



AVRUPA KOMİSYONU

**Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol (IPPC)**

**Endüstriyel Soğutma Sistemlerinde Kullanılabilecek En İyi  
Teknikler Hakkında Referans Belgesi**

**Aralık 2001**



## İDARİ ÖZET

Endüstriyel soğutma sistemlerinde kullanılabilir en iyi tekniklerin açıklandığı bu referans belgesi, IPPC hakkında 96/61/EC sayılı Konsey Yönergesinin 16(2) sayılı maddesi uyarınca gerçekleştirilen bir bilgi alışverişi niteliğindedir. Bu belge, amaçlarının ve kullanım sahasının açıklandığı önsöz bölümünün ışığı altında incelenmelidir.

Bu IPPC çerçevesinde endüstriyel soğutma, yatay bir konu olarak tanımlanmıştır. Bu, bu belgedeki “En İyi Teknikler”in (BAT), soğutulacak endüstriyel işlemin derin bir değerlendirilmesi yapılmadan incelendiği anlamına gelmektedir. Buna rağmen, bir soğutma sistemi için BAT, endüstriyel işlemin soğutma gerekleri kapsamında düşünülmektedir. Bir soğutma işlemi BAT’ının, işlemin soğutma gereklerini, bölgeye has unsurları ve çevresel gerekleri dengeleyen, ekonomik ve teknik olarak mümkün olan koşullarda uygulamaya izin veren karmaşık bir konu olduğu kabul edilmektedir.

“Endüstriyel soğutma sistemleri” terimi, herhangi bir ortamdan, o ortamın sıcaklığının çevre değerlerine getirilmesi için su ve/veya hava ile ısı değişimini kullanarak fazla ısının uzaklaştırılmasında kullanılan sistemlere karşılık gelmektedir.

Bu belgede, bir endüstriyel işlemin normal işletimi için yardımcı sistemler olarak çalıştıkları düşünülen soğutma sistemlerinin BAT’ı anlatılmıştır. Güvenilir çalışan bir soğutma sisteminin, endüstriyel bir işlemin güvenilir çalışmasını olumlu olarak etkileyeceği kabul edilmektedir. Ancak, soğutma sistemlerinin işlem güvenliğine ilişkin işleyişi bu BREF’de incelenmemiştir.

Bu belge, nihai BAT çözümünün esas olarak bölgeye-özel bir konu olduğunu kabul ederek, endüstriyel soğutma sistemleri BAT’ına ulaşmak üzere bütüncü bir yaklaşım sergilemektedir. Bir soğutma sisteminin seçilmesi ile ilgili olarak bu yaklaşım, uygulanan herhangi bir soğutma sistemini seçip elemekten ziyade sadece hangi öğelerin, soğutma sisteminin çevresel performansı ile bağlantılı olduğunu tartışabilir. Azaltım önlemleri uygulandığı yerlerde, BAT yaklaşımı ilgili farklı ortamlar arasındaki etkilerini belirtmeye çalışmakta, böylece soğutma sistemlerinin farklı salımlarının dengelemeye gereksinim duyduğunu vurgulamaktadır.

Ana belgenin beş bölümü; BAT yaklaşımını, önemli konularını ve prensiplerini, soğutma sistemleri ve onların çevreyle ilgili yönlerini, belli başlı BAT bulguları ve sonuçlarını anlatmakta ve daha sonraki çalışmalar için tavsiyelerde bulunmaktadır. Onbir adet ek ise, BAT yaklaşımını betimlemek üzere soğutma sistemlerinin tasarım ve işletiminin belli bazı yönlerini ele alan ön bilgi vermektedir.

### 1. Bütüncü yaklaşım

Bütüncü BAT yaklaşımı, bir endüstriyel işlemin genel çevre performansı kapsamında soğutma sisteminin çevre performansını ele almaktadır. Bir soğutma sisteminin çalışmasının hem doğrudan hem de dolaylı etkilerini en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Bir işlemin soğutulmasının çevre performansının büyük ölçüde soğutma sisteminin seçilmesi ve tasarımına bağlı olduğu tecrübesine dayanmaktadır. Bu nedenle, yeni bir sistemin yerleştirilmesinde yaklaşım, yeterli bir soğutma konfigürasyonunun seçilmesine, soğutma sisteminin düzgün tasarım ve inşasına odaklanmaktadır. İndirgenmiş salımlar ayrıca, günlük işlemlerin optimizasyonu ile de sağlanmaktadır.

Kısa vadede mevcut soğutma sistemlerinin salımlarının teknolojik önlemlerle engellenme potansiyeli azdır ve daha çok optimize edilmiş işlemler ve sistemlerin denetimi ile salımın indirgenmesi üzerinde durulmaktadır. Mevcut sistemler için alan, işletim kaynaklarının bulunabilirliği ve mevcut yasal sınırlamalar gibi bir çok parametre değiştirilemez olabilmekte ve değişiklik için çok az serbestlik bırakılmaktadır. Ancak bu belgedeki genel BAT yaklaşımı, mevcut sistemlerin donanım yenileme süreleri ile uyumlu uzun vadeli bir hedef olarak düşünülebilir.

