



Su Politikaları Derneği

2021

KÖMÜR YAKITLI TERMİK SANTRALLERİMİZİN SU KULLANIMLARI VE ATIKLARI



Su Politikaları
Derneği



RAPOR NO: 40

Raporun Adı: KÖMÜR-ENERJİ-SU .Kömür Yakıtlı Termik Santrallerimizin Su Kullanımları ve Atıkları

Raporu Yazarlar: Dursun Yıldız¹, Hamza Özgüler², Dr. Fulya Aydın Kandemir³

¹DSİ Daire Başkan Yrd (E)
İnşaat Müh. Su Politikaları Uzmanı SPD
Başkanı, TEMA Bilim Kurulu Üyesi
İYTE Öğretim Görevlisi

²Meteoroloji Yük Müh.
Hidrolojist. DSİ Şube Müdürü (E).

³ Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü
.....



RAPOR HAKKINDA

SPD olarak başta su ve yenilenebilir enerji kaynaklarımız olmak üzere tüm doğal kaynaklarımızın çevreye duyarlı, planlı ve en verimli bir şekilde geliştirilmesinden ve işletme proseslerinin kamusal denetime açık olmasından yanayız. Bunun için çalışmalarımızı sürdürüyoruz.

Su Politikaları Derneği (SPD) olarak hazırladığımız bu raporla ;

- Kömür yakıtlı Termik Santrallerimizin kurulu güç ve üretim olarak mevcut durumunu belirledik,
- Elde edebildiğimiz kısıtlı verilerle özellikle Linyit ve İthal Kömür santrallerimizin su kullanımlarını ,su tüketimlerini ve kirlilik potansiyellerini analiz ettik,
- Soğutma suyu çekimi konusunda doğru bilinen bazı yanlışlara değindik,
- Kömür santrallerinin soğutma suyu kullanımı ve su tüketimi konularında bazı kavramlara açıklık getirdik. Su tüketimlerini hesap ettik .TUİK'in su çekimi ve su kullanımı kavramlarını açıkladık.
- Bu konudaki farkındalığı bilgiye dayalı analiz temelinde arttırmaya çalıştık

Raporumuzun bu konunun bilgiye dayalı olarak incelenmesine , su, enerji, ekoloji politikalarımızın bütünsellik içinde , doğaya saygılı ve sürdürülebilir bir anlayışla yürütülmesine faydalı olmasını umuyoruz

Saygılarımızla

Dursun Yıldız

Başkan / Ankara 15 Eylül 2021

©Bu raporun her türlü yayın hakkı Su Politikaları Derneği'ne (SPD) aittir. Raporun hiçbir bölümü değiştirilemez. SPD'nin izni olmadan raporun hiçbir bölümü elektronik, mekanik vb. yollarla kopya edilip kullanılamaz. Kaynak gösterilmek kaydı ile alıntı yapılabilir

Kaynak gösterimi : Yıldız D ve Özgüler H., Kandemir A.F. 2021 **“KÖMÜR-ENERJİ-SU .Kömür Yakıtlı Termik Santrallerimizin Su Kullanımları ve Atıkları ”** Su Politikaları Derneği. Rapor No: 40. Ankara.15 Eylül 2021

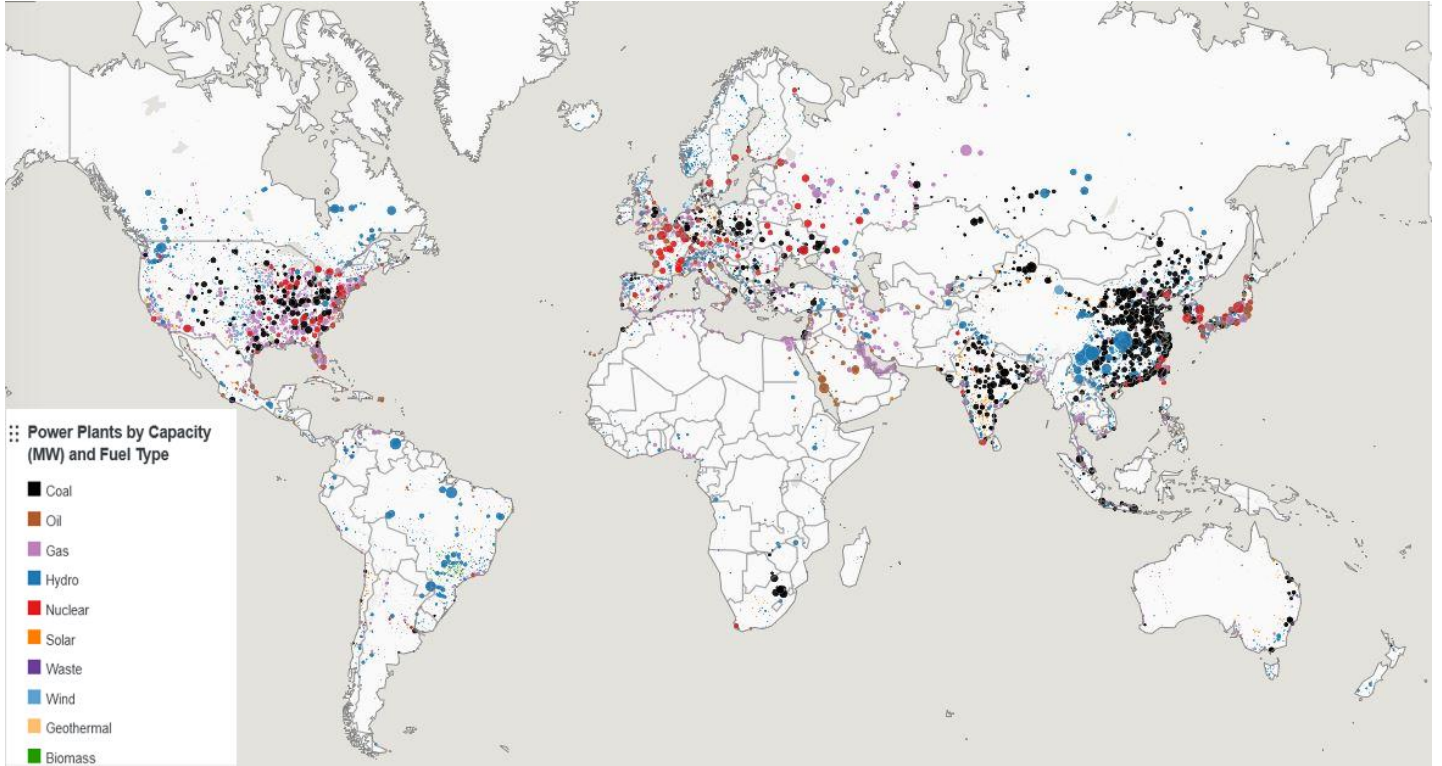


İÇİNDEKİLER	<u>Sayfa</u>
1. GİRİŞ.....	...5
2.TÜRKİYE’deki KÖMÜR YAKITLI TERMİK SANTRALLER.....	...6
2.1 Türkiye’deki Kömür Rezervimiz ve Kömür Santrallerinin Elektrik Üretimindeki Yeri.....	6
3. KÖMÜR YAKITLI BİR TERMİK SANTRALİN ENERJİ ÜRETİMİ.....	14
3.1.Kömürlü Termik Santrallerin Çalışma Prensibi ve Su Kullanımı.....	15
4.KÖMÜR SANTRALLARININ SOĞUTMA KULELERİ.....	22
5.KÖMÜRLÜ TERMİK SANTRALLERDE SU KULLANIMI VE SU TÜKETİMİ....	22
5.1.Termik Santrallerdeki Su Tüketimi Miktarı.....	24
5.2.Kömürlü Termik Santrallerde Kuru/Hava Soğutmalı Sistem İle Sulu Soğutmalı Sistemin Kıyaslanması	25
5.2.1. Zonguldak EREN Kömüre Dayalı Termik Santrali.....	27
6 TERMİK SANTRALLERİMİZDE KULLANILAN SULAR NEREDEN ÇEKİLİYOR NEREYE DEŞARJ EDİLİYOR.....	29
6.1.Termik Santral Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri, 2018 (TÜİK).....	29
6.1.1.Termik Santrallerin Su Çekimi ve Atık Verileri Nasıl Toplanıyor ?..	31
6.1.2.TÜİK’in Soğutma Suyu verilerinde açıklanması gereken hususlar..	31
6.2. Veri Güvenilirliği Endişesi Var.....	31
6.3 Basında Termik Santral Haberleri	34
7.TERMİK SANTRALLARIMIZDA TÜKETİLEN SOĞUTMASUYU MİKTARININ HESAPLANMASI	43
8.TERMİK SANTRALLERDEKİ KULLANILMIŞ SU KİRLİLİĞİ	45
8.1.Santrallardaki Katı Atıklarla Oluşan Su Kirliliği.....	46
9.TERMİK SANTRALLERİN DOĞAL ÇEVREYE OLUMSUZ ETKİLERİ.....	47
10. ABD’de TERMOELEKTRİK ENERJİ İÇİN SU KULLANIMI	51

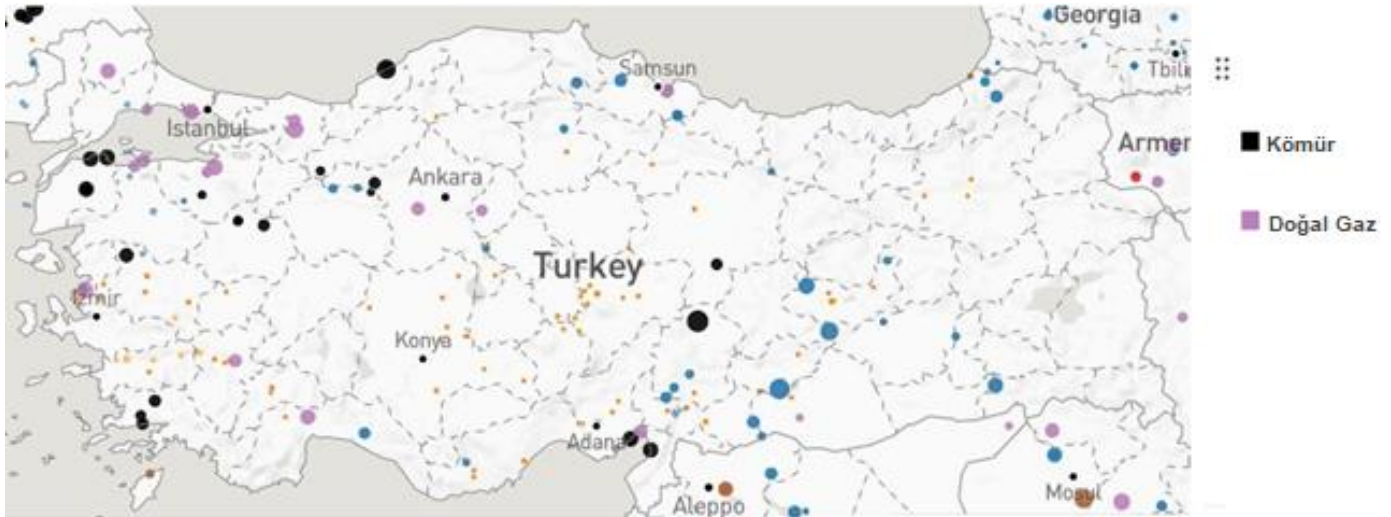


11.KÖMÜR SANTRALLERİNDEKİ ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNİN SERA GAZI SALIMINA ETKİSİ	56
12. TERMİK SANTRALLERDE BACA GAZINDAKİ KARBONU TUTMA VE DEPOLAMA TEKNOLOJİLERİ ve MALİYETİ	58
13.SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	61
14. REFERANSLAR.....	62
15.EKLER.....	67





DÜNYA'DA BULUNAN GÜÇ SANTRALLERİ (YAKIT TÜRÜNE GÖRE) (KAYNAK: Global Energy Observatory, Google, KTH Royal Institute of Technology in Stockholm, Enipedia, World Resources Institute. 2019. Global Power Plant Database v1.2.0. Published on Resource Watch (<http://resourcewatch.org/>) and Google Earth Engine (<https://earthengine.google.com/>). Accessed through Resource Watch, (08.09.2021). www.resourcewatch.org.)



TÜRKİYE'DE BULUNAN GÜÇ SANTRALLERİ (YAKIT TÜRÜNE GÖRE) (KAYNAK: Global Energy Observatory, Google, KTH Royal Institute of Technology in Stockholm, Enipedia, World Resources Institute. 2019. Global Power Plant Database v1.2.0. Published on Resource Watch (<http://resourcewatch.org/>) and Google Earth Engine (<https://earthengine.google.com/>). Accessed through Resource Watch, (08.09.2021). www.resourcewatch.org.)



Yukarıda katmanları verilen hem dünya hem de Türkiye için güç santralleri haritaları, “Küresel Güç Santrali Veritabanı”ndan elde edilmiştir. Bu veritabanı, kapsamlı ve açık erişimli bir enerji sektörü veritabanı oluşturmak için mevcut veri kaynaklarından ve metodolojilerden yararlanmaktadır.. Şu anda Küresel Enerji Santrali Veritabanı'nın verilerini oluşturmak için 600'den fazla kaynak kullanmaktadır (Resource Watch, 2021).



© Haritanın tüm hakları saklıdır.

TÜRKİYE KÖMÜRE DAYALI TERMİK SANTRALLER HARİTASI

cografyaharita.com R. SAYGILI 2014

1.GİRİŞ

Kömürlü, nükleer, jeotermal, güneş ve katı atık santrallerinin hemen tamamı, ayrıca doğalgaz santrallerinin pek çoğu termik santraldır. Doğalgaz çoğunlukla kazanlar ve gaz türbinlerinde yakılır. Gaz türbininden çıkan ısı kombine bir çevrimli bir tesiste toplam verimliliği artıracak şekilde buhar oluşturmada kullanılabilir. Kömür, fueloil ve doğalgaz santralleri çoğunlukla *fosil yakıtlı* güç santralleri olarak adlandırılırlar. Bazı biyokütle yakıtlı termik santraller de aynı kategoriye konulurlar. Nükleer olmayan ve kojenerasyon kullanılmayan termik santraller için *konvansiyonel güç santrali* terimi de kullanılır.

Ticari elektrik tesisleri olan güç santralleri genellikle büyük ölçekli inşa edilir ve kesintisiz işletim için tasarlanır. Bazı büyük kuruluşların, özellikle de başka maksatlar için buhar üretimi yapıyorlarsa kendi tesislerini ısıtmada ya da elektrik ihtiyaçlarını karşılamada kullandıkları özel güç santralleri vardır.

Kömür kullanılarak elektrik enerjisi üretilmesi için inşa edilen termik santrallerin yapısına kabaca bakıldığında; Termik santraller, kapalı devre halinde dolaşan suyu buharlaştıran bir kazan ve bir türboalternatör (bir türbinle harekete geçirilen alternatör) grubu içine girer. Bu tür klasik santrallerde buhar, kömür yakılarak üretilir. Buhar önce türbinin yüksek basınçlı bölümünde, yeniden çok ısıtıldıktan sonra da orta ve alçak basınçlı bölümlerinde genişler. Birbirini izleyen bu genişlemeler sırasında ısı enerjisi mekanik enerjiye dönüşür. Buhar ve su bir kapalı devre halinde dolaştıkları için, bu çevrim sürekli yenilenir(1).



2.TÜRKİYE’deki KÖMÜR YAKITLI TERMİK SANTRALLER

2.1 Türkiye’deki Kömür Rezervimiz ve Kömür Santrallerinin Elektrik Üretimindeki Yeri

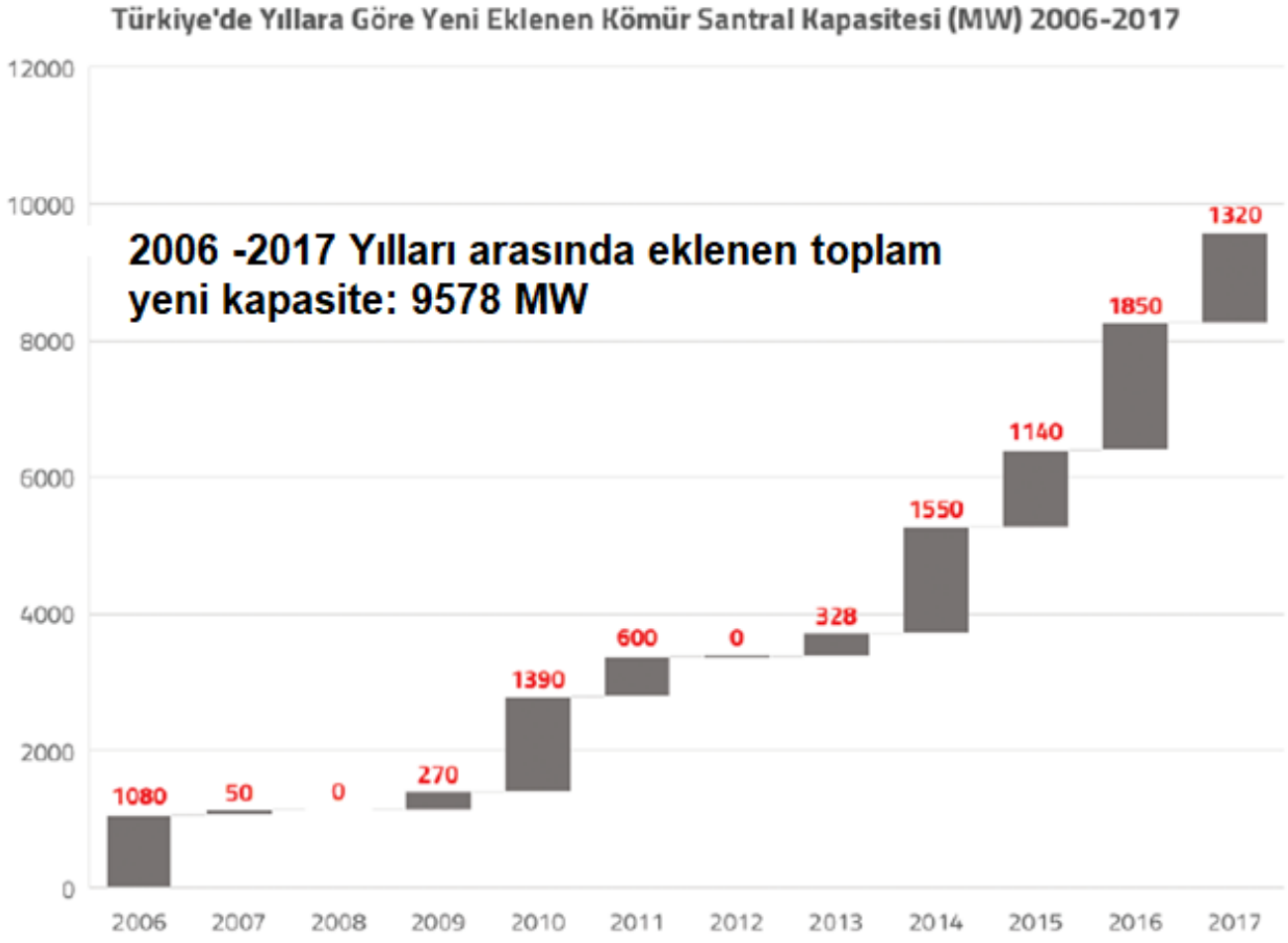
Ülkemiz rezerv ve üretim miktarları açısından linyitte dünya ölçeğinde orta düzeyde, taşkömüründe ise alt düzeyde değerlendirilebilir. Toplam dünya linyit/alt bitümlü kömür rezervinin yaklaşık %3,2’si ülkemizde bulunmaktadır (Şekil 1). Bununla birlikte linyitlerimizin büyük kısmının ısı değeri düşük olduğundan termik santrallerde kullanımı ön plana çıkmıştır.



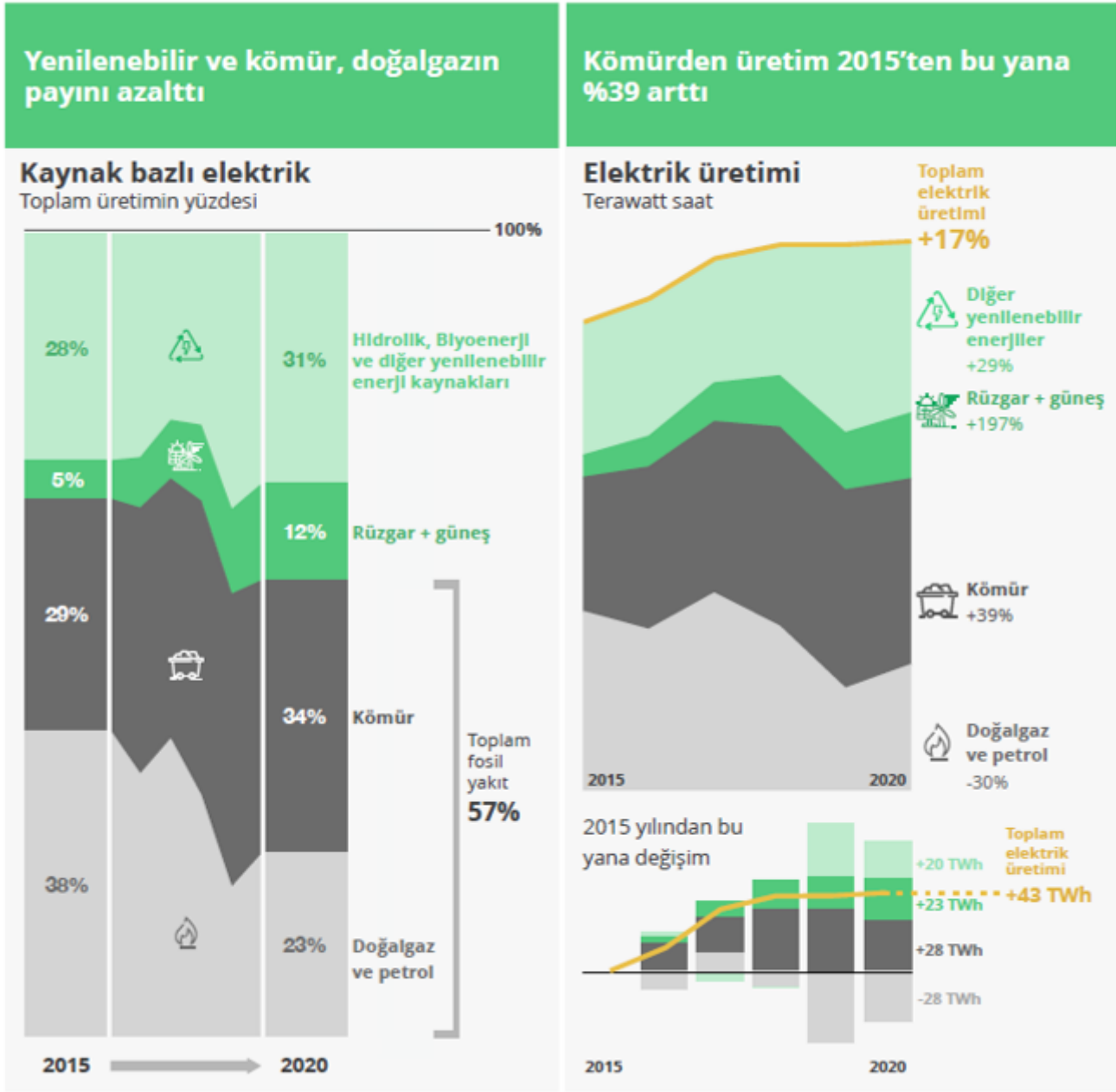
Şekil 1. Türkiye’nin önemli linyit sahaları (Kaynak: MTA)

Ülkemizin linyit rezervinin yaklaşık %46’sı Afşin-Elbistan havzasında bulunmaktadır. Ülkemizin en önemli taşkömürü rezervleri ise Zonguldak ve civarındadır. Zonguldak Havzası’ndaki toplam taşkömürü rezervi 1,30 milyar ton, buna karşılık görünür rezerv ise 506 milyon ton düzeyinde bulunmaktadır. 2017 yılı sonu itibariyle 145,3 Milyon Ton Eşdeğer Petrol (MTEP) olan ülkemizin toplam birincil enerji tüketiminde kömürün payı %27’dir.

Ülkemizin 2021 yılı ortası itibariyle kömüre dayalı santral kurulu gücü 20 322 MW olup bu değer toplam kurulu gücün %20,7 sine karşılık gelmektedir. Yerli kömüre dayalı kurulu güç 11 335 MW (%11,6) ve ithal kömüre dayalı kurulu güç ise 8.987MW (%9,1) dir. 2005 yılından itibaren enerji üretiminde yerli kaynaklara önem verilmesi ve dışa bağımlılığın azaltılması hedefleri çerçevesinde yeni kömür sahalarının bulunması ve bilinen sahaların geliştirilmesi çalışmalarına hız verilmiştir. Bu kapsamda kömür santrallerinin kurulu gücü Şekil 2 de görüldüğü gibi artmıştır.



Şekil 2. Türkiye’de 2006-2017 arasında yıllara göre yeni eklenen kömürlü santral kapasitesi.(6).



Şekil 3. Son 5 yılda Kömür ve Doğalgazın Elektrik üretimimizdeki yeri (2)

2018 yılında kömüre dayalı santrallerden toplam 113,3 TWh elektrik üretilmiş olup toplam elektrik üretimi içerisindeki payı %37,3 düzeyinde olmuştur. (3).

Kömür santrallerimizin toplam kurulu gücü 2021 yılının Mayıs ayı itibariyle 20 322 MW olmuştur (EÜAŞ). 2020 yılında kömüre dayalı elektrik enerjisi üretiminin toplam üretim içindeki payı %34'e düşmüştür(104 TWh) (2). (Şekil 3 ve Tablo 1).



Tablo1. Mayıs 2021 itibariyle Türkiye'nin Elektrik Kurulu Gücünün Kaynaklara Dağılımı (EÜAŞ)

BİRİNCİL KAYNAK	SANTRAL ADEDİ	KURULU GÜÇ (MW)
AKARSU	581	8.102,8
ASFALTİT KÖMÜR	1	405,0
ATIK ISI	86	376,8
BARAJLI	133	23.244,0
BİYOKÜTLE	282	1.202,5
DOĞAL GAZ	348	25.719,6
FUEL OİL	9	251,9
GÜNEŞ	7.862	7.154,0
İTHAL KÖMÜR	15	8.986,9
JEOTERMAL	62	1.647,0
LİNYİT	47	10.119,9
LNG	1	2,0
MOTORİN	1	1,0
NAFTA	1	4,7
RÜZGAR	335	9.660,6
TAŞKÖMÜR	4	810,8
TOPLAM	9.768	97.689,5



İthal Kömürle çalışan bir Termik Santral

Şekil 3'den de görüldüğü gibi kömürden elektrik üretimi, 2015 yılından bu yana %39 oranında (+28 TWh) artış göstermiştir. Bu üretim sadece 2020 yılında %6 oranında düşmüştür. Türkiye, tüm G20 ülkeleri arasında bu 5 yıllık dönemde üretimdeki kömür payının artış gösterdiği yalnızca üç ülkeden biri olmuştur; diğer iki ülke



Endonezya ve Rusya'dır. Kömür, 2015 yılında elektrik üretiminin %29'unu oluştururken, 2020 yılında %34'üne karşılık gelmiştir. Türkiye'nin kömürdeki kurulu gücü de 2015 yılından bu yana yaklaşık üçte bir oranında artmıştır (+4000 MW).

