

Isı Eşanjörlerinin Soğutma Suyundaki Katılardan Korunması

Yük. Müh. Enis BURKUT
Burkut Su Tekniği A.Ş.

ÖZET

Sanayi işletmelerinde, ısı eşanjörlerinin su ile soğutulması sürecinde, ısı eşanjörü tarafından ısınan su soğutma kulesine gider ve burada milyonlarca metreküp tabii hava ile karşılaşır. Tabii hava, mevsim şartlarına göre çok çeşitli katılar içerir. Hava içindeki bu katılar, soğutma suyunun devridaimi sırasında soğutma suyuna geçer. Soğutma suyu sisteminde görevini iyi yapan bir su filtresi yoksa, hava kaynaklı bu katılar soğutma suyu ile soğutulan ısı eşanjörlerini tıkar.

Genelde soğutma suyu debisi, soğutma suyu toplam hacmine göre çok yüksektir. Bu sebeple ana hat üzerinde toplam su debisine göre filtre kullanmak yerine "böbrek filtre" de tabir edilen servis hattı filtresi kullanılır.

Ülkemizin Ege Bölgesi'nde bazı soğutma kuleleri tarımsal bölgelerde yer alır ve yaklaşık sekiz ay Ege'de yağış olmaz. Tarımsal işlemler sırasında ortaya çıkan ve ortam havasına karışan her tür katılar ve "lifli" malzeme, bölgesel rüzgarlar ile soğutma kulesine taşınır. Yuvarlağımsı katıların su filtreleri tarafından soğutma suyundan ayrılması kolaydır, ancak, "lifli" katıların sudan ayrılması için özel filtreler kullanılmalıdır, aksi durumda su filtreleri ısı eşanjörlerinden daha önce tıkanır.

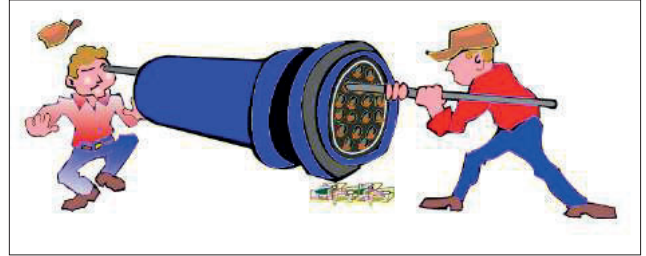
Anahtar Kelimeler: Filtre, katı, lif, ısı eşanjörü, soğutma suyu.

ISI EŞANJÖRLERİNİN SOĞUTMA SUYUNDAKİ KATILARDAN KORUNMASI

1. ENERJİ TESİSLERİNDE ISI EŞANJÖRLERİNİN GÖREVİ VE YAŞANAN TIKANMA SORUNU

Enerji tesislerinde "Atık Isı" oluşur ve bu atık ısıyı tabiata atmak için "ısı eşanjörü" olarak adlandırılan bir cihaz vasıtası ile atık enerji "Soğutma Suyu"na verilir ve soğutma suyu soğutma kulesine veya havalı soğutma sistemine gider ve atık ısı bu sistemler aracılığı ile tabiata atılır.

Atık enerjinin tabiata atılması yalnızca HAVA ile soğutulan "havalı" sistem ile yapılıyorsa, burada işletme sorunu pek yaşanmaz. Fakat atık enerjiyi atmak için "SULU" soğutma sistemi kullanılıyorsa, bu sistemde bulunan "Soğutma Kulesi" soğutma suyundaki ısıyı atmak için soğutma suyu ile yüksek debide ortam havasını karşılaştırır.



Resim 1. Tıkanmış ısı eşanjörünün temizliği

Soğutma kulesi fanının ortamdaki emdiği hava içindeki katıların büyük bir oranı soğutma suyuna geçer, böylece ortam havasındaki katıların da içeren soğutma suyu, ısı eşanjöründen geçerken bir miktar katıyı ısı eşanjörü içinde bırakır, bu da ısı eşanjörünün tıkanmasına sebep olur.