BAT yaklaşımı, soğutmanın birçok endüstriyel işlemin vazgeçilmez bir parçası olduğunu ve genel enerji yönetimi sisteminin önemli bir ögesi olarak görülmesi gerektiğini kabul etmektedir. Endüstriyel işlemlerdeki enerjinin verimli kullanımı, çevre konuları ve maliyet açısından çok önemlidir. Öncelikle BAT, soğutma sistemini optimize etmek üzere önlemler almadan önce, endüstriyel veya üretim işlemlerinin genel enerji verimliliği konusuna dikkat edilmesi anlamına gelmektedir. Genel enerji verimliliğini artırmak için sanayi, uygun enerji yönetimi uygulayarak ve bütünleyici enerjinin korunması programları benimseyerek geri kazanılamayan ısı oranını azaltmayı amaçlamaktadır. Bu, soğutulan endüstriyel veya üretim işlemlerindeki farklı birimler arasında olduğu kadar bu işlem dışındaki bağlantılarla yakın işlemler arasındaki enerji değişimini içermektedir. Endüstriyel alanların birbirleriyle bağlantılı olduğu veya bölgesel ısıtma veya sera çiftçiliği bağlantılı oldukları durumlarda endüstriyel bölgelerde ısının korunması kavramına doğru bir eğilim bulunmaktadır. Söz konusu ısının korunmasının veya tekrar kullanımının mümkün olmadığı durumlarda, ısının çevreye verilmesi gerekebilir.

Düşük seviye (10-25°C), orta seviye (25-60°C) ile yüksek seviye (60°C) geri kazanılamayan ısı arasında fark gözetilmektedir. Genelde, ıslak soğutma sistemleri düşük seviye ısı, kuru soğutma sistemleri ise yüksek seviye ısı durumlarında uygulanmaktadır. Orta seviye için, tek bir soğutma prensibi tercih edilmemekte, farklı konfigürasyonlar bulunabilmektedir.

Endüstriyel veya üretim işleminin genel enerji optimizasyonundan sonra, verilmiş bir oranda ve seviyede geri kazanılamayan ısı kalır ve bu ısıyı dağıtmak üzere ilk soğutma konfigürasyonu seçimi aşağıdakileri dengeleyerek yapılabilir:

- işlemin soğutma gerekleri,
- bölgeden kaynaklanan (yerel düzenlemeler de dahil olmak üzere) sınırlamalar ve
- çevrenin gerekleri.

Başlama ve kapama da dahil olmak üzere güvenilir işlem koşullarının garanti edilebilmesi için endüstriyel veya üretim işleminin soğutma gerekleri mutlaka karşılanmalıdır. Endüstriyel veya üretim işlemini zenginleştirmek, ürün kaybı ve çevreye verilen salımı azaltmak için gereken asgari işlem sıcaklığı ve gereken soğutma kapasitesi her zaman garanti edilmelidir. İşlemler ısıya karşı ne kadar hassas olursa, bu konu o kadar önemli olacaktır.

İşlemin yapılacağı bölgenin koşulları, tasarım seçeneklerini ve soğutma sisteminin çalıştırılabileceği olası yolları kısıtlamaktadır. Bunlar yerel iklim, soğutma ve boşaltım için gereken suyun bulunabilirliği, inşaat için ayrılacak alan ve çevre alanın salımlara karşı duyarlılığı olarak tanımlanmaktadır. İşlemin soğutma talebine ve gereken soğutma kapasitesine bağlı olarak, yeni bir sistem kurulacak yerin (örneğin büyük soğuk su kaynağı) seçimi çok önemli olabilir. Yer seçiminin başka ölçütler tarafından belirlendiği veya halihazırda soğutma sistemlerinin bulunması durumunda, işlemin soğutma gereksinimleri ve yer özellikleri sabittir.

Nihai soğutucu su ve havanın sıcaklığını etkilediği için yerel iklim soğutma için önemlidir. Yerel iklim, yağ ve kuru sıcaklıklarla tanımlanmaktadır. Genelde soğutma sistemleri, yerel olarak oluşabilecek en kötü hava şartları altında, bir başka deyişle en ıslak ve en kuru sıcaklıklarda bile soğutma gereklerini yerine getirecek şekilde tasarlanmaktadır.

Soğutma sistemlerinin seçilmesi ve tasarımında ikinci adım, soğutulması gereken sürecin gerekleri ve bölgenin sınırlamaları dahilinde BAT gereklerini karşılamayı amaçlamaktadır. Bu, bakım gereklerini azaltmak için uygun malzeme ve donanımın seçilmesi, soğutma sisteminin işletimini kolaylaştırma ve çevrenin korunması ile ilgili gereklerin gerçekleştirilmesi üzerinde durulması anlamına gelmektedir. Çevreye ısı salımının yanısıra, soğutma sistemlerinin havalandırılması için kullanılan katkı maddelerinin salımı gibi diğer çevresel tesirler oluşabilir. Dağıtılacak ısının miktarı ve seviyesinin azaltılabileceği yerlerde, endüstriyel soğutma sistemlerinin çevreye etkisinin daha az olacağı vurgulanmaktadır.

