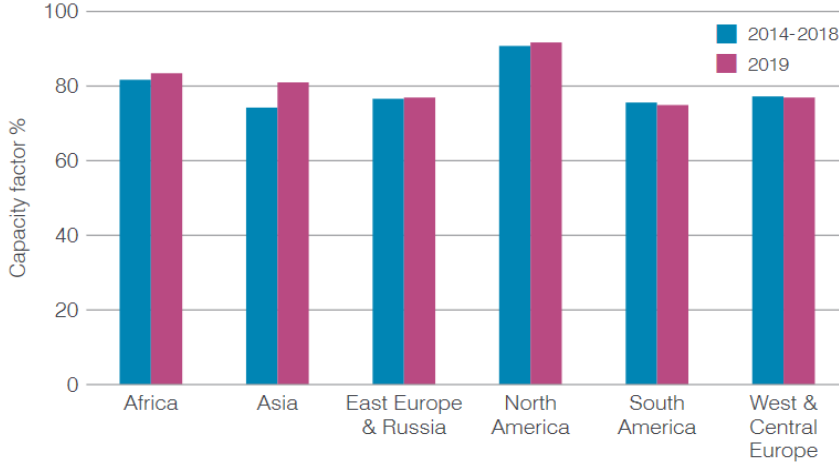
Kapasite katsayılarıyla ilgili grafiklerden görüldüğü gibi Avrupa ve Rusya için ortalama kapasite katsayıları % 80’in altındadır.

Almanya’da Biblis A reaktörünün 30 yıl süreyle işletilmesi sonunda kapasite katsayısı ancak % 69 kadar düşük olmuştur. Buna, çeşitli aygıtları, boruları sağlam olarak monte edebilmek için, duvara çakılan 25 cm’lik dübellerin biraz eğik çakılmaları ve 15.000 dübelin sökölüp tekrar montajı talimatının yetkili kurumca verilmesi sonucu, denetimlerle birlikte bu iş 1,5 yıl sürerek reaktör çalıştırılmamıştır. Bu değerlerin farklılığı Biblis’teki gibi her bir reaktör için ortaya çıkan farklı sorunlardır. Örneğin bir yargı

kararı reaktörün çalışmasını bir kaç aydan bir kaç yıla kadar engelleyebilir. Ya da hesaplanmayan bir küçük kaza ya da arıza ve onarım bir kaç ay sürebilir.

Capacity factors in the different geographical regions are also broadly consistent with those achieved over the preceding five years. Capacity factors in North America continue to exceed 90%.

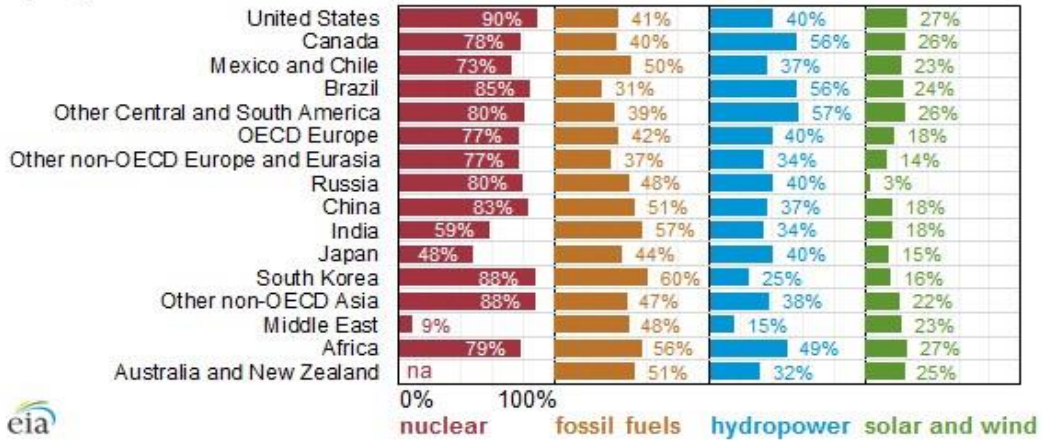
Figure 6. Capacity factor by region



Kaynak: World Nuclear Association, IAEA

ELEKTRİK SANTRALLERİNİN ORTLAMA KAPASİTE KATSAYILARI ÇEŞİTLİ ÜLKE VE ANA KAYNAKLAR İÇİN (2008 - 2012)

Electric generator capacity factors in various countries and regions, 2008-12 average capacity factor



Yaklaşım

Biz tüm bu nedenlerle Akkuyu'daki 4 nükleer reaktörün (Ünite'nin) her birinin kapasite katsayıları olarak **Minimum % 76 ve Maksimum % 86** değerlerini öngörerek hesaplar yaptık. Bunlar, Akkuyu'da yapımı süren 3 nükleer reaktör ile henüz temeli atılmamış olan 4.reaktörün bugün (2021) için geçerli olan işletmeye alınmaları planına ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının Elektrik tüketimi için öngörülen yılda % 4,8 artım baz senaryosuna göre yaptığımız hesaplar olup, aşağıdaki Çizelge'de bulunuyor.