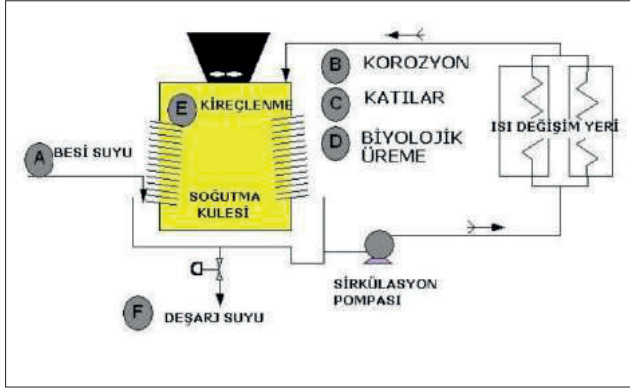
Tıkanan ısı eşanjörü sebebi ile, bir süre sonra enerji tesisinde "planlanmayan" duruşlar oluşur, bu da işletme ekonomisini çok etkiler.

Birinci paragrafta anlatıldığı gibi, enerji tesisinde oluşan "Atık Isı"yı tabiata atmak için "Soğutma Suyu" sistemi kurulur. Soğutma suyu, ısıyı atmak için soğutma kulesine gelir, burada küçük zerreciklere bölünen su üzerinden yüksek debide ortam havası geçirilir. Su / hava karşıması sırasında su zerreciklerinin bir oranı buharlaşırken sıvı olarak kalan suyun ısını alır ve böylece kalan suyun sıcaklığı düşer.

Bildirimizde yalnızca soğutma kulesindeki yüksek hava miktarı içinde bulunan ve su / hava karşıması sırasında suya geçen katıların yarattığı işletme sorunları ve soğutma suyundaki katıların sudan ayırmak üzere kullanılan su filtreleri konularına değinildi.

3. SU SOĞUTMA KULESİNE YAKINDAN BAKALIM

Su soğutma kulesi genelde işletmecileri çok yoran ve işletilmesinde çok sorun yaşanan cihazlardan biridir. Şekil 1’de gördüğümüz su soğutma sistemi şeması üzerinde, işleticinin sürekli olarak kontrol altında tutması gereken bir çok noktayı işaretledik:



Şekil 1. Soğutma Suyu Sistemi

a. Besi Suyu Kalitesi: Soğutma sistemine herhangi bir sui le beslenemez. Besi suyu çoğu zaman belli bir hazırlıktan geçtikten sonra soğutma sistemine verilebilir.

b. Korozyon: Soğutma sisteminde dolaşan suyun kalitesi kontrol altında tutulmadığında, sistemde suyun yüksek iletkenliğinden kaynaklanan elektro-korozyon ve sudaki Klorür (Cl) iyonundan kaynaklanan metal korozyonları yaşanır.

c. Katılar: Bildirimizin ana konusunu oluşturan sudaki katıların büyük bir oranı havadan suya geçer. Bununla beraber, soğutma suyunda birçok mineral kristali de oluşur ve soğutma suyundaki katılar ve mineral kristalleri filtreler ile alınmadığı takdirde zaman içinde bunların miktarı artar ve bu katılar soğutma sisteminin ısı eşanjörlerini ve borularını tıkar.

d. Biyolojik Üreme: Soğutma sistemi "Biyolojik Üreme" için mükemmel bir ortamdır. Havadan gelen mikrobiyolojik canlılar, kuledeki ılık ve rutubetli ortam içinde yaşarken, havadan gelen bazı maddeleri gıda olarak kullandıkları için hızlıca ürerler. Soğutma sistemi içinde de çoğalan biyolojik maddeler, ısı geçirgenliğinin yüksek olmasını arzu ettiğimiz yüzeylerde biyofilm oluştururlar. Biyofilm sudaki katıların birbirine yapışmasını sağlayarak kalın katmanların oluşmasına sebep olur. Bunun sonucunda ısı geçirimini çok azalır. Ayrıca, "Biyofilm" içinde "Legionella" bakterisi üreme riski bulunur. Legionella bakterisi, soğutma kulesinden çevreye

yayılan su zerrrecikleri içinde insanın akciğerine girdiğinde, ölümcül "Lejyoner hastalığı" yaratabilir.