BAT yaklaşımının prensipleri mevcut soğutma sistemlerine de uygulanabilir. Soğutma teknolojisinde değişim veya mevcut donanım veya kullanılan kimyasallarda bir değişim veya

modifikasyon gibi teknolojik seçenekler mümkün olsa da bunlar, sadece belirli bir yere kadar uygulanabilir.

## 2. Uygulanan soğutma sistemleri

Soğutma sistemleri, termodinamik yasalarına dayanmaktadır ve işlem ile soğutucu arasındaki ısı değişimini teşvik etmek ve kazanılamayan ısının çevreye verilmesini kolaylaştırmak için tasarlanmışlardır. Endüstriyel soğutma sistemleri; tasarımları ve soğutucu olarak su veya hava, veya su ve havanın bir kombinasyonunu kullanma gibi ana soğutma prensipleri ile sınıflandırılabilir.

İşlem etkeni ile soğutucu arasındaki ısı değişimi, ısı dönüştürücüleri tarafından artırılmaktadır. Soğutucu ısıyı ısı dönüştürücülerden çevreye nakletmektedir. Açık sistemlerde, soğutucu çevre ile temas halindedir. Kapalı sistemlerde ise, soğutucu veya işlem etkeni tüplerin veya bobinlerin içinde dolaşır ve çevreyle açık temas halinde değildir.

Tek-geçişli sistemler, yeterli soğutma suyunun ve yerüstü sularının ediniminin mümkün olduğu yerlerdeki büyük kapasiteli tesislerde yaygın olarak uygulanmaktadır. Güvenilir bir su kaynağı mevcut değilse, devridaim sistemleri (soğutma kuleleri) kullanılır.

Açık devridaim kulelerinde, soğutma suyu bir hava akımı ile temas yoluyla soğutulmaktadır. Su/hava temasını artırmak için kuleler bazı aygıtlarla donatılmıştır. Hava akışı, fanlar kullanılarak mekanik bir şekilde veya doğal hava akımları yoluyla yaratılabilir. Mekanik akım kuleleri, genelde küçük ve büyük kapasiteler için kullanılır. Doğal akım kuleleri ise, genelde büyük kapasiteler (örneğin enerji sanayii) için kullanılır.

Kapalı devre sistemlerde, soğutucu veya işlem etkeninin soğutulduğu tüpler veya bobinler soğutulur, böylece tüpler/bobinler içerdikleri maddeyi soğuturlar. Yaş sistemlerde, su sıkılmış tüpler veya bobinlerden kaynaklanan buharla soğutulan hava akımı bulunmaktadır. Kuru sistemlerde, tüpler/bobinlerden sadece bir hava akımı geçer. Her iki tasarımda da, bobinlere soğutma kanadı takılabilir, böylece soğutma yüzeyi ve de soğutma etkisi artırılabilir. Kapalı devre yaş sistemler genelde daha küçük kapasiteye sahip endüstrilerde kullanılır. Kuru hava-soğutma prensibi daha küçük sanayide olduğu kadar, yeterli suyun bulunmadığı veya olan suyun pahalı olduğu durumlarda büyük enerji santrallerinde de bulunabilir.

Açık veya kapalı karma sistemler, ıslak ve kuru işlemlerin görünür duman bulutu oluşumunu azaltmasını sağlayan özel mekanik kule tasarımlarıdır. Düşük dış hava sıcaklıkları dönemlerinde sistemleri (özellikle küçük hücre-tipi birimleri) kuru sistemler olarak çalıştırma seçeneği sayesinde, yıllık su sarfiyatı ve görünür duman bulutu oluşumunda bir azalma elde edilebilir.

**Tablo 1: Endüstriyel (enerji santrali olmayan) uygulamalar için farklı soğutma sistemlerinin teknik ve termodinamik özelliklerine örnekler**

Soğutma sistemi	Soğutma aracı	Ana soğutma prensibi	Asgari yaklaşımlar (K) <sup>4)</sup>	İşlem etkeninin erişebilir asgari son sıcaklığı <sup>5)</sup> (°C)	Endüstriyel sürecin kapasitesi (MW <sub>th</sub> )
Açık tek geçişli sistem-doğrudan	Su	Isı iletim/Isı yayım	3 – 5	18 – 20	<0.01 - > 2000
Açık tek geçişli sistem-dolaylı	Su	Isı iletim/Isı yayım	6 – 10	21 – 25	<0.01 - > 1000
Açık devridaim soğutma sistemi-doğrudan	Su <sup>1)</sup> Hava <sup>2)</sup>	Buharlaştırma <sup>3)</sup>	6 – 10	27 – 31	< 0.1 – >2000
Açık devridaim soğutma sistemi-dolaylı	Su <sup>1)</sup> Hava <sup>2)</sup>	Buharlaştırma <sup>3)</sup>	9 – 15	30 – 36	< 0.1 - > 200
Kapalı devre yaş soğutma sistemi	Su <sup>1)</sup> Hava <sup>2)</sup>	Buharlaştırma+ ısı yayım	7 – 14 <sup>7)</sup>	28 – 35	0.2 – 10
Kapalı devre kuru hava soğutma sistemi	Hava	Isı yayım	10 – 15	40 – 45	< 0.1 – 100
Açık karma soğutma	Su <sup>1)</sup> Hava <sup>2)</sup>	Buharlaştırma + ısı yayım	7 – 14	28 – 35	0.15 - 2.5 <sup>6)</sup>
Kapalı karma soğutma	Su <sup>1)</sup> Hava <sup>2)</sup>	Buharlaştırma + ısı yayım	7 – 14	28 – 35	0.15 - 2.5 <sup>6)</sup>

