

Kömüre Dayalı Enerji Politikasının Su Etkisi

İçindekiler

1 Giriş	1
2 Kömürün su etkileri: Kirlilik, susuzluk ve hidromorfoloji	2
2.1 Kömür madenciliğinin etkileri	2
2.1.1 Kömür madenciliğinin bölgesel hidrolojiye etkisi ve susuzlaştırma	2
2.1.2 Kömür madenciliği kaynaklı su kirliliği	5
2.1.3 Kömür madenciliği kaynaklı atık su	6
2.1.4 Kömür madenciliği kaynaklı su tüketimi	8
2.2 Kömürlü termik santrallerin etkileri	9
2.2.1 Termik santrallerin soğutma suyu kaynaklı su tüketimi	9
2.2.2 Kül barajlarının ve uçucu küllerin neden olduğu su kirliliği	11
2.2.3 Termik santraller kaynaklı cıva kirliliği	13
Örnek çalışma- Termik santraller kaynaklı su kirliliğine dair inceleme: Yeniköy Termik Santrali örneği	14
3 Türkiye’de suyun yönetişimi	17
4 Sonuç	20
Kaynaklar	21

Kömüre Dayalı Enerji Politikasının Su Etkisi

1 GİRİŞ

Su, kömürden elektrik üretimi için kömür kadar vazgeçilmezdir. Çok miktarda tüketilen su santrallerde kirlenici maddelerin temizlenmesi, türbinlerin çalışması için gerekli buharın üretimi ve santrallerin soğutulması gibi enerji üretiminin farklı aşamalarında kullanılmaktadır. Ayrıca madencilik faaliyetleri için sahadan sürekli su çekimi yapılması gereklidir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın analizine göre elektrik sektörü her sene yaklaşık 285 milyar metreküp su çekiyor (bir kaynaktan çekip deşarj edilen su hacmi) ve 15 milyar metreküp suyu tüketiyor (çekilen ancak kaynağa geri dönmeyen su hacmi) (Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency [IEA], Energy and Water). Elektrik sektörü içinde en fazla su çeken ve su tüketen tesisler ise kömürlü termik santrallerdir (Walton, 2020). Dolayısıyla enerji politikası yapım sürecinin, sağlık ve iklim değişikliği kadar önemli bir boyutu da sudur.

Enerji seçimlerimizin su varlıkları üzerindeki etkisi kadar suyun miktarı ve mevcudiyetinin de enerji üretiminde etkisi vardır. Su kıtlığı, enerji üretimi ve güvenilirliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Elektrik Üretim AŞ'nin (EÜAŞ) iklim değişikliğinin termik santraller üzerinde etkisi ile ilgili çalışmasında, Türkiye'de iklim krizinin neden olacağı su varlıklarındaki azalma ile özellikle termik santrallerde soğutma için ihtiyaç duyulan suyun temininde sıkıntı yaşanacağı öngörülmektedir (GTE Carbon, EÜAŞ, Newcastle Üniversitesi, 2014).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın 'yerli ve yenilenebilir enerji' vizyonunda merkezi bir yer tutan kömürün ülkemizin elektrik üretimindeki payı %35 civarındadır ve sektördeki payının artması hedeflenmektedir. Diğer yandan ülkemiz, kişi başına düşen 1.544 metreküp kullanılabilir yıllık su miktarıyla su stresi (baskısı) yaşayan ülkeler arasında yer almaktadır (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü [DSİ]). Türkiye'nin içinde bulunduğu coğrafyanın ağırlaşan iklim kırılganlığı, halihazırdaki kurak ve yarı-kurak iklim koşulları ve artan nüfusu ile su kıtlığı yaşayan ülkelerden biri olması ise muhtemel görülmektedir.

Prof. Dr. Murat Türkeş ve ark.nın 2016 tarihli modelleme çalışmasına göre Anadolu'nun merkezinde yer alan yarı kurak ve kurak iklim özelliklerinin daha geniş bir alana yayılmaya başladığı, yarı nemli ve nemli kıyı iklim özelliklerinin ise daha dar alanları etkilemeye başladığı gözlemlenmiştir (Türkeş vd., 2016). Çalışmaya göre iklim özelliklerindeki bu önemli değişim yalnızca günümüz iklimi için değil, gelecekteki iklim için de kuraklık riskinin göstergesidir. Prof. Dr. Ömer Şen'in çalışmasından da benzer sonuçlar çıkmıştır. Şen, havza bazında yaptığı incelemede Türkiye'deki havzaların su potansiyellerindeki olası değişimleri göstermiştir: Güneydeki havzalarda ciddi su miktarı düşüşü yaşanırken, kuzeydeki havzalarda çok az değişiklik olacağı veya hiç değişiklik olmayacağı tahmin edilmektedir (Şen, Türkiye'de İklim Değişikliği).

'Kömüre Dayalı Bir Enerji Politikasının Su Etkisi' çalışması kömürlü termik santrallerin ve kömür madenciliğinin su miktarı ve kalitesi üzerinde yarattığı baskıya dair somut veriler sunarak gittikçe kitleleşen ve pandemi ile önemi daha da artan su için, su oburu bir enerji seçeneği olan kömürün içme suyu ve tarımsal sulama suyu ile rekabet riskini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bunun nedenle, çalışmada Afşin-Elbistan, Yatağan, Yeniköy, Kemerköy, Çan kömür sahalarındaki deneyim ve olgular ile izin-proje süreçleri devam eden Eskişehir-Alpu, Çanakkale, Karapınar-Ayrancı gibi sahaların su varlığı üzerindeki olası etkileri değerlendirilmiş ve aktarılmıştır.

2 KÖMÜRÜN SU ETKİLERİ: KİRLİLİK, SUSUZLUK VE HİDROMORFOLOJİ

2.1 Kömür madenciliğinin etkileri

2.1.1 Kömür madenciliğinin bölgesel hidrolojiye etkisi ve susuzlaştırma

Kömür madenciliğindeki önemli proseslerden biri, kömürün güvenli şekilde çıkarılması için maden sahasının susuzlaştırılması yani sahadaki yer altı sularının tamamen boşaltılmasıdır. Susuzlaştırma adı verilen bu operasyon, akarsu havzalarının su rejiminin bozulması ve asit maden drenajı (Can, vd., 2015) olmak üzere iki büyük riski beraberinde getirmektedir. Maden ocağının derinliğine göre yer altı sularının boşaltılması ve suyun yeniden ikamesi için geçen süre uzar ve suyun boşaltılması ve ocağın yıllarca açık kalması ile sadece işlemin yapıldığı alan değil oluşan travmatik akış hunileri ile kilometrelerce çaptaki yer altı su akış sistemi bu işlemde etkilenir.

Susuzlaştırma işleminin maden sahasının büyüklüğüne ve bulunduğu bölgenin jeolojik ve hidrojeolojik yapısına göre etkisi değişmekle birlikte, maden sahasının olduğu bölgedeki su döngüsünü bozma riski de bulunur. Kömürün bulunduğu bölge aynı zamanda akifer özelliği gösteren bir yer altı suyu sahası ise susuzlaştırma işlemi esnasında yer altı suları miktar ve kalite bakımından zarar görmekte ve bu da sahanın içinde bulunduğu akarsu havzasının hidrolojik sistemine zarar vermektedir. Söz konusu zararlar aynı zamanda bölgede içme suyu, tarımsal sulama veya hayvancılık bakımından bu yüzey ve yer altı sularına bağlı insanları da olumsuz etkilemektedir. Susuzlaştırma genellikle daha tuzlu olan derin yer altı sularının da yükselerek tatlı suya karışmasına neden olur. Bu değişimler, kilometrelerce çapta yer altı su seviyesinin azalmasına, küçük su varlıklarının ve kuyularının kurumasına neden olur. (Peplinski 2019; Greenpeace 2016).

Örneğin; Karapınar-Ayrancı kömür madenciliği projesi için yapılan değerlendirmeye göre farklı derinliklerde oluşturulacak açık ocak çukurlarında, kömür sahasında oluşacak düşüm konisine bağlı olarak ruhsat sahalarını sınırlayan bölgelerden kazı çukuruna doğru yer altı suyu akımı gerçekleşecektir. Bu durum, kömür sahalarının altında yer alan akifer birimlerinden ocak içine olacak boşalım miktarlarına bağlı olarak, İnsuyu ve Berendi kireçtaşı akiferlerinde yer altı suyu seviyelerinde düşüşe ve bölgede sulama amaçlı açılan kuyuların zamanla olumsuz etkilenmesine neden olma riski taşımaktadır. Ayrıca yine aynı projede susuzlaştırma işleminin boyutunun ve olası boşalımının madencilik açısından ne tür riskler barındırdığı ise belirsizdir.