e. Kireçlenme: İşletmelerde "Kireçlenme" olarak bilinen katı katmanları yakından incelediğimizde, bunların çok az miktarının besi suyundaki kireç mineralinden kaynaklandığını görürüz. Soğutma kulesi içinde ve soğutma sisteminin başkaca yerlerinde oluşan bu katı katmanların ana maddesi hava ile soğutma suyuna gelen katılardır.

f. Deşarj Suyu: İşletmeler genelde soğutma sisteminden su atmak istemez. Fakat, soğutma kulesi, besi suyu olarak yalnızca "H₂O" molekülüne ihtiyacı vardır. Oysa kule besi suyunda "H₂O" molekülünden başkaca maddeler bulunur ve bunlar da besi suyu ile kuleye girerler. Kuleden buharlaşıp giden yalnızca saf sudur (H₂O molekülü), suda çözülmüş maddeler kule suyu içinde çoğaldığında suyun iletkenliği artar ve metal korozyonu yaratır. Bu sebeple soğutma suyundan zaman zaman su atmak (deşarj yapmak) işletme kurallarından biridir.

4. SOĞUTMA KULESİNE HAVA İLE GELEN VE SOĞUTMA SUYUNA GİREN KATILARIN MİKTARI

Soğutma kulesinin çalışma prensibine göre, sistemden dışarı atılmak istenen ısı, kuleye su ile gelir ve kule içinde suyun kısmen buharlaştırılması ile istenmeyen ısı tabiata atılır. Bu maksat ile soğutma kulesine çok miktarda hava girmesi istenir. Havanın kuleye gelişi çoğu zaman cebri olarak yapılır, ancak çok yüksek kapasiteli soğutma kulelerinde inşai teknikler ile havanın tabii olarak kuleye gelmesi sağlanır. Coğrafi bölgenin özelliklerine, mevsime ve çevre kirliliği durumuna göre soğutma kulesine gelen hava içinde az veya çok miktarda katı madde bulunur. Soğutma kulesi içinde hava ile su teması içinde olduğundan ve soğutma kulesi bir bakıma "havayı temizleyen cihaz" gibi görev yaptığından, tabii hava içindeki katıların yüksek bir oranı soğutma suyu içine geçer. Soğutma kulesine gelen ortam havasından soğutma suyuna ne miktarda katı girebilir sorusu ile ilgili bir fikir edinmek için bazı kabuller oluşturup bir örnek hesap yapılabilir. Bu örnek hesapta havadan gelen ve soğutma suyuna giren katıların miktarı hesaplanabilir.

Örnek Hesap

Bir soğutma kulesi imalatçısının kataloğundan şu değerleri aldık:

300.000 kcal/saat kapasiteli bir soğutma kulesinin fan debisi: 27.000 m³/h. Kuru ve rüzgarlı bir yaz günü, her bir metreküp hava ile soğutma suyuna yalnızca

0,1 gram (onda bir gram) katı madde girdiği kabulü ile, soğutma suyu içine her saat 2700 gram, yani 2,7 kg/saat katı madde girer, bu da günde 64,8 kg katı madde yapar. Su soğutma kuleleri en çok yaz aylarında kullanıldığına göre, 300.000 kcal/saat kapasiteli bir soğutma kulesinin görev yaptığı bir sistemin soğutma suyu içine her gün 64,8 kg katı girerek soğutma suyu içindeki katı oranını arttırır. Bu katılar muhakkak işletmelerde bir çok sorunların oluşmasına sebep olur. Çünkü soğutma suyu tesisatı TEMİZ SU için tasarlanır.