Notlar:

- 1) Su ikincil soğutma aracıdır ve çoğunlukla devridaim yapılıdır. Buharlaştıran su, ısıyı havaya verir.
- 2) Hava, ısının çevreye verildiği soğutma etkenidir.
- 3) Buharlaştırma ana soğutma yöntemidir. Isı, ısı iletim/ısı yayım yoluyla da, ancak daha küçük oranda transfer edilir.
- 4) Kuru veya yaş sıcaklıklara göre yaklaşımlar  
Isı dönüştürücü ve soğutma kulesinin yaklaşımları eklenmelidir
- 5) Son sıcaklıklar bölgenin iklimine bağlıdır (ortalama orta Avrupa verileri: 30°/21°C kuru/yaş sıcaklık ve 15°C azami su sıcaklığı)
- 6) Küçük birimlerin kapasitesi - birçok birimin bir kombinasyonu veya özel inşa edilmiş bir soğutma ile, yüksek kapasitelere ulaşılabilir.
- 7) Dolaylı bir sistem uygulandığında veya yaklaşımda ısı yayım da bulunduğunda, bu örnekteki yaklaşım 3-5K artarak daha yüksek bir süreç sıcaklığına yol açar

Tablo, belirli bir iklim durumunda uygulanan soğutma sistemlerinin özelliklerini göstermektedir. İşlem aracının soğutma sonrasında ısı dönüştürücüyü terk ettiği sıradaki son sıcaklığı soğutucu sıcaklığına ve soğutma sisteminin tasarımına bağlıdır. Suyun daha yüksek bir spesifik ısı kapasitesi vardır, bu nedenle havaya göre daha iyi bir soğutucudur. Soğutucu havanın ve suyun sıcaklığı, yerel kuru ve yaş sıcaklıklara dayanmaktadır. Sıcaklıklar ne kadar yüksekse, işlemin en düşük sıcaklıklarına soğutmak da o kadar zor olacaktır.

İşlemin son sıcaklığı, en düşük dış (soğutucu) sıcaklık ile soğutucu (soğutma sistemine giren) ve ısı dönüştürücü üzerindeki işlem ortamı (soğutma sisteminden çıkan) arasındaki, (termal) yaklaşım olarak da adlandırılan gereken asgari sıcaklık farkının toplamıdır. Teknik açıdan yaklaşım, tasarımda çok ufak olabilir ancak maliyetler boyutla ters orantılıdır. Yaklaşım ne kadar küçükse, işlem son sıcaklığı o kadar düşük olabilir. Her bir ısı dönüştürücünün kendi yaklaşımı olacaktır ve seri halde ilave ısı dönüştürücülerinin olması durumunda, işlemin ulaşılabilir son sıcaklığının hesaplanabilmesi için tüm yaklaşımlar (soğutma sistemine giren) soğutucunun sıcaklığına eklenecektir. İlave ısı dönüştürücüler, ilave bir soğutma devresinin takıldığı dolaylı soğutma sistemlerinde kullanılır. Bu ikincil ve birincil soğutma devreleri bir ısı dönüştürücü tarafından birbirine bağlanır. Dolaylı soğutma sistemleri, işlem öz maddelerinin çevreye sızmasının kesinlikle engellenmesi gerektiği durumlarda kullanılır.

Enerji sanayiinde genel olarak kullanılan soğutma sistemleri için, asgari yaklaşımlar ve soğutma kapasiteleri, buhar yoğunlaştırma işleminin özel gerekleri nedeniyle enerji istasyonu olmayan

uygulamalardan biraz farklıdır. Farklı yaklaşımlar ve ilgili enerji üretim kapasiteleri aşağıda özetlenmiştir:

**Tablo 2: Enerji sanayiindeki uygulamalarda kullanılacak farklı soğutma sistemleriyle ilgili kapasite ve termodinamik özelliklere ait örnekler**

Soğutma sistemi	Uygulanan yaklaşımlar (K)	Enerji üreten süreçlerin kapasitesi ( $MW_{th}$ )
Tek-geçişli açık sistemler	13-20 (kutup farkı 3-5)	< 2700
Açık yaş soğutma kulesi	7-15	< 2700
Açık karma soğutma kulesi	15-20	< 2500
Kuru hava ile soğutulan yoğunlaştırıcı	15-25	< 900

### 3. Uygulanan soğutma sistemlerinin çevreye etkileri

Soğutma sistemlerini çevreye etkileri, uygulanan soğutma sistemi konfigürasyonuna göre değişse de genel enerji verimliliğini artırmak ve su kaynaklarına verilen salımların azaltılması konusu üzerinde baskın olarak durulmaktadır. Tüketim ve salım seviyeleri yoğunlukla bölgeye göre değişmektedir ve sayımlarının mümkün olduğu yerlerde büyük farklılıklar göstermektedir. Bütünleyici BAT yaklaşımı felsefesinde, çevreyle ilgili tüm konuların ve ilgili azaltma tedbirlerinin değerlendirilmesinde farklı ortamlardaki etkiler dikkate alınmalıdır.