Çevre düzenlemelerine uygunluk sağlamak üzere gerekli iyileştirmeleri yapmadıkları için beş linyit santrali, 2020 yılının başında faaliyetleri durdurulmuştur. Bunun sonucunda, linyit üretiminde %18 düşüş yaşanmıştır. 2020 yılında, 1600 MW'lık ek kapasite yapım aşamasında olsa da geçmişte planlanan kapasitenin 12 400 MW'lık kısmı iptal edilmiştir.(2)



Şekil 4.Kurulu Gücü 50 MW'tan büyük olan Termik kömür santralleri

Ülkemizde halen yerli kömür kullanan santrallerden(Şekil 4).19 adedinin kurulu gücü 200 MW'ın üzerinde olup (Tablo 2)., diğerleri, 51 MW kapasiteli Polat-1 Termik Santrali hariç, otoprodüktör olarak kurulan 40 MW'tan daha küçük kapasiteli santrallerdir (27)

Tablo 2 Türkiye'de Yerli Kömüre Dayalı Büyük Ölçekli Termik Santraller (27)

Santralin Adı	Mülkiyeti	Kömür Sahası Ruhsat Sahibi	Yakıt	Kurulu Güç (MW)
Afşin-Elbistan B	EÜAŞ	EÜAŞ	Linyit	1.440
Afşin-Elbistan A	Çelikler	Çelikler	Linyit	1.355
Soma	Konya-Şeker	TKİ	Linyit	990
Yatağan	Bereket Elsan	Bereket Elsan	Linyit	630
Kemerköy	İC İçtaş	İC İçtaş (İHD)	Linyit	630
Çayırhan	Park (İHD)	EÜAŞ	Linyit	620
Seyitömer	Çelikler	Çelikler (İHD)	Linyit	600
Soma Kolin	Kolin Enerji	TKİ	Linyit	510
Kangal	Konya Şeker	Konya Şeker	Linyit	457
Adana Tufanbeyli	Enerjisa	Enerjisa	Linyit	450
Yeniköy	İC İçtaş	İC İçtaş (İHD)	Linyit	420
Silopi	Park	Park (İHD)	Asfaltit	405
Çan-2	ODAŞ	ODAŞ	Linyit	330
Çanakkale Çan	EÜAŞ	TKİ	Linyit	320
Tunçbilek B	Çelikler	TKİ	Linyit	300
Çatalağzı	Bereket Elsan	TTK	Taş kömürü	300
Yunus Emre	TMSF	EÜAŞ	Linyit	290
Bolu Göynük	AKSA	AKSA (İHD)	Linyit	270
Orhaneli	Çelikler	Çelikler (İHD)	Linyit	210



Tablo 3.Kamu Tarafından İnşa Edilen Kurulu Gücü 50 MW'tan Büyük Yerli Kömür Yakıtlı Santraller (4)

Tesis Adı	Ünitelerin İşletmeye Alındığı Dönem	Ünite Sayısı ve Gücü (MW)	Kazan Tipi	Baca Gazı Kükürt Arıtma	Baca Gazı Azot Arıtma	Sahibi	Şubat 2020 İtibarıyla Durumu
Tunçbilek Termik Santrali	1956-1978	65+2x150	Püskürtme Kömür	Yok	Yok	Çelikler	Durduruldu
Soma A Termik Santrali	1957-1958	2x22	Püskürtme Kömür	Yok	Yok	EÜAŞ	Eğitim ve ARGE Santrali Çalıştırılmıyor
Seyitömer Termik Santrali	1973-1989	4x150	Püskürtme Kömür	Yok, yapıyor	Yok	Çelikler	Durduruldu
Soma B Termik Santrali	1981-1993	6x165	Püskürtme Kömür	Yok	Yok	Konya Şeker	Kısmen Durduruldu
Yatağan Termik Santrali	1982-1993	3x210	Püskürtme Kömür	Var	Yok	Bereket	Geçici İzin
Afjin Elbistan A Termik Santrali	1984-1987	3x340+335	Püskürtme Kömür	Yok	Yok	Çelikler	Durduruldu
Yeniköy Termik Santrali	1986-1987	2x210	Püskürtme Kömür	Var, iyileştiriliyor	Yapılıyor	İçtaş Limak	Çevre İzni Var
Çayırhan Termik Santrali	1987-1998	2x150+2x160	Püskürtme Kömür	Var	Yok	Ciner	Geçici İzin
Çatalağzı Termik Santrali	1987-1991	2x150	Püskürtme Kömür	Yok	Yok	Bereket	Durduruldu
Kangal Termik Santrali	1987-2000	2x150+157	Püskürtme Kömür	1 ve 2. Ünite-de yok, 3. Ünite-de var	Yok	Konya Şeker	Durduruldu
Orhaneli Termik Santrali	1992	1x210	Püskürtme Kömür	Var	Yok	Çelikler	Geçici İzin
Kemerköy Termik Santrali	1993-1995	3x210	Püskürtme Kömür	Var, iyileştiriliyor	Yapılıyor	İçtaş Limak	Çevre İzni Var
Afjin Elbistan B Termik Santrali	2000-2006	4x360	Püskürtme Kömür	Var	Yok	EÜAŞ	Geçici İzin
18 Mart Çan Termik Santrali	2005	2x160	Akışkan Yatak	Yok, yapıyor	Yok	EÜAŞ	Çevre İzni Var



Tablo 4. Özel Sektör Tarafından İnşa Edilen Kurulu Gücü 50 MW'tan Büyük Yerli Kömür Yakıtlı Santraller (01.03.2020 itibarıyla) (4)

Tesis Adı	Ünitelerin İşletmeye Aldığı Dönem	Ünite Sayısı ve Gücü (MW)	Kazan Tipi	Baca Gazı Kükürt Arıtma	Baca Gazı Azot Arıtma	Sahibi	Şubat 2020 İtibarıyla Durumu
Silopi Elektrik Termik Santrali	2009-2015	3x135	Akışkan Yatak, Asfaltit	Yok	Yok	Ciner Grubu	Çevre İzni Var
Polat 1 Termik Santrali	2014	51	Akışkan Yatak	Var	Yok	Polat Yol Yapı San. ve Tic. A.Ş.	Çalışıyor
Aksa Göynük Termik Santrali	2015-2016	2x135	Akışkan Yatak	Var	Yok	Aksa Enerji	Çevre İzni Var
Tufanbeyli Termik Santrali	2016	3x150	Akışkan Yatak	Var	Yok	Enerjisa Enerji A.Ş.	Çevre İzni Var
Yunus Emre Termik Santrali	2016	145 (+ 145)	Akışkan Yatak	Var	Yok	TMSF	Çalışıyor
Çan 2 Termik Santrali	2018	330	Püskürtme Kömür	Var	Var	Odaş Grubu	Çevre İzni Var
Soma Kolin Termik Santrali	2019	2x255	Akışkan Yatak	Var	Var	Kolin Şirketler Grubu	Çevre İzni Var

Tablo 5. İşletmedeki İthal Kömür Yakıtlı Santraller (4)

İşletmeye Aldığı Yıl	Grup - Santral Adı	Kurulu Gücü (MWe)	Kazan Tipi	Filtre	BGKA (DeSO _x)	BGAA (DeNO _x)
2004	İSKEN - SU GÖZÜ TS	2 x 605	PK	ESF	Kireçtaşı	SCR
2005 (1. Ünite)	İÇDAŞ - Biga TS	3 x 105	AY	ESF	Yok	Yok
2010	EREN - ZETES 1	1 x 160	AY	ESF	Yok	Yok
2010	EREN - ZETES 2	2 x 615	PK, KÜ	ESF	Kireçtaşı	SCR
2011, 2013	İÇDAŞ - BEKİRLİ TS	2 x 600	PK, KÜ	ESF	Deniz suyu	SCR
2014	DİLER - ATLAS TS	2 x 600	PK, KÜ	Torbalı Filtre	Kireçtaşı	SCR
2015	İZDEMİR ENERJİ TS	1 x 350	PK	ESF	Kireçtaşı	SCR
2015	ÇOLAKOĞLU-2 TS	2 x 95	AY	ESF	Kireçtaşı	Yok
2016	EREN - ZETES 3	2 x 700	PK, KÜ	ESF	Kireçtaşı	SCR
2017	CENAL - KARABİGA TS	2 x 660	PK, UKÜ	ESF	Deniz suyu	SCR

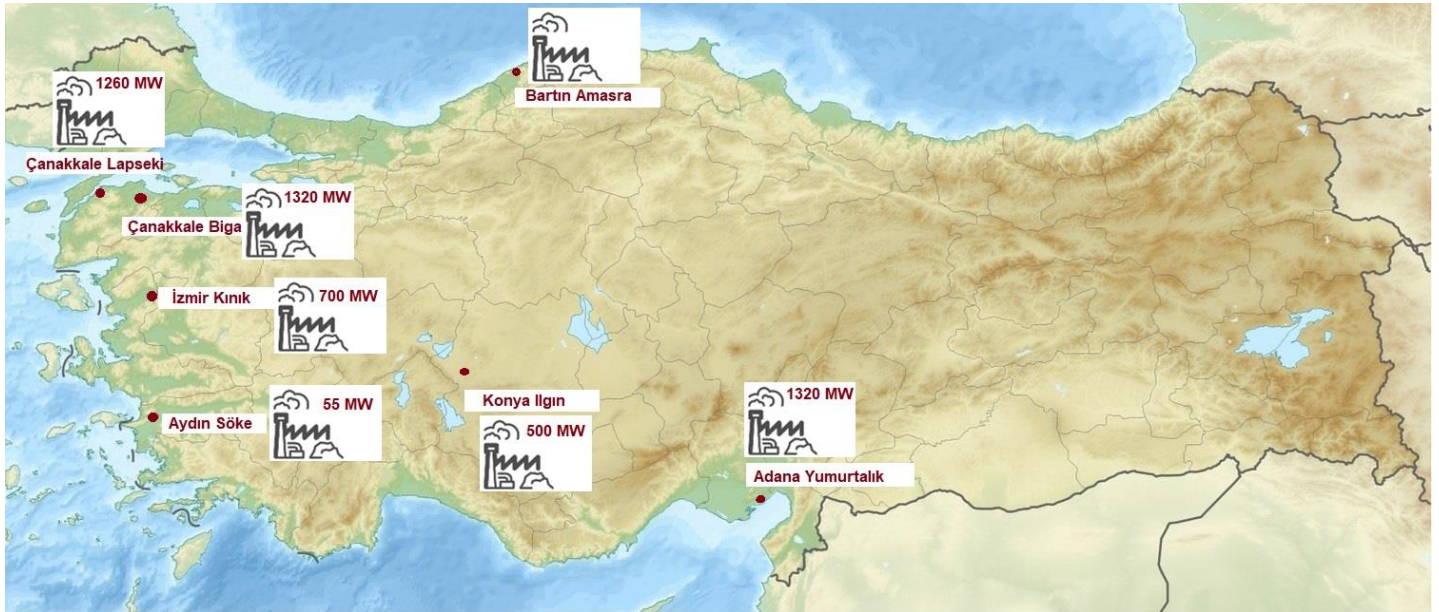
AY: Akışkan yataklı kazan
PK: Püskürtme toz kömürlü kazan
KÜ: Kritik üstü (Süper kritik)
UKÜ: Ultra kritik üstü (Ultra süper kritik)



Kamu Tarafından İnşa Edilen Kurulu Gücü 50 MW'tan Büyük Yerli Kömür Yakıtlı Santraller Tablo3'de , Özel Sektör Tarafından İnşa Edilen Kurulu Gücü 50 MW'tan Büyük Yerli Kömür Yakıtlı Santraller (01.03.2020 itibarıyla) Tablo 4'de, İşletmedeki İthal Kömür Yakıtlı Santraller Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 6. Temmuz 2021 tarihi itibarıyla EPDK'dan Üretim Lisansı Almış ancak işletmeye girmemiş olan Kömürlü Termik Santraller (EPDK)

TESİS'in Adı	TESİS İLİ - İlçesi	KURULU GÜÇ (MWe)	Yakıt Türü	Lisans Başlangıç ve Bitiş Yılı
MMP Termik Kojenerasyon	Aydın-Söke	55	Kömür	2020-2069
Kınık TES	İzmir-Kınık	700	İthal Kömür	2019-2068
Karaburun TES	Çanakkale-Biga	1320	İthal Kömür	2015-2064
Hunutlu TES	Adana-Yumurtalık	1320	İthal Kömür	2015-2064
Kirazlıdere TES	Çanakkale-Lapseki	1260	İthal Kömür	2013-2062
ILGIN TES	Konya-İlgin	500	Yerli Kömür	2013-2062
AMASRA TES	Bartın-Amasra	1110	Yerli Kömür	2006-2055



Şekil 5. EPDK'dan Üretim Lisansı almış ancak halen işletmeye girmemiş olan kömürlü termik santraller (EPDK verileri kullanılmıştır)

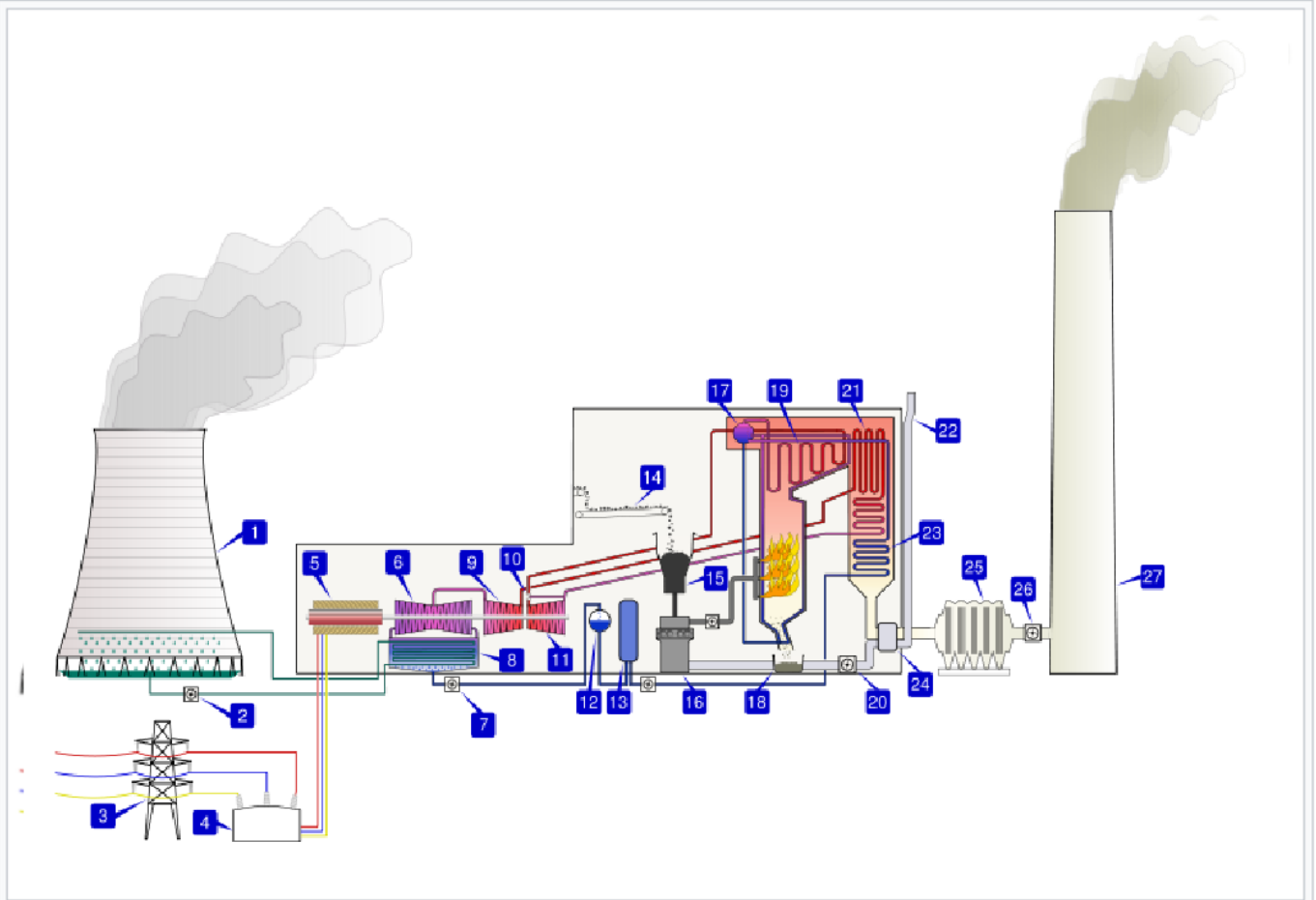
Sonuç olarak EÜAŞ kayıtlarına göre ülkemizde halen 47 si yerli kömürle ,15'i ithal kömür 4'ü taşkömürü ile ,1 adedi de Asfaltit Kömürle üretim yapan toplam 67 adet kömür yakıtlı termik santral işletmededir (EÜAŞ). Bu santrallerin toplam kurulu gücü 20320 MW'tır.

Ayrıca Tablo 6 ve Şekil 5'de de görüldüğü gibi 20 Temmuz 2021 tarihi itibarıyla EPDK'dan Üretim Lisansı almış ancak işletmeye girmemiş olan toplam 6255 MW kapasiteli 7 adet Kömürlü Termik Santral bulunmaktadır .Bu santrallerin 4600 MW gücündeki 4 adedi İthal kömüre dayalı santraller , 1655 MW toplam gücündeki 3 adedi ise yerli kömüre dayalı santrallerden oluşmaktadır.

EPDK kayıtlarına göre ayrıca toplam kapasitesi 2063 MW olan 6 adet kömürlü santrali de üretim lisansı almış durumda bulunmaktadır.



3. KÖMÜR YAKITLI BİR TERMİK SANTRALİN ENERJİ ÜRETİMİ



Kömürlü bir termik santralin tipik blok diyagramı



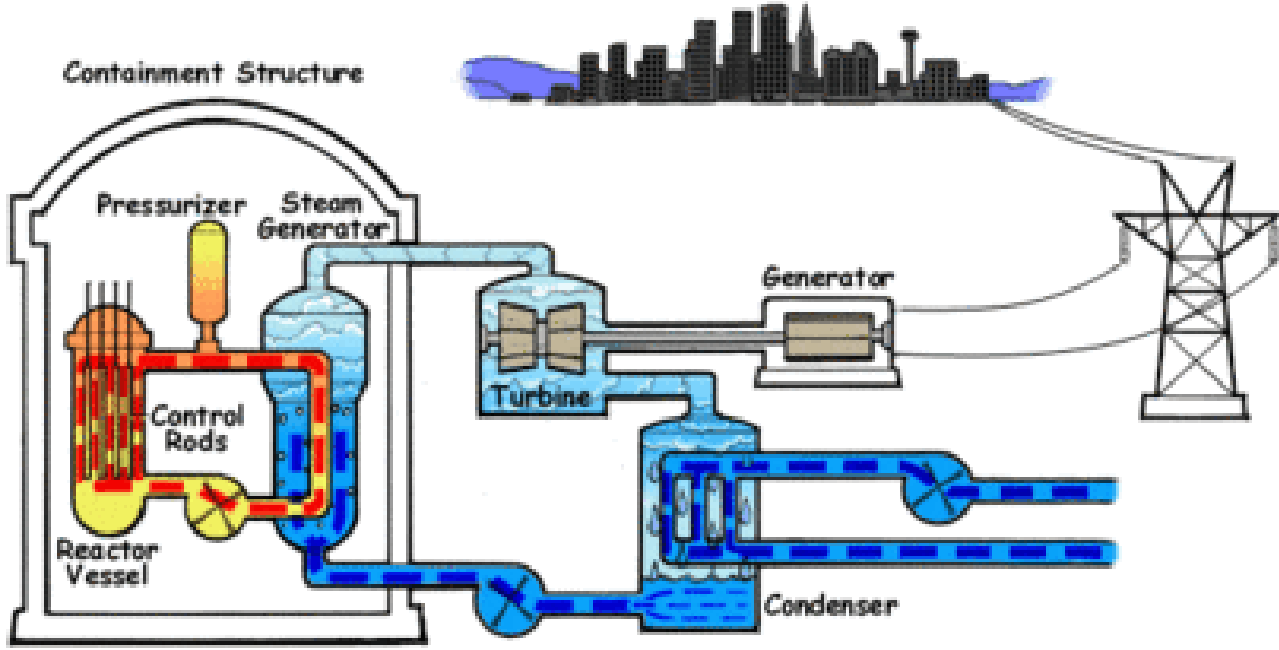
- | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 1. Soğutma kulesi | 10. Buhar kontrol valfi | 19. Süperfırın |
| 2. Soğutma suyu pompası | 11. Yüksek basınçlı buhar türbini | 20. Enerjili akım fanı |
| 3. 3-fazlı Enerji nakil hattı | 12. Gazdan arındırıcı | 21. Tekrar ısıtıcı |
| 4. Yükseltici trafo (3-fazlı) | 13. Besleme suyu ısıtıcısı | 22. Yanma hava girişi |
| 5. Elektrik üretici (3-faz) | 14. Kömür taşıyıcı | 23. Ekonomizör |
| 6. Düşük basınç buhar türbini | 15. Kömür besleme hunisi | 24. Hava ön ısıtıcı |
| 7. Yoğuşma pompası | 16. Kömür öğütücü | 25. Elektrostatik filtre |
| 8. Yüzey yoğunlaştırıcı | 17. Buhar fiçisi | 26. Endüklenmiş akım fanı |
| 9. Orta basınç buhar türbini | 18. Kül hunisi | 27. Baca |

Şekil 6. Kömürlü bir termik santralin blok diyagramı



200 MW ve üzeri tesislerde fanlar, önsıtıcılar, kül kolektörleri gibi sistemin önemli komponentleri yedekli olarak kurulup kullanılır. Bazı 60 MW santrallarda bir yerine iki kazan bulunabilir. Kömürlü bir termik santralin blok diyagramı Şekil 6 da verilmiştir.

3.1.Kömürlü Termik Santrallerin Çalışma Prensibi ve Su Kullanımı



Şekil 7. Su'nun tipik bir kömür santralindeki yolculuğu

Kazan ve Buhar Döngüsü

Fosil yakıtlı güç tesislerinde fosil yakıtı yakıp suyu ısıtarak buhar elde edilen fırına *buhar kazanı* denir. Bazı endüstriyel tesislerde *ısı geri dönüşümlü buhar kazanı* (*heat recovery steam generator - HRSG*) olarak bilinen ve bir endüstriyel süreçte oluşan ısıyı buhar üretmek için kullanan [ısı eşanjörleri](#) de bulunmaktadır. Bir buhar kazanı elektrik üreticini süren buhar türbininin ihtiyaç duyduğu yüksek saflık, basınç ve sıcaklıkta buhar üretmelidir. Su'nun tipik bir kömür santralindeki yolculuğu Şekil 7'de verilmiştir.

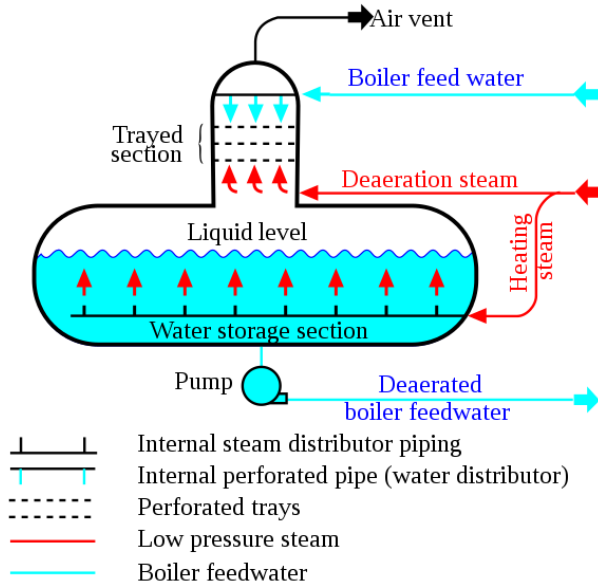
Besleme suyu ısıtılması ve gazdan arındırma

Buhar kazanında kullanılan besleme suyu yanan yakıttan elde edilen ısı enerjisini buhar türbinini döndüren mekanik enerjiye dönüştürmede kullanılır. Toplam besleme suyu geri dönüştürülmüş yoğunlaştırılmış su ve arıtılmış sudan oluşur. Temas ettiği materyaller yüksek ısı ve basınçta korozyona meyilli olduğundan arıtılmış su kullanılmadan önce ileri derecede arıtma sürecinden geçer. Su yumuşatıcılar ve iyon dönüşümlü demineralizatörlerden oluşan bir sistem suyu o derece arı hale getirir ki 0.3-1.0 mikrosiemens/cm aralığındaki iletkenlik katsayısı ile su neredeyse bir yalıtkan haline gelir. 500 MW'lık bir tesiste saflık kontrolü için buhar fişisından alınan suyun yerine konulan ve sistemdeki küçük kaçakları telafi etmek için eklenen arıtılmış suyun



debisi yaklaşık olarak 7,5 litre/saniye mertebesindedir (Şekil 8).

Besleme suyu çevrimi buhar türbinlerinden geçtikten sonra yoğunlaştırılan suyun yüzey yoğunlaştırıcıdan pompalanması ile başlar. Tam yükte çalışan 500 MW'lık bir tesiste yoğunlaştırılmış su akış oranı yaklaşık 400 litre/saniye mertebesindedir.



Şekil.8.Kazan besleme suyu gaz arındırıcısı diyagramı (dikey ve kubbeli gazdan arındırma bölümü ve yatay su depolama bölümü)

Kazanın Çalışması

Kazan yaklaşık 15 m genişliğinde ve 40 m yüksekliğinde dikdörtgen bir fırındır. Duvarları yaklaşık 58 mm çapında çelikten yüksek basınç tüpleri ile ağ gibi sarılıdır.

Toz haline getirilen kömür fırının dört köşesinde veya bir ya da karşılıklı iki duvar boyunca yerleştirilmiş yakıcılara doğru hava ile püskürtülür, ortada büyük bir ateş topu oluşturacak şekilde hızla tutuşturularak yakılır. Ateş topundan yayılan termal radyasyon, fırın çeperlerindeki tüplerde bulunan suyu ısıtır. Fırın içinde su dikey ekseninin üç ya da dört misli yol katedecek kadar dolaştırılır. Fırın içinde dolaşan su ısıyı emer ve buhara dönüşür. Fırının üst kısmındaki bir fiçinin içinde buhar sudan ayrıştırılır. Sudan ayrılan buhar yanan gazların en sıcak olduğu bölgede asılı olan süper sıcak tüpler üzerinden türbine yollanır. Bu tüplerden geçirilen buharın ısısı yaklaşık 538 °C ye kadar yükseltilir.

Linyit kömürü yakan tesisler [Almanya](#)'dan [Avustralya](#)'ya ve [Kuzey Amerika](#)'ya kadar geniş bir coğrafyada kuruludur. Linyit maden kömüründen çok daha ham bir kömür türüdür. Daha düşük kalorilidir ve eşdeğer ısı enerjisi üretebilmek için çok daha geniş bir fırın gereklidir. Bu kömürler %70'e kadar su ve kül ihtiva edebilirler, bu nedenle daha düşük fırın sıcaklıkları oluşturur ve daha güçlü endüklenmiş akım fanları gerektirirler. Ateşleme sistemleri de maden kömürü kullanılan tesislerden farklı tasarlanır. Tipik olarak sıcak gazlar fırından atıldıkları noktada gelen kömür tozu ile karıştırılıp fırına verilir.

Suyu buhara çevirmede gaz türbini kullanan tesisler *ısı geri dönüşümlü buhar kazanı (heat recovery steam generator - HRSG)* olarak adlandırılan kazanlar kullanırlar. Gaz türbinlerinden çıkan atık ısı süper sıcak buhar oluşturmada kullanılır ve daha sonra geleneksel su-buhar çevrimi uygulanır



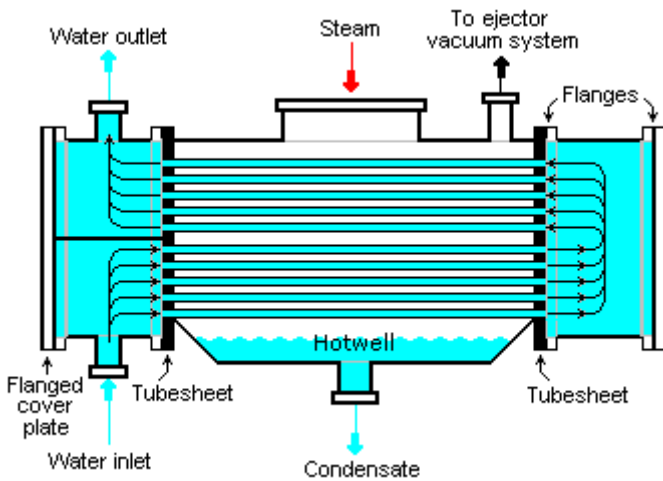
Fırın ve Buhar Fıçısı

Su kazana ekonomizör denilen bölümden alınır. Ekonomizörden buhar fıçısına geçen su indirici borulardan su duvarlarının altındaki giriş başlıklarına gider. Bu başlıklardan su duvarları boyunca yükselen suyun bir kısmı buhara dönüşür ve bu su-buhar karışımı tekrar buhar fıçısına girer. Aşağı inen suyun yoğunluğu, ısınıp yukarı çıkan su-buhar karışımından fazla olduğundan bu süreç doğal çevrim ile dönebilir ya da bu çevrim pompalarla desteklenebilir. Buhar fıçısında ayrıştırılan su indirici borulara geri döner, buhar ise içinde kalan su zerreciklerinden ayrılmak için bir dizi buhar ayırıcı ve kurutucudan daha geçer. Kurutulan buhar buradan sonra süper ısıtıcı borulardan yoluna devam eder. Fosil yakıtlı güç tesislerinin çoğunda fırın içinde bir süper ısıtıcı bölümü bulunur. Buhar fıçı içindeki kurutucu ekipmanlardan sonra fırın içindeki bir dizi süper ısıtıcıya geçer. Burada buhar tüplerin dışındaki sıcak gazlardan bir miktar daha ısı emer ve doyum sıcaklığına erişir. Süper ısıtılmış buhar daha sonra ana buhar borularından yüksek basınç türbinine girer.