Susuzlaştırmaya dair bir diğer husus da diğer sektörlerde belli bir ücretle tahsis edilen yer altı suyunun, susuzlaştırmada maden şirketi tarafından bedelsiz olarak çekilmesidir. Bu konuda Türkiye’de bir çalışma olmamakla beraber benzer uygulama Avrupa’da da yapılmaktadır ve Avrupa Çevre Bürosu (EEB) bedelsiz tahsisi maliyetlendirmiştir. Bu çalışmaya göre, Avrupa’nın kömür ağırlıklı 3 ülkesi – Almanya, Çekya ve Polonya’daki kömür endüstrisinin su tüketimini ve maliyetini incelemiştir (Avrupa Çevre Bürosu [EEB], 2020). Çalışmaya göre, 3 kömür bölgesinde yer altından çekilen su için maden işletmecisine herhangi bir maliyet yansıtılmamaktadır. Diğer sanayi kollarının tabi olduğu su tarifelerinin kömür sektörüne de yansıtılmaması sayesinde sektör yılda 54,2 milyon avroluk bir gizli destek almaktadır. Bu miktarın 40,4 milyon euroluk kısmı madenlerin susuzlaştırılması için çekilen suyun maliyetidir.

Kömür madenciliği bulunduğu sahanın topografyasını tamamen değiştirir. İnsan eliyle oluşturulan dev çukurlar, maden atıklarından ve örtü toprağından oluşan tepeler bölgenin hidrolojisini etkiler ve yüzeysel su akışında değişikliklere neden olur. Kömüre ulaşmak için yapılan kazı işlemi sonucunda ortaya çıkan pasa (ekonomik değeri olmayan kaya-toprak karışımı malzeme) çoğunlukla maden sahasının yakınlarındaki vadilere akarsuları örtecek şekilde dökülür.

Akarsu yataklarının kaynaktan (membra bölgesinden) başlayarak pasa altında kalması, su rejiminin değişmesine, besin döngüsü ve organik madde üretimi gibi ekolojik süreçlerde yaşamsal roller üstlenen ekosistemlerin kalıcı biçimde yok olmasına, bu akarsularda yaşayan pek çok sucul canlıların da ölmesine neden olur (Epstein vd., 2011; Palmer vd., 2010) Maden sahalarında bitki örtüsünün tamamen kaldırılmış olması, topoğrafyadaki değişiklikler, üst toprak kaybı ve ağır iş makinelerinin kullanılmasından dolayı toprağın sıkışması sonucu infiltrasyon kapasitesi (suyun toprağın içine giriş hızı) düşer, yüzey akışı tetiklenir; yer altı rezervlerine ulaşabilen su miktarı azalır (Palmer vd., 2010).

Yer altı kömür madenciliği işletmesinin neden olduğu tasmanlar zemin eğimini değiştirerek yüzeysel su yollarını genişletmektedir. Kömür üretimi yer altı su tablasına yakın seviyelerde yapıldığında açılan boşluğa çeşitli kaynaklardan su akışı olmakta, yüzey akıntılarının ilave olmasıyla birlikte su miktarı da artmaktadır. Sonuçta çalışma alanında istenmeyen fazladan suyun varlığı madencilik faaliyeti açısından halledilmesi güç ve maliyetli sorunlara sebep olabilmektedir (Bayrak, F., 2014).

Örneğin, Çevresel etki değerlendirme raporuna göre Eskişehir Alpu Kömürlü Termik Santral ve Kömür Madenciliği Projesi için yer altı suyu boşalımı riski yüksektir. Değerlendirmeye göre, “B sektöründe kömür, yer altı işletmeciliği ve tam mekanize uzun ayak yöntemiyle alınacağından desandre ile kömür çıkarılacak derinliklere inilirken, alüvyon ve Pliyosen çökellerin yüksek geçirgenliğe sahip birimlerinden galeri içlerine yer altı suyu boşalimleri olması beklenmektedir. Ayrıca, hem kömürün alınacağı Miyosen çökellerinden hem de akifer birimlerden galeri içlerine gelecek yer altı suları maden işletmeciliği açısından sıkıntı oluşturabilecek boyutlarda gerçekleşebilir.”.

Tanıklık

Muğla'daki kömür madeninin bölge hidroloji üzerindeki etkisini Milas Kent Konseyi ve Muğla Çevre Platformu Yürütme Kurulu Üyesi Meliha Hanım anlatıyor:

“Milas-Ören arasında eskiden kilometrelerce uzanan orman alanlarının şimdi yerinde yeller esiyor. Sekköy'de ormanlık alanın ortasında daha önceden olmayan bir göl belirdi. Eski maden alanları gölleniyor; biriken suyun niteliği nedir bilmiyoruz. Yasal olarak maden için sıyrılan üst toprak ayrıca depolanmalı; ancak bu verimli orman toprağı, diğer kazı atıkları ile karıştırılarak düzensiz biçimde doğaya atılıyor. En azından bu toprağı korumanın bir yolu bulunmalı. Ören'in girişinde, maden sahasından Kemerköy TES'e kömür taşıyan bantların karşısındaki sulak alanı madenden gelen hafriyat atığı doldurmuş durumda. Muğla Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nin arkasında kalan bu bölge, önceden kuş cennetiymiş; tarihte de sağlık, şifa merkezi olarak bilinirmiş. Maden atıkları nedeniyle sulak alan artık tamamen yok olmuş durumda”. (CAN Europe, 2019).

2.1.2 Kömür madenciliği kaynaklı su kirliliği

Susuzlaştırma işleminin ekosistem üzerindeki bir diğer olumsuz etkisi asit maden drenajıdır (AMD). AMD, kükürt içeren kayaların hava ve suyla temas etmesiyle doğal olarak sülfürik asit oluşması sürecidir. Susuzlaştırma sırasında da AMD oluşur, kömürle temas eden sular asidik hale gelir ve AMD, asidik olmasının yanı sıra mangan, nikel, bakır, kurşun, çinko, civa gibi ağır metalleri de içerir. Oluşumun kaynağı ise kayaç yığınları, atık barajına terk edilen zenginleştirme atıkları, pirit konsantresi stokları, açık ve kapalı maden işletmeleridir. AMD bu alanlarda meydana gelen sızıntılara ve yüzey drenajlarına bağlı olarak gelişir. Bu asit akışı; bakır, kurşun, civa gibi ağır metallerin çözünmesine sebep olarak yer altı ve yüzeysel sulara ulaşır. Oluşumu için, su ve havanın kükürtlü minerale eşlik etmesi yeterlidir. Kömür madenlerinden çıkan bu su civarda bulunan nehirlerle ulaşır, içme suyu varlıklarını kirletir ve yer altı suyuna karışır (Bayrak, 2014). Bu suyun asidik olması yüzünden nehirlerde çökelti içinde birikmiş olan ağır metaller de çözünebilir. AMD'nin içerdiği birçok ağır metal gıda zincirinde biyoakümülyasyon potansiyeline sahiptir. Asidik olan ve ağır metal içeren bu sular, nehir vb. ortamlardaki canlılara zarar vermekte, genelde biyoçeşitliliği azaltmaktadır. Çan (Çanakkale) çevresinde kömür sahası içinde asidik maden göllerinin bölgesel içme suyunu temin eden su varlıklarını kontamine ettiği, bilimsel çalışmalarla ortaya konulmuştur (Baba ve Tayfur, 2011). Sonuç olarak AMD, alıcı ortam sularının insani, endüstriyel veya tarımsal amaçlar için kullanılamaz hale gelmesine neden olmaktadır. Asit maden drenajı, maden kapandıktan sonra bile uzun süre devam edebilir; kalıcı ve ciddi, kontrole alınması zor ve pahalı su kirliliğine yol açar (Greenpeace, 2016).

Asit maden drenajı dışında madencilik kaynaklı diğer bir önemli su kirliliği nedeni de maden için yapılan derin kazılardır. ABD'nin Batı Virginia Eyaleti'nde yapılan bir çalışma, yapılan derin kazılar nedeniyle akarsularda sülfat (SO₄), kalsiyum, magnezyum ve bikarbonat iyon seviyelerinin yükseldiğini ortaya koymaktadır. Yapılan kazı sonucu oluşan derin vadilerden çıkan su, biyotaya (flora ve fauna topluluğuna) zararlı çeşitli çözünenler içermektedir. Maden kapatıldıktan sonra su üzerinde herhangi bir iyileşme verisi bulunmazken, yüksek SO₄ seviyesinin madenden sonra uzun süre kaldığı bilinmektedir (Bernhardt ve Palmer, 2011).

Tatlı su sucul ekotoksosite[1] potansiyeli (FAETP) ve deniz suyu su ekotoksosite potansiyeli (MAETP) açısından ise enerji üretim seçenekleri arasında en kötüsü linyit, ikincisi ise taş kömürüdür. Bunun birincil sebebi kömür çıkarılması sırasında suya karışan ağır metallerdir. (Atılğan ve Azapagic, 2016).

[1] Ekotoksosite: Bir ekosistemi etkileme potansiyeli olan biyolojik, kimyasal ve fiziksel baskı unsurları

2.1.3 Kömür madenciliği kaynaklı atık su

Açık ocak işletmesinde kömür üretilirken ocakta oluşan veya kullanılan su, fiziksel ve kimyasal etkenlerle kirlenir. Maden atığı ve kömür stok sahalarındaki sızıntılar ile kömürün termik santralde yakılmasından önce hazırlanması ve zenginleştirilmesi esnasında ortaya çıkan atık sular da yer altı ve yüzey sularında kirlenmeye neden olur. Kullanılmış atık suyun asidik karakteri ve içeriğinde bulunan askıda katı madde, demir bileşikler, klor bileşikler, süfatları ve eser elementler çevre suların kalitesinin bozulmasına yol açan temel etkenlerdir. Kükürlü mineraller içeren kömür madenlerinin atıklarında oluşan kimyasal tepkimeler sonucu ortaya çıkan sülfürik asit ve asit maden drenajı bakır, kurşun, cıva, arsenik gibi ağır metallerin çözünmesine sebep olarak yer altı ve yüzey sularını kirletir (Bayrak, 2014; Epstein vd., 2011). Ayrıca kömür çıkarılması sırasında kömürden kaya, kül ve sülfürü uzaklaştırmak amacıyla yapılan kömür yıkanması sonucu bu maddeler yıkama suyuna karışır. Kirlenmiş yıkama suyunun su varlıklarına boşaltılmadan önce işlenmesi ve toksik maddelerin mümkün olduğunca uzaklaştırılması gerekir (Greenpeace 2016).