5. SOĞUTMA SUYU FİLTASYONU NEDEN GEREKLİDİR?

Yukarıdaki ve bu paragraftaki bilgiler soğutma suyunun neden filtrelenmesi gerektiğinin cevaplarını içeriyor.

Su soğutma kulesinin esas görevi bir miktar H₂O molekülünü buharlaştırmak ve geri kalan H₂O moleküllerinin birkaç derece soğumasını sağlamaktır. Oysa soğutma sistemi içinde H₂O molekülü olmayan birçok madde de bulunur.

H₂O molekülü olmayan ve su filtresi ile tutulabilen maddeleri filtrelemek ile işletmeler şu avantajları elde ederler:

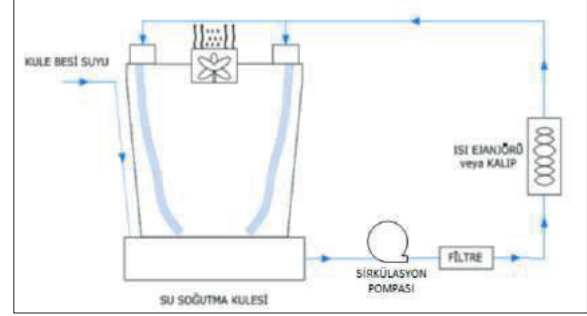
- Sudaki katıların oluşturduğu su kirliliği ve eşanjör, boru temizliği en aza iner,
- Sistemde korozyon ve aşınma azalır,
- Soğutma sistemde ısı geçişleri tasarlandığı gibi olur,
- Su şartlandırma kimyasalı tüketimi azalır,
- Sistemin ve soğutma kulesinin ömrü uzar,
- İşletme randımanı çok yükselir,
- İşletmenin üretim maliyeti düşer.

Bir işletmenin ekonomisini doğrudan etkileyen saydığımız sebeplerden dolayı soğutma suyunun filtrasyonu gereklidir.

6. SOĞUTMA SUYUNUN TAMAMININ FİLTASYONU: ANA HAT ÜZERİNDE FİLTASYON

Yukarıda sözünü ettiğimiz ve soğutma suyundan alınmasını uygun gördüğümüz katıların filtrasyonu için ilk akla gelen yöntem, Şekil 2'de görüldüğü gibi, soğutma suyu pompasından sonra, soğutma suyu ana hattı üzerine bir su filtresi monte etmektir. Böylece, soğutulmasını istediğimiz ısı eşanjörü gibi atık ısı üreten noktalar katılardan tamamen korunmuş olur. Örneğin, PVC profil üretiminde, PVC profil kalıptan çıkınca doğrudan soğutma suyu içine girer, o sırada yumuşak olan profilin katı bir maddeye dokunması ürünün yüzeyinde istenmeyen bir çizgi oluşturabilir. Bu sebeple PVC

profil üretiminde kullanılan soğutma suyu filtresinin ana hat üzerine konması doğru bir yöntemdir.