Buhar Yoğuşturma

Türbin çıkışından gelen buhar sisteme geri pompalanmak üzere yüzey yoğunlaştırıcıda yoğuşturulur. Yüzey yoğunlaştırıcının ısısı düşürüldükçe egzoz buharın basıncı düşer ve Rankine çevrimi verimliliği artırılır.



Şekil 9. Tipik bir su soğutmalı yüzey yoğunlaştırıcı diyagramı.[8]



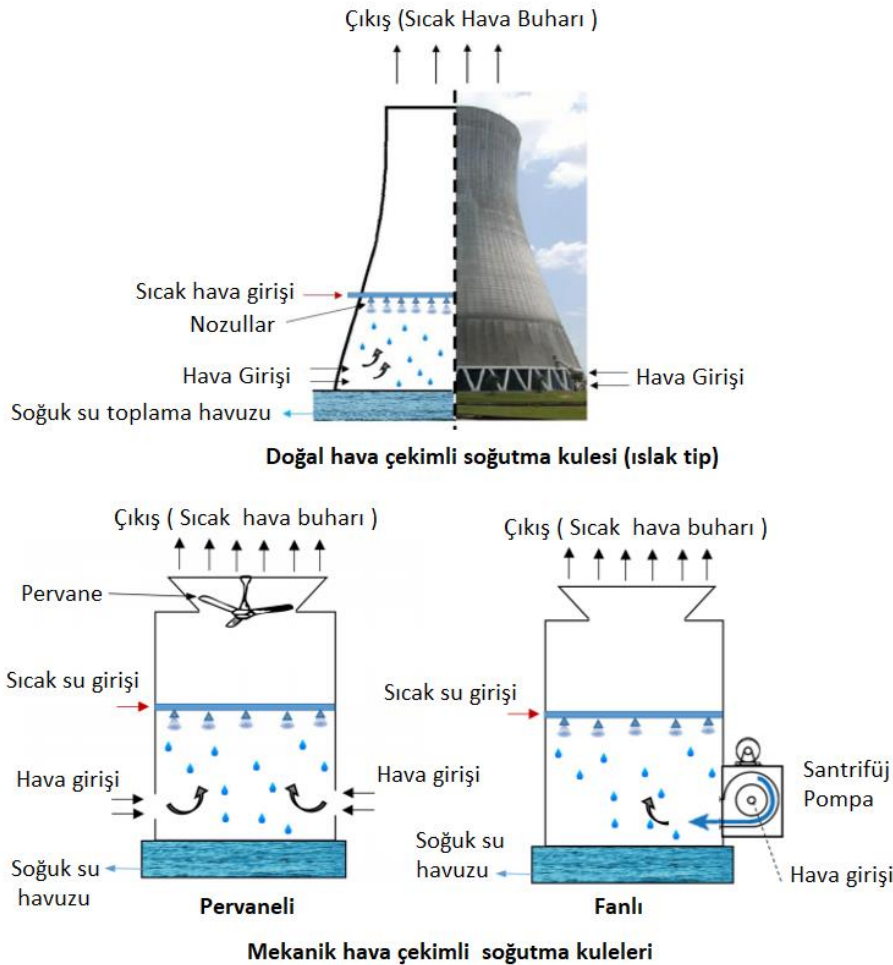
Yüzey yoğunlaştırıcı bir kabuk ve içinde soğutma suyu dolaştırılan tüplerden oluşan bir ısı dönüştürücüdür.[8][9] Düşük basınç türbininden gelen egzoz buharı tüplerin üzerinden geçerek su haline geldiği kabuğa girer. Bu tip yoğunlaştırıcılar buharın içindeki hava ve gazları atmak ve vakum sağlamak için buhar ejektörleri ya da yıldız motorlu aspiratörler kullanırlar (Şekil 9).

Su buharı yoğunlaştığında hacminde oluşan büyük düşüş sisteme yeni buhar emilmesini sağlayan vakumu meydana getirir ve türbinlerden alınan verim artar. Burada sınırlayıcı faktör soğutma suyu sıcaklığıdır ve bu da güç santralının kurulduğu bölgenin iklim koşullarıyla ilgilidir (kış döneminde türbin limitlerinin çok altında sıcaklıklara erişilebilir ve türbin içinde aşırı yoğunlaşma meydana gelebilir). Sıcak iklim bölgelerinde kurulu santraller yoğunlaştırıcıda kullanılan soğutma suyu ısındıkça üretimlerini kısmak zorunda kalabilirler.

Yoğunlaştırıcı genellikle ya atmosfere gönderilen atık ısıyı engellemek için bir soğutma kulesinden gelen suyu ya da yakın bir nehir, göl ya da okyanustan alınan tek kullanımlık suyu kullanır.

4.KÖMÜR SANTRALLARININ SOĞUTMA KULELERİ

Soğutma kuleleri, bir su akışının soğutulması yoluyla atık ısıyı atmosfere aktarmak için kullanılan ısı uzaklaştırma bölümleridir. Soğutma kuleleri daha çok santrallerde kullanılan sirkülasyon suyunun soğutulması için kullanılmaktadır. Soğutma kuleleri kömüre dayalı bir elektrik santralının en önemli ünitelerinden biridir. Bu nedenle suyun çeşitli metodlarla soğuk tutulduğu bu soğutma kulelerinin performansları üzerine birçok çalışma yapılmıştır (7).

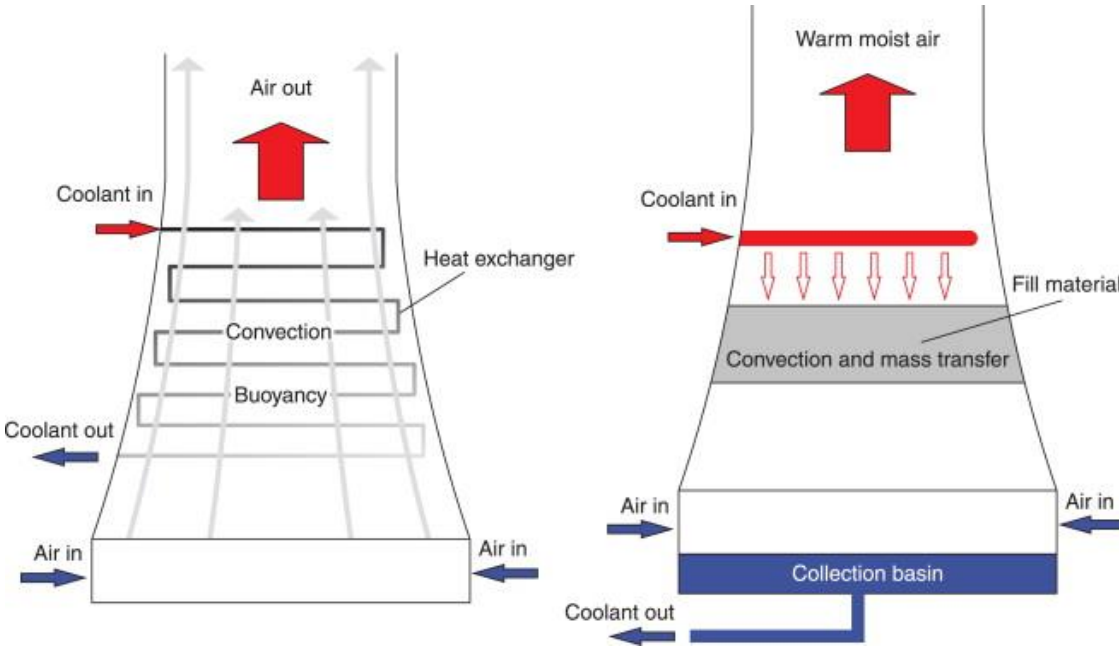


Şekil 10. Soğutma kulelerinde hava akımı oluşturma teknikleri (6)



Kömür santrallerinde dolaşımdaki suyun soğutma kabiliyetinin korunması için fazla ısısının alınması gereklidir. Bu da, soğutma suyu doğal çekişli (Şekil 10), cebri çekişli¹ ya da bir indüklenmiş çekmeli tipteki soğutma kulesine pompalanıp buharlaşma yoluyla fazla ısı atmosfere atılarak sağlanır. 500 MW'lık soğutma kuleli bir kömür santralindeki soğutma suyunun dolaşım debisi tam yükte yaklaşık olarak 14.2 m³/s kadardır (30). Yoğunlaştırıcıda kullanılan soğutma suyu değişime uğramadan, sadece sıcaklığı artmış olarak ilk kaynağına geri döner. Eğer su soğutma kulesine değil de yerel bir kaynağına geri basılacaksa soğuk su ile karıştırılıp sıcaklığı düşürülür.

Diğer bir tip yoğunlaştırma sistemi ise hava soğutmalı yoğunlaştırıcılardır (Şekil 11). Çalışma prensibi radyatör ya da fanlara benzer. Türbinden gelen atık ısı aralarında büyük bir fan ile hava dolaştırılan yoğunlaştırma tüplerinden geçer. Buhar, su-buhar döngüsünde yeniden kullanılmak üzere suya dönüştürülür. Hava soğutmalı yoğunlaştırıcılar tipik olarak su soğutmalı sistemlerden daha yüksek sıcaklıklarda çalışır. Sudan tasarruf etmekle birlikte çevrimin verimliliği düşüktür. Bu da üretilen her bir megawattsaat elektrik için daha fazla karbondioksit salımı anlamına gelmektedir. Yoğunlaştırıcının alt kısmında biriken su güçlü pompalar kullanılarak yeniden su-buhar çevrimine gönderilir.



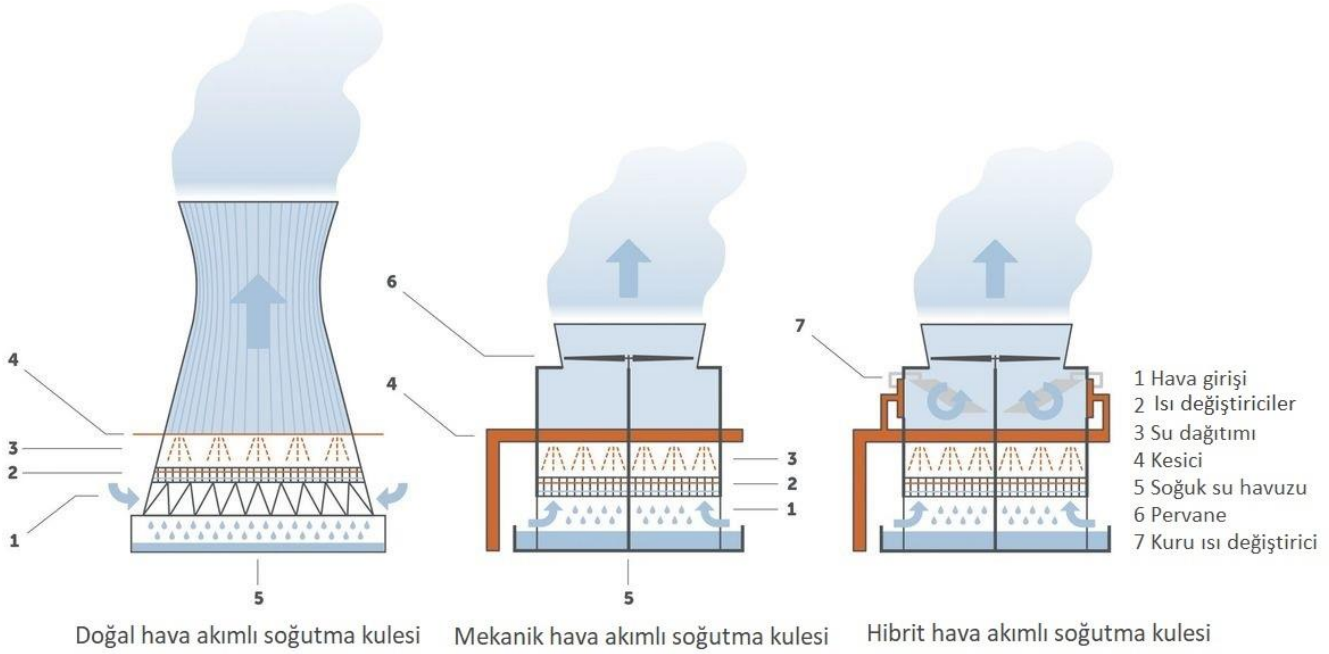
Şekil 11. Doğal hava akımlı kuru tip soğutma kuleleri (Kapalı Sistem- Açık sistem) (Natural Draught Cooling Tower NDCT).

Kömür santrallerinin soğutma kulelerinde gerek hava akımının oluşturulması, gerekse ısının transfer edilmesi için farklı teknikler kullanılır.

1. Hava Akımı oluşturma teknikleri doğal çekim ve mekanik çekim olarak iki çeşittir. Bu teknikler Şekil 10'da verilmiştir.

2. Kulelerdeki ısı transferi metodları da, kuru soğutma kuleleri, sulu veya buharlı soğutma kuleleri ve ıslak-kuru soğutma kuleleri olarak açıklanmaktadır(6). Bunlardan doğal hava akımlı kuru tip soğutma kuleleri Şekil 11 de diğer soğutma kulesi çeşitleri de Şekil 12 ve Şekil 13 de verilmiştir.

¹ Mekanik Dolaylı Kuru Soğutma Kulesi, soğutma havası akışının uzun bir beton veya çelik kuleden gelen doğal çekiş tarafından değil elektrik motorlu fanlar tarafından indüklediği veya zorlandığı özel bir IDCT tipidir. M-IDCT'ler, özellikle mevcut IDCT'nin ıslaktan kuruya dönüştürme veya soğutma kapasitesi genişletmesi için uygundur.



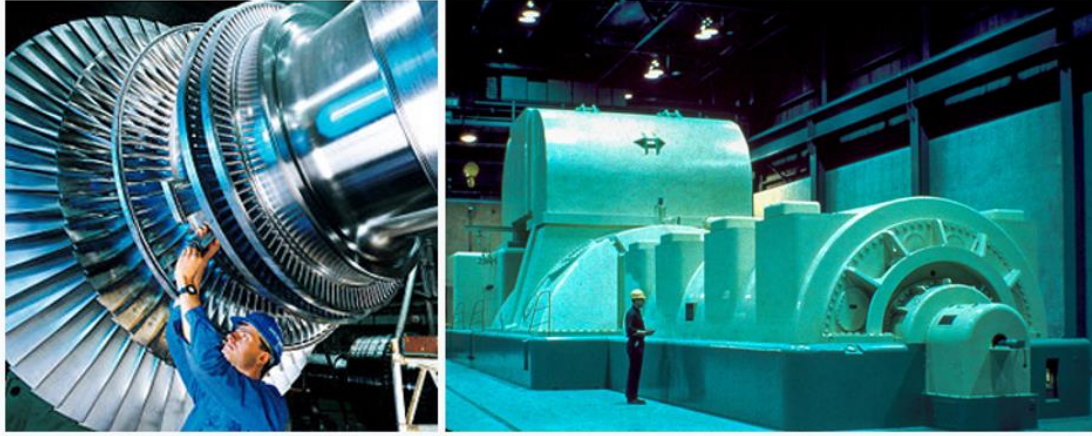
Şekil 12. Doğal akımlı Mekanik akımlı ve Hibrit Kuru Soğutma Kuleleri



Şekil 13. Denizsuyu Kullanımlı Mekanik Akımlı Islak Tip Soğutma Sistemi (İzdemir Termik Santrali).(1).



Buhar Türbinli Üreteç



Şekil 14. Modern bir enerji santralinde kullanılan buhar türbini rotoru ve üreteç

Türbinli üreteç ortak bir mil üzerinden birbirlerine ve bir üretee bağlanmış bir seri [buhar türbininden](#) oluşur. Buhar giriş tarafında bir yüksek basınçlı türbin bulunur, onu bir orta basınçlı türbin, iki adet düşük basınç türbini ve üreteç izler. Türbinlerden geçirilen buhar basınç ve termal enerji kaybeder ve hacmi artar. Kalan buhar basıncından enerji elde edebilmek için her aşamadaki türbinlerin çapı ve bıçak uzunlukları artar. Toplam dönen kütle 200 ton ağırlığı ve 30 m. uzunluğu aşabilir. Bu öylesine büyük bir kütledir ki mildeki ufak bir eğrilik bile sistemi dengesizleştireceğinden enerji üretimi olmadığı zamanda bile 3 [devir/dk](#) gibi yavaş bir hızda dönmeye devam etmesi gerekmektedir(Şekil 14).

Kazandan gelen süper sıcak buhar 35-40 cm çapında borular ile yüksek basınç türbinine aktarılır ve bu aşamadan geçtikten sonra basıncı düşer. 60-65 cm çapında borulardan türbini terkeden buhar tekrar kazana döner ve süper sıcak tüplerden geçirilerek 538 °C ye kadar ısıtılır. Yeniden ısıtılmış buhar orta basınç türbinine gönderilir. Buradan basıncı ve sıcaklığı düşerek çıkan buhar doğrudan uzun bıçaklı düşük basınç türbinlerine aktarılır ve nihai olarak yoğunlaştırıcıya döner. Üreteç 9 m uzunluğunda ve 3,7 m çapındadır. Sabit bir [stator](#) ve hareketli [rotordan](#) oluşur. Üretilen elektrik enerjisi dağıtım seviyelerine yükseltmek üzere dağıtım tesisine aktarılır.

Yanmış Gaz Çıkışı ve Arıtma

Yanmış gazlar kazanı terkederken ısıyı tutup içeri giren taze havaya karıştıran metal file şeklindeki düz bir döner sepet içinden geçer. Buna hava önısıtıcısı denir. Kazandan çıkan yanmış gazlar küçük kül parçacıkları ihtiva eder. Ayrıca nitrojenin yanı sıra karbondioksit, kükürt dioksit ve nitrojen oksitler gibi yanma gazları da barındırır. Kül parçacıkları toz toplayıcı ya da elektrostatik filtreler ile ayrıştırılır. Ayrıştırılan kül bazen yan ürün olarak çimento üretiminde kullanılabilir. Fakat bu temizlik işlemi sadece uygun teknoloji ile donatılmış tesislerde gerçekleştirilmektedir. Halihazırda kurulu olan kömürlü termik santrallerin çoğunluğunda bu sistem mevcut değildir.

Avrupa Birliğinin yayınladığı yönetmelikler atık gaz kirliliğinin azaltılmasında etkili olmuştur. Japonya 30 yılı, Amerika Birleşik Devletleri 25 yılı aşkın süredir atık gaz arıtma teknolojisi kullanmaktadır. Atık gaz bacasından yukarı doğru hareket eden yanmış gazların sıcaklığı çıkışta 50 °C ye kadar düşebilir. Tipik bir atık gaz bacasının yüksekliği kalan yanmış gaz içeriğinin atmosfere salınması için 150-180 metre kadar olabilir. Dünyadaki en yüksek atık gaz bacası 419.7m ile Kazakistan, Ekibastuz'daki GRES-2 termik santralının bacasıdır.

Atık gazların içindeki kül fırın çıkışına endükleme fan öncesinde konulan elektrostatik filtreler, toz toplayıcılar, ya da her ikisi birlikte kullanılarak ayrıştırılır. Filtrelerin altında toplama kaplarında biriken kül periyodik olarak boşaltılır.



5.KÖMÜRLÜ TERMİK SANTRALLERDE SU KULLANIMI VE SU TÜKETİMİ

Termik santrallerde su, “**Su-Buhar Çevrimi Suyu**” ve “**Soğutma Suyu**” olmak üzere iki ayrı şekilde kullanılmaktadır(1).

Su-buhar çevrimi suyu

Su-buhar çevrimindeki su, santral karakteristiğine göre doğal suların çeşitli işlemlerden geçmesi ile elde edilir. Ham su arıtıldıktan sonra elde edilen su katma suyu adı altında su- buhar çevrimine karıştırılır.

- Kondenser suyu:** Türbinde iş gören buhar kondenserde yoğunlaşarak kondenser suyu adını alır. Bu su yakıt alıcıya kadar kondenser suyu olarak kalır.
- Besleme suyu:** Yakıt alıcıdan sonra aynı su besleme suyu adını alır.
- Kazan suyu:** Kazana giren su artık kazan suyu olmuştur.
- Doymuş buhar:** Kazanda buharlaşan yaş buhara doymuş buhar denilir.
- Kızgın buhar:** Doymuş buhar kızdırıcılarda kızgın buhar haline gelerek türbine girer.

Soğutma suyu

Santralin çeşitli yerlerinde soğutma suları kullanılır. Bunlar da başlıca iki bölümde incelenebilir.(1)

- Kondenser besleme suyu:** Türbinde iş görmüş olan buharı soğutmak için kullanılır.
- Donanım soğutma suyu:** Bu su, santralin çeşitli yerlerinde (yağ soğutucuları, pompa vb.) kullanılan soğutma suyudur. Genellikle bu iş için arıtılmış su kullanılır. Sistem tümüyle kapalıdır. Soğutma işlemini tamamlayan donanım soğutma suyu, özel ısı değiştirgeçlerinde kondenser soğutma suyuyla soğutulur ve tekrar iş görebilir hale getirilir. Santral için arı suyun elde edilmesi çeşitli basamaklarda olur.

Ham su bir pompa ile bir su kaynağından alınır. Alınan su, sertlik giderme ünitesinde yumuşatılır. Valf, kollektör ve hava ayırıcıdan geçen su, kazan besleme suyu deposuna boşaltılır. Bu depodan pompalarla alınan su, ön ısıtıcı yani ekonomizöre gönderilir. Ön ısıtıcıda ısınan su kazana verilir. Kazandan yüksek sıcaklık ve basınçta çıkan buhar, su ayırıcıdan geçer ve buhar makinesine gelir. Buhar makinesi de jeneratörü döndürerek elektrik enerjisi elde edilir. Buhar makinesinden çıkan çürük buhar, kondenserde sıvılaşır ve yeniden kazan suyu besleme devresine katılır (1).

Buharın kondenserde yoğunlaştırulabilmesi için büyük miktarda soğutma suyuna ihtiyaç vardır. Soğutma suyunun tamamı nehir, göl ya da denizden alınıyorsa buna “açık devre ile soğutma” denir. Bu halde su, açılan bir kanala dolarak taraklara ve süzgeçlere gelir. Taraklarda iri pislikler ayrılır. Süzgeçlerde ise su mekaniksel olarak temizlenir. Soğutma sıcaklığının yıl ık ortalaması ideal şartlarda 10-15 °C olmalıdır. Bu değerlerin karşılığı olan kondenser basıncı 0,029- 0,039 bar’dır. Soğutma suyu pompaları, soğutma suyunu kondensere basarlar. Kondensere basılan soğutma suyu, burada türbinden gelen buharı yoğunlaştırırken 8-10 °C ısınır. Isınmış olan soğutma suyu alındığı nehir, göl ya da denize geri verilir. Soğutma suyu miktarı, yoğunlaştırulan buharın ortalama 50-70 katıdır.(1).

Suyun kısıtlı olduğu yörelerde, kondenserde ısınmış olan soğutma suyu soğutma kulelerinde soğutulur. Kulelerde suyun yukarıdan aşağıya doğru dökülmesi sırasında **meydana gelen buharlaşma kayıplarını karşılayabilecek kadar da su temin edilemiyorsa santralde** havalı soğutma teknolojisi kullanılır. Soğutma kulelerinde soğutulmuş olan suyun sıcaklığı 22-27 °C arasında değişir. Bu değerlerin karşılığı olan kondenser basıncı (vakumu) 0.05-0.06 atü’dür. Soğutma kulelerinde soğutulan su, soğutma suyu olarak kullanılmak üzere tekrar kondensere gönderilir. Buna “kapalı devre ile soğutma” denir. Kömürlü termik santrallerde su kullanımı esas olarak aşağıdaki alanlarda gerçekleşir.



- Soğutma suyu sistemi (Kondenser ve ACW)
- Enerji üretimi sistemi
- Kül taşıma sistemi
- Kömür tozu bastırma sistemi

Termik santraller, özellikle kömürle çalışmakta olanlar daha çok soğutma ve proses için büyük miktarlarda suya ihtiyaç duyarken ,enerji üretirken çıkardıkları sera gazı salımları ile de su kaynakları üzerinde olumsuz etkiler yaratan enerji üretim sistemleridir.

Termik santraller arasında en fazla su tüketimi Nükleer enerjiye ve Kömüre dayalı termik santrallerde gerçekleşmektedir. Doğalgaz santrallerinin su tüketimi çok daha azdır. Örneğin Türkiye’de 2016 yılında üretilen elektriğin su kullanım yoğunluk değerleri konusunda yapılan bir çalışmada (4) doğalgaz santrallerinde 1 GWH elektrik enerjisi üretmek için 420 m³ su tüketilirken, kömürlü termik santrallerde 3,5 katı daha fazla 1425 m³ su tüketildiği belirtilmiştir(4).Bu miktarlar kullanılan teknolojilere göre farklılık gösterebilmektedir.

Termik santrallerde hem ısıyı önce mekanik, sonra elektrik enerjisine çevirebilmek, hem de sistemi soğutarak çalışabilir sıcaklıkta tutabilmek için kaynağından büyük miktarlarda su çekimi yapılır. Bu suyun bir bölümü kullanılarak dış ortama geri verilir. **Bir bölümü de buharlaşarak bir anlamda tüketilmiş olur.**Büyük miktarda suya olan ihtiyaçları nedeniyle termik santrallerin genelde deniz, göl, akarsu kıyılarına kurulmuştur.

Açık Devre Soğutma

Termik santrallerde soğutma için üç temel sistem kullanılır. Bunlardan “**açık devre**” sistemlerde yüzey suları kaynağından çekilerek tesis içerisinde soğutma amacı ile bir tur yaptırılır ve ardından kaynağına geri döndürülür. **Bu sistemlerde suyu döngüsel olarak kullanan sistemlere göre 10-100 kat daha fazla su çekimi yapılır.** Bu nedenle çekilen su diğer sistemlere nazaran daha az buharlaşma ile kaynağına geri verilir. Sistemden suyun bir kez geçtiği bir soğutma sistemi, bir nehir, gölden veya denizden suyu çeker, buharını yoğunlaştırmak için sistemin içindeki suyu çevirir, daha sonra orijinal su kaynağına geri verir. Bu sistem ilk yatırım ve işletme maliyeti açılarından diğerlerine göre çok ekonomik olup ilave olarak soğutma kuleleri inşaatını gerektirmez.



Şekil 15 a. Denizsuyu Kullanan Mekanik Akımlı Islak Tip Soğutma Sistemi (İzdemir Termik Santrali).



Kapalı Devre Soğutma

Soğutma teknolojisinde “kapalı devre” sisteminde ise, su kaynağından çekildikten sonra tesis içerisinde döngüde tutulur. Açık devre sistemlere göre çok daha az su çekimi yapılırsa da çekilen su buharlaştığı için belirli bir miktarı tüketilmiş olur. Termik santrallerde hava akımı ile soğutma yapılan “susuz/kuru soğutma” sistemleri de mevcuttur. Bu sistemlerde kullanılan su miktarı çok azdır. Ancak bu sistemlerin verimlilikleri düşüktür. Ayrıca yüksek ilk yatırım ve işletme maliyetleri ile santralde üretilen elektrik enerjisinin birim maliyetine önemli bir yük getirdikleri gibi üretilen elektriğin bir bölümünü de kullanmaktadır. Bu ekonomik nedenlerle kurulların çok sıkı olarak uygulandığı ülkeler hariç çok yaygın olarak kullanılmazlar.



Şekil 15 b. Kuru soğutma sistemi

Kuru soğutma sistemleri, bu haliyle, maliyetli teknolojiler olup tekno-ekonomik hususlarda ıslak soğutma sistemleriyle karşılaştırılmazlar. Ancak, su baskısı altında olan bölgelerde hava soğutmalı buhar kondansatörü kullanan kuru soğutma sistemi kullanılmalıdır.

Soğutma kulesi olmayan tek geçişli soğutma sisteminden soğutma kulesi sistemine geçiş tartışıldığında, kuru soğutma sisteminin bu değişim deposuna ihtiyaç duyulduğunu düşünmenin bir anlamı yoktur.