Büyük Menderes Nehir Havzası Yönetim Planı'na göre havzadaki madencilik faaliyetleri su varlıklarını tehdit etmekte ve konuyla ilgili önlem alınmasını gerektirmektedir. Yönetim planının tespitlerine göre madenciliğe ilişkin sekiz adet önemli su deşarj faaliyeti bulunmaktadır ve bunlardan altısının atık su arıtma tesisi yoktur (Su Yönetimi Genel Müdürlüğü [SYGM], 2018, Büyük Menderes Nehir Havzası Yönetim Planı: 173). Planda, Banaz Çayı, Dipsiz Çayı, Kumalar Çayı, Yukarı Çine, Yukarı Büyük Menderes gibi akarsuların tehdit altında olduğu Büyük Menderes Havzası'nda yer alan maden sahaları için iki tür tedbir önerilmiştir:

1. Terk edilmiş veya halihazırda işletilmeyen maden sahalarının rehabilitasyonu
2. Halihazırda kullanılan maden sahalarında ilgili mevzuatın uygulanması

Plan açıkça, Yatağan Termik Santrali linyit sahaları da dahil olmak üzere maden sahalarında mevzuatın uygulanmadığını, geçirimsiz atık barajlarının olmadığını ve var olan barajların iyileştirilmesi gerektirdiğini, açık madenlerde yağmur suyunun toplanabilmesi için kuşaklama kanallarının bulunmadığını değerlendirmektedir. Planda, alüminyum, krom, cıva gibi kirleticilerdeki limit aşımalarının da maden sahalarından kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Yine plana göre; noktasal, yayılı ve/veya hidromorfolojik açıdan önemli derecede baskı altında olan, Yatağan Termik Santrali ve maden sahalarının etki alanındaki Dipsiz Çayı, Gökbel Barajı, Girme Deresi 1, Girme Deresi 2 ve Yatağan Barajı 3 YÜS Kütlelerinde,

yapılan madencilik geçirimsiz atık barajlarının ve kuşaklama kanallarının inşası gerektiği tedbir olarak sunulmuştur (SYGM, 2018, Büyük Menderes Havzası Yönetim Planı: 683). Dipsiz Çayı su kütlesinde madencilik kaynaklı kimyasal kirliliğin önlenmesi için yine Yatağan Termik Santrali'nin terk edilmiş veya faaliyet göstermeyen maden sahalarının rehabilitasyonun tedbir olarak tanımlanmıştır (SYGM, 2018, Büyük Menderes Havzası Yönetim Planı: 685).

Termik santrallerin su etkilerine dair bir örnek de Afşin-Elbistan yöresinden verilebilir. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi (TÜBİTAK MAM) Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü'nün yayınlamış olduğu Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması - Ceyhan Havzası çalışmasına göre Elbistan Termik Santrali, Kahramanmaraş Bölgesi'nde ciddi bir kirletici kaynaktır (SYGM, Ceyhan Havzası Eylem Planı Raporu). Santralin çevresindeki tarım arazilerinde yoğun şekilde şeker pancarı yetiştiriciliği yapılmakta, tesisten çıkan atık sular uygun şekilde arıtılmadan tarım arazilerinin sulanması amacıyla kullanılmaktadır (SYGM, Ceyhan Havzası Eylem Planı Raporu: 195). Yine aynı çalışmada, havzada öne çıkan çevresel sorunlar başlığı altında, havzada yer alan Elbistan Termik Santrali'nin kazan altından çıkan yanmamış kömürden kaynaklanan atık suların havzada baskı ve etki oluşturduğu belirtilmektedir. Çalışmanın saha çalışmaları esnasında yapılan gözlemlerde, Ceyhan Havzası'ndaki en önemli kirlilik kaynağının termik santral olduğu ve santralin atık sularının arıtılmadan doğrudan alıcı ortama verildiğinin tespit edildiği bildirilmektedir. Söz konusu atık suyun büyük kısmında kazan alt suyu (yıkama suyu) olması nedeniyle yüksek kükürt içeriği bulunmaktadır.



Servet Dilber, CAN Europe, 2018

2.1.4 Kömür madenciliği kaynaklı su tüketimi

Kömür madenciliğindeki önemli proseslerden biri, kömürün güvenli şekilde çıkarılması için maden sahasının susuzlaştırılması yani sahadaki yer altı sularının tamamen boşaltılmasıdır. Susuzlaştırma adı verilen bu operasyon, akarsu havzalarının su rejiminin bozulması ve asit maden drenajı (Can, vd., 2015) olmak üzere iki büyük riski beraberinde getirmektedir. Maden ocağının derinliğine göre yer altı sularının boşaltılması ve suyun yeniden ikamesi için geçen süre uzar ve suyun boşaltılması ve ocağın yıllarca açık kalması ile sadece işlemin yapıldığı alan değil oluşan travmatik akış hunileri ile kilometrelerce çaptaki yer altı su akış sistemi bu işlemde etkilenir.

Tanıklık

Muğla'da yaşayan Haluk Akbatur, Milas Önder gazetesindeki yazısında, Milas - Ören mevkiinde pek çok dere ve çayın birleşmesi ile akmaya devam eden Kocaçay'dan bahsediyor:

“Uzun bir yol boyunca akan Kocaçay kenarlarına Muğla'da yaşayan çiftçiler ekim yaparak tarlalarını Kocaçay'dan akan suyla suluyorlardı. “Kocaçay'ın buraya kadar bahsettiğim kaynakları yıllardır kömür ocakları yüzünden tahrip edilmektedir. Girilmesi yasak olan bu arazide yapılan bir bend ile tutulan çayın suları kömür işletmelerince kullanılmakta, ihtiyaç fazlası su, zaman zaman da kirletilmiş sular, işletme tarafından bırakılarak, Kocaçay'a karışmaktadır.” (Akbatur, Milas Önder Gazetesi 2019).

Muğla Yatağan'ın Turgut Köyü'nden Şerifan Hanım anlatıyor:

“Bu kömür ocakları kazılmaya başladığından beri sularımız kayboldu. Şu camiden çıkan su bütün köyün ovasını sulardı, bütün tarlaları. O kadar çok su vardı. Diktiğimiz sebzeleri, meyveleri, her şeyi... Millet evinde hazır su içiyor artık. Su azaldı, eskisi gibi bahçe eken yok. Kuyusu olan ekıyor; yoksa ekemiyor. Bunlar eğer oraları (maden için şirket tarafından satın alınmak istenen 93 parsel zeytinlik alanı) da kazarlarsa suyumuz temelli gidecek”. (CAN Europe, 2019).

2.2 Kömürlü termik santrallerin etkileri

2.2.1 Termik santrallerin soğutma suyu kaynaklı su tüketimi

Linyit yakıtlı termik santrallerin ortalama su tüketimi 37,3 kg/kWh'dır; bu miktar, taş kömürü ve doğalgaza göre daha fazladır (Atılğan ve Azapagic, 2016). Standart bir kömürlü termik santral, her 3,5 dakikada bir, bir olimpik yüzme havuzunu dolduracak kadar su çeker (EndCoal). IEA'ya göre küresel çapta kömürden elektrik üretmek için termik santraller 2016 yılında 150,3 milyar metreküp su çekmiş, 8,4 milyar metreküp suyu da tüketmiştir (Walton, 2020).

Ülkemizde izin sürecindeki kömürlü termik santraller için soğutma suyu temini ile ilgili unsurlar dikkatle incelenmediği için bu santraller planlandıkları yörede halkın içme ya da tarımsal amaçlı sulama suyuna ortak olmakta ve çoğunlukla bu su için rekabet etmektedir. Örneğin; Çırpılar TES'in ÇED raporunda (SNG Madencilik, 2017) termik santralin su tüketimi saatte 459 metreküp olarak belirtilmiştir. Senede 3,5 milyon metreküp su tüketecek (bu miktar TÜİK'in 2020 yılını inceleyen verilerine göre 43.000 kişinin bir yıllık su tüketimine eşit) olan santral projesinde, santralin ihtiyacı olan soğutma suyunun öncelikle bölgede hâlihazırda mevcut olan göletlerden temin edilmesi öngörülmektedir. Bu suyun yetmemesi durumunda Canbaz Dere veya Koca Dere havzasında tapulu arazilerde tesis edilecek yer altı su kuyularından temin edileceği, bu kuyulardan da yeterli suyun alınamaması durumunda Canbaz Dere veya Kocaçay dereleri üzerine kurulacak göletlerden temin edileceği ve ayrıca bir ÇED süreci başlatılacağı ifade edilmektedir.