#### • Enerji tüketimi

Spesifik doğrudan ve dolaylı enerji tüketimi, tüm soğutma sistemlerini ilgilendiren önemli bir çevre konusudur. Spesifik dolaylı enerji tüketimi, soğutulacak işlemin enerji tüketimidir. Bu dolaylı enerji tüketimi, uygulanan soğutma sistemi konfigürasyonunun optimal altı soğutma performansı nedeniyle artabilir; bu da işlemin sıcaklığında ( $\Delta K$ ) artışa yol açabilir ve  $kW_e/MW_{th}/K$  olarak gösterilir.

Bir soğutma sisteminin spesifik doğrudan enerji tüketimi  $kW_e/MW_{th}$  olarak gösterilir ve enerji tüketici tüm donanımın (pomplar, fanlar) dağıttığı her bir  $MW_{th}$  için tükettiği enerji miktarına karşılık gelmektedir.

Spesifik dolaylı enerji tüketimini azaltmayı sağlayacak önlemler şunlardır:

- En düşük spesifik dolaylı enerji tüketimi olan soğutma konfigürasyonunu (genelde tek geçişli sistemler) seçmek,
- küçük yaklaşımları olan tasarımlar seçmek ve
- soğutma sisteminin gerekli şekilde bakımını yaparak ısı değişimine olan direnci azaltmak.

Örneğin, enerji sanayiinde tek geçişliden devridaim soğutmaya geçiş, yardımcı donanımın enerji tüketimindeki bir artış kadar termal çevrimin verimliliğinde bir azalma anlamına da gelmektedir.

Spesifik doğrudan enerji tüketimini azaltmak için, daha yüksek verimliliğe sahip pompa ve fanlar mevcuttur. İşlemdaki direnç ve basınç düşüşleri, soğutma sisteminin tasarımı ve düşük dirençli sürüklenme önleyiciler ve kule doldurma kullanarak azaltılabilir. Yüzeylerin uygun bir şekilde mekanik ve kimyasal temizliği, işletim sırasında işlemde düşük direnç sağlayacaktır..

#### • Su

Su, baskın soğutucu olmasının yanısıra soğutma suyu boşaltımı için alış ortamı da olması nedeniyle yaş soğutma sistemleri için önemlidir. Büyük su alımlarında, balıklar ve suda yaşayan diğer organizmalar çarpmakta ve sürüklenmektedir. Büyük oranlarda ılık suyun boşaltımı da su ortamlarına zarar verebilir, ancak bu zararlı etki, giriş ve çıkışın uygun yerleşimi ve ılık suyun

uygun karışımını ve dağılımını sağlamak için gel-git veya haliç hareketleri incelenerek denetlenabilir.

Su tüketimi, açık bir karma kulede  $0.5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{MW}_{\text{th}}$  iken tek-geçişli açık bir sistemde  $86 \text{ m}^3/\text{h}/\text{MW}_{\text{th}}$ 'a kadar çıkmaktadır. Tek-geçişli sistemlerde fazla su alımının azaltılması, devridaim soğutmaya doğru bir değişikliği gerektirmektedir; bu aynı zamanda büyük oranlarda ılık su boşaltımını azaltacaktır ve hatta kimyasalların ve atıkların salımını da azaltabilir. Devridaim sistemlerin su tüketimi; çevrim sayısı artırılarak, ilave su kalitesi düzeltilerek veya bölgede veya bölge dışındaki atık su kaynaklarının kullanımını optimize ederek azaltılabilir. Her iki seçenek de karmaşık bir soğutma suyu işleme programını gerektirmektedir. Daha az soğutma ihtiyacının olduğu veya sıcaklığın daha düşük olduğu yılın bazı zamanlarında kuru soğutmaya izin veren karma soğutma, su tüketimini özellikle küçük hücre tipi birimler için azaltabilir.

Su girişinin tasarımı ve konumu ve bir çok donanım (elekler, setler, ışık, ses) su organizmalarının taşınmasını ve çarpmasını azaltmak için uygulanmaktadır. Donanımların etkinliği bu organizmaların ne olduğuna bağlıdır. Maliyetler yüksektir ve önlemler tercihen bir boş alan durumunda uygulanır. Gereken soğutma kapasitesini, mümkünse ısıyı tekrar kullanarak azaltmak, alış yapılan suya verilen ılık su salımını azaltabilir.