5.1. TERMİK SANTRALLERDEKİ SU TÜKETİMİ MİKTARI

Bir termik santraldeki su ihtiyacının miktarı;

Kullanılacak ham suyun kalitesi, soğutma sisteminin tipi, kullanılan kömürün kalitesi, uçucu kül miktarı, uçucu kül uzaklaştırma yöntemi, baca gazı tutma ve biriktirme tercihi, atıksuyun arıtılması gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda bu konuda bazı genel yaklaşımlar elde edilmiştir. Bu çalışmalarda soğutma kuleli kömüre dayalı mevcut termik santrallerde su tüketiminin MW başına 7 m^3 /saat olduğu ancak son dönemde yapılan termik santrallerde bu miktarın MW başına $3,5-4 \text{ m}^3$ /saat olarak kabul edildiği yer almaktadır. (5-28).



Şekil 16 .Termik santraldeki ısı enerjisinin elektrik enerjisine dönüşen miktarı Kömüre dayalı termik santrallerde suyun yaklaşık %85'i soğutma suyu olarak kullanılmaktadır. Çünkü santrallerde oluşan sıcaklık yükünün sadece yaklaşık %40'ı elektrik enerjisine dönüştürülebilmekte ,diğer bölümü ise soğutma sistemlerinde soğutulmakta ve bacadan gaz olarak salınmaktadır(Şekil 16).

Hindistan kömüre dayalı termik santrallerin çok fazla sayıda olduğu bir ülkedir.

Hindistan'ın Çevre, Orman ve İklim Değişikliği Bakanlığı 7 Aralık 2015 tarihinde Termik Santrallerdeki su kullanımı ile ilgili bir genelge yayınlamıştır(28).

- Santrallerinde tek yönlü soğutma (Once Through Cooling) sistemi olanların soğutma kuleleri kurmaları ve bu genelgenin yayımlandığı tarihten itibaren en çok iki yıl içinde su tüketimlerini 3,5 m³/MWh'a indirmeleri
- 1 Ocak 2017'den sonra kurulacak yeni tesislerde su tüketiminin maksimum 2,5 m³/MWh olması zorunluluğu getirilmiştir.

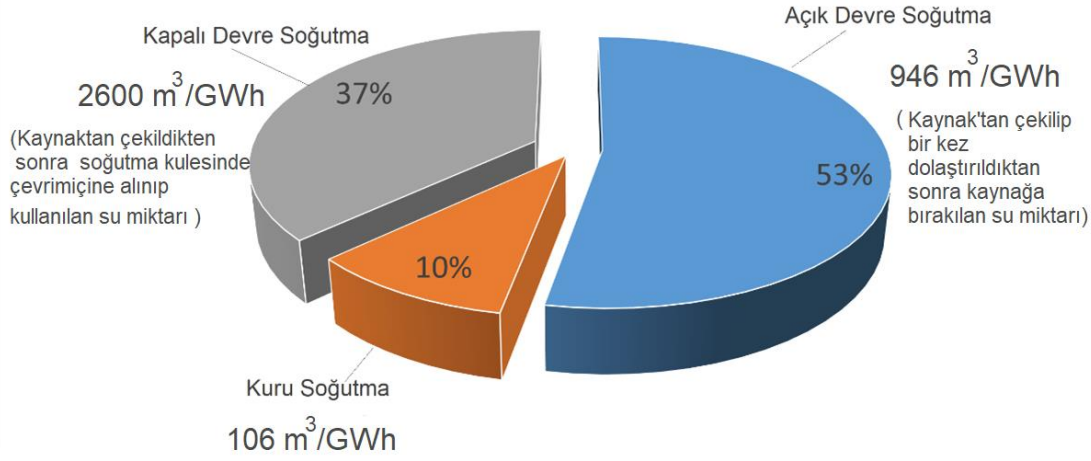
5.2.KÖMÜRLÜ TERMİK SANTRALLERDE KURU/HAVA SOĞUTMALI SİSTEM İLE SULU SOĞUTMALI SİSTEMİN KIYASLANMASI

Buhar dönüşümü verimliliği % 40 olan 660 MW'lık bir kömür santralinde;

- Su ile soğutma sisteminin ilk yatırım maliyeti, doğal kuru soğutma sisteminin maliyetinin üçte biridir
- Su ile soğutma sisteminin ilk yatırım maliyeti, Mekanik Dolaylı Kuru Soğutma sisteminin maliyetinin yaklaşık yarısıdır
- Su ile soğutma sisteminin enerji masrafları diğer kuru soğutma sistemlerinin enerji masraflarından %25-%30 daha azdır
- Kuru ve sulu sistemler arasında dolaşımdaki suda buharlaşma, yanma ve akıştaki kayıplar açısından bir fark yoktur (6).



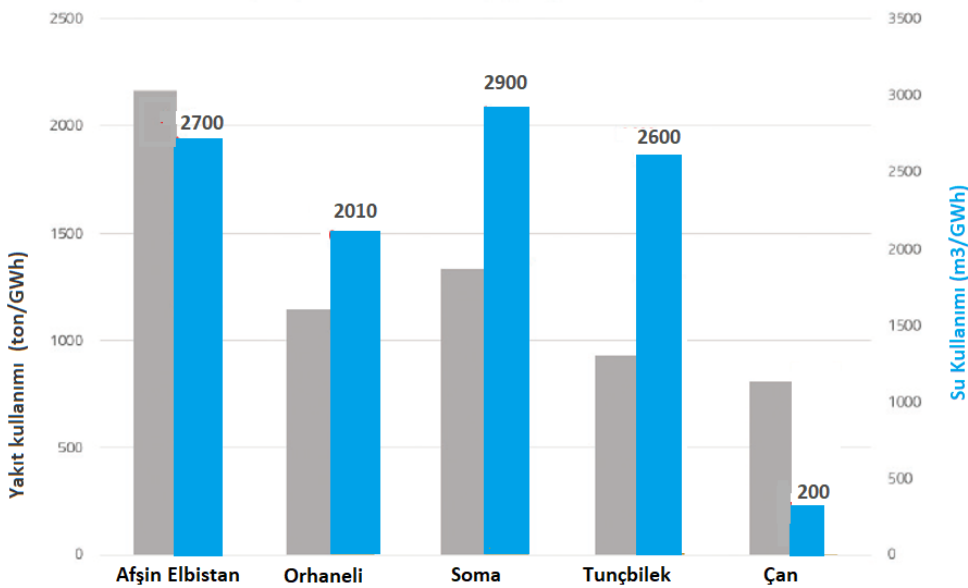
Türkiye'deki Kömür Santrallerinin Kurulu Güçlerinin Kullandıkları Soğutma Teknolojilerine Göre Dağılımı ve Birim Su Kullanımları-Tüketimleri (2016)



Kaynak: El-Khozondar, B., & Koksall, M. A. (2017). Investigating the water consumption for electricity generation at Turkish power plants. In E3S Web of Conferences (Vol. 22, p. 00039). EDP Sciences

Şekil 17. Türkiye’de 2016 yılında devredeki linyit ve taşkömürü santrallerinin soğutma teknolojilerine göre kurulu kömür gücü içindeki payları ve su tüketim faktör değerleri (6).

Literatür araştırmasında Türkiye’deki taşkömürü ve linyit santrallerinin %53’ünün açık devre ,%37’sinin de kapalı devre soğutma sistemlerine sahip olduğu , soğutmasını hava ile yapan kömür santralleri ise toplam kapasitenin sadece %10’unu oluşturduğu belirlenmiştir.(4). Türkiye’de 2016 yılı için teknoloji türüne göre soğutma sistemlerinin su kullanım-tüketim faktörü değerleri kapalı devre sistemler için ortalama 2600 m³/GWh, açık devre sistemler için 946 m³/GWh ve kuru soğutmalı sistemler için 106 m³/GWh olarak hesaplanmıştır (6). (Şekil 17).



Şekil 18. Seçilmiş bazı linyit santrallerinde su tüketimi ve yakıt kullanımı verileri(2004-2013) (6).



Şekil 18 'de de görüldüğü gibi linyit santrallerimiz literatürdeki bu ortalama hesap sonuçları (5) ile tutarlı **bir su tüketimi** gerçekleştirmektedir. Soğutma sistemi kuru tip hava ile soğutmalı ve yüksek verimli olması nedeniyle Çan Termik Santrali su tüketimi bakımından diğerlerinden ayrılmaktadır. Ancak, Çan santralinde yine de 1 GWh elektrik üretilmesi için 200 m³ su kullanılmaktadır.

5.2.1. Zonguldak EREN Kömür Yakıtlı Termik Santrali

Zonguldak ili, Çatalağzı Belediyesi sınırları içinde bulunan ZETES Termik Santrali (Zonguldak Eren Termik Santrali) EREN1 (ZETES 1), EREN 2 (ZETES 2) ve EREN 3 (ZETES 3) santrallerinden oluşmaktadır².

Toplam Kurulu gücü 2790 MWe olan ZETES Santralinde 1 adet 160 MW kurulu gücünde akışkan yatak teknolojisine sahip santral ünitesi (EREN 1) 2 adet 615 MWe Super Kritik Pülverize Kömürlü (EREN 2) ve 2 adet 700 MWe Super Kritik Pülverize Kömürlü Santral (EREN3) üniteleri bulunmaktadır. Günlük kömür tüketim miktarı (tüm üniteler devredeyken) yaklaşık 23.000 tondur. Aylık tüketim ise, 700.000 ton civarındadır. İthal hammadde ihtiyacı kapsamında Santral sahasının uzantısındaki Muslu bölgesine Eren Limanı yapılmıştır. Bu liman sayesinde Eren Enerji santralleri kesintisiz şekilde kömür ihtiyacını karşılayabilecektir.

2790 MWe ZETES Santralinde kullanılan servis suyu ve Demineralize su ihtiyacı için Santral sahasında ters osmoz teknolojili Su Arıtma Tesisi kurulmuştur. Bu tesise deniz suyu, limandaki su alma yapısında çalışan 2 adet 2250 m³/h, 45 mSS pompa ile basılmaktadır. Gelen deniz suyu öncelikle kaba filtreden geçirilmekte ve tanklarda depolanmaktadır. Daha sonra ise filtreleme ve ters osmoz ara kademelerinden geçirilerek servis suyu ve demineralizasyon suyu üretilmektedir. Ünitelerin ihtiyacına göre servis suyu ve demineralizasyon suyu pompalar vasıtasıyla boru köprüsü üzerinden ünitelere gönderilmektedir.

ZETES2, Zonguldak Eren Termik Santral sahasının güney kısmında bulunan 2x615 MW gücündeki ünitelere verilen isimdir.

Zonguldak Eren 2 Termik Santralinde maksimum % 1 S içerikli ithal kömürün pulvarize kazanda yakılması sonucu elde edilecek yüksek ısı ile denizden elde edilecek ve bir takım arıtma işlemleri sonrası saflaştırılan su, kritik basınçta yüksek sıcaklığa çıkarılmaktadır. Kritik basınçta, sudan elde edilen yüksek basınç ve sıcaklıktaki buhar, türbinde mekanik enerjiye, jeneratörde de elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Termik santralin kurulu gücü 2x615 MW dır.

EREN 2 Santrali için su arıtma ve hazırlama sistemi(1)

Diğer termik santrallerde olduğu gibi Zonguldak Eren Termik Santralindeki çeşitli işlem ve fonksiyonların yürütülmesi için de su kullanılmaktadır. Bu sular, kazan make-up (besleme) suyu, soğutma suyu ve Baca Gazı Desülfürizasyon (BGD) Sistemi üniteleri için kullanılan sulardır. Kazan make-up (besleme) suyu için 200-250 m³/saat, soğutma suyu için 1280,250 m³/saat ve BGD ünitesinde ise toplam 200-250 m³/saat olmak üzere toplam 1320,250³ m³/saat su kullanılmaktadır. Bu suyun tamamı Zonguldak Eren Limanı'nın hemen yanında Küpburnu Mevkii'nde inşa edilen su alma yapısı ile denizden çekilmekte ve 1310,750 m³/saat'lik soğutma suyu dışındaki toplam 500 m³/saat'lik proses suyu arıtıldıktan ve belirli kriterlere getirildikten sonra kullanılmaktadır.

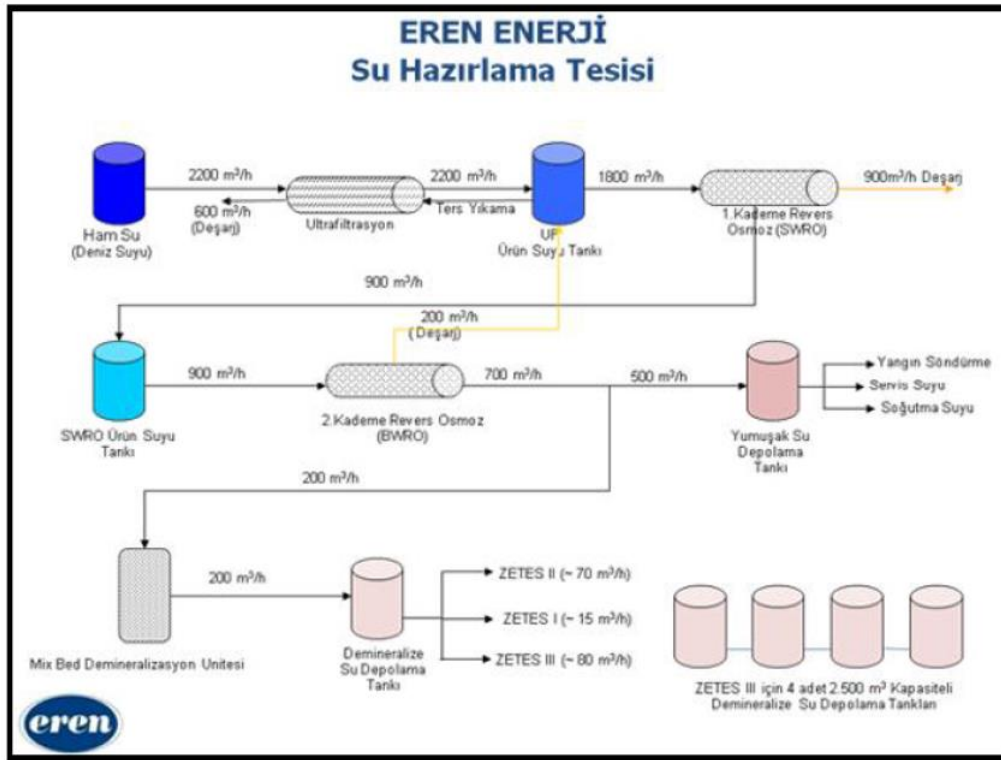
Bu 500 m³/saat'lik proses suyunun; 250 m³/saat'lik kısmı kazan make-up (kazanın buhar kaybından ve blöflerden kaynaklanan su eksikliğinin tamamlanması, kazan dışındaki yan sistemler ve tesis içi kullanma suyu) suyu, 250 m³/saat'lik kısmı ise BGD ünitelerinde kireçtaşı solüsyonunun hazırlanması için gerekli

² <http://www.eren-enerji.com.tr/tr/kurumsal/eren-enerji/zetes-2>

³ Verilerin alındığı kaynaktaki bazı değerler revize edilmiştir.



sudur(1).



Şekil 19.a. Su Hazırlama Tesisi Akış Diyagramı



Şekil 19 b. EREN 2 Termik Santrali



Şekil 20. EREN Termik Santrali alanı

Bu açıklamalardan bu santralin soğutma suyu için denizden saatte 131750 m³ su çekildiği ve tek geçiş sistemi ile soğutma yapıldıktan sonra suyun tekrar denize deşarj edildiği anlaşılmaktadır.

Santralin proses suyu da denizden çekilmekte ve ultrafiltrasyon ve reverse osmosis sistemi ile istenilen kaliteye getirildikten sonra kullanılmaktadır(Şekil 19,Şekil 20) .

6 TERMİK SANTRALLERİMİZDE KULLANILAN SULAR NEREDEN ÇEKİLİYOR NEREYE DEŞARJ EDİLİYOR

Türkiye’de termik santrallerin kullandığı suyun kaynağı ,çekilen su miktarı ve deşarj ettiği su ile bu deşarjın ne kadarının arıtılarak gerçekleştirildiğine dair resmi veriler TÜİK tarafından yayımlanan Termik Santral Su, Atıksu ve Atık İstatistiklerinden elde edilebilmektedir. Bu veriler aşağıdaki formatta yayınlanmakta ve ayrıca tablolar olarak da elektronik ortamda bulunmaktadır.

6.1.Termik Santral Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri, 2018 (18)

Termik santraller tarafından 7,9 milyar m³ su çekildi

TÜİK tarafından yayınlanan Termik Santral Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri Anketi sonuçlarına göre 2018 yılında termik santraller tarafından %98,2'si denizden, %1,8'i ise baraj, akarsu, kuyu ve diğer kaynaklardan olmak üzere toplam 7,9 milyar m³ su çekilmiştir. Çekilen suyun %93,4'ü soğutma suyu olarak kullanılmıştır (18).



Termik santraller tarafından 7,5 milyar m³ atıksu deşarj edildi

TUİK verilerine göre termik santraller tarafından 2018 yılında deşarj edilen 7,5 milyar m³ atıksuyun %96,6'sını soğutma suyu oluşturmuştur. Toplam atıksuyun %99,5'i denize, %0,5'i ise kül barajı, düzenli kül depolama sahası, akarsu ve diğer alıcı ortamlara deşarj edilmiştir (18).

Termik santrallerde 26,1 milyon ton atık oluştu

TUİK tarafından yayınlanan verilerde termik santrallerde 14 bin tonu tehlikeli olmak üzere toplam 26,1 milyon ton atık oluştuğu yer almaktadır (18). Toplam atığın %89,2'sini kül ve cüruf atıkları, %10,7'sini ise metal, kâğıt, plastik atıklar, atıksu arıtım çamurları ile evsel ve benzeri atıklar oluşturmuştur. Toplam atığın %87,5'i kül dağı, kül barajı veya düzenli depolama tesislerinde bertaraf edilirken, %12,4'ü lisanslı atık işleme tesislerine gönderilmiş ve maden/taş ocaklarının geri doldurulmasında kullanılmış, %0,1'i ise diğer yöntemlerle bertaraf edilmiştir (18).

Termik santral su, atıksu ve atık göstergeleri, 2016, 2018

	2016	2018
Termik santral sayısı	61	55
Toplam çekilen su miktarı (Bin m ³)	8 611 221	7 872 230
Kullanılan soğutma suyu miktarı (Bin m ³)	8 467 951	7 352 042
Toplam deşarj edilen atıksu miktarı (Bin m ³)	8 476 219	7 528 602
Deşarj edilen soğutma suyu miktarı (Bin m ³)	8 380 304	7 269 778
Arıtılan atıksu miktarı (Bin m ³)	18 477	12 249
Toplam atık miktarı (Ton)	19 476 924	26 127 134
Tehlikesiz atık miktarı (Ton)	19 464 946	26 113 329
Tehlikeli atık miktarı (Ton)	11 979	13 805

Tablodaki rakamlar yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir

Termik Santral Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri'nin kapsamı kurulu gücü 100 megawatt (MW) ve üzeri olan tüm faal termik santrallerdir. Termik santrallerin soğutma ve proses suları konusunda yapılacak çalışmaların resmi açık veri tabanı yukarıdaki bilgiler olup bu bilgilerle sağlıklı sonuçlara ulaşabilmek mümkün değildir. Ayrıca 2018 yılına ait olan bu bilgiler 2020 yılında yayınlanmıştır. 2020 yılına ait bilgilerin ise 2022 tarihinde yayınlanacağı TUİK'in web sayfasında belirtilmiştir.

Bu nedenle santrallerin soğutma sistemlerine göre kırılımlı ve deniz suyu veya tatlı su kullanımına göre sınıflandırılmış güncel ve detaylı verilere ulaşabilmek mümkün olmaması ve halka açık mevcut TUİK verileri ile çalışılmıştır. Bu verilerin yanısıra kapsamlı bir literatür araştırması yapılarak bilimsel araştırma makalelerindeki, yüksek lisans tezlerindeki veriler toplanmıştır. Elde edilen tüm verilerden kıyas analizleri yapılarak en doğru verilerin kullanılmasına çalışılmıştır.

Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK), 1994 yılından itibaren çeşitli dönemlerle İmalat Sanayi Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri'ni yayınlamaktadır. Bu konu ile ilgili olarak TUİK 2016 İmalat Sanayi Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri Mikro Veri Seti raporunda veri toplama yöntemi şöyle açıklanmıştır;(26)



6.1.1. Termik Santrallerin Su Çekimi ve Atık Verileri Nasıl Toplanıyor ? (26)

TÜİK tarafından, imalat sanayi su, atıksu ve atık istatistiklerine yönelik çalışmalara 1994 yılında başlanmıştır. 2008 yılına kadar bu veriler “İmalat Sanayi Çevre İstatistikleri” anketi ile , 2008 yılından sonra İmalat Sanayi, Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri soru formu ile derlenmiştir.

2016 yılından itibaren ise İmalat sanayi su, atıksu ve atık istatistiklerinin anket formu **Termik Santral anket formu ile birleştirilmiş ve İmalat Sanayi ve Termik Santral Su ve Atık İstatistikleri Soru Kağıdı** ile veri derlenmeye başlanmıştır.

Veri Toplama Yöntemi (26)

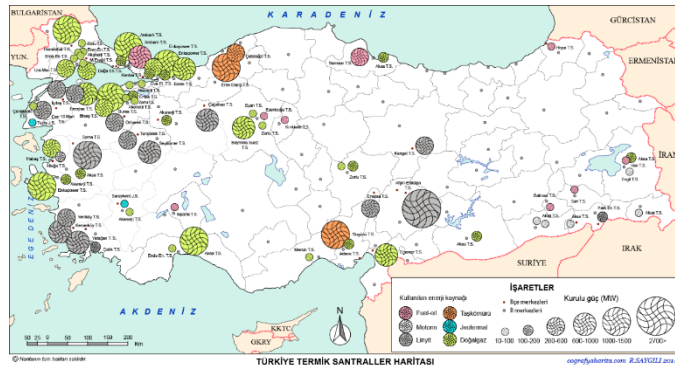
İmalat sanayi, su, atıksu ve atık istatistikleri anketi, 2014 yılına kadar Bölge Müdürlüklerinin çalışma programına bağlı olarak posta veya yüz yüze görüşme yöntemi kullanılarak uygulanmıştır. 2014 yılından itibaren veriler web ortamında derlenmektedir.

Verilerin internet ortamında derlenmesi kapsamında, her girişime TÜİK tarafından bir kullanıcı adı ve şifre tahsis edilmiştir. Yerel birimler kendilerine verilen bu şifreler ile TÜİK tarafından oluşturulan veri girişi sistemine internet üzerinden elektronik ortamda bilgilerini girerler. Yerel birimler tarafından internet ortamına girilen bilgiler önce TÜİK Bölge Müdürlüklerimiz tarafından incelenir. SAS analizleri ile mikro düzeyde kontrol ve tutarlılık analizleri yapılır. Bölge Müdürlükleri tarafından SAS analizleri bitirildikten sonra, Merkez tarafından daha detaylı ve makro analizler yapılarak şüpheli kayıtlar için tekrar Bölge Müdürlüklerine dönüş yapılır. Şüpheli durumları detaylı şekilde sorgular ve veriye son halini verir. Merkezde Su ve Atık İstatistikleri Grubu tarafından tekrar kontrol edilen veriler yapılan analiz ve incelemelerden sonra yayına hazır hale getirilir

6.1.2. TÜİK’in Soğutma Suyu verilerinde açıklanması gereken bazı hususlar var

Bu verilerde yakıt tipine göre bir kırılım söz konusu olmadığı için linyit veya kömür santralleri özelinde bir değerlendirme yapmak için sağlıklı veri elde edilememektedir. Ülkemizdeki kömür santrallerinin kullandığı soğutma suyunun miktarı, kalitesi ve atıksularına yönelik açık bir kaynağa ve sağlıklı verilere ulaşmak çok zordur. TÜİK’in bu istatistiklerinde genel bazı bilgilere ulaşılabilmeyle birlikte yapılan açıklamalar incelendiğinde bu verilerin standart olup olmadığı ve anketin doldurulmasında gerekli duyarlılığın gösterilip gösterilmediği konularında bazı endişeler ortaya çıkmaktadır.

6.2. Veri Güvenilirliği Endişesi Var !



Şekil 21. Türkiye Termik Santraller haritası



Yapılan bazı çalışmalarda (4) ülkemizdeki 44 termik santralin sadece 11'inin soğutma suyu için deniz suyundan yararlandığı ve bu santrallerin toplam kurulu gücünün karasal alanlarda yer alan santrallerden daha fazla olduğu bilgisi yer almaktadır. Bu çalışmada, deniz kıyısında olan 11 termik santralin toplam kurulu gücünün 11 245 MW (%54) iken denize uzak bölgelerdeki 33 termik santrallerin toplam kurulu gücünün 9550 MW(%46) olduğu belirtilmektedir (4).

Bu durumda termik **santrallerimizin kurulu güç olarak %54'ü** deniz kıyısında yer almaktadır. Bu nedenle bu santrallerin diğerlerine göre ilk yatırım maliyeti daha ekonomik olan tek geçişli soğutma sistemlerini kullanmakta olduğu düşünülebilir. Bu düşüncemizi *Balkess El-Khozondar* ve *Merih Aydınalp* Koksal tarafından yapılan ve 2017 yılında yayınlanan çalışma da desteklemektedir (5).

Balkess El-Khozondar ve *Merih Aydınalp* Koksal tarafından yapılan çalışmada 2016 yılında ülkemizdeki kömür/linyit santrallerinin kurulu güç olarak %37'sinin ıslak soğutma kulelerine, % 53'ünün tek geçişli soğutma sistemlerine , sadece %10'unun kuru/hava soğutma sistemine sahip olduğu yer almaktadır(5).

Bu durumda ülkemizdeki kömür santrallerinin kurulu güç olarak %53'ünün soğutma suyunu denizden çektiği ortaya çıkmaktadır. Buna hava ile soğutma yaptığı belirtilen (5) %10 luk kurulu güç de ilave edildiğinde geriye toplam 8500 MW gücünde karadaki kömür santrallerimiz kalmaktadır. Bu 8500 MW kurulu güce sahip termik santrallerin su kullanımı, su tüketimi ve kullanılmış su deşarjı verilerinin güncel ve daha detaylı bir şekilde açıklanması bu santrallerin yarattığı su baskısının belirlenmesi açısından çok faydalı olacaktır.

Örneğin Ekim 2020'de **Muğla'nın Milas ilçesine bağlı İkizköy**'ün yakınındaki **Yeniköy** kömürlü termik santrali için kuyular açılarak ilave su temin edildiği ve köyün su sıkıntısı yaşadığı iddiaları basında yer almıştır.

Bu durum termik santrallerin yaratabileceği yerel ve bölgesel su baskısına önemli bir örnek olmuştur.





Deniz kıyısında olmayan birçok termik santral var. Bu bölgelerde su baskısı artıyor !

TÜİK verilerindeki çekilen ve kullanılarak tekrar kaynağına verilen soğutma suyu miktarının çok büyük bölümünü deniz kenarında yer alan termik santrallerin kullanımları oluşturmaktadır.

Ancak toplam 8500 MW kurulu güce sahip 30 dan daha fazla kömür santrali soğutma suyunu baraj, göl, akarsu ve yeraltı suyu gibi denizlerin dışındaki kaynaklardan temin etmektedir. Ayrıca karada yapımı planlanmış olan birçok kömür santrali de bulunmaktadır.

Karalardaki termik santrallerde deniz kıyısındakilere nazaran suyu kapalı çevrimle daha az tüketen kule tipi soğutma teknolojilerinin tercih edildiği bilinmektedir. Ancak yine de bu santrallerde soğutma ve proses suyu kullanılmakta ve bu su o bölgedeki gittikçe azalan kısıtlı su kaynaklarından temin edilmektedir. Bu nedenle bu santrallerin soğutma suyu ile ilgili verilerinin suyun çekildiği kaynak da belirtilerek her santral için ayrı ayrı verilmesi gerekmektedir.

TÜİK'in açıklamalarında konunun daha çok “**kaynaktan çekilen ve kaynağa bırakılan su**” gibi genel bir ifade ile yer alması bazı zorluklara ve yanlış anlamalara neden olmaktadır. Dolayısıyla hem yaratılan yerel-bölgesel su baskısı konusunda yapılacak olan çalışmalar için detaylı veri bulunamamakta hem de aşağıdaki bölümde verildiği gibi basında bazı spekülatif haberler de çıkabilmektedir.





6.3.Basında Termik Santral Haberleri

BASINDA TERMİK SANTRALLERİN SU KULLANIMI KONUSUNDA YER ALAN BAZI HABERLER





BASINDA Kömür Santrallerinin Su İhtiyacı !