Benzer bir durum Ceyhan Havzası için de geçerlidir. TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsü'nün yayınlamış olduğu Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması - Ceyhan Havzası çalışmasına göre Ceyhan Nehri'nin kaynağı Elbistan ilçesidir. Membanın olduğu göl alanından Afşin – Elbistan A Termik Santrali'ne soğutma suyu alınmaktadır. A ünitesine su almak için kurulan pompa istasyonu Elbistan'ın içme suyunu aldığı yerdedir. Buradan alınan su, akışkanlığı engellediği için ölü yosunların göl yüzeyinde birikmesine ve buraların sivrisineklerin üreme alanı olmasına yol açmaktadır. Ayrıca su çekimi Şehir içinden geçen nehir yatağında alçalma-yükselme olması neticesinde yatakta sediman bırakmaktadır. Yöredeki bir diğer sorun ise Ceyhan Nehri üzerine kurulan Kalealtı Sulama Birliği'nin 6.800 ha'lık sulama projesi tamamlandığında projenin su temininde yaşanacak olan sıkıntılardır. Mevcut suyun, tarımsal sulama mevsiminin başladığı haziran ve eylül ayları arasında sulama tesisine yetmeyeceği düşünülmektedir. Ceyhan'ı besleyen Söğütlü, Sarsap, Hurman, Izgın Çayları sulamanın başlamasıyla Ceyhan'a su veremez duruma gelmektedir.

Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Planına göre Elbistan Belediyesi'nden Kasım 2010 tarihinde verilen bilgiye göre Afşin Elbistan Termik Santrali için Ceyhan Nehri'nden soğutma suyu alınmaya başlandıktan sonra bölge halkı tarafından derin kuyularla sulama yapan çiftçilerin kuyularının randımanının düştüğü hatta bazı kuyuların kurduğu şikayetleri gelmektedir.

Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Dairesi Başkanlığı'nın hazırlamış olduğu Ceyhan Havzası Kuraklık Yönetim Planı'na (SYGM, Ceyhan Havzası Kuraklık Yönetim Planı) göre Ceyhan Havzası'nın %32,39'u tarım alanıdır. Tarım alanlarının %61'inde kuru, %39'unda ise sulu tarım yapılmaktadır. Ceyhan Havzası'nda su kullanan en önemli kuruluş Afşin-Elbistan B Termik Santrali'dir ve ihtiyacını doğrudan Ceyhan Nehri'nden sağlamaktadır. Mevcut durumda Afşin-Elbistan B Termik Santrali'nin su tüketim miktarının yılda 41,8 milyon metreküp olduğu belirlenmiştir. Raporla göre havzanın 10 yılda bir %50'sinde tüm kuraklık çeşitlerinin Orta Şiddette, 50 yılda bir havzanın %50'sinde tüm kuraklık çeşitlerinin şiddetli olarak yaşanabileceği beklenmektedir. Havza kuraklık riski altındadır ve yaşanacak olan kuraklık nedeniyle, mevcut durumda kalınması ya da baskının artmasıyla canlılar için gerekli olan gıda ve su varlıklarının azalacağı; yer üstü ve yer altı sularının kalitesinde olumsuzluklar görüleceği, ekosistem, sulak alan ve biyolojik çeşitliliğin zarar göreceği, su ve topraktaki tuzluluğun artacağı, azalan tarım alanlarının bölge halkının gelir yetersizliği yaşamasına neden olacağı, su ve hava kalitesindeki olumsuzluklar nedeniyle halk sağlığı problemlerinin yaşanacağı belirtilmektedir (SYGM, Ceyhan Havzası Kuraklık Yönetim Planı). Yöredeki tüm bu sorunlara karşın işletmedeki mevcut iki santralin yanına 2 yeni santralin daha kurulmasına yönelik izin süreçleri devam etmektedir.

Benzer durumdaki bir diğer örnek ise Muğla yöresinden verilebilir. Muğla'daki üç santralden ikisi (Yatağan ve Yeniköy) proseslerinde tatlı su varlıklarını kullanırken, Kemerköy Termik Santrali'nde soğutma suyu denizden sağlanmaktadır. Su ihtiyacını Dipsiz Çayı'ndan karşılayan Yatağan TES bir yılda 45 bin nüfuslu Yatağan ilçesinin toplam kentsel su tüketiminin 7,5 katından fazla su tüketmektedir. Su ihtiyacını Geyik Barajı ve Dereköy derin kuyularından karşılayan Yeniköy TES'in yıllık tüketimi ise, soğutma suyunu kapalı çevrim olarak kullanmasına rağmen, 132 bin nüfuslu Milas ilçesinin yıllık kentsel su tüketiminin 2,5 katına yakındır (CAN Europe, 2019).

Tanıklık:

Haluk Akbatur Milas Önder Gazetesinde termik santral kaynaklı akarsu kuruması ve santralin su tüketimini anlatıyor:

“İlk kez 2018 yılında tamamen kuruyan Kocaçay, Suçıkan gözelerinin de kurumasiyla akamaz oldu. 2019 yılının ilk ayında şiddetli ve haftalar süren yağmurlar ile tekrar canlandı. Bu sene bu kadar yağmurla deremiz kurumaz derken, 20 Temmuz günü Kocaçay bıçakla kesilir gibi bir anda tekrar kurudu. Derenin suyuna güvenerek, dere boyunca sağlıklı sollu her toprağa bahçe ve silaj tarlaları yapanlar geçen sene olduğu gibi ürünlerinin kuruyup gitmesini üzülenek seyretmeye başladı. Suyun aniden kesilmesinin sebebi, termik santralinin göletinin boşalması ve suyun göleti doldurmak için kesilmesi idi. 31 Temmuz’da göletin dolması ile su tekrar verildi ve Kocaçay akmaya başladı. Herkes tarlasını sulamaya koşmuştu ki su tekrar kesildi. Herhalde termikte ekstra bir suya ihtiyaç oldu. Neyse 2 Ağustos itibarıyla Kocaçay tekrar akıyor. Ama bu kesintilerden köylüler gibi balıklar ve balık larvaları büyük bir darbe yedi. Kurbağalar sulanabilen bahçelerin gölgeliklerine kaçtılar. Tek tük görebildiğimiz su yılanları ve su kaplumbağaları tamamen yok oldular.” (Akbatur, Milas Önder Gazetesi 2019)

Karacahisarlılar Suçıkan adını verdikleri Karacahisar köyünün içinden geçen derenin yatağında suyun birden çok gözeden yeryüzüne çıktığı noktayı anlatıyor. Köyün mesire yeri. Son iki yıldır ise dere ve Suçıkan’ın gözeleri tamamen kurumuş durumda. En fazla 10 yıl önce derenin suyuyla altı değirmenin çalıştığını, dereden balık tuttıklarını söylüyorlar. Bu durumdan etkilenecek olan ise sadece Karacahisar ve komşu köyleri değil. Karacahisar’da yeryüzüne çıkan bu su Çamköy yeraltı suyu kaynaklarından geliyor. Çamköy’den yazın nüfusu 1 milyonu geçen Bodrum Yarımadası’na yıllık 5,83 milyon m³ kullanım ve içme suyu tahsis edilmiş durumda (TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, 2013). Köylüler bu durumdan Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü’nün (MTA) ve termik santralle birlikte bölgedeki linyit madenlerini de alan şirket tarafından yürütülen ve son birkaç yıldır artmış olan kömür arama sondaj çalışmalarını sorumlu tutuyor (CAN Europe, 2019).

2.2.2 Kül barajlarının ve uçucu küllerin neden olduğu su kirliliği

Kömürlü termik santrallerde kömür yakılmasından kaynaklanan katı atıklar, uçucu kül ve cüruf olarak isimlendirilir. Bu atıklar, elektro filtre külünü ve gazların kükürt giderme işlemini sonucundaki katılaşmış halini de içerir. Cüruf ve kül, zehirli ağır metaller dahil çok sayıda kimyasal element içerir ve bu elementler yağmur ve rüzgâra maruz kaldıklarında yer altı su akıntılarının, su varlıklarının ve bitkilerin kontamine olmasına neden olabilir

Kül ve cürufun, zehirli ağır metalleri ne yoğunlukta aktardıkları atık sahasının tipi, yakındaki yüzey ve yer altı su dinamikleri ile bölgedeki antropojenik yapı gibi pek çok unsura bağlıdır (Center for Ecology and Energy [CEE], 2020). Kömür yakıldıktan sonra küle dönüştüğünde, yanmadan önceki haline göre çok daha yüksek konsantrasyonda ağır metal içerir. Bu ağır metal yoğunluklu küller rüzgarla uzun mesafeler kat ederek yer altı ve yer üstü sularına karışır ve kolayca besin zincirine de dahil olurlar (EndCoal, 2020).

Örneğin, Yatağan Termik Santralının yüzey ve yer altı sularının kalitesine etkisi çalışmasında belirtildiği gibi Yatağan Termik Santrali, atık sahasına günde 5.000 ton uçucu ve dip külü boşaltılmaktadır. Küller, spreyle sulanarak, taşıyıcı kemer ve borular aracılığıyla santralden 2 km uzaklıktaki, metamorfik bir kaya tabakası üzerine kurulmuş atık sahasına boşaltılır. Burada sızan su da yer altı ve yüzey sularını etkilemektedir. 3 yıl boyunca, kül barajında 2, kül barajı yakındaki yüzey sularında 5, yer altı sularında 21 noktadan alınan örneklerde incelemeler yapılmıştır. Ca^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Sb^{2+} ve SO_2 -seviyelerinin Türkiye içme suları, ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) limitlerini aştığı gözlemlenmiştir. (Baba, vd., 2003).