- **Isının yerüstü sularına salımı**

Daha önce de belirtildiği gibi, ısının yerüstü sularına salımı, yerüstü sularında bazı çevresel ters etkilere neden olabilir. Bu etkiyi etkileyen faktörler örneğin: alan yerüstü sularının soğutma kapasitesi, gerçek sıcaklık ve yerüstü sularının ekolojik durumudur. Isının salımı, soğutma suyundan kaynaklanan ısının yerüstü sularına boşaltımının bir sonucu olarak, sıcak yaz aylarında sıcaklık EQS'inin aşılmasıyla sonuçlanabilir. İki tip ekolojik sistem için (Salmonit [somon balıklarının yetiştiği] sular ve Siphonit [tatlı su kılçıklı balıkların yetiştiği] sular) termal şartlar 78/569/EEC sayılı Yönergede ele alınmıştır. Isı salımının çevresel etkisi, sadece suyun gerçek sıcaklığı ile değil, ayrıca suya ısı boşaltımının bir sonucu olarak karışım bölgesinin sınırındaki sıcaklık artışıyla da ilişkilidir. Alan yerüstü suyunun boyutlarıyla da alakalı olarak yerüstü suyuna boşaltılan ısının miktarı ve seviyesi, çevreye verilen etkinin boyutlarıyla doğrudan ilişkilidir. Isının göreceli olarak küçük yerüstü sularına boşaltıldığı ve sıcak su duman bulutunun nehrin veya kanalın diğer ucuna eriştiği durumlarda, bu Salmonitlerin göçlerini engelleme sonucuna varabilir.

Bu etkilerin yanısıra, ısı salımının bir sonucu olarak yüksek sıcaklık, solunum artmasına ve biyolojik üretimin artmasına yol açarak sudaki oksijen yoğunluğunun düşmesine neden olabilir. Bir soğutma sistemi tasarlarken, yukarıdaki noktalar ve yerüstü suyuna dağıtılacak ısıyı azaltma olasılıkları dikkate alınmalıdır.

- **Yerüstü sularına madde salımı**

Yerüstü sularına madde salımı aşağıdaki nedenlerden kaynaklanır:

- kullanılan soğutma suyu katkı maddeleri ve reaktantları,
- soğutma kulesi yoluyla giren hava kaynaklı maddeler,
- soğutma sistemleri donanımlarının aşınması nedeniyle oluşan aşınmış maddeler ve
- işlem kimyasallarının (ürünlerinin) ve onların tepki ürünlerinin sızıntı yapması.

Soğutma sistemlerinin düzgün çalışması, donanımın çürümesine, kabuklanmasına ve mikro ve makro organizma birikmesine karşı soğutma suyunun işlem görmesini gerektirebilir. İşlemler tek-geçişli açık sistemler ile devridaimli soğutma sistemlerinde farklıdır. Devridaimli soğutma sistemlerinde, soğutma suyu işleme programları çok karmaşık ve kullanılan kimyasal çeşitleri çok fazla olabilir. Bunun bir sonucu olarak, bu sistemlerin istem boşaltma salım seviyeleri de büyük değişiklikler göstermektedir ve temsili salım seviyelerinin raporlanması zordur. Bazen boşaltılan istem, boşaltımdan önce işleme tabi tutulur.



Çıkışta serbest oksidan olarak ölçülen oksitleyici biyositlerin tek-geçişli açık sistemlerden salımı dozajın düzenine ve sıklığına bağlı olarak 0.1 [mg FO/l] ile 0.5 [mg FO/l] arasında değişir.

**Tablo 3: Açık ve devridaim yaş soğutma sistemlerinde kullanılan soğuk su işlemlerinin kimyasal bileşenleri**

Kimyasal işlemlere örnekler*	Su kalitesi ile ilgili problemler					
	Aşınma		Kabuklanma		(Bio-)birikme	
	Tek-geçişli sistemler	Devridaimli sistemler	Tek-geçişli sistemler	Devridaimli sistemler	Tek-geçişli sistemler	Devridaimli sistemler
Çinko		X				
Molibdatlar		X				
Silikatlar		X				
Fosfonatlar		X		X		
Polifosfonatlar		X		X		
Polyolesterler				X		
Doğal organikler				X		
Polimerler	(X)		(X)	X		
Oksitlenmeyi önleyici biyositler						X
Oksitleyici biyositler					X	X

\* Çevreye olan yüksek etkisinden dolayı kromat artık yaygın olarak kullanılmamaktadır

İçinde çalışacağı çevreye uygun maddeden yapılmış soğutma donanımının seçilmesi ve kullanılması, sızıntı ve aşınmayı azaltabilir. Söz konusu çevre şu şekilde tanımlanmıştır:

- sıcaklık, basınç, akış hızı gibi işlem koşulları,
- soğutulan etkenler ve
- soğutma suyunun kimyasal özellikleri.

Isı dönüştürücülerde, nakil hatlarında, pompalarda ve muhafazada genelde kullanılan maddeler karbonlu çelik, bakır-nikel ve paslanmaz çeliğin bir çok çeşididir, ancak titanyum (Ti) kullanımı da gittikçe artmaktadır. Kaplamalar ve boyalar da ayrıca yüzeyi korumada kullanılmaktadır.