AKKUYU REAKTÖRLER (Üniteler)	YIL	KAPASİTE KATSAYISI . Min: 0,76 ise Üretecek Elektrik Miktarı	KAPASİTE KATSAYISI . Min: 0,76 (A) ise Üretecek Elektriğe katkı %	KAPASİTE KATSAYISI . Max: 0,86 (B) ise Üretilecek Elektrik Miktarı	TR Topl Bekle- nen Elektrik Üretimi	KAPASİE KATSAYI. Max: 0,86 (B) ise Üretile- cek Elektriğe katkı %	İlgili yılda çalışacak reaktörlerin TR Elektrik Tüketimine Toplam katkısı (%) Min(A) -Maks(B)
AKKUYU 1	202 4	8 TWh	2,0	9 TWh	393 TWh	2,3	2,0 - 2,3 Min - Maks
	202 5	8 TWh	1,9	9 TWh	411 TWh	2,2	1,9 - 2,2
AKKUYU 2	202 6	8 TWh	1,9	9 TWh	430 TWh	2,1	2x1,9 – 2x2,1= 3,8 -4,2
	202 7	8 TWh	1,8	9 TWh	451 TWh	2,0	2x1,8 -2x2= 3,6 -4,0
AKKUYU 3	202 8	8 TWh	1,7	9 TWh	472TWh	1,9	3x1,7 – 3x 1,9= 5,1-5,7
	202 9	8 TWh	1,6	9 TWh	495 TWh	1,8	3x1,6 -3x1,8= 4,8-5,4
AKKUYU 4	203 0	8 TWh	1,5	9 TWh	519 TWh	1,7	4x1,5 – 4x1,7= 6,0-6,8
	203 1	8TWh	1,5	9TWh	544TWh	1,7	4x1,5 – 4x1,7= 6,0- 6,8

Not: Bu değerler reaktörlerin üretebilecekleri Brüt miktarlardır. Reaktörlerin kendi gereksinimleri için kullanacakları elektrik miktarı ise, ürettiklerinin yaklaşık olarak % 5'i kadardır (Yukarıdaki Almanya deneyimlerine bkz). Bu miktar düştüğünde, şebekeye verilen net elektrik miktarı azalacaktır.

Örneğin 2031 yılında üretilmesi beklenen toplam net miktarlar Minimum ve Maksimum olarak :

Minimum Net Miktar : 6 x 0,95= 5,7 TWh ve Maksimum Net Miktar : 6,8 x 0,95= 6,3 TWh

Sonuç:

Akkuyu'daki 4 reaktör 2031 yılında dördü birdendevreye alınıp elektrik üretilirse, yukarıda yapılan öngörülere göre, Türkiye'nin toplam elektrik tüketiminin en az % 5,7 ve en fazla % 6,3 kadarını karşılayacaklar, denilebilir.

Not: Akkuyu reaktörlerinin radyasyon güvenliği ve reaktörlerdeki kazalarla ilgili olarak bkz./5,6/ Yüksel Atakan, Dr. Radyasyon Fizikçisi, Almanya

KAYNAKLAR /TANIMLAR

/1/ Rusya ile 2010 yılında yapılan andlaşma, 6 Ekim 2010 günlü ve 27721 sayılı Resmi gazete

<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/10/20101006-6.htm>

/2/ **Capacity factor** or Load Factor of electricity generation is a measure (expressed as a percentage) of how often an electricity generator (e.g. Nuclear Reactor) operates during a specific period of time using a ratio of the actual output to the maximum possible output during that time period. The Load Factor, also referred to as the Capacity Factor, reflects the actual energy utilization of a reactor unit compared to its reference power output; a high load or capacity factor indicates good operational performance (IAEA).

/3/ [Electricity net generation](#) is the amount of gross electricity generation a generator produces minus the electricity used to operate the power plant. These electricity uses include fuel handling

equipment, water pumps, combustion and cooling air fans, pollution control equipment, and other electricity needs.

/4/ <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=101&t=3>

/5/ [ÇERNOBİL KAZASI GİBİ BİR KAZA, AKKUYU NÜKLEER REAKTÖRLERİNDE DE OLABİLİR Mİ? – Fizik Y. Müh. Dr. Yüksel Atakan \(radyasyonyatakan.com\)](#)

/6/ [Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrallerin Radyasyon Güvenliğiyle İlgili Öneriler – Fizik Y. Müh. Dr. Yüksel Atakan \(radyasyonyatakan.com\)](#)