Termik santrallerin kullandığı suların yarısına yakını tatlı su kaynaklarından sağlanıyor

28 Kasım 2019 Tarihinde , Haber Merkezi |

TÜİK verileri doğru değil

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2018 yılına ilişkin Termik Santral Su, Atık su ve Atık İstatistiklerini açıkladı. Buna göre santrallerin yüzde 98,2'si deniz suyu, yüzde 1,8'inin ise tatlı su kullanıldığı belirtilmesine rağmen bu veriler gerçeği yansıtmıyor. Açıklamada, 7,9 milyar metre küp su çekildiği belirtilirken 43 termik santralin sadece 11'inin deniz suyundan yararlandığı ancak bu santrallerin toplam gücü karasal alanlarda yer alan santrallerden daha fazla.

Çoğu denizden uzak

Termik santrallerce geçen yıl deşarj edilen 7,5 milyar metreküp atık suyun yüzde 96,6'sını soğutma suyu oluşturdu. Toplam atık suyun yüzde 99,5'i denize, yüzde 0,5'i ise kül barajı, düzenli kül depolama sahası, akarsu ve diğer alıcı ortamlara deşarj edildiği belirtiliyor. Bu verilerin gerçek olamayacağı anlaşılıyor. Karasal alanlarda bulunan 32 santralin atık suyunu denizlere deşarj etmesi mümkün olmadığı ve bu santrallerin çevresindeki baraj, göl, akarsu ve yeraltı sularını kullandığı ve bu amaçla kullanılan ve ısınıp kirlenen suların doğal ortama salındığı biliniyor.

Kaynak: (23)





Termik santrallerin kullandığı suların yarısına yakını tatlı su kaynaklarından sağlanıyor

28 Kasım 2019 Tarihinde , Haber Merkezi | 1654 Views | 13dk. Okundu

102

TÜİK verileri doğru değil

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2018 yılına ilişkin Termik Santral Su, Atık su ve Atık İstatistikleri'ni açıkladı. Buna göre santrallerin yüzde 98.2'si deniz suyu, yüzde 1.8'inin ise tatlı su kullanıldığı belirtilmesine rağmen bu veriler gerçeği yansıtmıyor. Açıklamada, 7.9 milyar metre küp su çekildiği belirtilirken 43 termik santralin sadece 11'inin deniz suyundan yararlandığı ancak bu santrallerin toplam gücü karasal alanlarda yer alan santrallerden daha fazla.

Kaynak:ozgurdenizli.com <https://ozgurdenizli.com/termik-santrallerin-kullandigi-sularin-yarisina-yakini-tatli-su-kaynaklarindan-saglaniyor/>

BİR DAHA
BAKALIM !





BASINDA KÖMÜR SANTRALLERİ'NİN SU KULLANIMI HABERLERİ



Türkiye'de kullanılan suyun yarısından fazlasını termik santraller kullanıyor.

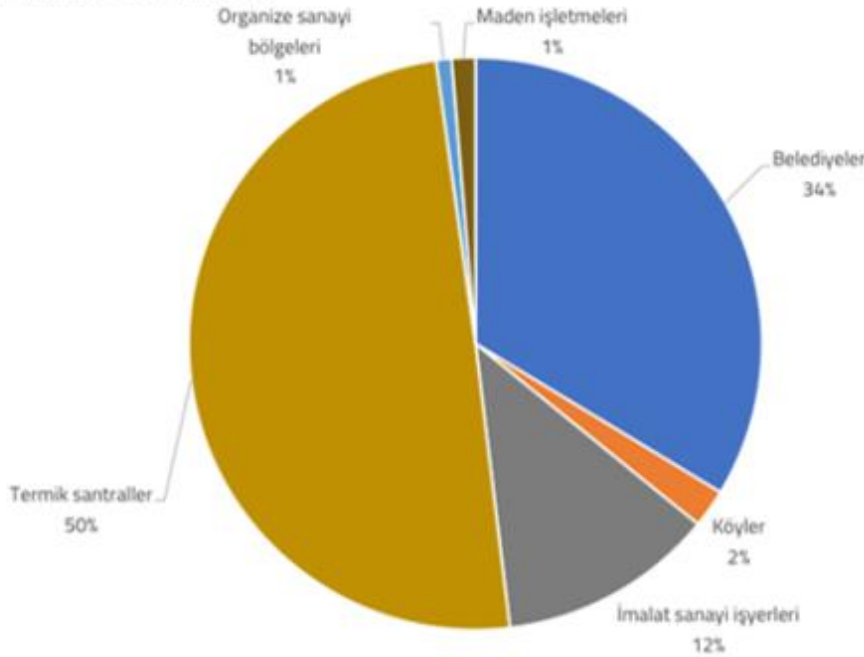


2016'da Kaynağından Alınan 17.3 milyar m3 Suyun Yarısı Termik Santraller Tarafından Çekildi

Geçtiğimiz günlerde yayımlanan TÜİK Sektörel Su ve Atıksu İstatistikleri verilerine göre 2016 yılında su kaynaklarından toplam 17.3 milyar m3 su çekildi. Bu suyun yarısı termik santraller tarafından, neredeyse tamamen denizden, büyük oranda soğutma amacı ile çekildi ve alıcı ortama deşarj edildi.

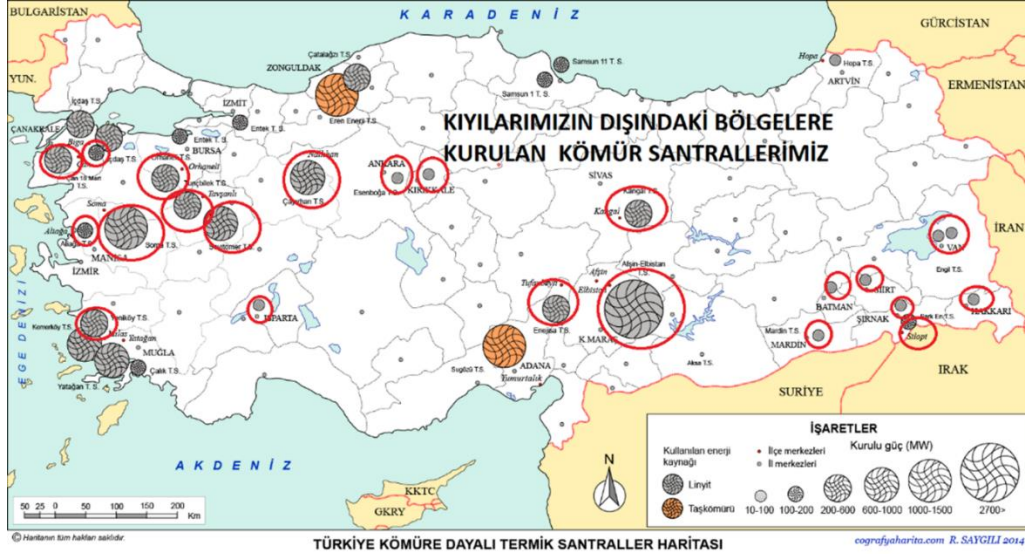
Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından 16 Şubat 2018'de yayımlanan Sektörel Su ve Atıksu İstatistikleri 2016 yılında su kaynaklarından toplam

17.3 milyar m3 su çekildiğini ortaya koydu. Belediyeler, köyler, imalat sanayi işyerleri, termik santraller, organize sanayi bölgeleri (OSB) ve maden işletmeleri tarafından çekilen suyun %58.2'si denizlerden, %16.1'i barajlardan, %13'ü kuyulardan, %7.9'u kaynak pınarlardan, %3.9'u akarsulardan, %0.8'i göl/göletlerden ve %0.1'i diğer kaynaklardan çekildi. Sektörlerin toplam su çekim miktarlarına bakıldığında termik santrallerin çekilen suyun yarısından sorumlu olduğu görülüyor. Termik santraller, 2016 yılında toplam 8.6 milyar m3 suyun doğrudan alıcı ortamından çekilmesinin nedeni oldular (Şekil 1 ve Şekil 2):



Kaynak: <http://www.dayko.org.tr/Haber->

Turkiyede_kullanilan_suyun_yarsindan_fazlasini__termik_santraller_kullaniyor_-259591.html



Termik santraller, yer altı su kaynaklarını tüketiyor

07 Mart 2016

SU HAKKI.ORG

<https://www.suhakki.org/2016/03/termik-santraller-yer-alti-su-kaynaklarini-tuketiyor/>





Çizelge 61 - Termik Santrallerde Kaynağına Göre Çekilen Su Miktarı, 2010 - 2018, (bin m³/yıl) (TÜİK, 2019)

Su kaynağı	Yıl	Toplam çekilen su	Soğutma suyu
Toplam	2014	6 536 015	6 397 092
	2016	8 611 221	8 467 951
	2018	7 872 230	7 352 042
Deniz	2014	6 388 620	6 304 087
	2016	8 477 209	8 383 528
	2018	7 731 361	7 267 088
Baraj	2014	66 515	36 679
	2016	57 749	35 850
	2018	69 248	35 493
Akarsu	2014	40 001	31 966
	2016	35 512	24 145
	2018	35 257	28 669
Kuyu	2014	12 324	4 858
	2016	11 366	1 878
	2018	12 285	3 259
Diğer(1)	2014	28 554	19 503
	2016	29 385	22 550
	2018	24 079	17 533

Çizelgedeki rakamlar yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyeblir.

(1) Şehir şebekesi, kaynak, göl, gölet, organize sanayi bölgesi şebekesi, başka bir işyerinden vb. çekilen suları içermektedir.

Şekil 22. Türkiye’de kömüre dayalı termik santrallerin bulunduğu bölgeler ve termik santrallerde kaynağına göre çekilen su miktarı (2010-2018) (11)

Şekil 22 de verilen değerler incelendiğinde 2018 yılında termik santrallerin deniz dışındaki kaynaklardan çektiği soğutma suyu miktarının 84 954 000 m³ olduğu görülmektedir. Aynı tabloya göre 2018 yılında termik santrallerin soğutma suyu için çekilen 7,3 milyar m³ suyun %85’i denizlerden çekilmiştir.

Şekil 22 de verilen TÜİK çizelgesine göre 2018 yılında termik santraller için baraj, akarsu, kuyu ve diğer göl gölet gibi kaynaklardan çekilen 140 869 000 m³ suyun %60’ı soğutma suyu olarak kullanılmıştır. Bu çizelgede kuyulardan çekilen suyun yaklaşık dörtte birinin barajlardan çekilen suyun da yaklaşık yarısının soğutma suyu olarak kullanıldığı görülmektedir. Çekilen suyun diğer bölümünün nerede kullanıldığı ve kullanılmış suyun nereye deşarj edildiği konusunda bir bilgi mevcut değildir.

Özet olarak :2020 yılında yayınlanan 6.Türkiye Çevre Durum Raporunda yer alan bu tablolarda (Şekil 22,Şekil 23) çekilen suyun %40’ının nerede kullanıldığı kullanılan suyun ne kadarının nereye deşarj edildiği gibi verilere rastlanamamıştır. Bu nedenle bu konuda sağlıklı analizlerin yapılması mümkün olmamıştır.



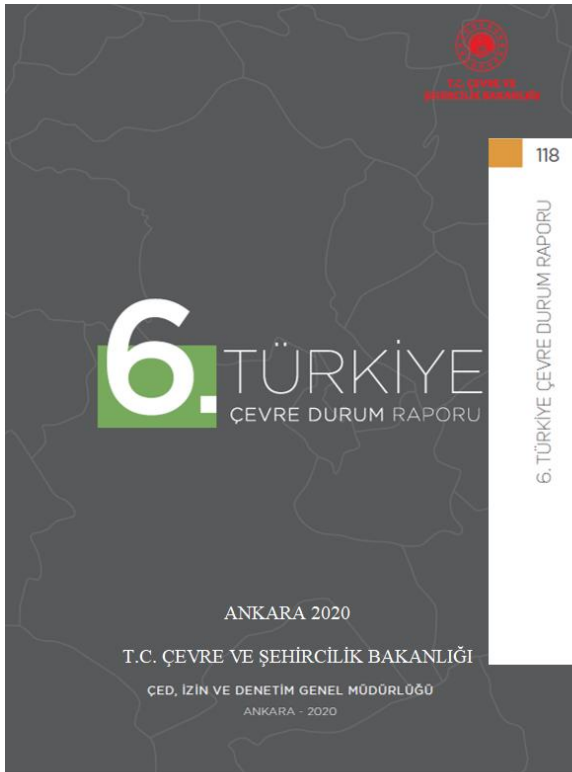
Çizelge 53 - Kullanım Yerine/Sektörüne Göre Su Kaynaklarından Çekilen Su Miktarı (Milyar m³/yıl) (TÜİK, 2020)

	2008	2010	2012	2014	2016	2018
Belediyeler	4,56	4,79	4,93	5,23	5,83	6,19
Köyler	1,22	1,01	1,04	0,43	0,38	0,39
İmalat sanayi işyerleri	1,20	1,42	1,67	2,2	2,12	2,68
Termik santraller	4,54	4,27	6,40	6,53	8,61	7,87
Organize sanayi bölgeleri	0,11	0,11	0,12	0,14	0,15	0,16
Maden işletmeleri	(*)	0,05	0,11	0,21	0,23	0,24
Sulama (1)	33,77	38,15	41,55	35,85	43,06	43,95
Toplam	45,40	49,75	55,71	50,38	60,15	61,24

(*) Bilgi yoktur.

⁽¹⁾ DSİ verisidir. Sulamada kullanılan toplam yüzey suyu miktarı ile sulamalara ait toplam yer altı suyu tahsis miktarı toplamıdır.

Deniz suyu ve tatlı su toplamıdır.



Çizelge 53 - Kullanım Yerine/Sektörüne Göre Su Kaynaklarından Çekilen Su Miktarı (Milyar m³/yıl) (TÜİK, 2020)

	2008	2010	2012	2014	2016	2018
Belediyeler	4,56	4,79	4,93	5,23	5,83	6,19
Köyler	1,22	1,01	1,04	0,43	0,38	0,39
İmalat sanayi işyerleri	1,20	1,42	1,67	2,2	2,12	2,68
Termik santraller	4,54	4,27	6,40	6,53	8,61	7,87
Organize sanayi bölgeleri	0,11	0,11	0,12	0,14	0,15	0,16
Maden işletmeleri	(*)	0,05	0,11	0,21	0,23	0,24
Sulama (1)	33,77	38,15	41,55	35,85	43,06	43,95
Toplam	45,40	49,75	55,71	50,38	60,15	61,24

(*) Bilgi yoktur.

⁽¹⁾ DSİ verisidir. Sulamada kullanılan toplam yüzey suyu miktarı ile sulamalara ait toplam yer altı suyu tahsis miktarı toplamıdır.

Deniz suyu ve tatlı su toplamıdır.

Şekil 23. Su Kaynaklarından termik santraller için çekilen su miktarı (milyar m³/yıl) (11).



7. TERMİK SANTRALLARIMIZDA TÜKETİLEN SOĞUTMASUYU MİKTARININ HESAPLANMASI

Enerji üretimi artık daha çok su yoğun su temini de daha çok enerji yoğun duruma gelmiştir. Enerji ve su ile ilgili süreçler yakından etkileşmektedir. Küresel elektriğin büyük bir kısmı, özellikle soğutma sistemlerinde önemli miktarda su kullanan termik santrallerde üretilmektedir. Tek geçişli soğutma, ıslak kapalı çevrim ve kuru soğutma metodları termik santrallerde kullanılan en yaygın soğutma sistemleridir. Santrallerde en fazla su tüketimi soğutma sistemlerinde gerçekleştiğinden, çeşitli soğutma sistemlerinde su tüketiminin analizi önemlidir. Bu nedenle bu raporun 4üncü bölümünde bu konu detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Tek geçişli soğutma sistemi, okyanus, nehir, göl, gölet veya kanal gibi yakındaki bir su kütlesinden büyük miktarda su çeker. Bu su kondenserden geçtikten sonra çekildiği su kütlesine geri gönderilir. Bu tip soğutma sistemi düşük ilk yatırım ve işletme maliyetlerine sahip olup yüksek sıcaklıklarda dolaylı olarak tüketilen su miktarı düşüktür. (12-13)

Islak soğutma kulelerinde su, buharı yoğunlaştırıldıktan sonra soğutma kulesine geri pompalanır. Bu sistem kaynaktan büyük miktarlarda su çekmezken soğutma kulesindeki buharlaştırma işlemi sırasında tek geçişli sisteme göre daha fazla su tüketir [12, 14]. Termoelektrik santrallerde kullanılan diğer bir yöntem de havanın buharın içinden geçirilerek, boru dizilimlerinde yoğunlaştırılmasını sağlayan kuru soğutma sistemidir [15].

Artan su sıkıntısı nedeniyle üretilen birim elektrik başına kullanılan toplam su miktarının araştırılması gün geçtikçe daha da önem kazanmaya başlamıştır. Açık literatürde santralde elektrik üretimi başına su tüketim miktarının (m^3/MWh) belirlenmesine yönelik birçok çalışma bulunmaktadır. Macknick ve ark. 2011'de çeşitli ABD elektrik santrallerinde sadece işletmede kullanılan su tüketimini hesaba katarak bir çalışma yapmıştır. Çalışmalarının sonuçları, ıslak soğutma kulesi sistemlerine sahip termik santrallerin, üretilen elektrik başına tek geçişli soğutma sistemlerine göre daha fazla su tükettiğini göstermiştir.

Ayrıca, kömür ve linyit santralleri tüm santral türleri arasında en fazla su tüketen santrallerdir. Buna karşılık; yenilenebilir enerji santralleri olarak fotovoltaik (PV) ve rüzgar ile konsantre güneş enerjisi (CSP), Stirling Engine teknolojisi ve kuru soğutma sistemli doğal gaz kombine çevrim santralleri en düşük su tüketim faktörlerine (WCF) sahiptir [16]. Delgado ve arkadaşları sadece santrallerden elde edilen su tüketim verilerini incelemekle kalmamış, aynı zamanda tüm termik santraller için üretilen birim elektrik başına su tüketimini belirlemek için basit bir model geliştirmiştir. Bu model, enerji santrallerindeki su ve ısı akışlarının analizine dayanmaktadır.

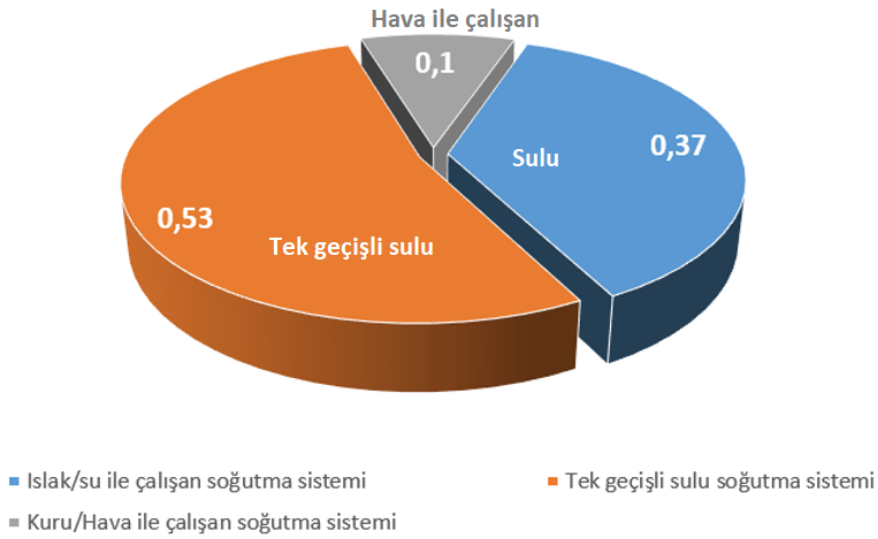
ABD'de termik elektrik üretim santrallerinin alternatif soğutma sistemlerinin su tüketimlerini karşılaştırmak için birçok çalışma yapılmaktadır. Sistemler, maliyet, su tüketim miktarı ve çevresel etkiler gibi çeşitli konularda karşılaştırılmış ve sonuç olarak, ıslak soğutma sistemleri kuru soğutma sistemleri ile değiştirildiğinde su tüketiminin yaklaşık %95 oranında azaldığı belirlenmiştir [17]. Ancak kuru soğutma sistemleri, su ve havanın ısı transferinde farklı davranması nedeniyle daha düşük verimliliğe sahip olup ilk yatırım maliyetleri de yüksektir.

Hacettepe Üniversitesi'nden *Balkess El-Khozondar* ve *Merih Aydınalp Koksall* 2017 yılında Türkiye'de halihazırda kullanılan her bir üretim teknolojisine göre 1 GWh elektrik üretmek için tüketilen su miktarını belirlemek amacıyla çok değerli bir çalışma yapmıştır.



Bu çalışmanın ilk aşamasında, her bir teknoloji için soğutma sistemleri bazında toplam su tüketimini belirlemek amacıyla farklı enerji santrallerinin birçok kaynak taranarak elde edilen verileri analiz edilmiştir. Bu analizin sonrasında 2016 yılında ülkemizdeki kömür/linyit santrallerinin kurulu güç olarak %37'sinin ıslak soğutma kulelerine, % 53'ünün tek geçişli soğutma sistemlerine sadece %10'unun kuru/hava soğutma sistemine sahip olduğu belirlenmiştir. (Şekil 24)

Türkiye'deki Kömür Santrallerindeki Soğutma Kulelerindeki Sistemler (2016)



Kaynak: *Balkess El-Khozondar ve Merih Aydınalp Koksall 2017*

Şekil 24. Türkiye'de 2016 yılındaki termik santrallerin soğutma kulelerindeki sistemlerin santrallerin kurulu güçlerine göre dağılımı

Tablo 7. Farklı soğutma sistemlerine sahip kömür santrallerinde birim elektrik enerjisi üretimi için tüketilen su miktarı (5)

KÖMÜR SANTRALLERİ	m^3/GWh
Islak /Su ile Çalışan Soğutma Kulesi	2600
Kuru/Hava ile çalışan soğutma	106
Tek geçişli sulu soğutma	946

Tablo 7 de verilen Su ile çalışan soğutma kulesi teknolojisinde GWh başına su miktarı tüketilen değil çevrim içinde alınarak sürekli kullanılan su miktarıdır. Bu suda oluşan kayıplar takviye edilerek tamamlanmaktadır.



Tablo 8. 2016 yılında üretilen elektrik enerjisi için santral tiplerine göre hesaplanan toplam ve birim enerji başına su tüketimleri (5)

Santral Tipi	Elektrik üretimi (GWh)	Toplam elektrik üretimindeki payı	Su Tüketimi (bin m ³)	Su tüketimi yoğunluğu (m ³ /GWh)
Güneş	612	0.2%	59	96
Rüzgar	15,370	5.7%	0	0
Jeotermal	4,214	1.6%	13,333	3,164
Biyogaz	2,008	0.7%	1,790	891
Hidro enerji	67,067	24.8%	0	0
Doğalgaz	90,993	33.6%	38,292	420
Kömür	90,262	33.4%	134,114	1,485
Toplam	270,526	100%	187,588	693

Kaynak: Balkess El-Khozondar ve Merih Aydınalp Koksall 2017

Santrallerin soğutma sistemleri ve yıllık enerji üretimleri bilgileri toplandıktan sonra araştırmacılar tarafından her bir soğutma metodu için açık literatürden belirlenen **Su Tüketim Faktörü** (WCF⁴) değerleri kullanılarak (Tablo 7) **santrallerin toplam su tüketimi** hesaplanmıştır. 2016 yılında farklı santrallerde üretilen elektrik enerjisi için hesaplanan su tüketimleri Tablo. 8’de verilmiştir.

Tablo 8 incelendiğinde , 2016 yılında toplam elektrik enerjisi üretimi için 187,5 milyon m³ su tüketilmiş olduğu ve bunun %72’si olan 134 milyon m³ suyun da termik santrallerin soğutma suyu olarak tüketildiği görülmektedir. Bu hesaba göre elektrik enerjisi üreten santrallerimizin 2016 yılındaki **toplam su tüketimi** 187,5 milyon m³ olmuştur. Bu suyun %71’i kömür santrallerinde tüketilmiştir.

8.TERMİK SANTRALLERDEKİ KULLANILMIŞ SU KİRLİLİĞİ

Santralde Kullanılan Sular Nereye Deşarj Ediliyor ?

Termik santrallerde tüketilen soğutma suları santralin makinelerine zarar vermelerini engellemek amacıyla, kullanılmadan önce çeşitli kimyasal işlemlerden geçirilmektedir. Ancak bu işlem atık suların Demir2 Sülfat bakımından zenginleşmesine neden olmaktadır.

Termik santrallerde yakma işlemi sonucunda önemli miktarda yüksek basınca ve sıcaklığa sahip buhar üretilmekte ve elektrik üretiminde bu buhar kullanılmaktadır. Buharın tribünleri çevirmesinden sonraki sıcaklığı da oldukça yüksektir. Termik santrallerde atık olarak çıkan ısının yaklaşık %15’i baca gazı içinde, %85’i ise su ile dış ortama bırakılmaktadır. Atık suların tekrar kaynağa deşarjı bu kaynakta kirliliğin artmasına neden olmaktadır.

⁴ WCF, elektrik üretim santrali ve soğutma sistemi tipine (m³/GWh) göre su tüketim faktörüdür,



Santrallerdeki çeşitli işlemler sonucunda cüruf teknesi taşıntı suları, yıkama ve temizleme suları, yağlı sular, kömür stok sahası drenajları gibi atık niteliğindeki sular çeşitli çevresel ve sosyal riskler barındırmaktadır.

Termik santraller ve su kalitesi üzerindeki etkileri, özellikle deniz, nehir ve göl gibi su kaynaklarına yakın tesislerde soğutma suyunda tek geçiş sisteminin kullanılması ve kaynaktan çekilen suyun tekrar kaynağa verilmesinin olarak ortaya çıkmaktadır. Atık suyun kaynağa su kaynağından daha yüksek sıcaklıklarda boşaltılması, su ekosistemine zarar verebilir. Son zamanlarda sucul ortam etkilenmesinden kaçınmak için termal deşarjın çıkış noktasında su kaynağına karıştığı anda sıcaklıktaki ilk yükselmenin 5 °C den düşük olması gerektiği kabul edilmektedir.

Çoğunlukla soğutma suyu olarak değerlendirilen ve alıcı ortama alım sıcaklığının üzerinde bir sıcaklıkta deşarj edilen bu sular ekosistemlere etki edebilecek riskleri barındırmaktadır. Örneğin bu konuda yapılan çalışmalardan birinde deniz kenarına kurulu termik santrallerin denizden soğutma suyu kullanımının deniz suyu parametrelerine etkisinin olup olmadığının incelenmiştir(1).Karadeniz kıyısında yapılan bu çalışmada, deniz suyundan soğutma suyu kullanımının deniz suyunda en belirgin olarak “sıcaklık” parametresi üzerinde değişikliğe sebep olduğu belirlenmiştir. Soğutma suyu deşarjının bu çalışma için deniz suyunun deşarj bölgesindeki mevcut sıcaklığını yaklaşık 0,5-1,5 °C arasında arttırdığı tespit edilmiştir (1).

8.1.Santrallerdeki Katı Atıklarla Oluşan Su Kirliliği

Termik santrallerin doğal çevre üzerindeki olumsuz etkilerinden bir diğeri de yakma sonucunda veya baca gazı desülfürizasyon tesislerinden çıkan küllerin su kaynakları üzerinde yarattığı kirlenmedir

Özellikle kömür yakıtlı termik santrallerinde kullanılan enerji kaynağının depolanması, bir sorun olarak belirmektedir. Linyitle çalışan termik santrallerinde özellikle düşük kaliteli linyitlerin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Linyit üretimi, yatağının özelliğine göre açık veya kapalı işletme şeklinde yapılmaktadır. Özellikle açık linyit işletmelerinin çevreyi daha fazla olumsuz etkilediği bilinmektedir.

Birincil enerji kaynağının depolanması dışında termik santrallerinde çıkan büyük miktardaki küllerin imhası da her zaman sorun olmaktadır. Günlük olarak çıkan kül miktarının fazla olması geniş alanların kül depolama alanı olarak kullanılmasını gerektirmektedir. Küllerin ağır metal ve radyoaktif elementlerce kirlenmiş olma olasılığı da vardır. Bu durum, kül depolama alanlarının özenle seçilmesini, toprak ve su kaynaklarının kirlenmesini engelleyecek tedbirlerin alınmasını zorunlu kılmaktadır

2016 yılında Türkiye’deki 61 aktif termik santralde 12 bin tonu “tehlikeli” sınıfında olan toplam 19,5 milyon ton atık oluştuğu belirtilmektedir. Toplam atığın %87,8’ini kül ve cüruf atıkları, %12,2’sini ise atık su arıtım çamurları, kimyasal atıklar, kâğıt, plastik, metalik atıklar ile evsel ve benzeri atıklar oluşturmuştur. Toplam atığın %83,3’ü kül dağı, kül barajı veya düzenli depolama tesislerinde bertaraf edilirken, %16,7’sinin ise atık bertaraf/geri kazanım tesislerine ve maden/taş ocaklarına gönderildiği kaydedilmiştir.