#### • Biyositlerin kullanımı

Açık tek-geçişli sistemler yaygın olarak makro tıkanmaya karşı oksitleyici biyositler ile işlenmektedir. Uygulanan miktar, ısı dönüştürücünün içinde veya yakınındaki tıkanma seviyesi ile ilişkili olarak,  $MW_{th}$  başına klor-benzeri olarak ifade edilebilen oksitleyici katkı maddesinin yıllık kullanımı olarak düşünülebilir. Tek-geçişli sistemlerde oksitleyici katkı maddesi olarak halojenin kullanılması, özellikle halojenleşmiş yan ürünler üretmesi nedeniyle çevresel yüklere neden olacaktır.

Açık devridaimli sistemlerde kabuklanma, aşınma ve mikro-tıkanmaya karşı su ön işleme tabi tutulmaktadır. Göreceli olarak daha düşük hacimlerdeki devridaimli yaş sistemlerle ozon veya UV ışını gibi alternatif işlemler başarılı bir şekilde uygulanmaktadır ancak belirli bazı işlem koşulları gerektirmekte ve maliyetleri hayli yüksek olmaktadır.

Şok işlem sırasında boşaltmanın kapatılması ve yerüstü suyuna boşaltım yapmadan önce boşaltılan istimin işlem görmesi soğutma suyu boşaltımının zararlı etkilerini azaltan işletimsel önlemlerdir. Atık su işleme merkezinde boşaltılan istimin işlenmesi için kalan biyosit aktivite mikrobik ortamı etkileyebileceğinden mutlaka izlenmelidir.

Boşaltımdaki salımı ve suya gelecek zararlı etkileri azaltmak için, alıcı su ortamının duyarlılığı ile soğutma sistemlerinin gereklerini karşılaştırmak için biyositler seçilmiştir.

- **Havaya verilen salım**

Kuru devre soğutma kulelerinden boşaltılan hava genelde soğutmanın en önemli özelliği olarak kabul edilmemektedir. Üründe bir sızıntı varsa kirlenme oluşabilir ancak düzenli bakım yapmak bunu engelleyebilir.

Yaş soğutma kulelerinin boşaltımındaki damlacıklar su işleme kimyasalları, mikroplar veya aşımından kaynaklanan maddeler ile kirlenebilir. Sürüklenme önleyicinin kullanılması ve optimize edilmiş bir su işleme programı potansiyel riskleri azaltacaktır.

Ufuk görüntüsü bozulduğunda veya duman bulutunun toprak seviyesine erişme riski bulunduğu duman bulutu oluşumu dikkate alınır.

- **Gürültü**

Gürültü salımı, büyük hava akımı soğutma kuleleri ve tüm mekanik soğutma sistemleri için yerel bir konudur. Azaltılmamış ses gücü seviyeleri doğal hava akımı için 70 ile mekanik kuleler için 120 [db(A)] arasında değişmektedir. Bu değişik değerler donanımdan ve hava girişi ve çıkışı arasında ölçümler fark ettiğinden dolayı ölçüm yerinden kaynaklanmaktadır. Fanlar, pompalar ve düşen su belli başlı gürültü kaynaklarıdır.

- **Risk konuları**

Soğutma sistemlerinin riskli yönleri, ısı dönüştürücüden kaynaklanan sızıntılar, kimyasalların saklanması ve ıslak soğutma sistemlerinin mikrobiyolojik kirlenmesine (örneğin lejyoner hastalığı) karşılık gelmektedir.

Önleyici bakım ve izleme sızıntıyı önlemek kadar mikrobiyolojik kirlenmenin önlenmesinde de kullanılan önlemlerdir. Sızıntı suya zarar verecek maddenin büyük oranlarda boşaltımına yol açtığında, dolaylı soğutma sistemleri ve özel önleyici önlemler dikkate alınmaktadır.

*Legionellae pneumophila'nın (Lp)* gelişmesinin engellenmesi için, uygun bir su işleme programı tavsiye edilmektedir. Lp için daha üst değerlerde hiçbir riskin olmadığı bir üst konsantrasyon sınırı (koloni oluşturma birimlerinde [litre başına CFU] ölçülmüş) oluşturulamamıştır. Söz konusu riskle özellikle onarım işlemleri sırasında ilgilenilmelidir.

- **Soğutma sisteminin çalışmasından kaynaklanan kalıntılar**

Kalıntılar veya atıklar konusunda çok az yazılmıştır. Soğutma suyunun ön işlemesi nedeniyle veya soğutma kulelerinin tabanında oluşan çamur, atık olarak düşünülmelidir. Mekanik özelliklerine ve kimyasal yapılarına bağlı olarak farklı şekillerde işlenmekte ve atılmaktadır. Konsantrasyon seviyeleri soğuk su işleme programıyla beraber değişmektedir.

Çevre salımları, donanımlara daha az zararlı koruma yöntemleri kullanarak ve soğutma sistemleri donanımlarının değiştirilmesi veya yedeğe çekilmesinden sonra tekrar kullanılacak donanım malzemesi seçerek daha da azaltılabilir.