Büyük Menderes Nehir Havzası Yönetim Planı, Yatağan Termik Santrali'nin geçirimsiz atık barajlarının olmadığı, var olan barajların iyileştirilmesi gerektirdiğini, açık madenlerde yağmur suyunun toplanabilmesi için kuşaklama kanallarının bulunmadığını değerlendirmektedir. Alüminyum, krom, cıva gibi kirleticilerindeki limit aşımalarının maden sahalarından kaynaklandığı ifade edilmiştir (SYGM, 2018, Büyük Menderes Nehir Havzası Yönetim Planı). Özelleştirilmiş Termik Santraller ve Çevre Mevzuatına Uyum Süreçleri raporuna göre Milas'taki termik santraller de düzenli kül depolarına sahip değildir ve kül atıklarını gelişi güzel şekilde ormana atmaktadır. Yörede yer altı su seviyesi yüksektir. Bu durumda külün vahşi depolama ile saklanması yer altı sularının kirlenmesi daha da hızlanmaktadır. Milas'taki Yeniköy ve Kemerköy Termik santralleri, yer altı suyunda olası bir kirlilik durumunu belirlemek için düzenli izleme ve takip önemli olmasına rağmen pH, iletkenlik, sülfat, toplam çözünmüş madde, molibden ve toplam krom gibi önemli parametrelerin hala izlenmemektedir. Buna rağmen iki santral de çevre izni alarak çalışmaya devam etmektedir (İklim Değişikliği Politika ve Araştırma Derneği [IDPAD], 2021).

Tuzla'daki (Bosna Hersek) Plane, Divkovići I, Divkovići II, Drežnik ve Jezero I Termik Santrallerinin cüruf ve kül bertaraf sahalarının çevresinden ve Jezero II'nin aktif kül boşaltma alanından alınan atık su numuneleri incelenmiştir (CEE, 2020). Analize göre şu anda tarım için kullanılan Plane ve Drežnik'in atık bertaraf sahalarındaki toprak, belirtilen sınırların 6 ila 12 katı arasında nikel konsantrasyonu ve 1,6 ila 4 kat daha yüksek krom ve kadmiyum konsantrasyonu içermektedir.

Tanıklık

Kemalettin Bey, Kapubağ Muhtarı, Yatağan:

“Arkada bir benim acı gölüm var. Güzelliğine dayanamazsın, zarafetine ama külden oluştu, sülfürik asitli göl. Bir gün genç kızlar gelmiş girmişler bu göle, ‘Muhtar amca yandı ayaklarımız’ dediler.” (CAN Europe, 2019).

2.2.3 Termik santraller kaynaklı sudaki cıva kirliliği

Kömür yakılması günümüzde insan kaynaklı cıva salımının en büyük sebeplerinden. Cıva kirliliği, sinir sisteminde nörolojik, bilişsel ve motor fonksiyonları etkileyen olumsuz etkilere neden olabilir.

Kömür yakılması sonucu atmosfere doğrudan cıva salınmasının yanında uçucu küllerle de karaya ve yüzey sularına cıva karışır. Hesaplara göre %97’si 1850 yılından sonra olmak üzere, 2010 yılına kadar dünyada kömür yakılmasından kaynaklanan yaklaşık 38.000 ton cıva salınmıştır ve bunun %71’inin atmosfere, %31’inin ise toprak ve suya karıştığı düşünülmektedir (Streets, vd., 2018). Streets ve ark.’nın (2018) çalışmasında kümülatif cıva salımlarındaki artış Asya’da %33, Avrupa’da %25 ve Kuzey Amerika’da %23 olarak hesaplanmıştır.

Türkiye’de termik santral emisyonlarında cıva için bir sınır değeri yoktur ve ölçümü yapılmamaktadır. Termik santral projelerinin çevre etki değerlendirmesi (ÇED) süreçlerinde de salım miktarları ve etkisi değerlendirilmemektedir. Türkiye cıva kirliliğine ilişkin düzenlemeleri içeren Minimata Sözleşmesine taraf olmasına rağmen ülkemizde cıva kirliliği konusunda bir düzenleme yoktur. Diğer yandan yapılan modelleme çalışmaları ciddi cıva kirliliği olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin; Yatağan, Yeniköy ve Kemerköy termik santrallerinden, her yıl doğaya 1 tondan fazla cıva salındığı hesaplanmıştır. Bu cıvanın %20’si Akdeniz’de deniz suyuna çökelmekte ve balıkların dokularında birikerek besin zincirine karışmaktadır. (CAN Europe, 2019; Myllyvirta 2018).

Termik santraller kaynaklı su kirliliğine dair inceleme: Yeniköy Termik Santrali, Kül Depolama Sahası ve İkizköy Açık Kömür Ocaklarının Su Kaynaklarına Etkilerinin Değerlendirme Raporu*

Çalışma kapsamında kömürün su varlıkları üzerindeki etkilerinin bir örneği olarak Yeniköy Termik Santrali, bu santrale ait kül depolama sahası ve bu santrale kömürün sağlandığı İkizköy ve Sekköy kömür sahalarının etki alanındaki su kaynakları incelenmiş, santralin su kaynaklarına olası etkileri gözlemlenmiştir.** Yeniköy termik santralinin 1986 ve 1987 yılında işletmeye alınan her biri 210 MW gücünde iki ünitesi hala aktif olarak çalışmaktadır.

Santralin su kaynaklarına olası etkilerinin saptanması amacıyla arazide yapılan çalışmalarda, söz konusu tesislerin mansaplarında ve membalarında, olası etkileşim halinde oldukları su noktaları belirlenmiş ve su örneklerinin kalitesini belirlemek amacıyla 5-6 Şubat 2022 tarihinde inceleme alanında 11 noktada kapsamlı ölçüm ve örnekleme çalışması yürütülmüştür. İncelenen su örneklerinin kalitesi Yer Üstü Su Kalite Yönetmeliğinde belirtilen maksimum çevresel kalite standart (ÇKS) değerleri ve ilgili parametrelerin havza Doğal Arka Plan (DAP) değerleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmiş, ulaşılan ana sonuçlar aşağıda özetlenmiştir***:

- Başkuyu deresinin Elektriksel İletkenlik (EC) değeri Termik santral girişi, çıkışı ve akış aşağısında Yer Üstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde belirtilen su kalite sınıfı açısından kirlenmiş su sınıfında (III. Kalite) yer almaktadır. Başkuyu deresi Termik girişinde Sekköy kömür ocak sahalarından kaynaklanan yüzeysel akışların etkisi gözlenmektedir. Suların yüksek

*Jeoloji Mühendisi Hasan Kırmızıtaş tarafından 2022 yılı Şubat ayında hazırlanan değerlendirme raporu, bu belge içinde örneklendirilen literatür çalışmalarına benzer bir incelemeyi Yeniköy Termik Santrali için yaparak Muğla yöresinde yaşayan yurttaşların kömürlü termik santrallerin ve madenlerin su kaynaklarına olumsuz etkilerine dair tanıklıklarını bilimsel bir zemine taşıyor. Çalışmanın tamamına [buradan](#) ulaşabilirsiniz.

** Bu çalışma kapsamında yapılan ön değerlendirmeler sadece yağışlı dönem analiz sonuçlarını yansıtmaktadır. Sonuçlar bu kapsamda değerlendirilmeli, madencilik faaliyetlerinin olası etkisini tam manasıyla ortaya koymak için ilgili noktalardan mevsimsel örnekleme yapılarak analiz sonuçları tekrar değerlendirilmelidir. Yağışlı dönemde derelerin debisindeki artış nedeniyle, inceleme alanında yürütülen faaliyetlerin su kalitesi üzerindeki olası etkilerinin seyreleceği ayrıca göz önünde bulundurulmalıdır.

*** İnceleme alanındaki potansiyel tek yer altı suyu izleme noktası, kül depolama tesisinin, kuş uçuşu yaklaşık 2,3 km kuzeybatısında Ulupınar mahallesi mevkiinde, Soğukluk deresi sağ sahilindeki Ulupınar kaynağıdır. Saha çalışmaları sırasında kaynağın kurduğu tespit edilmiştir. İnceleme alanında amaca uygun başka yer altı suyu izleme noktası (kaynak, kuyu) bulunmadığından çalışmada sadece yüzey su örneklemesine odaklanılmıştır. Bu çalışma yüzey su noktalarının yağışlı dönem örneklemesine ait analiz sonuçlarının ön değerlendirmesini kapsamaktadır.