Kömür yakıtlı termik santrallerin su kaynakları üzerine doğrudan olumsuz etkileri;

- Özellikle CO₂ olmak üzere sera gazlarının salımından kaynaklanan sera etkisi ve iklim değişikliğine katkısı;
- Doğadan önemli miktarda su çekimi (projelendirilmesine bağlı olarak), daha yüksek sıcaklık-ta ve kimyasallar içererek doğaya geri verilmesi şeklindeki su kullanımı;
- Kömürün depolanması sırasında içten yanma sonucu oluşan zararlı gazlar, toprak ve yer altı suyu kirliliği;
- Tonlarca cüruf, kül, arıtma çamurları ve alçı taşı atığı, bunların toprağa, suya, havaya etkileri;
- Uçucu küllerde bulunan ağır metallerin yağmur sularıyla yer altı suyu ve içme suyu kaynaklarına karışması;

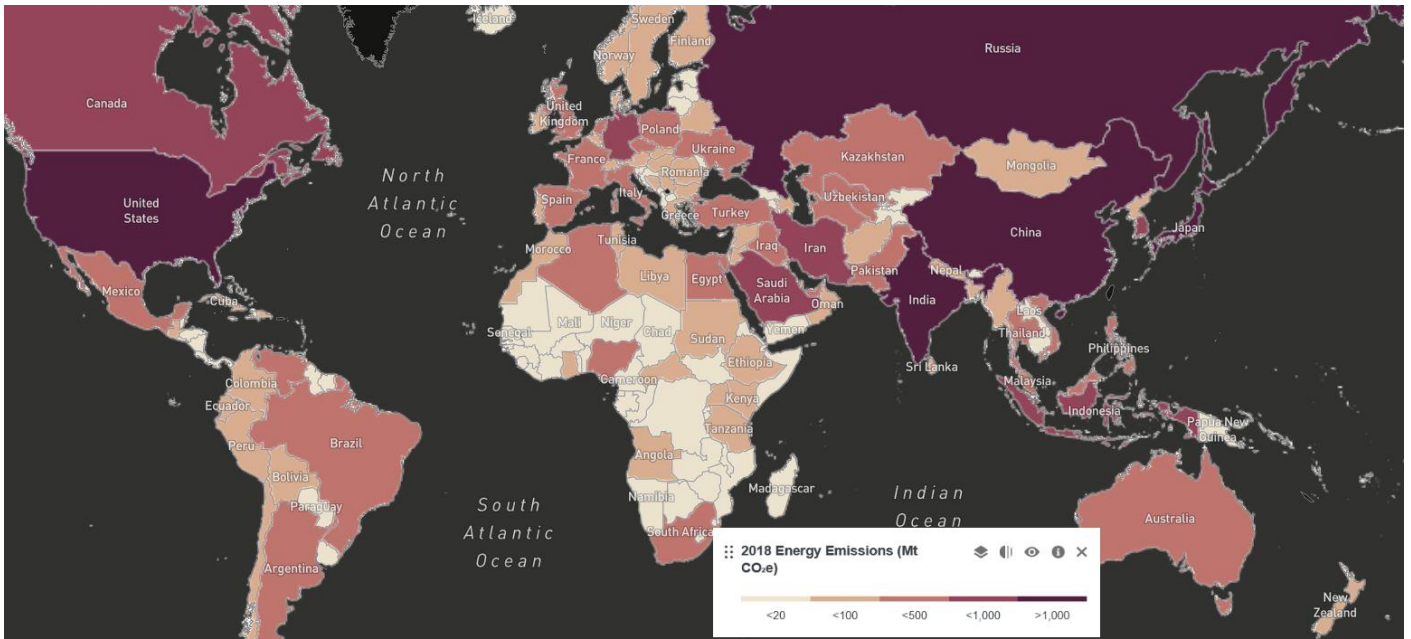


- Soğutma suyu, proses atık suları, tehlikeli kimyasallar ve ünitelerin bakımı sırasında oluşan atık yağlar gibi endüstriyel nitelikli sıvı atıklar;

şeklinde özetlenebilir (4).

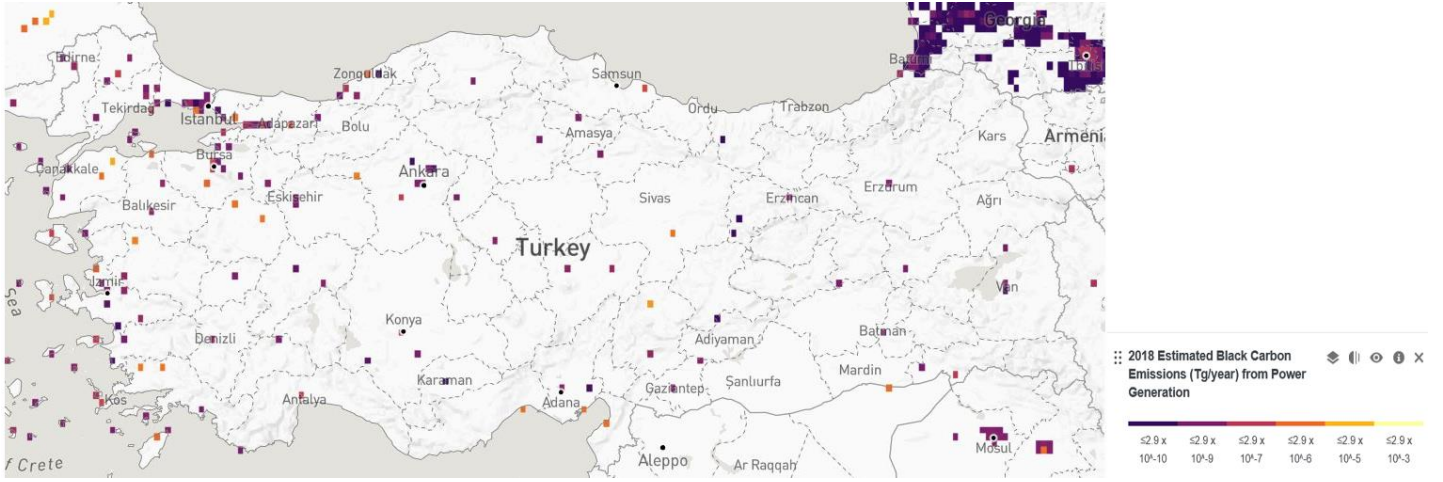
9.TERMİK SANTRALLERİN DOĞAL ÇEVREYE OLUMSUZ ETKİLERİ

Termik santrallerinin çevresel etkileri: Hava Kirliliği, Su Kirliliği, Toprak Kirliliği ve Canlılar üzerinde Yaptığı Etkiler olarak sıralanabilir. Yapılan araştırmalar kömüre dayalı termik santrallerde linyit kömürünün çıkarılmasından yakılan kömürün oluşturduğu külün depolanmasına kadar geçen birbirine bağlı birçok prosesle önemli çevre kirliliği oluşturduklarını ve bu kirlilikten insan, hayvan ve bitkilerin de olumsuz olarak etkilendikleri ortaya koymaktadır (19).



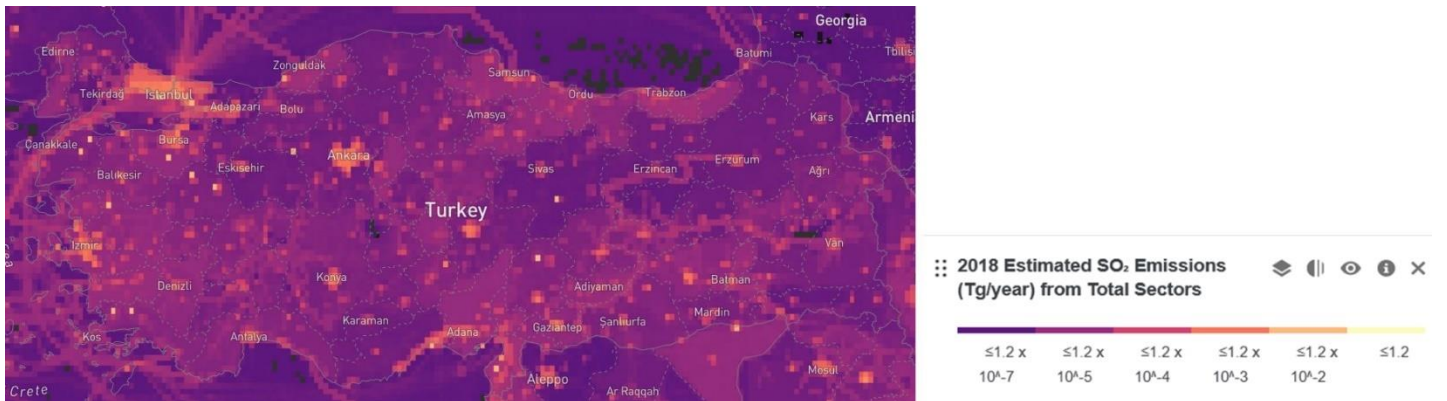
Şekil 25. Dünya Geneline 2018 (1990-2018 Referans Periyoduna Göre) Yılında Enerji Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları (KAYNAK: CAIT Climate Data Explorer. 2020. Country Greenhouse Gas Emissions. Washington, DC: World Resources Institute. Available online at: <http://cait.wri.org>. Accessed through Resource Watch. www.resourcewatch.org; FAO. 2018. FAOSTAT Emissions Database. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available online at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Accessed through Resource Watch. www.resourcewatch.org; OECD/IEA. 2018. "CO₂ Emissions From Fuel Production." Organisation for Economic Co-Operation and Development / International Energy Agency. Available online at: https://www.oecd-ilibrary.org/energy/co2-emissions-from-fuel-combustion-2018_co2_fuel-2018-en. Accessed through Resource Watch. www.resourcewatch.org.)

Dünya Geneline 2018 (1990-2018 Referans Periyoduna Göre) Yılında Enerji Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları Şekil 25’de verilmiştir.Bu haritada Çin,ABD;Rusya ve Hindistan’ın başı çektiği görülmektedir.

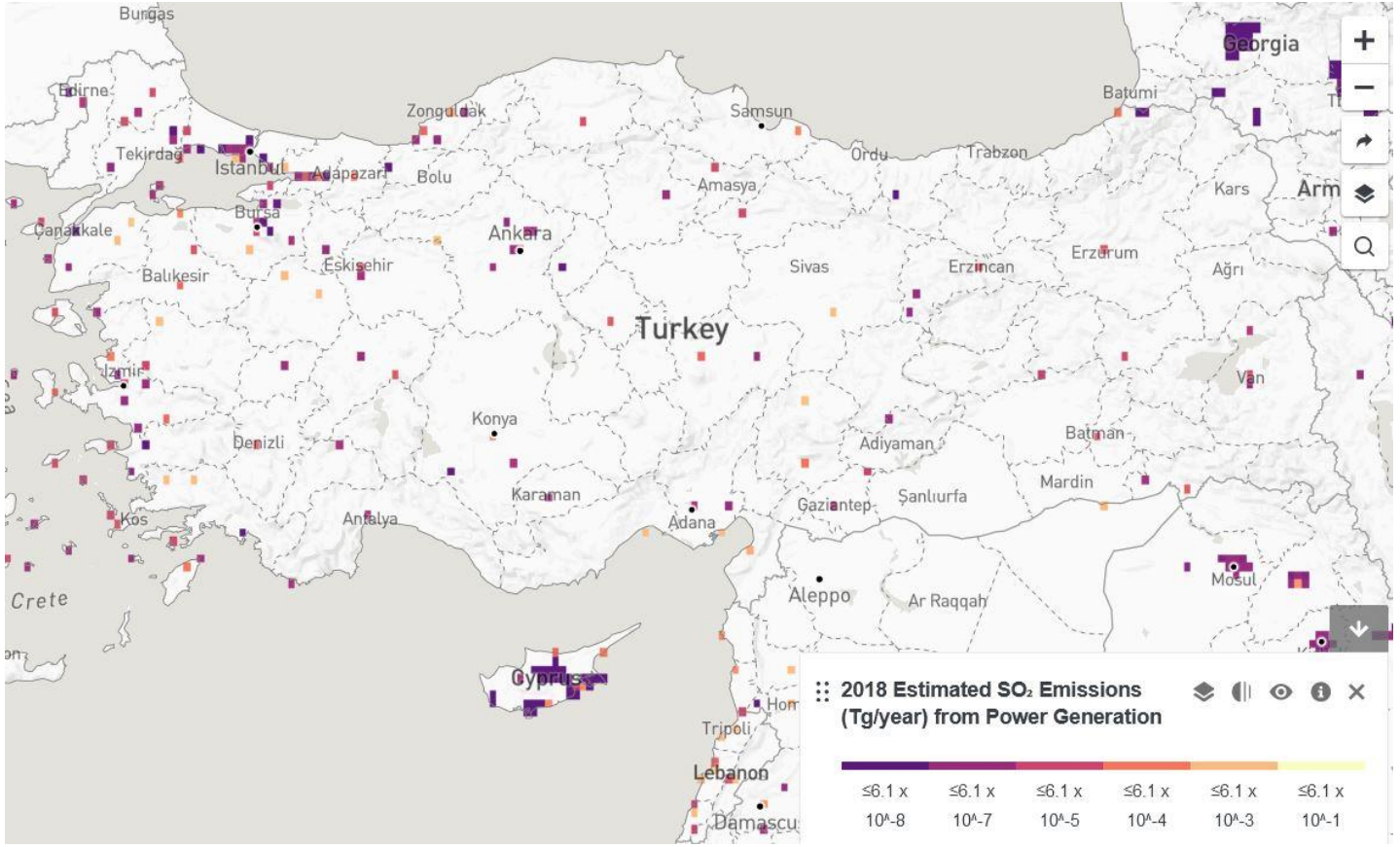


Şekil 26. Ülkemizde Hava Kalitesi Ölçeği Olarak 2018 Yılı İçin Kara Karbon Kaynaklı Emisyon Değerleri (KAYNAK: Granier, C., S. Darras, H. Denier van der Gon, J. Doubalova, N. Elguindi, B. Galle, M. Gauss, et al. 2019. The Copernicus Atmosphere Monitoring Service Global and Regional Emissions (April 2019 version). Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) Report. April 2019 version. doi:10.24380/d0bn-kx16. Accessed through Resource Watch. www.resourcewatch.org.)

Şekil 26'da verildiği üzere, **kara karbon**, fosil yakıtların, biyoyakıtların ve biyokütlenin eksik yanmasından yayılan bir partiküldür. Başlıca kaynaklar arasında dizel motorlar, kömürle çalışan enerji santralleri, ocaklar, odun yakma ve orman yangınları yer alır. ABD Çevre Koruma Ajansı'na göre, siyah karbon "hem insan sağlığı hem de iklimimiz için olumsuz etkileri olan küresel bir çevre sorunudur." Kara karbonun solunması kardiyovasküler hastalık, solunum problemleri, kanser ve hatta doğum kusurları ile ilişkilidir. Siyah karbon, partikül madde kirliliğinin önemli bir bölümünü oluşturur. Kara karbon bir sera gazı olmasa da iklim değişikliğine birkaç şekilde katkıda bulunur. Koyu rengi, atmosferi ısıtan güneş radyasyonunu emer. Kara karbon ayrıca kar ve buza yerleşerek normalde çok fazla güneş ışınımı yansıtacak olan bu yüzeyleri koyulaştırır (albedo etkisi). Nature Geoscience'da yayınlanan araştırmaya göre, Kuzey Kutbu'ndaki son hızlı ısınmanın %30'undan fazlasına siyah karbon neden olmuş olabilir (Resource Watch, 2021).



Şekil 27. Türkiye Genelinde Hava Kalitesi Ölçeği Açısından Tüm Sektörlerin Toplamı 2018 Yılı SO₂ Emisyon Değerleri (KAYNAK: Granier, C., S. Darras, H. Denier van der Gon, J. Doubalova, N. Elguindi, B. Galle, M. Gauss, et al. 2019. The Copernicus Atmosphere Monitoring Service Global and Regional Emissions (April 2019 version). Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) Report. April 2019 version. doi:10.24380/d0bn-kx16. Accessed through Resource Watch).



Şekil 28. Türkiye Genelinde Güç Santrallerinden Kaynaklı 2018 Yılı SO₂ Emisyonları. (KAYNAK: Granier, C., S. Darras, H. Denier van der Gon, J. Doubalova, N. Elguindi, B. Galle, M. Gauss, et al. 2019. The Copernicus Atmosphere Monitoring Service Global and Regional Emissions (April 2019 version). Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) Report. April 2019 version. doi:10.24380/d0bn-kx16. Accessed through Resource Watch).

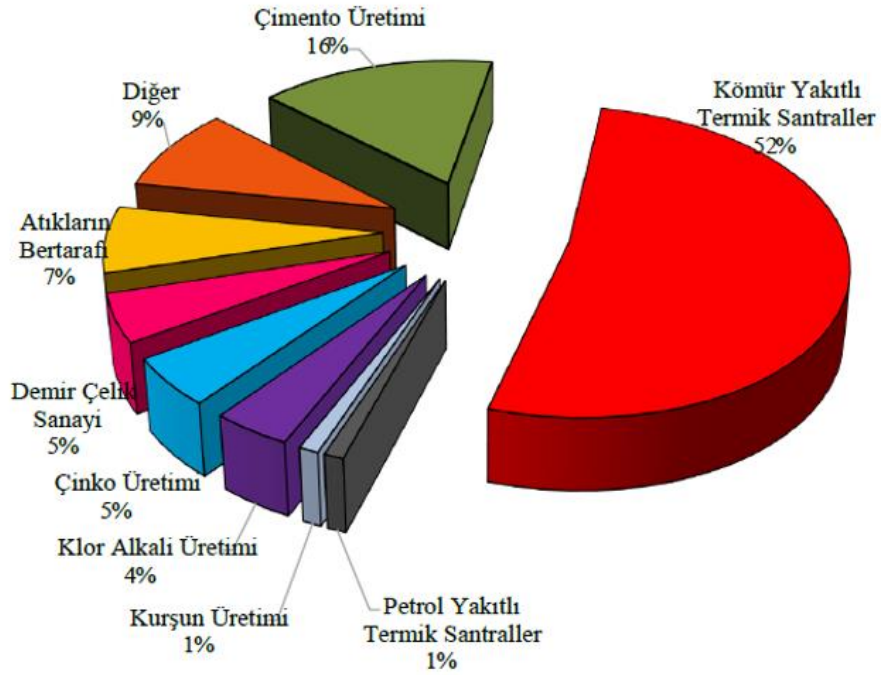
SO₂ emisyonlarını gösteren haritalarda verilen **kükürt dioksit (SO₂)**, güçlü bir kokuya sahip renksiz bir hava kirleticidir. Gaz, insan sağlığına zarar verebilecek bir solunum tahriş edicidir. Avustralya Çevre ve Enerji Bakanlığı'na göre, kükürt dioksit burnu, boğazı ve solunum yollarını tahriş eder. Nefes darlığına, öksürüğe, hırıltılı solunuma veya göğüs çevresinde sıkışma hissine neden olabilir. Yüksek konsantrasyonlarda kükürt dioksit, akciğer fonksiyonunu etkileyebilir, astım ataklarını kötüleştirebilir ve hassas gruplarda mevcut kalp hastalığını kötüleştirebilir. Çoğu kükürt dioksit emisyonu, elektrik ve ulaşım için kömür, petrol veya gazın yakılmasından kaynaklanır; bu fosil yakıtlar, yakıldığında kükürt dioksit olarak yayılan kükürt içerir. Kükürt dioksit küresel ısınmaya katkıda bulunmaz, ancak sülfürik asit ve küçük sülfat parçacıkları gibi zararlı bileşikler oluşturmak için diğer maddelerle kolayca reaksiyona girer. Kükürt dioksit su ve oksijen ile reaksiyona girdiğinde asit yağmuru oluşturur. Asit yağmuru, gölleri, nehirleri, sulak alanları ve diğer su kütlelerini daha asidik hale getirmek de dahil olmak üzere, balıklar ve diğer sudaki vahşi yaşam için zararlı olabilecek bir dizi çevresel etkiye sahiptir (Resource Watch, 2021).



AFŞİN ELBİSTAN- KIŞLAKÖY AÇIK KÖMÜR İŞLETME SAHASI

Kömür santrallerinde kullanılan soğutma suyunun arıtılmadan ve en önemlisi sıcak halde kaynağa deşarj edilmesi kaynağın ekosistem dengesini, yeraltı sularının kimyasal yapısını etkilemekte ve çevre sorunlarına neden olmaktadır. Örneğin Prof. Dr. Alper Baba bir makalesinde (24) Yatağan Termik Santrali atık depolama sahasından kaynaklanan kirlenici potansiyellerinin yeraltı sularına olan etkilerini araştırmış ve gözlem kuyularından bazı dönemlerde alınan su örneklerindeki Cd ve Pb, SO₂ değerlerinin sınır değerleri aştığını tespit etmiştir (24).

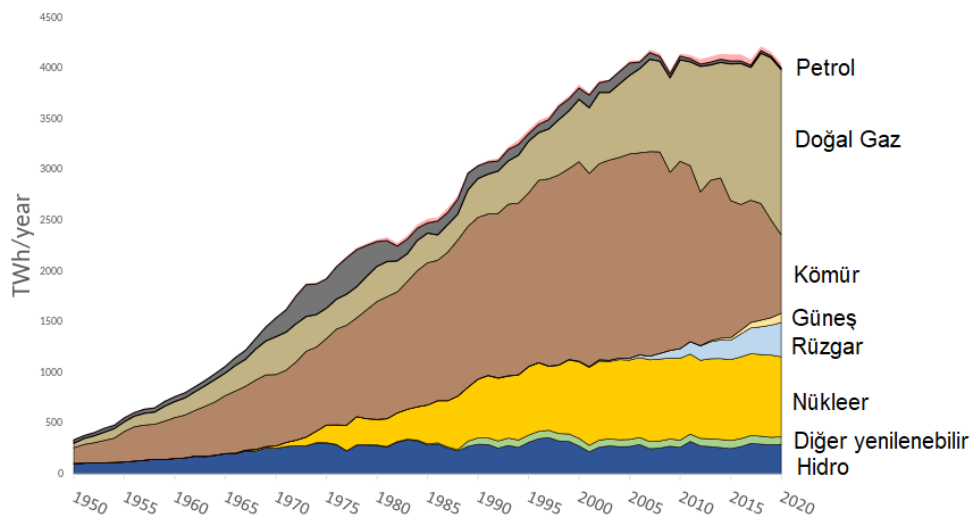
Termik santrallerin toprak kalitesi üzerindeki etkisinde önemli bir rol oynayan kirlilik türü, Biyoakümülyasyon özelliklerinden dolayı cıva kirliliğidir. Cıva ve diğer birçok iz element içeren kömürün yanma sürecinde, iz elementlerin %70'i uçucu küllere geçerken cıvanın 200⁰C'de buharlaşması sebebiyle neredeyse tümü uçucu küllere geçer. Toksik etkileri, insan ve çevre sağlığını tehdit eden en tehlikeli iz element olarak kabul edilen cıva ile ilgili kirliliğinin en önemli nedeni nedeniyle Şekil 29'da görüldüğü gibi 52% emisyon oranı ile kömür yakıtlı enerji santralleridir (20-21-25).



Şekil 29. Cıva kirliliğinin sektör bazında çevreye salım oranları (20).

10. ABD’de TERMOELEKTRİK ENERJİSİ İÇİN SU KULLANIMI

Yeraltı suyu hiç kullanılmıyor

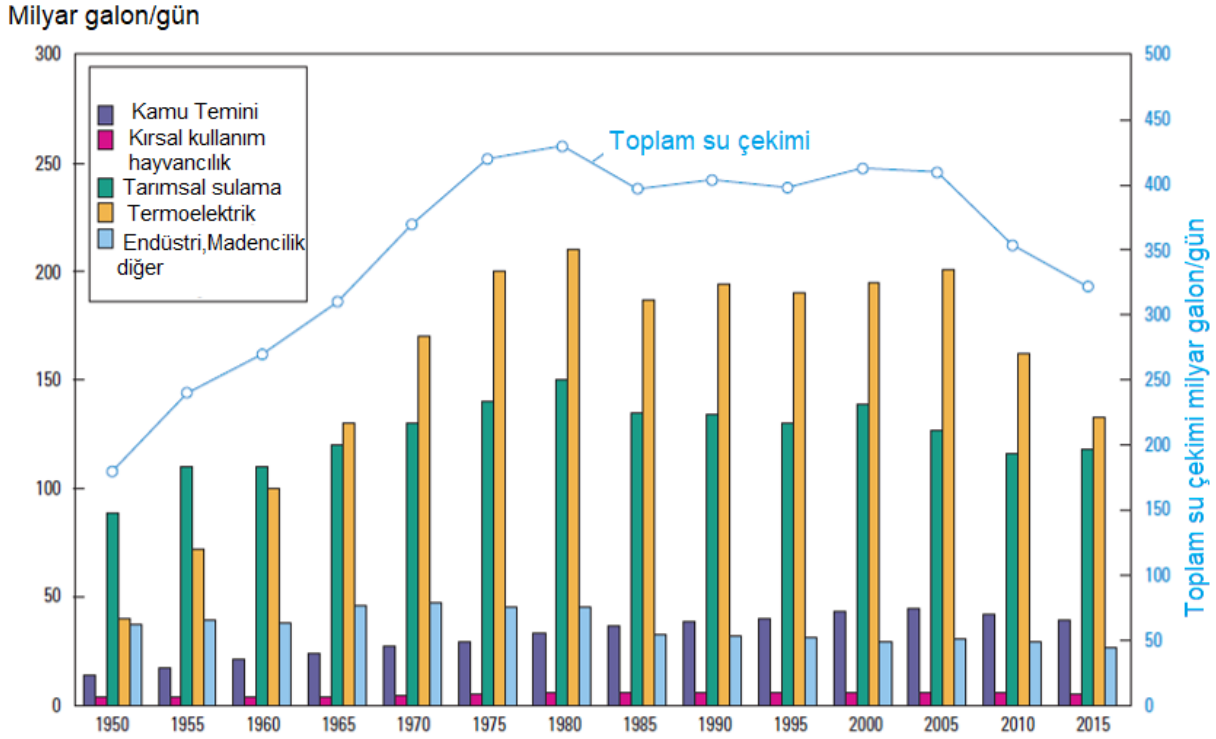


Kaynak: US Energy information administration

Şekil 30. ABD’de elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı



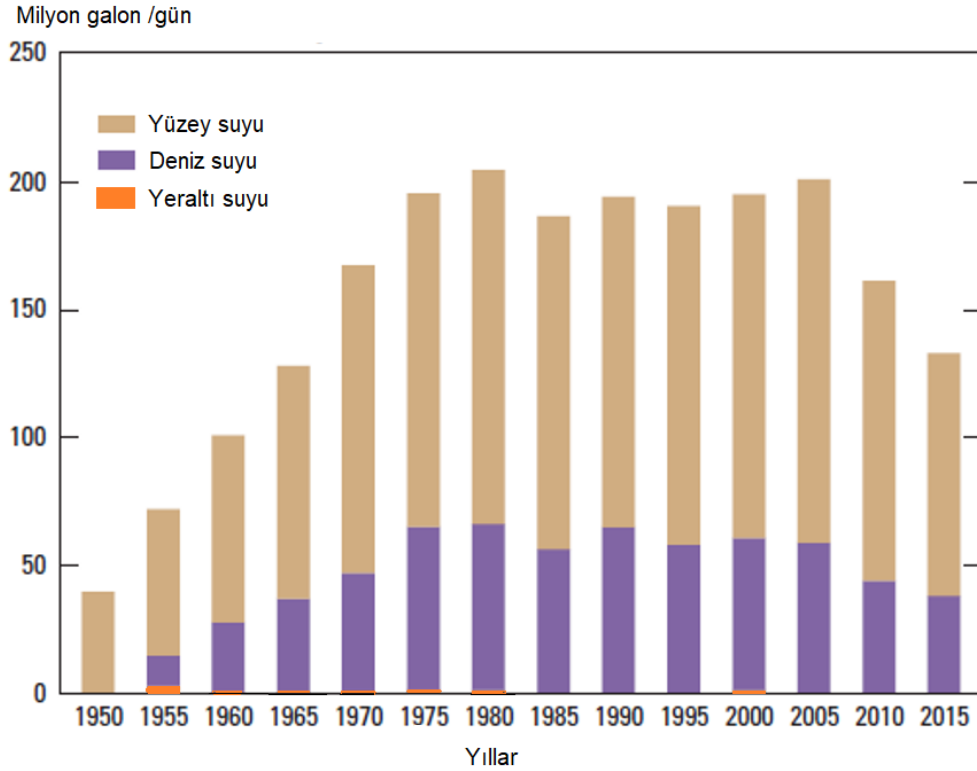
Şekil 30'a bakıldığında ABD'de kömürün elektrik üretimi içindeki payının azalmakta olduğu buna karşın doğalgaz ve yenilenebilir enerjinin payının ise artmakta olduğu görülmektedir.