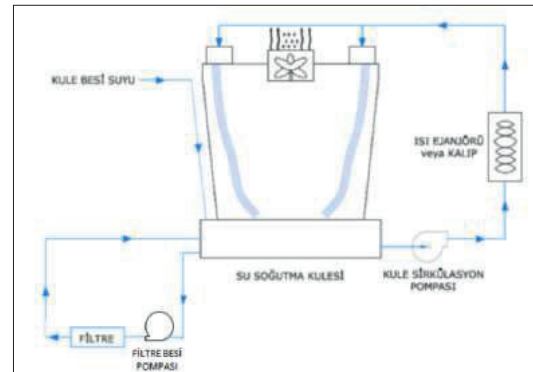


Şekil 2. Soğutma Suyu Ana Hat Filtrasyonu Sistemi

7. SOĞUTMA SUYUNUN BİR BÖLÜMÜNÜN FİLTASYONU: SERVİS HATTI FİLTASYONU

Yukarıda, 6. paragrafta anlatmış olduğumuz "Ana Hat Filtrasyonu" yöntemi bir çok soğutma sistemi için "lüks" sayılabilir. Çünkü genelde soğutma suyu pompalarının debileri 500 m³/h, 1000 m³/h civarında olduğunda, soğutma sistemi içinde bulunan toplam su miktarı 30 m³, 50 m³ gibi çok az miktarlardır. Soğutulacak yüzeyler borulu eşanjör gibi katıların kolayca geçebileceği yerler ise, soğutma suyunun filtrasyonunu ana hat üzerinde yapmak yerine, kule yanına konan ve düşük debili bir pompa ile beslenen bir filtre ile yapmak çok ekonomik olur. Şekil 3'de görüldüğü gibi, soğutma suyu sirkülasyonu ile hiç ilgisi olmayan, kendi pompası ve otomasyonu ile mustakil görev yapan bir filtrasyon sistemi kurmak ekonomik olduğu gibi, birçok işletme kolaylıkları da getirir.

Soğutma suyu ana hattı üzerinde olmadığı için bu filtrasyon sistemindeki arızalar ve bakımlar ana prosese zarar vermez ve sistemi durdurmaz. "Servis hattı filtresi" olarak adlandırdığımız bu mustakil filtreye bazı sanayi kuruluşlarında "Böbrek filtre" adı veriliyor. İngilizce yazılarda bu filtre "Side stream filtration" olarak adlandırılır.



Şekil 3. Soğutma Suyu Servis Hattı Filtrasyonu (Böbrek Filtre) Sistemi

8. SOĞUTMA SUYU İÇİN FİLTRE SEÇİMİ

Ülkemize kıyasla sanayide çok tecrübeli olan ülkelerde soğutma suyu filtrasyonu uzun yıllardır hiç ihmal edilmeden kullanılan bir sistemdir. Ülkemiz sanayicilikte yeni olduğu için, soğutma suyu filtresi genelde bir işletmenin ilk kuruluşunda yer almaz, işletme çalışmaya başladıktan sonra yaşanan ısı eşanjörü tıkanmaları gibi sorunlar sebebi ile soğutma suyu filtresi satın alınır ve kurulur. Her su filtresi soğutma suyu için uygun değildir, çünkü tabii ortamdan soğutma kulesine gelen hava içinde ot, saman gibi bitkisel kökenli ve kıl, kuş tüyü gibi hayvansal kökenli "LİFLİ" maddeler bulunur. Soğutma suyuna geçen bu "LİFLİ" maddeleri sudan ayırmak için UYGUN filtreyi seçmek şarttır, çünkü birçok filtre türü, su içindeki lifli maddeleri tutabilir fakat ters yıkama sırasında lifli maddeleri atamaz ve filtrenin kendisi tıkanır.

Enerji sistemindeki ısı eşanjörlerini tıkanmadan kurtarmak için satın alınan filtre, lifleri kolayca atan bir filtre değilse bu sefer filtrenin kendisi tıkanır. Bu durumda ısı eşanjörü bakımı yerine filtre bakımları ile uğraşılır. Bu sorunun enerji işletmelerinde yaşanmaması için bu bildiride soğutma suyu filtreleri konusuna da değineceğiz.

1984 yılından bu yana elde ettiğimiz tecrübeler sonucunda her su filtresinin soğutma suyunda kullanılamayacağına şahit olduk.

Soğutma sistemine havadan gelen katılar içinde lifli katılar, hatta naylon torbalar dahi bulunur. Ayrıca, önceki paragraflarda sözünü ettiğimiz gibi, soğutma suyu içinde yalnızca katılar değil, soğutma sisteminde oluşan kristaller ve üreyen biyolojik maddeler de vardır. Bu nedenlerden dolayı normal kuyu sularında kullanılan filtre türleri soğutma sularında işletme sorunları yaratır. Bir işletme, prosesindeki ısı eşanjörlerinin bakımlarını azaltmak için soğutma suyu filtresi yatırımı yaptıktan sonra, bu filtrelerin haftada bir kaç kez tıkanıp filtre bakımı gerektirmesini istemez. Bu sebeple, işletmeler soğutma sularında başarı gösteren filtreleri bulup satın almalıdır.