- elektriksel iletkenlik değeri yüksek sülfat içerikleriyle ilişkidir. Başkuyu ve Kanlıgöl derelerinde sülfat konsantrasyonları havza DAP seviyesinin 11 ila 15 kat üzerindedir. Yüksek EC ve sülfat değerleri, Başkuyu ve Kanlıgöl derelerinin hem kömür madenciliği hem de termik santral kaynaklı faaliyetlerden olumsuz yönde etkilendiğini ve ilgili parametreler açısından kirlenmiş su-zayıf kaliteli su özelliği gösterdiğini işaret etmektedir. Başkuyu ve Kanlıgöl derelerinin ağır metal konsantrasyonları birçok metal açısından maksimum ÇKS ve havza DAP değerinin altında seyretmiş ve iyi durumda olduğunu göstermiştir. Mn açısından Termik çıkışında Başkuyu deresi az kirlenmiş su sınıfı içinde yer alırken, Başkuyu ve Kanlıgöl derelerinde ise havza DAP değerinin üzerinde Ni kirlenmesi gözlenmiştir. Derelerdeki Ni kirlenmesi Kömür madenciliği kaynaklı olduğu değerlendirilmiştir.
- Kül depolama sahası içindeki kuşaklama kanalı, sularını doğrudan orman içerisine doğru deşarj etmektedir. Kül depolama sahası deşarjı aşırı bazik bir karakter sergilemekte olup 12,3 bir pH değeri göstermektedir. Deşarjın elektriksel iletkenlik (EC) değeri de oldukça yüksek olup 8355 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. Kül depolama sahası deşarjı hem pH hem de EC değerine göre Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde belirtilen sınır değerlere göre III. Sınıf-kirlenmiş su olarak değerlendirilmektedir. Deşarjın sülfat içeriği de aşırı yüksek (1476 mg/l) olup, havza sülfat DAP değerinin (57,7 mg/l) yaklaşık 26 kat üzerindedir. Kül depolama deşarjı ağır metal içeriği açısından değerlendirildiğinde ise deşarjın özellikle selenyum ve kadmiyum açısından IV. sınıf (Çok Kirlenmiş- Zayıf Kalite Su) su kalitesine sahip olduğu görülmüştür.
- İnceleme yapılan dönemde kül depolama sahası deşarjı 1,0 l/s düzeyinde düşük bir debiye sahiptir. Deşarjın Soğukluk deresine ulaşmadan orman içinde toprağa süzülerek sönümlendiği görülmüştür. Bu nedenle Soğukluk deresi su kalitesinin incelenen parametreler açısından iyi durumda olduğu görülmüştür. Orman içine salınan aşırı bazik ve tuzlu (yüksek EC'li) suların ekosistem içinde yaşayan flora ve faunayı ve toprak kalitesini olumsuz yönde etkileyeceği değerlendirilmektedir. Çalışma kapsamında deşarjın gerçekleştiği orman toprağından toprak örnekleme yapılmamıştır. Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği kapsamında kirliliğin etkilediği toprağın kalitesi ve etkilediği alanın büyüklüğünün belirlenmesi önem arz etmektedir.

- İnceleme yapılan dönemde İkizköy kömür ocağı içinden açılan bir kanal ile ocak içi suların Kocaman deresine bir Pimaş boru aracılığıyla deşarj edildiği, deşarjın debisinin 5-10 l/s düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Ocak içi sular yüksek EC'li alkali bir drenaj sergilemektedir. Deşarj, EC değeri açısından III. Sınıf-kirlenmiş su kalitesi göstermektedir. Deşarjın yüksek EC değeri yüksek sülfat (1049 mg/l) içeriğinden kaynaklanmaktadır. Deşarjın sülfat içeriğinin havzadaki yerüstü suların DAP (57,7 mg/l) değerinin 18 kat üzerinde olduğu görülmüştür. Ocak içi deşarjı ağır metal içeriği açısından değerlendirildiğinde ise deşarjın Mn (371,32 µg/L) açısından II. Sınıf-az kirlenmiş su olduğu, diğer metallerin derişimlerinin ise maksimum ÇKS değerlerinin altında yer aldığı görülmüştür.
- İncelenen parametreler açısından Kocaman deresi I. Sınıf yüksek-kalite su özelliği göstermektedir. Kocaman deresi ağır metal içerikleri açısından değerlendirildiğinde ise memba ve İkizköy sahası çıkışında önemli bir farklılık göstermediği, ağır metal derişimlerinin Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde belirtilen maksimum ÇKS değerlerini aşmadığı görülmüştür. Kocaman deresi ağır metal derişimleri açısından iyi kaliteli su durumu sergilemektedir. Bu sonuçlar ocak içinden yapılan düşük debili deşarjların etkisinin inceleme yapılan dönemde Kocaman deresinin debisinin yüksek olması nedeniyle seyrelmeye uğradığını ve akış aşağısında görülmemesine neden olduğu değerlendirilmiştir.
- Değirmen dere su kalitesi EC, Mn, Ni ve Co içeriği açısından III. Sınıf - Kirlenmiş su kalitesi özelliği sergilemektedir. Değirmen dere su kimyası, İkizköy ocak içi su kalitesine benzerlik göstermektedir. Bu durum İkizköy sahasından kaynaklanan yüzeysel drenajların Değirmen dere su kalitesini olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. Değirmen dere sülfat, Ni ve Co içeriğinin havza DAP değerlerinin sırasıyla yaklaşık 19, 8 ve 9 kat üzerinde görülmüştür.
- Kocaçay deresi sularının sadece EC değeri açısından II. Sınıf-az kirlenmiş su kalitesi göstermektedir. Kocaçay deresinin sülfat konsantrasyonu (252 mg/l), havza DAP değerinin (57,7 mg/l) yaklaşık 4 kat üzerindedir. Tüm bu sonuçlar inceleme alanındaki kömür madencilik faaliyetlerinden kaynaklanan etkilerin önemli oranda sönmülerek de olsa EC parametresi açısından Kocaçay deresinde hissedildiğini ve su kalitesinin az-kirlenmiş su özelliği taşıdığını göstermektedir.

3 TÜRKİYE'DE SUYUN YÖNETİŞİMİ

Ülkelerin ya da toplumların su varlıklarını ve su ile ilgili hizmetleri nasıl yönetmeyi seçtiği, su varlıklarının sürdürülebilirliği üzerinde önemli etkilere sahiptir. Su yönetişimi, suyun kullanımını ve yönetimini etkileyen mevcut politik, sosyal, ekonomik ve idari sistemleri ifade eder. 'Kim, hangi suyu, ne zaman ve nasıl kullanacak?' ya da 'Kimin sudan ve ilgili hizmetlerden faydalanmaya hakkı vardır?' sorularının yanıtı su varlığının ve hizmetin tahsisi ve dağılımında adalet ve verimliliğin düzeyini ortaya koyar ve sosyo-ekonomik faaliyetler ile ekosistemler arasındaki su kullanımının dengesini belirler.

Su yönetimi; su politikalarının, mevzuatının ve kurumlarının oluşturulması ve uygulanması ile hükümetin, sivil toplumun ve özel sektörün su varlıkları ve hizmetleri ile ilgili rol ve sorumluluklarının açıklığa kavuşturulmasını içerir. Su sektörü, daha geniş sosyal, politik ve ekonomik gelişmelerin bir parçasıdır ve bu nedenle su sektörü dışındaki aktörlerin kararlarından da etkilenir.

Ülkemizde suyun yönetişimi pek çok sorun barındırır. Bunun temel nedeni Türkiye'de bir 'su kanunu' bulunmamasıdır. Su ile ilgili düzenlemeler çeşitli yönetmeliklerle sürdürülmektedir. Su kanunu eksikliğinde su ile ilgili görevlerde koordinasyon sağlama sorumluluğu 2011 yılında KHK ile kurulan, Tarım ve Orman Bakanlığı'na (2011 yılında Orman ve Su İşleri Bakanlığı) bağlı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından sürdürülmektedir. Su varlıklarının sahipliği ise Türk Medeni Kanunu ile düzenlenmiştir. Medeni Kanun kirliliğe de atıfta bulunmuştur:

"Su kaynaklarının kirlenmesi ve bozulması halinde Madde 757 tazminat ve Madde 758 eski durumuna getirilmesi şartlarını düzenler. Su kaynaklarının korunması, kuraklık stratejileri, bütüncül nehir havza yönetim planları gibi konular Su Yönetimi Genel Müdürlüğü denetimindedir. Suların kullanımı ve tahsisi ise Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı özel bütçeli yatırımcı bir kuruluş olan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğüne bağlıdır. Ancak bunlar dışında kendi alanlarında ve çeşitli konularda su yönetimine resmi olarak müdahil olan kurumlar Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Kültür ve Turizm; Kalkınma Bakanlıkları Türkiye Su Enstitüsü ve Belediyeler, Su Yönetim Yüksek Kurulu, Havza Yönetim Kurulu'dur. Su kullanımına dair veriler ise Türkiye İstatistik Enstitüsü tarafından takip edilmektedir" (Strateji ve Bütçe Başkanlığı [SBB], Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Özel İhtisas Komisyon Raporu, 2020).

Dünyada su krizinin çözümünde "bütünleşik su kaynakları yönetimi" ilkeleri ön plana çıkmıştır. Bu bağlamda, Avrupa Birliği de su politikalarını biçimlendirmiş ve Aralık 2000 tarihinde yürürlüğe giren 'Su Çerçeve Direktifi (SÇD)' (2000/60/EC) ile havza bazlı yönetim yaklaşımını benimsediğini ilan etmiştir. Direktif, AB sınırları içerisindeki su varlıklarının miktar ve kalite olarak korunmasını ve kontrol edilmesini hedeflemektedir. Sonuç olarak üye ülkelerin su varlıklarının ortak bir standarda göre korunması ve yönetimi için kapsamlı bir politika ortaya konmuştur. Direktif ile su yönetiminde sektörel uyum ve ortak yönetim sağlanarak Avrupa'daki yüzeysel suların (nehir, göl, dere, rezervuar, kıyı ve geçiş suları) ekolojik ve kimyasal bakımdan; yer altı sularının ise miktar ve kimyasal açıdan 'iyi' duruma ulaşması ve bunun da havza bütünündeki tüm planların entegrasyonunun yapılarak sağlanması hedeflenmektedir. Bu yaklaşıma paralel olarak ülkemizde de havza bazında su yönetimi benimsenmektedir. Su varlıklarının sürdürülebilirliği konusundaki bir diğer yaklaşım ise AB'nin benimsemiş olduğu "kirleten öder" ilkesidir.