Şekil 31. ABD'de yıllık toplam çekilen su ve sektörel kullanımı (29).

Bu durum kömür santralleri için yıllık çekilen su miktarının da azalmasına neden olmuştur.

ABD'de yıllık toplam çekilen su miktarında 1980 yılından 2005 yılına kadar kayda değer bir artış ve azalma görülmemiş ancak 2005 yılından itibaren azalmaya başlamıştır. Bu azalmada termoelektrik su kullanımındaki azalma en büyük rolü oynamıştır. (Şekil 31). ABD'de termoelektrik enerji üretimi için çekilen su ve tüketilen su miktarları, santrallerin tek geçişli soğutma veya çevrimiçi dolaşım ile soğutma sistemi tiplerine göre belirlenerek yayınlanmıştır (29). ABD'deki verilerde termik santraller için çekilen suyun çekildiği kaynağın hangi kaynak olduğu da detaylı bir şekilde yer almaktadır. ABD'de 2015 yılında termik santraller için çekilen toplam su miktarı 183,7 milyar m³ olmuştur (29).



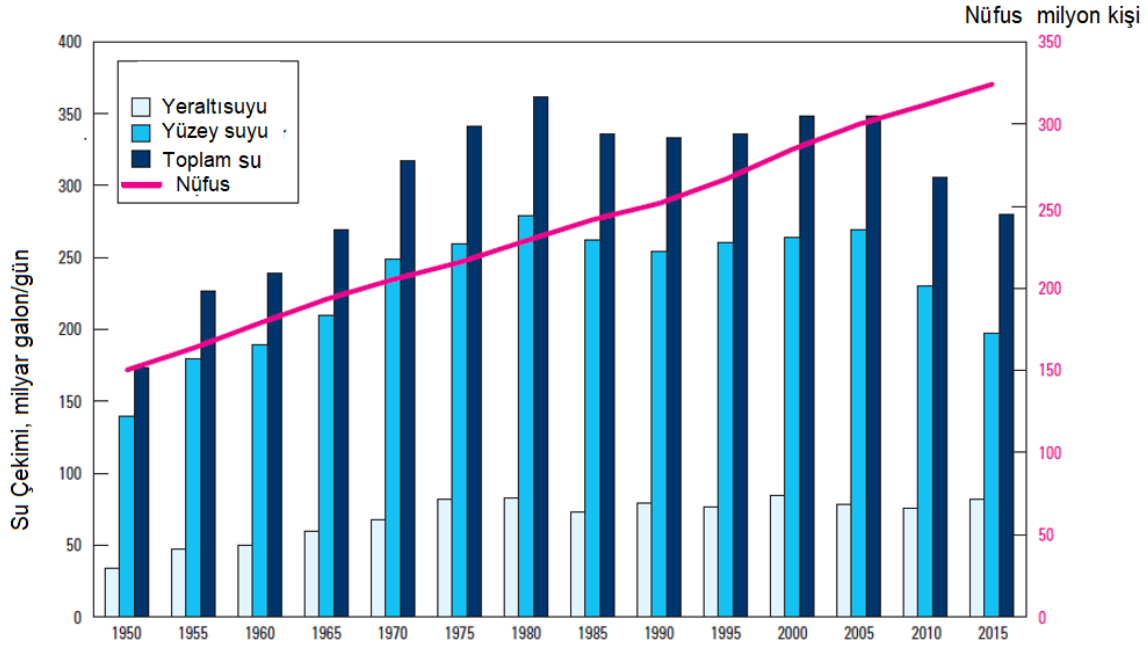
Şekil 32. ABD’de termoelektrik enerji üretimi için kullanılan suyun kaynaklara göre dağılımı (29)

ABD’de termik santraller için çekilen suyun tümü yüzeysel sularından çekilmiştir (Şekil 32) . Bu yüzeysel su çekiminin %72’si tatlı su kaynaklarından %28’i ise denizlerden yapılmıştır. Bu şekilde de görüldüğü gibi 1955-80 yılları arasında termoelektrik enerji için kullanılan su daha sonraları azalmıştır. Halen ABD ‘de termik santraller için **yeraltısu çekimi** yok denecek kadar azdır.

ABD’de tüm kullanımlar için çekilen toplam suyun %41’i termik santrallerde kullanılmaktadır. Çekilen tatlı su içindeki bu oran %34 olarak verilmektedir. 2015 yılında Termik Santraller için tüketilen su miktarı günde 4,310 milyon galon⁵ olmuştur. Bu da termik santraller için çekilen toplam suyun %3’üne karşılık gelmiştir. Termik santrallerde tüketilen suyun %87 si tatlı su kaynaklarından karşılanmıştır. ABD’de 2010 yılında 1 kwh elektrik üretimi için kullanılan su ortalama 72 litre iken bu miktar 2015’de 57 litreye düşmüştür. Bunda doğalgaz kullanımının artışının ve santrallerde daha yeni teknolojilerin kullanılmasının önemli bir rol oynadığı belirtilmektedir(29).

ABD’de termik santrallerden üretilen elektriğin % 37’si tek geçiş sistemi ile soğutma yapılan santrallerden gelmiştir. **Bu santraller çekilen toplam suyun % 96’sını kullanmıştır.**Suyu çevrimiçi kullanan soğutma sistemleri ise çekilen toplam suyun sadece %4’ünü kullanarak termik elektriğin %63’ünü üretmiştir(29).

⁵ 1Galon: 3,785 Litredir.

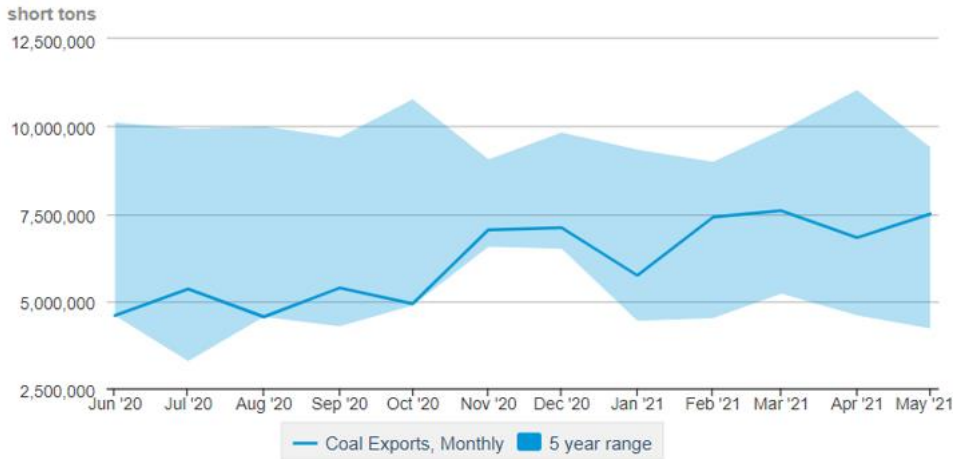


Şekil 33 ABD'de nüfusun ve kaynaklara göre çekilen su miktarının yıllık artışı (29)

Şekil 33 incelendiğinde ABD'de Termik santraller için çekilen su miktarının 2005 yılından itibaren hızla azalmakta olduğu görülmektedir. Burada 2010'dan itibaren kömür santrallerinden üretilen elektrik enerjisinin azalması, doğalgaz santrallerinin su ihtiyacının daha düşük olması da önemli bir rol oynamıştır.

ABD'nin kömür santrallerinde ürettiği elektrik enerjisini azaltması kömür ihracatını arttırmıştır. Son 5 yılda ABD'nin kömür ihracatı 1,5 kat artmıştır.(Şekil 34).

Monthly coal exports



Source: U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census

More export data



Coal data browser

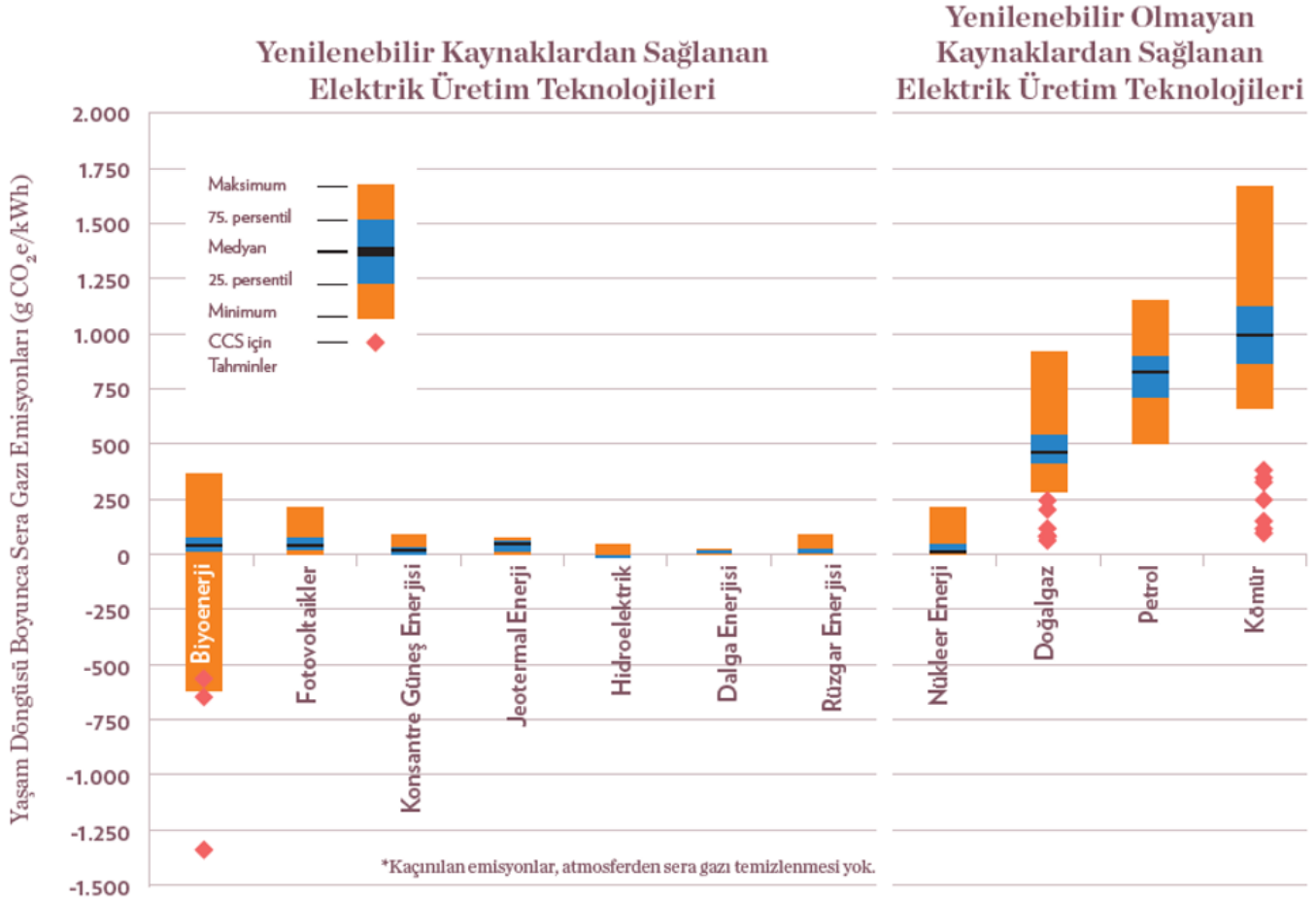
Exports by quantity | Exports by price

Şekil 34.ABD 'nin kömür ihracatındaki artış





11.KÖMÜR SANTRALLERİNDEKİ ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNİN SERA GAZI SALIMINA ETKİSİ



Şekil 35. Elektrik üretim teknolojilerinin enerji kaynaklarına göre üretilen her 1 kWh elektrik başına yaşam döngüsü boyunca sera gazı emisyonları (Kaynak: IPCC, 2012)

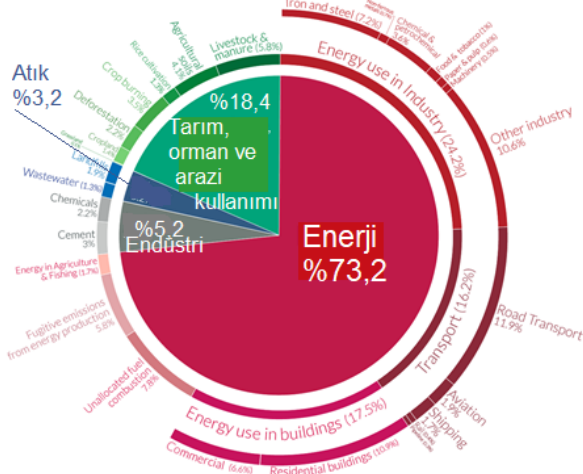
Elektrik üretim sistemlerinin kaynaklarına göre sera gazı salımına yaptıkları katkılar Şekil 35’de verilmiştir.



Global greenhouse gas emissions by sector

This is shown for the year 2016 – global greenhouse gas emissions were 49.4 billion tonnes CO₂eq.

Our World in Data



Alt Sektörler	Sera Gazı Salımına Olan Katkısı	Alt Sektör kırılımı
Ulaşım	%16,2	Karayolu %11,9 Havayolu %1,9 Demiryolu %0,4 Boru hattı %0,3 Deniz Yolu %1,7
Konut	%17,5	Konut %10,9 Ticari Bina %16,6
Sanayi Enerjisi	%24,2	Demir -Çelik %17,2 Metal %0,7 Makine %0,5 Yiyecek ve tütün %1 Kağıt %0,6 Kimya ve petrokimya (enerji) %3,6 Diğer Endüstri %10,6
Tarım,Balıkçılık(Enerji)	%1,7	-
Kayıtdışı fosil yakıt kullanımı	%7,8	-
Enerji üretiminde tutulamayan	%5,8	Kömür %1,9 Petrol ve doğalgaz %3,9
ENERJİ TOPLAMI	%73,2	

Kaynak: Climate Watch the World Resources Institute (2020)

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie (2020)

Şekil 36.2016 yılında salınan toplam sera gazlarının sektörlere göre dağılımı (34)

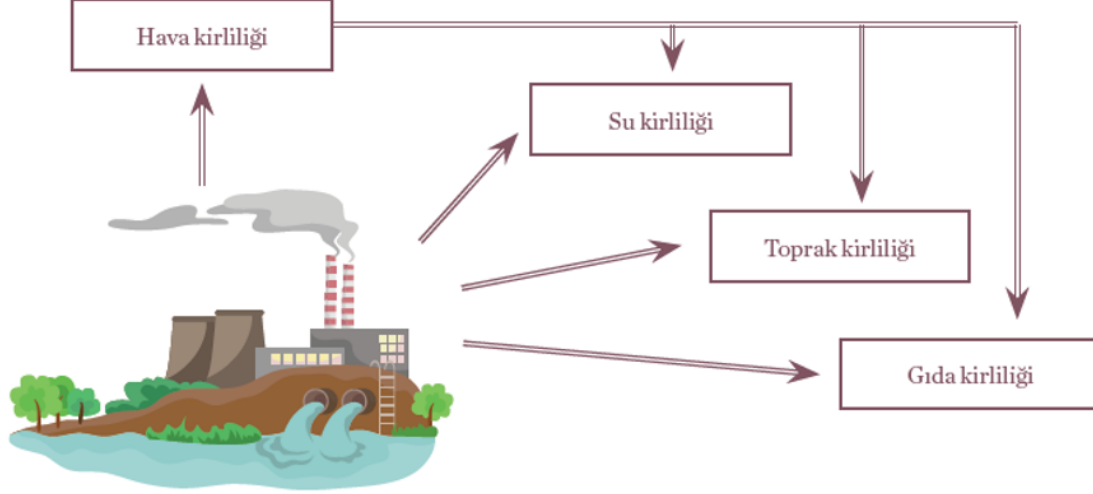
Tablo 9. Tarım orman ve arazi kullanımının sera gazı salımına etkisi (34)

Alt Sektörler	Tarım,Hayvancılık ve Arazi Kullanımı	Sera gazı salımı oranı
Hayvancılık ve gübre		5.8%
Zirai toprak		4.1%
Mahsul artığı yakma		3.5%
Orman arazisi		2.2%
Ekili alan		1.4%
Çeltik tarımı		1.3%
Otlak,mera		0.1%
Toplam		18.4%

Dünyada 2016 yılındaki sera gazı salımının sektörlere göre dağılımı Şekil 36'da, Tarım, orman ve arazi kullanımının sera gazı salımına etkileri de Tablo 9'da verilmiştir. Şekil 36'da yer alan verilere göre 2016 yılında kömürlü elektrik enerjisi santrallerinin toplam sera gazı salımına olan katkısı %1,9 olmuştur.



Termik santrallerin çevre kirliliği etkileri



Şekil 37. Termik santrallerin çevre kirliliği etkileri

12. TERMİK SANTRALLERDE BACA GAZINDAKİ KARBONU TUTMA VE DEPOLAMA TEKNOLOJİLERİ ve MALİYETİ

Şekil 37’de verildiği gibi termik santralleri birçok çevre kirliliği yaratmaktadır. Bunların en önemlilerinden biri de hava kirliliğidir. Bu kirlilik baca gazındaki karbonu tutma ve depolama sistemleri ile giderilmeye çalışılmaktadır. Bu konu Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikaları Merkezinin Kasım 2015’de yayınlanan Kömür Raporunda(32) çok kapsamlı bir şekilde Prof.Dr. Levent Kurnaz tarafından ele alınmıştır. Konuyu Raporun 6’ncı bölümünde(33) ele alan Prof.Kurnaz çok önemli tespit ve değerlendirmelerde bulunmuştur(33). Bu tespit ve aşağıda verilmiştir

Kömür tartışılmaz bir biçimde fosil yakıtların en kirlisidir. Yandığı zaman çıkan CO2 gazı iklim değişikliğine yol açar, SO2 gazı asit yağmuru oluşturur; atıkları, çevredeki suları kirletir ve yeraltındaki cıvanın önemli bir bölümü de bu yolla doğaya salınır. Kömürün daha temiz yakılabilmesi için geliştirilen teknolojilerin fiyatlarının ucuzlaması ve performanslarının artması ile baca gazlarındaki SO2 ve NOx gibi gazlarla toz parçacıklarının çevreye saçılmasını engellenmesi mümkün olmaya başlamıştır. Kömürle çalışan tesislerin ve elektrik üreten termik santrallerin ürettikleri CO2 gazının bacadan çıkmadan yakalanarak depolanmasına Karbon Tutma ve Depolama (Carbon Capture and Storage – CCS) teknolojisi denmektedir .

Enerji santrallerinde değişik yöntemlerle fosil yakıtlar yakılarak enerji elde edilmektedir. Bu yöntemler sonucu açığa çıkan karbondioksitin gaz içindeki oranı ve basıncı, karbon tutma yöntemlerinden hangisinin kullanılmasını gerektiğini belirlemektedir(33).

Karbon’un tutulması

Karbon tutma teknolojileri arasında klasik sistemlerden çok daha verimli yanma ve karbon tutma sağlayabilen bazı teknolojilerinin çalışan bir termik santrale monte edilmesi mümkün değildir, Bunlar sadece bu sistemle çalışan termik santrallerle yapılmasıyla kullanılabilirlerdir.



İlk yatırım ve enerji maliyeti

Ancak bu yöntemlerden hangisi kullanılırsa kullanılsın karbonu serbestçe atmosfere salmak yerine tutup depolamak enerji gerektirmektedir. Ayrıca bu tutma sistemlerinin ya eski santrallara eklenmesi ya da yeni santralların bu yöntemlerle inşa edilmesi gerektiğinden karbon tutmanın ilk yatırım maliyeti de vardır.

Karbonun taşınması

Karbon tutulan fabrikalar karbonun saklanacağı coğrafi yerin tam üzerinde değilse, tutulan karbonun saklanacağı yere taşınması gereklidir. Taşıma boru hatlarıyla ve kara-deniz yoluyla nakliye şeklinde yapılmaktadır. Boru hatları günümüzde karbondioksidi taşımak için kullanılan uygun bir teknolojidir. Karbondioksitin sıkıştırılarak yüksek basınç altında boru hatları ile taşınması 1970'lerden bu yana başarı ile uygulanmaktadır. Boru hatları dışında *kara veya deniz yolu ile nakliye* de karbondioksidi taşımak için kullanılabilir yollardır. Taşıma şeklinin seçiminde iki önemli faktör vardır: Miktar ve mesafe. Az miktarda karbondioksidi kısa mesafe taşıyacak olursak en makul çözüm kara yolunda tankerlerle taşımaktır. Tam tersine çok miktarda karbondioksidi uzun mesafe taşıyacak olursak en uygun çözüm, eğer mümkünse deniz yolu değilse de boru hattı olmalıdır.

Tutulan karbonun depolanması

Karbon tutulması ve depolanması başlığı altında ele alınan üç teknik problem vardır: Karbonun tutulması, taşınması ve depolanması. Tutulan karbonu depolamak için en azından teorik olarak üç ana metot vardır: Jeolojik depolama, sualtı depolaması ve mineral karbonlaması. Jeolojik depolamada karbondioksit yeraltındaki kayaların içine depolanır. Sualtı depolamasında ise karbondioksit okyanusların derinliklerine taşınarak bırakılır. Okyanuslarda su döngüsü çok yavaş olduğundan bırakılan bu karbondioksitin atmosfere uzun süre katılmayacağı düşünülür. Mineral depolamasında ise karbondioksit yeryüzünde bulunan taşların içindeki minerallerle tepkimeye sokularak minerallerin yapısı değiştirilir ve karbondioksitin neredeyse süresiz bir biçimde saklanması sağlanır.

Jeolojik depolama, karbondioksitin yeraltındaki kayaların arasında depolanması anlamına gelir. Bu amaçla kullanılması planlanan yerlerin başında petrol ve gaz yatakları, derin tuzlu su yapıları ve kullanılmayacak kömür yatakları gelmektedir. Bu depo alanlarının ortak özelliği geçirgen tortul kayalardan oluşmalarıdır. Yüksek basınç altındaki karbondioksitin bu kayaların içine enjekte edilerek depolanması sağlanacaktır. Bu depolama alanları karaların ya da denizlerin altında olabilir.

Tüm dünya ülkelerinin yıllık sera gazı salımları yaklaşık 50 milyar ton karbondioksit eşleniğidir. Şu ana kadar çalıştırılması becerilen karbon saklama projelerinde saklanabilen yıllık karbondioksit miktarı ise sadece 5 milyon ton civarındadır. **Yani bu konuda senelerdir yapılan çalışmalara ve yatırımlara rağmen salınan karbondioksitin on binde biri depolanabilmektedir.** Bu da depolama çabalarının tutma ve taşıma çabalarıyla kıyaslandığında daha çok gerilerde olduğunu göstermektedir.



Karbon tutma ve depolamanın bedeli

Karbon tutma ve depolamanın bedeli üç ayrı başlık altında incelenebilir: Karbon tutma, tutulan karbonu taşıma ve depolama. Örnek olarak Afşin-Elbistan B Termik Santrali seçilmiştir. Bu santral 4 üniteden oluşmakta ve her bir ünite 360 MW enerji üretmektedir.

Kömürden 360 MW elektrik enerjisi üretebilmek için iki yolumuz bulunmaktadır: Toz Kömür Santrali (Afşin-Elbistan bu yöntemle çalışmaktadır) veya Gazlaştırma Üniteli Kombine Çevrim Santrali. Toz Kömür Santralının ilk kurulum maliyeti yaklaşık 460 milyon dolardır. Eğer bu santral karbon tutacak şekilde tasarlayacak olursak maliyet 750 milyona çıkar, yani %63 artar. Buna karşılık aynı santral Gazlaştırma Üniteli Kombine Çevrim Santrali olarak tasarlanmış olsa ilk üretim maliyeti yaklaşık 480 milyon dolar olacaktır, yani ilkinden sadece %4 fazla. Ama Gazlaştırma Üniteli Kombine Çevrim Santrali aynı zamanda karbon tutacak şekilde tasarlanırsa maliyet 660 milyon dolar olur.

Bu da orijinal maliyetinden %35 daha fazladır. Yani eğer tüm santrallerin ilk maliyet yapıları en az karbon salacak şekilde tasarlanacak olursa yapım aşamasında bile kazançlı çıkmak mümkündür.

Afşin-Elbistan B Santralının her bir ünitesi saatte yaklaşık 280 ton karbondioksit salmaktadır. Karbon tutma teknolojileri ile bu salımın yaklaşık %86'sını tutmak mümkündür. Bunu yapabilmek için salınan ton başına 41 dolar masraf yapmak gerekir. Bu da üretilen elektriğin fiyatının %57 artması anlamına gelir. Bu santral Gazlaştırma Üniteli Kombine Çevrim Santrali olarak tasarlanmış olsaydı karbon tutma masrafı ton başına 23 dolar olacak ve üretilen elektriğin fiyatı %33 daha fazla olacaktı.

Afşin-Elbistan Santralının ürettiği karbondioksidi depolamak için 1000 km mesafeye taşıyan bir boru hattı kuracak olursak, boru hattının maliyeti üzerine taşınan her ton karbondioksit bize 8 dolara mal olacaktır. Afşin-Elbistan Santralının ürettiği karbondioksidi depolamak için 1000 km mesafeye taşıyan bir boru hattı kuracak olursak, boru hattının maliyeti üzerine taşınan her ton karbondioksit bize 8 dolara mal olacaktır.

Bugün için, Afşin-Elbistan termik santralının ürettiği karbondioksidi tutup, sıkıştırıp borularla Karadeniz kıyısına taşıyıp, sonra bir boru hattı ile Karadeniz'in derinliklerine göndermek ton başına yaklaşık 80 dolar bir masraf demektir.

Kömürden kazanılan elektrik enerjisi kullanıldığı zaman eğer karbondioksidi tutup depolamak istersek kullandığımız bu enerjinin 1 kwh'a yansıyacak maliyeti en düşük 6 cent olmaktadır.

Ülkemizde 1 Ocak 2020'de Çevre Kanunu gereği filtre takma zorunluluğuna uymadıkları gerekçesiyle, beş termik santral tamamen, bir termik santral ise kısmi olarak kapatılmış; dokuz kömürlü termik santralin ise filtresiz olmasına rağmen, Ocak 2021'e kadar "geçici faaliyet belgesi" ile çalışmasına izin verilmişti. Kapatılan termik santrallerin 6 ay sonra tekrar işletmeye alındıkları açıklandı.

Termik santrallerin yarattığı hava kirliliği konusunda alınması gereken önlemlerin kamuoyunu ve uzman kişi ve kuruluşları ikna edecek şekilde alınmadığı bilinmektedir. Bu nedenle Kömürlü Termik santrallerin su kirliliği ve yerel su sıkıntısı oluşturma riskinin şimdiden dikkate alınarak gerekli çalışmaların yapılması ve önlemlerin alınması çok büyük önem taşımaktadır.