Genelde soğutma sularında üç tür filtre kullanılır:

- Kum filtresi gibi içinde dolgu malzemesi olan DOLGU FİLTRELER;
- Katıları diskler vasıtası ile tutan DİSKLİ FİLTRELER;
- Katıları "FİLTRE TELİ" ile tutan ELEK FİLTRELER.

Teknolojik ilerlemeler sayesinde yukarıda tarif ettiğimiz filtrelerden farklı filtrelerin de yakında

icat edileceğini ümit ediyoruz. Yukarıda kısaca tarif ettiğimiz üç filtre türü hakkında kısaca bilgi verelim:

Dolgu Filtreler

Bir basınçlı kap içine konan kuvars kumu, antrasit, garnet ve başkaca suda çözünmeyen katı maddelerin oluşturduğu filtrelerdir (Kum filtresi gibi). Filtre kabı içindeki dolgudan geçemeyen irilikteki katıları dolgu mazemesi tutar. Filtre ters yıkaması sırasında, ters yıkama suyu yardımıyla dolgu birimleri birbirinden ayrılır, böylece gerek lifli katılar ve gerekse naylon torba gibi iri katılar kolayca filtreyi terk eder. Dolgu filtrenin tutmuş olduğu katıları dışarı atabilmesi için yeterli ters yıkama suyu debisi (ters yıkama suyu hızı) çok önemlidir.



Modern filtrelere kıyasla "eskimiş" teknoloji gibi görünen dolgu filtreler, tutmuş olduğu katıları ters yıkama sırasında kolayca bıraktığı için, bugün dahi DOLGU FİLTRE başarılı bir filtredir ve doğru tasarım yapıldığı taktirde soğutma suyu filtresi olarak kullanılabilir.

Dolgu filtrenin soğutma suyu filtresi olarak beğenilen tarafları: İyi tasarlanan bir dolgu filtre 10-15 mikron seviyesine kadar katıları ayırdığı için, uzun mesafeli boruları olan soğutma suyu sistemlerinde "AKM" Askıda Katı Madde miktarını çok düşürdüğü için tercih edilir.

Modern filtrelere kıyasla kum filtresinin beğenilmeyen özellikleri olarak şunları sıralayabiliriz: Ters yıkamada çok su sarf etmek, büyük bir alan işgal etmek, dolgu malzemesi içinde mikrobiyolojik üremeye müsaade etmek. Bu olumsuz taraflarına rağmen, kendisinin tıkanmaması avantajı ağırbastığı için, özel tasarımlar yapılarak dolgu filtre bugün de soğutma suyu filtresi olarak kullanılır.

Diskli Filtreler

Diskli filtrelerde, istenen mikron seviyesine göre disk modeli seçilir. Diskli filtreler de, dolgu filtreler gibi, soğutma suyundan ayırdıkları katıları ters yıkama sırasında çok kolay bırakır, çünkü, ters yıkama sırasında filtre görevi yapan diskler birbirinden ayrılır ve tutulmuş katılar serbest kaldığı için ters yıkama



suyu ile dışarı atılır. Diskli filtrelerin en küçük modelinin dahi su giriş ve ters yıkama atık çapı 50 mm olduğundan, soğutma suyuındaki iri katılar da ters yıkama sırasında 50 mm çapındaki hattan kolayca dışarı çıkar.

Diskli filtrenin avantajları: Dolgu filtreye kıyasla ters yıkama

sırasında az su kullanır, mikrobiyolojik üremeye dirençlidir, az yer işgal eder. Bu filtrelerin ters yıkaması sırasında dışardan su gerekmez, filtre kendi filtrelediği su ile ters yıkama yapar.