Havza bazında su yönetimi bağlamında havza esaslı planlama, yönetim ve koordinasyon görevlerini yürütmek üzere Su Yönetimi Genel Müdürlüğü 2011'de kurulmuş, nehir havzaları belirlenmiş, nehir havza yönetim planları hazırlanmaya başlamış, havza heyetleri kurulmuştur. Ayrıca 2019 yılında Ulusal Su Planı (USP 2019-2023) tamamlanmıştır. Türkiye'nin su kaynaklarının miktar ve kalite açısından sürdürülebilir kullanımı için katılımcı ve bütünsel bir yaklaşımla merkezi yönetim amirliğinde ve Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) koordinasyonunda havza esaslı su yönetimine geçiş sürecinin tamamlanması USP'nin temel hedefini teşkil etmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, Ulusal Su Planı, 2019-2023).

Tanıklık:

Muğla'da termik santral bölgesinde yaşayan köylülerin beyanına göre, 2014 yılında, Yeniköy ve Kemerköy santralleri özelleştirilmeden önce DSİ tarafından Milas ilçesi, İkizköy ve civar köyleri besleyen yer altı su kuyuları EÜAŞ'a devredildi. Santrallerin özelleştirilmesi ile birlikte su kuyuları santrali satın alan firmaların ortaklığına geçti. 2014 yılında kurulan Muğla Su ve Kanalizasyon İdaresi'nin (MUSKİ) EÜAŞ aleyhine Danıştay'a açtığı dava, su varlıklarının termik santral açısından daha önemli ve gerekli olduğu gerekçesiyle reddedilerek kuyuların özel şirkete devri onaylandı. Köy sakinlerinin beyanına göre; santral işletmesi, depoları %90 dolu olmadığı sürece köylere su vermiyor, ancak esas depolar %90 dolduğunda ikinci depolara su geçiyor ve köylere ulaşıyor. Bu durum köylerde sık sık su kesintisi yaşanmasına ve suların kirli akmasına sebep oluyor.

Su yönetimi konusunda çalışan uzmanların genel görüşü 'Türkiye'de su yönetimi üzerine yasal düzenleme yapma konusunda bir kısıt olmadığı' yönündedir. Esas sorun yasal düzenlemelerin tek bir çatı altında toplanamamasıdır. Türkiye'de AB SÇD standartlarına

uygun bir Su Kanunu yoktur. Oluşturulan birçok hukuki düzenleme suyun etkin ve bütüncül bir şekilde kullanımına yönelik olmayıp ilgili olduğu kurumun işleyişine cevap vermekle sınırlı kalmaktadır. Suyun etkin bir şekilde yönetimini ve kurumlar arası koordinasyonunu sağlayacak bir yasal çerçevenin eksikliği hissedilmektedir.

Suyun yönetişimi bağlamında kömür madenciliği ve termik santraller ile ilgili mevzuata bakıldığında 2020 başından itibaren yapılan bazı mevzuat düzenlemeleri dikkat çekmektedir:

İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına dair Yönetmelik: 10 Mart 2020 tarihinde, İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik'te yapılan değişiklikle içme suyu havzalarının uzun mesafeli koruma alanlarında termik santrallerin yapılmasının önü açılmıştır. Uzun mesafeli koruma alanları; içme-kullanma suyu temin edilen veya edilmesi planlanan tabii göl, baraj gölü ve göletlerin; mutlak, kısa ve orta mesafeli koruma alanlarının dışında kalan içme-kullanma suyu havzasının bütünü olarak tanımlanmaktadır. Eski düzenlemede, bu alanlarda sadece güneş ve rüzgâr enerji santralleri kurulmasına izin verilirken; yeni düzenleme, HES, termik santral gibi diğer enerji üretim tesislerine de izin vermektedir. Termik santraller, neden oldukları hava kirliliği ve zehirli emisyonları ile hava, toprak, yüzey ve yer altı su varlıklarını kirleten tesislerdir. Ayrıca kömür yakıtlı termik santrallerin, kül gibi katı atıkları nedeniyle hava, toprak ve suyu kirlenme seviyeleri daha yüksektir.

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik: 26 Mart 2010 tarihli ve 27533 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 'Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik'in Geçici 3.Maddesi, 26 Aralık 2019 tarih ve 30990 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 'Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik'in 22. maddesiyle değiştirilmiştir. Önceki halinde teknik özellikleri verilen ve yapımı için 1 yıl süre tanınan katı atık depolama tesislerine yönelik olarak değiştirilen Geçici Madde 3'te zorunlu teknik özellikler belirtilmemekte olup, "... elektrik üretim santrallerinden kaynaklanan atıkların depolanmış olduğu sahalarda, atık depolanmasına devam edilmesinin üniversitelerin çevre ve inşaat mühendisliği bölümlerince çevresel tedbirleri içerecek şekilde hazırlanan kurumsal akademik rapor ile uygun görülmesi halinde sahanın kurumsal akademik raporda belirtilen nihai dolgu kotu ve koordinatları aşılmaksızın depolama işlemine devam edilebilir" hükmüne yer verilmiştir (Türk Mühendis ve Mimarlar Odası Birliği [TMMOB], 2020). Bu mevzuat düzenlemesi ile kül barajları ve/ya depoları olmadan çalışarak buldukları bölgelerin yer altı ve yer üstü sularını kirleten termik santrallere yeni bir muafiyet tanınmıştır.

4 SONUÇ

Kömürden elektrik üretimi için suyun kullanılması teknik olarak mecburi bir durumdur. Kömür madenciliği ve kömür yakıtlı termik santrallerde; kömürün yer altından çıkarılmasından, santralde yakılmasına ve katı atıklarının depolanmasına kadar geçen her aşamada çok miktarda suya ihtiyaç vardır. Tüm bu prosesler suyun sadece miktar olarak azalmasına neden olmaz aynı zamanda kirlenmesine de yol açar. Kömür madenciliği, güvenli şekilde kömürü çıkarmak için geniş sahalarda susuzlaştırma işlemi yapmaktadır. Susuzlaştırmayla asit maden drenajları oluşur. Maden atığı ve kömür stok sahalarındaki sızıntılar ile kömürün termik santralde yakılmasından önce hazırlanması ve zenginleştirilmesi esnasında ortaya çıkan atık sular da yer altı ve yüzey sularında kirlenmeye neden olur. Termik santralin işletilmesi sırasında hem buhar üretimi hem de santralin soğutma suyu için büyük miktarlarda su çekimi gerekir. Yanan kömürün katı atıklarının bertarafı için yine su tüketilir. Hem soğutma suyu hem de katı atıkların bertarafı sırasında kullanılan su; kirli, atık su haline gelir. Tüm elektrik üretim seçenekleri içinde suya en çok ihtiyaç duyan kömürdür. Diğer yandan, su derinleşen iklim krizi, artan nüfus gibi etkenler nedeniyle ülkemizde gittikçe kıtlaşan yaşamsal bir varlıktır.

İklim değişikliği nedeniyle ülkemizde kurak ve yarı-kurak iklim özelliklerinin daha geniş alanlarda görüleceği, güneydeki su havzalarındaki su potansiyellerinde ciddi düşüşler yaşanacağı hesaplanmaktadır. Halihazırda içinde bulunduğumuz mevsim koşulları bugünden kuraklıkla karşı karşıya olduğumuzu göstermektedir. Su sorununun gittikçe gün yüzüne çıktığı ülkemizde kamu idaresi enerji sektörünü bu faktörü dikkate alarak planlamalı ve yönlendirmelidir. Ancak bugün tam aksi yönde, kömürden üretilen elektriğin artırılmasını hedefleyen bir enerji politikası benimsenmektedir.

Ülkemizde kömürü merkeze alan enerji politikası, yalnızca iklim, enerji güvenliği, hava kirliliği açısından değil su güvencesi açısından da tehdit oluşturmaktadır. Ayrıca büyük kömür projeleri, planlandıkları yöreler itibarıyla tarımsal sulama ve yöre insanların içme suyu ile rekabet etmektedir. Afşin-Elbistan, Yatağan, Yeniköy, Kemerköy, Çan saharındaki deneyim ve bilimsel çalışmalar, kömürün su üzerindeki olumsuz etkilerini somut verilerle ortaya koymaktadır. İzin-proje süreçleri devam eden Eskişehir Alpu, Çanakkale Çırpılar, Karapınar-Ayrancı gibi sahalardaki çevresel etki değerlendirme çalışmalarının, madenin ve termik santralin bu yörelerdeki suyun miktarı ve kalitesi üzerinde neden olduğu baskının derecesi konusunda gerçekçi ve bütüncül bir değerlendirme yapmakta yetersiz kaldıkları raporlardan örneklerle ortaya konulmuştur.