13.SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Termik santrallerin soğutma suyu ihtiyacı konusunda yapılan çalışmalarda ÇEKİLEN KULLANILAN SU (Used water) ile ÇEKİLEN TÜKETİLEN SU (water consumption) kavramları arasındaki farkın bilinerek bu kavramların karıştırılmaması gerekir. TUİK açıklamaları ve ulaşılabilen diğer veriler bu şekilde ele alınıp değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır

- 1) 2020 yılında yayınlanan ve 6ncı Türkiye Çevre Durum Raporuna da giren TUİK verilerinde Termik Santrallerde suyun çekildiği kaynak , çekilen ve kullanılan su miktarı ve çekilen ve Tüketilen su miktarları açısından önemli belirsizlikler mevcuttur
- 2) Termik santrallerin buldukları bölgelere bakıldığında, soğutma sularının %98'inin denizden çekilmesi ve %99'unun denize deşarj edilmesi ilk bakışta mümkün gözükmemektedir.
- 3) Ancak Kömür santrallerimizin kurulu güç olarak %53'ünün deniz kenarında olduğu ve denizden aldığı suyu sadece KULLANARAK tekrar denize deşarj ettiği bilinmektedir.
- 4) Deniz kenarlarında bulunan Termik Santrallerin birçoğunda kullanılan TEK GEÇİŞLİ SOĞUTMA SİSTEMİ, diğer sistemlerden 10-100 kat daha fazla su çekimi yapmaktadır.
- 5) TUİK Bülteninde ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 6. Türkiye Çevre Durum Raporunda Termik santrallerin soğutma suyu için 2018 yılında 7,87 milyar m³ su çekimi yapıldığı yer almaktadır. Bu suyun %99'unun tekrar denizde deşarj edildiği de belirtilmektedir. Bu durumda burada açıkça belirtilmese bile **su tüketiminden değil bir su kullanımından söz edilmektedir.**
- 6) Ancak Termik santrallerin soğutma suyu kullanımı konusunda su kaynaklarını baskılayan unsurlar; çekilen suyun tüketilmesi ve kullanılmış suyun alıcı ortama kirli olarak verilmesidir.
- 7) Kaynağından çekildikten sonra termik santrallerde **tüketilen su miktarının hesabında** kullanılan "Su Tüketim Faktörleri üretilen birim enerji başına araştırmacılar tarafından belirlenmiş ve olup kullanılan soğutma sistemine göre değişmektedir.
- 8) Türkiye'de 2018 yılında termik santrallerden üretilen toplam elektrik enerjisi 181 GWh olmuştur Birim enerji üretimi başına dünyada termik santraller için belirlenen soğutma suyu tüketimi miktarlarının en üst sınırından hesap yapılırsa bile, tüketilen soğutma suyu miktarı 470 milyon m³ etmektedir. Bu değer bile 7,87 milyar m³ lük TUİK verisinden uzaktadır. Çünkü TUİK tarafından yayınlanan veriler SADECE ÇEKİLEN VE KAYNAĞA GERİ BIRAKILAN SU MİKTARLARI OLUP su tüketimine değil su kullanımına karşılık gelmektedir.
- 9) TUİK verilerinde, denizlerden yapılan çekimin dışında SADECE %1,8 oranında baraj, akarsu, kuyu ve diğer kaynaklardan su çekildiği yer almaktadır.
- 10) Bu durumda 2018 yılında baraj, akarsu, kuyu ve diğer kaynaklardan SOĞUTMA SUYU OLARAK ÇEKİLEN SU MİKTARININ TOPLAMI 84 954 000 m³ olmaktadır. (Şekil 22 - Çizelge 61).
- 11) Bu değer, 2018 yılında kurulu gücü 100 MW'dan daha büyük olan doğalgaz da dahil TÜM TERMİK SANTRALLER için çekilen su miktarını vermektedir.
- 12) Bu durumda sahil kesiminin dışındaki SADECE KÖMÜR SANTRALLERİ İÇİN ÇEKİLEN SU MİKTARI daha az olacaktır.
- 13) Sahillerin dışında kurulan KÖMÜRLÜ TERMİK SANTRALLERDE GENELLİKLE DAHA AZ SUYA İHTİYAÇ DUYAN SOĞUTMA TEKNOLOJİLERİ' kullanılmakta ve bu nedenle de deniz kenarındaki santrallere nazaran su kullanım ve tüketimleri daha düşük olmaktadır.
- 14) SONUÇ OLARAK; TUİK VERİLERİ ÜZERİNDEN YAPILAN TAHMİNİ YAKLAŞIMLARLA kömür santrallerinin tükettiği su miktarının yılda 60 milyon m³ civarında olabileceği değerlendirilmektedir .
- 15) Kömür santrallerinde yıllık tüketilen soğutma suyu miktarının, genel kabul gören formüllerle



- hesaplanan değeri ise yaklaşık 134 milyon m³ çıkmaktadır. (Tablo 8)
- 16) Ülkemizde halen 21 000 MW kurulu gücünde kömürlü termik santral mevcuttur. Bunların %40'ı (8500 MW) karadaki göl, nehir ve yeraltısularını tüketerek soğutma yapmaktadır. Ancak bu termik santrallerin su kullanımı ,su tüketimi ve kullanılmış sularının deşarjı verilerine ulaşılamamaktadır.
 - 17) Bu verilerin güncel ve detaylı bir şekilde kamuoyu ile paylaşılması gereklidir. Aksi takdirde basında yer alan haberlerde olduğu gibi spekülasyonlar yapılmakta ve **doğru bilinen yanlışlar ortaya çıkmaktadır.**
 - 18) Karadaki SOĞUTMA VE KULLANIM SUYUNU, YÜZEY VE YERALTISUYU KAYNAKLARINDAN TEMİN EDEN KÖMÜRE DAYALI TERMİK SANTRALLER deniz kenarındakilere nazaran daha az su kullanıyor olsalar bile buldukları bölgelere göre yerel ve bölgesel su baskıları yaratabilmektedir.
 - 19) Bu baskılar iklim değışikliğinin su kaynakları üzerindeki olumsuz etkileri ile artmaktadır
 - 20) BU BASKILARIN BELİRLENEREK GEREKLİ ÖNLEMLERİN ALINABİLMESİ İÇİN AÇIKLANAN TUİK VERİLERİ YETERSİZ KALMAKTADIR
 - 21) SANTRAL BÖLGELERİNDE YAŞANAN BU SORUNLARIN iklim değışikliği de dikkate alınarak yeniden ele alınması gerekir. Bunun için güncel, güvenilir ve standardize edilmiş detaylı verilerin bir an önce yayınlanmasına ihtiyaç vardır.

Termik santraller yarattıkları yerel su baskıları dışında çevrelerindeki sucul ortamların ,göllerin, nehirlerin su kalitesini de etkilemektedir. Termik santrallerin su kalitesi üzerindeki en önemli etkilerden biri özellikle deniz, nehir ve göl gibi su kaynakları kullanan tesislerde tek geçiş sistemli soğutmanın bir sonucu olarak oluşan termal kirliliktir. Atık suyun kaynağa su kaynağından daha yüksek sıcaklıklarda boşaltılması, su ekosistemine zarar vermektedir. Bu sıcaklık artışı su kütlelerinde biyolojik prosesleri hızlandırmakta ve çözünmüş oksijen miktarını azaltmaktadır. Su bitkilerinin büyümesini arttırarak suda tat ve koku problemine yol açabilmektedir. Termik santrallerde kullanılmakta olan soğutma suyu pompalarla çekilerek arıtmadan geçirilmekte ve bu sırada geçici sertlik giderimi, çöktürme ve mikroorganizmaların yok edilmesi aşamalarında kimyasal maddeler ilave edilmektedir. Kullanılan bu kimyasallar soğutma suyunun bir alıcı ortama verilmesi durumunda alıcı ortamda kirliliğe sebebiyet vermektedir. Ayrıca santral bacasından çıkan kirletici gazların oluşturacağı asit yağmurları da suların pH'ını değıştirebilmektedir. Uçucu küllerde bulunan Fe, Mn, Co, Cu, Zn, Pb, U gibi ağır metaller de zamanla taban suları vasıtasıyla alıcı ortama ulaşabilmektedir. Ayrıca termik santral atıkları bölgedeki yer altı ve özellikle yerüstü sularının asitlenmesine, kimyasal açıdan kirlenmesine de neden olmaktadır. Bu da insan sağlığını uzun erimde olumsuz yönde etkilemektedir.

Ülkemizin YEŞİL MUTABAKAT VE DÖNGÜSEL EKONOMİ konusunda hazırladığı EYLEM PLANI ve başlatılan çalışmalarda FOSİL YAKITLI ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNİN en düşük seviyeye indirilmesi hususları yer almaktadır. Ancak buna rağmen ülkemizde işletmede olanların yanısıra planlama proje ve inşaat safhasında olan birçok termik santral bulunmaktadır. Bu kararların ve verilen lisansların yeniden gözden geçirilmesi ve verilen teşvikler yenilenebilir enerji kaynaklarına kaydırılmalıdır.

Bu raporda da açıklanmaya çalışıldığı gibi kömür santrallerinde kullanılan soğutma suyu miktarı kullanılan teknolojiye bağlı olarak çok değışmektedir. Bu nedenle özellikle sahillerin dışındaki termik santrallerde suyu en verimli kullanan hava soğutmalı veya adiyabatik soğutmalı (35) sistemlerinin tercih edilmesi, soğutma suyu için yeraltısuyundan asla çekime müsaade edilmemesi Mevcut santrallerde ise Hindistan'da yapıldığı gibi suyu en az kullanan baca soğutmalı ve hava soğutmalı ve adiyabatik sistemlere geçiş sağlanmalıdır. geçiş sağlanmalıdır.

Ülkemizin de altına imza attığı birçok uluslararası taahhüt sera gazı salımlarının azaltılması ve kömürle yapılan elektrik üretiminin bir plan dahilinde sonlandırılmasını gerekli kılmaktadır. Ancak kömür ve doğalgaz



santrallerinin yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının ikame edilmesinin zaman alacağı görülmektedir. Bu nedenle kömür santrallerindeki hava ve su kirliliğinin önlenmesi ve suyun en verimli şekilde kullanılması konusundaki önlemler önem taşımaktadır. Bu konu yine havza planlaması ölçeğinde bütüncül bir anlayışla ele alınmalıdır. Türkiye'deki tüm Nehir Havzaları için hazırlanan su tahsis planlarında , termik santraller başta olmak üzere havzadaki tüm enerji santrallerinin mevcut su kullanım ve tüketimleri ve iklim değişikliğinin tahsislere olan etkisi detaylı bir şekilde incelenmeli ve bu çalışmalar periyodik olarak yenilenmelidir.

Ülkemizin Enerji güvenliğini riske atmadan su ve çevre güvenliğini sağlamak ve fosil yakıtların azaltılması konusundaki taahhütlerimizi yerine getirmek zorundayız. Bunun için mevcut eylem ve kalkınma planlarımızda yer alan tedbirleri hızla hayata geçirmemiz gerekmektedir.



14. REFERANSLAR

- (1) Egemen ÖZMEN 2012 Termik Santral Soğutma Sularının Deniz Suyu Kalitesine Etkisi .Yüksek Lisans Tezi Çevre Bilimleri Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ekim 2012 Ankara
- (2) EMBER Küresel Elektrik Raporu 2021 G20 Profili TÜRKİYE Türkiye'nin kömürden elektrik üretimi art arda iki yıldır düşüşte Mart 2021 www.ember-climate.org/global-electricity-review-2021
- (2.1)TÜRKİYE ÇEVRE SORUNLARI VE ÖNCELİKLERİ DEĞERLENDİRME RAPORU (2016 yılı verileriyle) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri ve Bilgi Yönetimi Dairesi Başkanlığı. Yayın No: 40 ANKARA–2018
- (3) <https://web.archive.org/web/20190418141139/https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur>
- (4) Orhan AYTAÇ (2020) ÜLKEMİZDEKİ KÖMÜR YAKITLI SANTRALLAR ÇEVRE MEVZUATIYLA UYUMLU MU? 2020 *Türkiye'nin Enerji Görünümü* TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını. Yayın No: 717
- (5) *Balkess El-Khozondar, B., & Koksall, M. A. (2017). Investigating the water consumption for electricity generation at Turkish power plants. In E3S Web of Conferences (Vol. 22, p. 00039). EDP Sciences.*
- (6) EKOLOGOS 2018 Arif Cem Gündoğan, Nevra Yaraç, Osman Bulut Bagatır, Koordinatör : Barış Doğru “Türkiye’de Linyit Santralleri, Su İhtiyaçları Ve Atıkları” “Linyit Yanmaz Yakar” EKOLOGOS 2018.Sayfa .23
- (7) Faraz Afshari, Heydar Dehghanpour “A Review Study On Cooling Towers; Types, Performance and Application” ALKÜ Fen Bilimleri Dergisi 2019, Özel Sayı (NSP 2018): 1-10
- (8) *Babcock & Wilcox Co. (2005). Steam: Its Generation and Use. 41st edition. ISBN 0-9634570-0-4.*
- (9) [Air Pollution Control Orientation Course](#) 23 Ekim 2012 tarihinde [Wayback Machine](#) sitesinde [arşivlendi.](#) from website of the Air Pollution Training Institute
- (10)Lee, J.B., Park, K.K., Eum, H.M., Lee, C.W., *Desalination, Desalination Of A Thermal Power Plant Wastewater By Membrane Capacitive Deionization*, 1-25 (2006).
- (11) ÇŞBR 2020 “ 6. Türkiye Çevre Durum Raporu “Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü ISBN: 978-625-7076-05-0 YAYIN NO: 48 ANKARA 2020
- (12) P. A. Torcellini, N. Long, J. Ron, Consumptive water use for US power production, NREL conference paper (2003)
- (13) E. Mielke, L. D. Anadon, V. Narayanamurti, Water consumption of energy resource extraction, processing, and conversion, Belfer Center for Science and Int. Affairs (2010)
- (14) M. J. Rutberg, 2012 Modeling water use at thermoelectric power plants, PhD diss..Massachusetts Institute of Technology (2012) E3S Web of Conferences 22, 00039 (2017) DOI: 10.1051/e3sconf/20172200039 ASEE17



- (15) T. Havey, California's Coastal Power Plants: Alternative Cooling System Analysis, Golden Co., California (2008)
- (16) J. Macknick, R. Newmark, G. Heath, K. Hallet, 2011A review of operational water consumption and withdrawal factors for electricity generating technologies, NREL, U.S. (2011)
- (17) Comparison of Alternate Cooling Technologies for California Power Plants, EPRI, Palo Alto, CA, and California Energy Commission, Sacramento, CA (2002)
- (18) TÜİK (2018) Termik Santral Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri.
- (19) Goncaoğlu, B. İ., Erturk, F. ve Ekdal, A. (2000), "Termik Santrallerle Nükleer Santrallerin Çevresel Etki Değerlendirmesi Açısından Karşılaştırılması", ÇEV KOR Ekoloji Çevre Dergisi 9 (34), 9-14.
- (20) Uslu, İ., Gökmeşe, F., 2009. Termik Santral Kaynaklı Civa Kirliliği. TÜBAV bilim Dergisi, 2, 1, 10-13.
- (21) Zafer KARACA 2019 TERMİK SANTRALLERİN ÇEVRESEL ETKİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA Yüksek Lisans Tezi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
- (22) <https://web.archive.org/web/20190418141139/https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur>
- (23) Termik santrallerin kullandığı suların yarısına yakını tatlı su kaynaklarından sağlanıyor 28 Kasım 2019 <https://ozgurdenizli.com/termik-santrallerin-kullandigi-sularin-yarisina-yakini-tatli-su-kaynaklarindan-saglaniyor/> erişim 15 Temmuz 2020
- (24) 77 Baba A. (2001), "Yatağan (Muğla) Termik Santrali Atık Depolama Sahasının Yeraltı Sularına Etkisi", Jeoloji Mühendisliği Araştırma Makalesi, 25 (2), 1-19.
- (25) Özdemir, Y. (2013), Afşin-Elbistan Termik Santrallerinin Çevresel Etkileri: Mesafe Tabanlı Algı Analizi, KSÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş
- (26) TÜİK 2016 İmalat Sanayi Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri Mikro Veri Seti Yayın No: 4499 Yıl: 2016
- (27) Tamzok N (2020) DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE KÖMÜR –2019 Türkiye'nin Enerji Görünümü . <https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/TEG-2020>
8.1_D%3%BCnyada%20ve%20T%3%BCrkiyede%20K%3%B6m%3%BCr%20%282019%29%20Nejatt%20Tamzok.pdf
- (28) Kalyan Bhattacharya 2018 Water Efficiency in Thermal power Plant: An Outline of Cooling Technology in India , Vice President –E & BD Paharpur Cooling Towers Ltd, Kolkata, INDIA . <https://cdn.cseindia.org/userfiles/Kalyan-Bhattacharya-2.pdf> erişim 15 Temmuz 2021
- (29) Dieter, C.A., Maupin, M.A., Caldwell, R.R., Harris, M.A., Ivahnenko, T.I., Lovelace, J.K., Barber, N.L., and Linsey, K.S., 2018, *Estimated use of water in the United States in 2015: U.S. Geological Survey Circular 1441*, 65 p., <https://doi.org/10.3133/cir1441>.)
- (30) John Maulbetsch, 2003 *Cooling System Retrofit Costs EPA Workshop on Cooling Water Intake Technologies* Arlington, Virginia May 6, 2003 Maulbetsch Consulting Kent Zammit, EPRI
- (31) GONCALOĞLU Bülent İlhan., ERTÜRK Ferruh, ERDAL Alpaslan, "Termik Santrallerle Nükleer



Santrallerin Çevresel Etki Değerlendirmesi Açısından Karşılaştırılması”, Ekoloji Çevre Dergisi, Sayı: 34, Ocak-Şubat-Mart, 2000.

[32] Ümit Şahin (Editör) Ahmet Atıl Aşıcı ,Sevil Acar ,Pınar Gedikkaya Bal, Ali Osman Karababa ,Levent Kurnaz,2015 “Kömür Raporu İklim Değişikliği, Ekonomi ve Sağlık Açısından Türkiye'nin Kömür Politikaları”.Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikaları Merkezi Kasım 2015

[33] Kurnaz Levent (2015) “Temiz Kömür” Mümkün Mü? – Karbon Tutma Ve Depolama (CCS) Teknolojileri KÖMÜR RAPORU Bölüm 6 ”.Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikaları Merkezi Kasım 2015

[34] Iman Ghosh 2020 A Global Breakdown of Greenhouse Gas Emissions by Sector November 6, 2020 <https://www.visualcapitalist.com/a-global-breakdown-of-greenhouse-gas-emissions-by-sector/> Erişim: 2 Temmuz 2021 .

[35] YILDIZ T. (2020) Tüketim Verileri Temelinde Bir Girdi Olarak Enerji Kaynaklarının İncelenmesi. BAA Sosyalist Planlama, Sanayi, Enerji ve Kalkınma Komisyonu Nisan 26, 2020

[36] TÜRKİYE CUMHURİYETİ TİCARET BAKANLIĞI Yeşil Mutabakat Eylem Planı 2021

[37] Tamzok.N. (2017) Yerli Kömüre Dayalı Termik Santral Potansiyeli, Darboğazlar Ve Çözüm Önerileri . TERMİK SANTRALLER 2017 (2017), Ankara TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını No:MMO/668

[38] Jagjit Singh Sehra, Michael Kost (2021) How Thermal Power Plants Can Save 80% of Their Water .June 1 2021 <https://www.powermag.com/how-thermal-power-plants-can-save-80-of-their-water/>

[39] TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi). 2019. Santral Kurulu Güç Raporları. TEİAŞ Web Sitesi: <http://www.teias.gov.tr/>

Kullanılan bazı harita ve açıklamalardaki data ve veri kaynağı: Resource Watch, 2021. <https://resourcewatch.org/>



16.EKLER

İŞLETMEDEKİ KÖMÜR SANTRALLERİMİZ (Kaynak: Enerji Atlası)

1)	Zonguldak Eren (ZETES)	Zonguldak	Eren Enerji	İthal Kömür	2.790 MW
2)	Afsin - Elbistan B Termik Santrali	Kahramanmaraş	EÜAŞ	Linyit	1.440 MW
3)	Afsin Elbistan A Termik Santrali	Kahramanmaraş	Çelikler Enerji	Linyit	1.355 MW
4)	Cenal Karabiga Termik Santrali	Çanakkale	Alarko Enerji	İthal Kömür	1.320 MW
5)	İSKEN Sugözü Termik Santrali	Adana	Steag Enerji	İthal Kömür	1.308 MW
6)	İÇDAŞ Bekirli Termik Santrali	Çanakkale	İÇDAŞ Elektrik	İthal Kömür	1.200 MW
7)	İskenderun Atlas Termik Santrali	Hatay	Diler Holding Enerji Grubu	İthal Kömür	1.200 MW
8)	Soma B Termik Santrali	Manisa	Konya Şeker Enerji	Linyit	990 MW
9)	Kemerköy Termik Santrali	Muğla	Limak Enerji	Linyit	653 MW
10)	Yatağan Termik Santrali	Muğla	Yatağan Termik Enerji Üretim	Linyit	630 MW
11)	Çayırhan Termik Santrali	Ankara	EÜAŞ	Linyit	620 MW
12)	Seyitömer Termik Santrali	Kütahya	Çelikler Elektrik	Linyit	600 MW
13)	Soma Kolin Termik Santrali	Manisa	Kolin Enerji	Linyit	510 MW
14)	Kangal Termik Santrali	Sivas	Konya Şeker Enerji	Linyit	457 MW
15)	Tufanbeyli Termik Santrali	Adana	Enerjisa Elektrik	Linyit	450 MW
16)	Yeniköy Termik Santrali	Muğla	IC İçtaş Enerji	Linyit	420 MW
17)	İÇDAŞ Biga Termik Santrali	Çanakkale	İÇDAŞ Elektrik	İthal Kömür	405 MW
18)	Silopi Termik Santrali	Şırnak	Ciner Enerji	Asfaltit	405 MW
19)	İzdemir Enerji Aliağa Termik Santrali	İzmir	İzmir Demir Çelik	İthal Kömür	370 MW (700 MW)
20)	Tunçbilek Termik Santrali	Kütahya	Çelikler Enerji	Linyit	365 MW



21) Çan 2 Termik Santrali	Çanakkale	Odaş Enerji	Linyit	330 MW
22) 18 Mart Çan Termik Santrali	Çanakkale	EÜAŞ	Linyit	320 MW
23) Çatalağzı Termik Santrali	Zonguldak	Çates Elektrik Üretim	Taş Kömürü	315 MW
24) Aksa Bolu Göynük Termik Santrali	Bolu	Aksa Enerji	Linyit	270 MW
25) İskenderun Demir Çelik Termik Santrali	Hatay	OYAK	İthal Kömür	239 MW
26) Orhaneli Termik Santrali	Bursa	Çelikler Enerji	Linyit	210 MW
27) Çolakoğlu Termik Santrali	Kocaeli	Çolakoğlu Metalurji	İthal Kömür	190 MW
28) Yunus Emre Termik Santrali	Eskişehir	Naksan Enerji	Linyit	145 MW (290 MW)
29) Kardemir Termik Santrali	Karabük	Kardemir A.Ş.	Kömür	78 MW (107.5 MW)
30) Polat Termik Santrali	Kütahya	Polat Elektrik Üretim	Linyit	51 MW
31) Soma A Termik Santrali	Manisa	EÜAŞ	Kömür	44 MW
32) Albayrak Balıkesir Kojenerasyon Santrali	Balıkesir	Albayrak Turizm	İthal Kömür	40 MW
33) Çumra Termik Santrali	Konya	Konya Şeker Enerji	Linyit, Doğalgaz	37 MW
34) Eti Soda Kojenerasyon Santrali	Ankara	Ciner Enerji	Linyit	28 MW
35) Konya Şeker Çumra Termik Santrali	Konya	Konya Şeker Enerji	Doğalgaz, Fuel oil	24 MW
36) Konya Şeker Fabrikası Doğalgaz Santrali	Konya	Konya Şeker Enerji	Doğalgaz, Linyit, Fuel oil	19 MW
37) Kahramanmaraş Kağıt Termik Santrali	Kahramanmaraş	Kahramanmaraş Kağıt	İthal Kömür	16 MW
38) Iğın Şeker Fabrikası Termik Santrali	Konya	Türkiye Şeker Fabrikaları	Linyit, Fuel oil	14 MW
39) Turhal Şeker Fabrikası Termik Santrali	Tokat	Kayseri Şeker	Linyit, Fuel oil	14 MW
40) Eti Alüminyum Termik Santrali	Konya	Cengiz Enerji	Linyit	13 MW



41)	Afyon Şeker Fabrikası Termik Santrali	Afyonkarahisar	Türkiye Şeker Fabrikaları	Linyit, Fuel oil	13 MW
42)	Susurluk Şeker Fabrikası Termik Santrali	Balıkesir	Türkiye Şeker Fabrikaları	Linyit	9,60 MW
43)	Amasya Şeker Fabrikası Termik Santrali	Amasya	Amasya Şeker A.Ş.	Linyit	7,76 MW
44)	Kıpaş Kağıt Fabrikası Kömür Santrali	Kahramanmaraş	Kıpaş Holding	İthal Kömür	7,60 MW
45)	Kütahya Şeker Fabrikası Termik Santrali	Kütahya	Kütahya Şeker Fabrikası	Linyit	7,13 MW
46)	Petlas Lastik Enerji Santrali	Kırşehir	Petlas Lastik	Kömür, LPG, Doğalgaz	6,00 MW
47)	Yozgat Şeker Fabrikaları Termik Santrali	Yozgat	Türkiye Şeker Fabrikaları	Linyit, Fuel Oil	6,00 MW
48)	Aynes Gıda Termik Santrali	Denizli	Aynes Gıda	Linyit	5,50 MW
49)	Küçüker Tekstil Termik Santrali	Denizli	Küçüker Tekstil	Linyit	5,00 MW
50)	Çankırı Tuz Fabrikası Kojenerasyon Santrali	Çankırı	Med-Mar Sağlık Saltı Tuz	Linyit	1,64 MW
51)	Göknur Gıda Termik Santrali	Niğde	Göknur Gıda	Kömür	1,55 MW

Not: Parantez içindeki değer, tesisin inşa aşamasındaki kısmı da tamamlandığında ulaşılabilecek toplam kurulu gücü ifade eder.

Yapım Aşamasındaki Kömür ve Linyit Yakıtlı Termik Santraller

S.	Santral Adı	İl	Firma	Yakıt Tipi	Kurulu Güç
1)	Amasra Termik Santrali	Bartın	Hattat Holding	Taş Kömürü	1100 MW
2)	Konya Ilgın Termik Santrali	Konya	Ciner Enerji	Linyit	500 MW



Yapım Aşamasındaki Kömür ve Linyit Yakıtlı Termik Santraller

S.	Santral Adı	İl	Firma	Yakıt Tipi	Kurulu Güç
1)	Amasra Termik Santrali	Bartın	Hattat Holding	Taş Kömürü	1100 MW
2)	Konya Ilgın Termik Santrali	Konya	Ciner Enerji	Linyit	500 MW

Üretim Lisansı Alan Kömür ve Linyit Yakıtlı Termik Santraller

S.	Santral Adı	İl	Firma	Yakıt Tipi	Kurulu Güç
1)	Karaburun Termik Santrali	Çanakkale	Yıldırım Enerji	İthal Kömür	1320 MW
2)	Adana Hunutlu Termik Santrali	Adana	Emba Elektrik Üretim	İthal Kömür	1320 MW
3)	Kirazlıdere Termik Santrali	Çanakkale	Doğtaş Grubu	İthal Kömür	1260 MW
4)	Kınık Termik Santrali	İzmir	Fina Enerji	Linyit	700 MW

Ön Lisans Alan Kömür ve Linyit Yakıtlı Termik Santraller

S.	Santral Adı	İl	Firma	Yakıt Tipi	Kurulu Güç
1)	Amasya Suluova Termik Santrali	Amasya	Suluova Enerji Üretim	Linyit	270 MW



Planlanan Kömür ve Linyit Yakıtlı Termik Santraller

S.	Santral Adı	İl	Firma	Yakıt Tipi	Kurulu Güç
1)	Çayırhan B Termik Santrali	Ankara	EÜAŞ	Linyit	720 MW
2)	Diler Elbistan Termik Santrali	Kahramanmaraş	Diler Holding	Linyit	400 MW
3)	Domanıç Termik Santrali	Kütahya	Çelikler Enerji	Linyit	300 MW
4)	Tekirdağ Saray Termik Santrali	Tekirdağ		Linyit	300 MW
5)	Keles Termik Santrali	Bursa	Çelikler Enerji	Linyit	270 MW
6)	Çan Helvacı Termik Santrali	Çanakkale	İçdaş Enerji	Linyit	270 MW
7)	Şırnak Asfaltit Santrali	Şırnak		Asfaltit	270 MW
8)	Ant Enerji Termik Santrali (ANTES)	Muğla	Çalık Enerji	Linyit	160 MW
9)	Bingöl Karlova Termik Santrali	Bingöl		Linyit	150 MW
10)	Adıyaman Gölbaşı Termik Santrali	Adıyaman		Linyit	150 MW
11)	Çankırı Orta Termik Santrali	Çankırı	Çalık Enerji	Linyit	150 MW
12)	Sivas Kangal Etyemez Termik Santrali	Sivas		Kömür	135 MW
13)	DOSAB Buhar ve Enerji Üretim Tesisi	Bursa	DOSAB	Linyit	49.5 MW

Kaynak: Enerji Atlası <https://www.enerjiatlası.com/kömür/>
Erişim 15 Temmuz 2021







Think Forward . Lead Forward

SPD

HİDROPOLİTİK AKADEMİ MERKEZİ

Güfte Sokak 8/9 06680 Kavaklıdere/ANKARA /TURKEY

TEL: 312 417 00 41 Fax: 312 417 60 67