Diskli filtrenin beğenilmeyen tarafı, mikron seviyesine göre filtrasyon yaptığı için suyun bulanıklığını gidermez. Diskli filtrenin bu dezavantajı, kısa mesafeli boruları olan soğutma suyu sistemlerinde sorun yaratmaz.

Elek Filtreler

Elek filtreler, seçilen mikron seviyesini sağlamak için tek veya çok katmanlı filtre telleri kullanılarak imal edilir. Bu filtrelerin ters yıkaması sırasında dışardan su gerekmez, filtre kendi filtrelediği su ile ters yıkama yapar. Filtre telleri tarafından tutulmuş olan lifli katıları filtre tellerinden ayırmak için değişik yöntemler icat edilmiştir.

Elek filtrenin avantajları: Dolgu filtreye kıyasla ters yıkama sırasında az su kullanır, ters yıkama sırasında filtrelenmiş su hattını tamamen kesmez, mikrobiyolojik üremeye dirençlidir, az yer işgal eder.

Elek filtrenin beğenilmeyen tarafı, mikron seviyesine göre filtrasyon yaptığı için suyun bulanıklığını gidermez. Elek filtrenin bu dezavantajı, kısa mesafeli boruları olan soğutma suyu sistemlerinde sorun yaratmaz.



9. SONUÇ

Su soğutma kulesinin yapmasını istediğimiz işlem bir miktar H₂O molekülünü buharlaştırarak geri kalan H₂O moleküllerinin soğumasını sağlamaktır. Soğutma

suyu içinde bulunan katıların soğutma işlemi ile hiç bir ilgisi olmadığı gibi, bu katılar işletmeye ekonomik zarar verir. Bu sebeple, soğutma suyu içindeki katıların, tabiata açık olarak görev yapan soğutma suyu sistemine uygun bir filtrasyon tekniği ile soğutma suyundan alınması gereklidir görüşünderiz. ■

KAYNAKLAR

- [1] Burkut Su Tekniği A.Ş. - Enis Burkut'un 1984 - 2018 yıllarında oluşturduğu şahsi notları.
[2] Enis Burkut'un makalesi: Su ve Çevre Dergisi Temmuz 2007 sayısı, "Filtre Edilmeyen Soğutma Suyu İşletmeye Zarar Verir."

ÖZGEÇMİŞ

Mak. Yük. Müh. ENİS BURKUT

İzmir doğumlu olan Enis Burkut 1967 de Fransa - Lyon'da bulunan I.N.S.A. Politeknik (Institut National des Sciences Appliquée) Makina Mühendisliği Bölümünden mezun oldu.

1969 - 1971 yılları arasında Ankara'da serbest çalıştı ve Sanayide Havalandırma, Toz Toplama ve Radyasyon ile Isıtma konularında projeler yaptı.

1971 yılında ALARKO A.Ş.'nin İzmir Şubesi kuruluşunda görev aldı. ALARKO görevi sırasında, Fransa ile ilişkili birkaç konuyu merhum Üzeyir Garip Bey ile beraber yürüttü.

Enis Burkut 1984 yılından bu yana serbest çalışıyor. Halen Burkut Su Tekniği A.Ş.'nin yöneticisi ve baş mühendisidir. Enis Burkut 1984 yılından bu yana yalnızca SU'nun iyileştirilmesi konusunda çalışıyor ve Türkiye'de bu konunun öncüsü olarak tanınıyor.

Burkut Su Tekniği A.Ş. halen içecek, gıda, enerji, tekstil, otomotiv ve kaliteli su kullanan sanayi sektörüne hizmet vermektedir. Enis Burkut'un SU konusunda yayınlanmış 150'yi aşkın makalesi bulunmaktadır. Enis Burkut merkezi A.B.D.'de bulunan Uluslararası AWWA (American Water Works Association) - Su Derneği'nin de üyesidir. Çok iyi İngilizce ve Fransızca bilir.

Bu makale 2019 yılında gerçekleştirilen Jeotermal Kongresi (GT 2019)'nde yayımlanmıştır.