Enerji alanındaki politika yaklaşımı, kömürü sadece bir elektrik üretme meselesi olarak görme eğilimindedir. Politika yapıcılardan beklentimiz başta su güvencesi olmak üzere gıda, sağlık, iklimi hesaba katan bütüncül bir perspektifle enerji politikası geliştirilmesi, suyun yönetimi ve tüketimine dair aktörlerin de bu süreçlerde aktif rol almasıdır.

Kaynaklar

Atılğan, B., Azapagic, A. (2016). An integrated life cycle sustainability assessment of electricity generation in Turkey. Elsevier, Energy Policy 93 (2016)

Avrupa İklim Eylem Ağı (CAN Europe) (2019). Kömürün Gerçek Bedeli: Muğla. <http://www.caneurope.org/docman/coal-phase-out/3553-koemueruen-gercek-bedeli-mugla/file>

Baba, A., Kaya, A. ve Birsoy, Y. K. (2003). The effect of Yatagan Thermal Power Plant (Mugla, Turkey) on the quality of surface and ground waters. Water, Air, and Soil Pollution, 149, 93. <https://doi.org/10.1023/A:1025660629875> adresinden erişildi.

Baba, A., Tayfur, G. (2011). Groundwater contamination and its effect on health in Turkey. Environmental monitoring and assessment. 183. 77-94. 10.1007/s10661-011-1907-z adresinden erişildi.

Bayrak, F. (2014). Elektrik üretiminde kullanılan linyitin madencilik aşamasına ait yaşam döngüsü değerlendirmesi (Yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi

Bernhardt, E. S., ve Palmer, M. A. (2011). The environmental costs of mountaintop mining valley fill operations for aquatic ecosystems of the Central Appalachians: Mountaintop mining impacts on aquatic ecosystems. Annals of the New York Academy of Sciences, 1223(1), 39-57. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.05986.x> adresinden erişildi.

Can, B., Artık Ç., Erbil F., Adaman F., Kaba M., Çırakman N.S., Bayralı Ö.G., Nomanoglu T., Madra Y.M., Gül Z. (2015). Kömür Madenciliğinin Çevresel Etkileri. Boğaziçi Üniversitesi Soma Araştırma Grubu Raporu, s.153. <http://www.busomarastirmagrubu.boun.edu.tr/sites/default/files/madenciligincevreseletkisi.pdf>

Center for Ecology and Energy (2020) Pollution of Land, Surface and Groundwater Near The Slag And Ash Disposal Site Of Tuzla Thermal Power Plant. <https://bankwatch.org/publication/pollution-of-land-surface-and-groundwater-near-the-slag-and-ash-disposal-site-of-tuzla-thermal-power-plant>

EndCoal. Coal Impacts On Water. <https://endcoal.org/resources/coal-impacts-on-water/>

Epstein, P. R., Buonocore, J. J., Eckerle, K., Hendryx, M., Stout III, B. M., Heinberg, R., ... Glustrom, L. (2011). Full cost accounting for the life cycle of coal. Annals of the New York Academy of Sciences, 1219(1), 73-98. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05890.x> adresinden erişildi.

European Environmental Bureau (EEB), (2020). Mind The Gap Mapping Hidden Subsidies For The Coal And Lignite Industry: A Snapshot Report For Czech Republic, Germany And Poland. <https://eeb.org/library/mind-the-gap-report/>

GTE Carbon, EÜAŞ, Newcastle Üniversitesi (2014). İklim Değişikliğinin Termik Enerji Üretimine Etkisi. Proje Özet Raporu. Ankara, Türkiye.

Greenpeace (2016). The Great Water Grab, How the Coal Industry is Deepening the Global Water Crisis. <https://storage.googleapis.com/planet4-africa-stateless/2018/10/77a23752-77a23752-thegreatwatergrab.pdf>

GTE Carbon, EÜAŞ, Newcastle Üniversitesi (2014). İklim Değişikliğinin Termik Enerji Üretimine Etkisi. Proje Özet Raporu. Ankara, Türkiye.

Haluk Akbatur. Milas Önder Gazetesi. Kocaçay - Hamzabey Deresi (2019). <https://www.milasonder.com/guncel/kocacay-hamzabey-deresi/47158>

İklim Değişikliği Politika ve Araştırma Derneği (2021). Özelleştirilmiş Termik Santraller ve Çevre Mevzuatına Uyum Süreçleri. https://www.iklimderneği.org/assets/docs_/Uploads/%C3%96zelle%C5%9Ftirilmi%C5%9F%20Termik%20Santraller%20ve%20%C3%87evre%20Mevzuat%C4%B1ne%20Uyum%20S%C3%BCre%C3%A7leri.pdf

Myllyvirta, L. (2018). Assessing the air quality, toxic and health impacts of the Mugla coal-fired power plants. <https://drive.google.com/file/d/1s0rS20BMVKIFaWN0elqQSmZZjprXOCui/view>

Palmer, M. A., Bernhardt, E. S., Schlesinger, W. H., Eshleman, K. N., Foufoula-Georgiou, E., Hendryx, M. S., ... Wilcock, P. R. (2010). Mountaintop mining consequences. *Science*, 327(5962), 148-149. <https://doi.org/10.1126/science.1180543> adresinden erişildi.

Pepliński, B. (2019). External Costs of Opencast Brown Coal Mining in Agriculture and Agri-Food Industry (on the Example of Wielkopolska). <https://bit.ly/2VtW0M3>

Resmi Gazete (2010), 27533. Sayı. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/03/20100326.htm>

Resmi Gazete (2019), 30990. Sayı. <https://www.resmigazete.gov.tr/fihrist?tarih=2019-12-26>

SNG Madencilik Çevre Müşavirlik Mühendislik Ltd. Şti (2017). Çırpılar Termik Santrali (200MWe/203MWm/570MWt) Kül Depolama Sahası, Kömür İşletme İle Ket Nihai Çed Raporu

Streets, D.G., Lu, Z., Levin, L., Schure, A.F.H., Sunderland, E. M. (2018) Historical releases of mercury to air, land, and water from coal combustion. *Science of The Total Environment* Volume 615, 15 February 2018, Pages 131-140 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.207> adresinden erişildi.

Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. Büyük Menderes Nehir Havzası Yönetim Planı. 2018. <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/NHYP%20DEN%C4%B0Z/B%C3%9CY%C3%9CK%20MENDERES%20NEH%C4%B0R%20HAVZASI%20Y%C3%96NET%C4%B0M%20PLANI.pdf>

Şen, Ömer Lütfi. Türkiye'de İklim Değişikliği. <http://climatechangeinturkey.com/tr/index.html>

Tarım ve Orman Bakanlığı, Ceyhan Havzası Eylem Plan Raporu. https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/havza%20koruma%20eylem%20planlar%C4%B1/Ceyhan_Havzas%C4%B1.pdf

Tarım ve Orman Bakanlığı (2019). Ulusal Su Planı (2019-2023). <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/NHYP%20DEN%C4%B0Z/ULUSAL%20SU%20PLANI.pdf>

Türk Mühendis ve Mimarlar Odası Birliği (2020). Basın Açıklaması. <http://www.tmmob.org.tr/icerik/mmo-calistirilmasina-izin-verilen-komur-santralleri-ile-ilgili-kusku-veren-karar-ve>

Türkeş, M., Yozgatligil, C., Batmaz, I., Iyigun, C., Koc, E., Fahmi, F., Aslan, S. (2016). Has the climate been changing in Turkey? Regional climate change signals based on a comparative statistical analysis of two consecutive time periods, 1950-1980 and 1981-2010. *Climate Research*. 70. 10.3354/cr01410. https://www.researchgate.net/publication/306027571_Has_the_climate_been_changing_in_Turkey_Regional_climate_change_signals_based_on_a_comparative_statistical_analysis_of_two_consecutive_time_periods_1950-1980_and_1981-2010

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi Çevre Enstitüsü (2010). Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Büyük Menderes Havzası

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2021). Haber Bülteni. Su ve Atıksu İstatistikleri 2020.

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA). Energy and Water web sitesi. <https://www.iea.org/topics/energy-and-water>

Walton, M. (2020). If the energy sector is to tackle climate change, it must also think about water Erişim tarihi: 5.1.2020 Erişim adresi: <https://www.iea.org/commentaries/if-the-energy-sector-is-to-tackle-climate-change-it-must-also-think-about-water>

İletişim

ÖZLEM KATISÖZ

Avrupa İklim Eylem Ağı Türkiye İklim ve Enerji Politikaları Koordinatörü

Climate Action Network Europe

ozlem.katisoz@caneurope.org

Bu çalışma CAN Europe (Avrupa İklim Eylem Ağı) tarafından Haziran 2022'de yayınlanmıştır.

Climate Action Network (CAN) Europe (Avrupa İklim Eylem Ağı), iklim değişikliğiyle mücadele eden Avrupa'nın önde gelen sivil toplum koalisyonudur. 38 ülkeden 170'ten fazla üye organizasyonu ile 1.500'ün üzerinde sivil toplum kuruluşu ve 47 milyondan fazla yurttaşı temsil eder ve Avrupa çapında sürdürülebilir kalkınma, iklim ve enerji politikaları için çalışır. Daha fazla bilgi için www.caneurope.org