#### 4. **Önemli BAT sonuçları**

Yeni ve mevcut sistemler için BAT veya birincil BAT yaklaşımı 4. Bölümde açıklanmıştır. Sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

Nihai BAT çözümünün tesise-özel bir çözüm olacağı kabul edilmiştir, ancak bazı konularda teknikler genel BAT olarak tanımlanabilir. Tüm durumlarda, bir endüstriyel işlemde çevreye ısı verilmesi düşünülmeden önce ısının tekrar kullanımı ile ilgili erişilebilir ve uygulanabilir

seçenekler incelenmiş ve geri kazanılamayan ısının miktarı ve seviyesini düşürmek için kullanılmış olmalıdır.

Tüm uygulamalarda BAT, bir teknoloji, yöntem veya yordam ve dolaylı ve doğrudan etkiler arasında bir denge sağlayarak endüstriyel soğutma sistemlerinin çevreye etkisini azaltmak üzere kullanılan bütünleyici bir yaklaşımın sonucudur. Azaltma önlemleri, soğutma sisteminin verimliliğini koruyacak veya çevreye etkisi üzerinde olumlu etkisiyle karşılaştırıldığında ihmal edilebilir bir verimlilik kaybı olacak şekilde düşünülmelidir.

Çevreyle ilgili bir çok konuda, BAT yaklaşımı içinde BAT olarak düşünülebilecek teknikler tanımlanmıştır. Bir yandan toprağın ve suyun veya yakma durumunda havanın kirlenmesi gibi çevreyle ilgili problemlerden kaçınırken bir yandan da atıkların azaltılmasını veya atıkları işlemeyi sağlayan teknikler hakkında net bir BAT tanımlanamamıştır.

- **İşlem ve bölge gerekleri**

İşlem ve bölge gereklerini karşılamak üzere yaş, kuru ve yaş/kuru soğutma arasında seçim yapmak en yüksek genel enerji verimliliğini amaçlamalıdır. Büyük miktarlarda düşük seviyede (10-25°C) ısıyla uğraşırken yüksek bir genel enerji verimliliğine ulaşmak için açık tek-geçişli sistemlerle soğutma yapmak BAT'tır. Tesisin yerinin henüz belirlenmediği durumda bu, büyük miktarlarda soğutma suyunun erişebilir olduğu ve büyük miktarlarda boşaltılan soğutma suyunu alabilecek yeterli kapasiteye sahip yerüstü suyunun olduğu bir (kıyı) alanın seçimini doğrulayabilir.

Çevreye karşı büyük bir risk taşıyan tehlikeli maddelerin soğutulduğu (soğutma sistemi aracılığıyla dışarıya verilen) yerlerde, ikincil bir soğutma devresinin kullanıldığı dolaylı soğutma sistemlerinin uygulanması BAT'tır.

Prensipite soğutma amaçlı yeraltı suyu kullanımı, örneğin yeraltı suyu kaynaklarının azalmasının ihtimal dışı bırakılmadığı yerlerde, asgari oranda olmalıdır.

- **Doğrudan enerji tüketiminin azaltılması**

Soğutma sisteminin düşük doğrudan enerji tüketimi, soğutma sisteminde daha düşük enerji tüketen donanım kullanma yoluyla suya ve/veya havaya direnci azaltarak elde edilmektedir. Soğutulması gereken işlemlerin farklı işletimleri talep ettiği yerlerde, su ve hava akışının modülasyonu başarılı bir şekilde uygulanmıştır ve BAT olarak düşünülebilir.

- **Su tüketiminin ve suya verilen ısı salımının azaltılması**

Su tüketiminin ve suya verilen ısı salımının azaltılması birbiriyle yakından ilişkilidir ve aynı teknoloji seçenekleri geçerlidir.

Soğutma için gereken su miktarı, dağıtılması gereken ısı miktarı ile bağlantılıdır. Soğutma suyunun tekrar kullanım seviyesi ne kadar yüksekse, gereken soğutma suyu miktarı o kadar düşüktür.

Açık veya kapalı bir devridaimli yaş sistem kullanarak soğutma suyunun devridaiminin yapılması, suyun bulunabilirliğinin düşük olduğu veya suyun güvenilir olmadığı durumlarda BAT'tır.

Devridaim sistemlerde, çevrimlerde bir artış BAT olabilir, ancak soğutma suyunun işleme talepleri sınırlayıcı bir etken olabilir.

Sürüklenmeyi toplam devridaim akışının %0,01'inden aza indirmek için sürüklenme engelleyiciler kullanmak BAT'tır.

- **Toz salımının azaltılması**

Toz salımını önlemek veya toz salımı nedeniyle oluşacak zararları azaltmak için bir çok farklı teknik geliştirilmiştir. Başarı değişken ve bölgeye özel olmuştur. Herhangi bir net BAT tanımlanmamış ancak başarı veya başarısızlık daha çok canlı türlerin davranışsal özelliklerine ve girişin düzgün tasarımı ve konumlandırılmasına dayandığından, biyotopun analiz edilmesi üzerinde yoğunlaşmıştır.

- **Kimyasal maddelerin suya salımının azaltılması**

BAT yaklaşımına uygun olarak, sulara verilen salımı azaltmak için potansiyel tekniklerinin uygulanmasında aşağıdaki sıra dikkate alınmalıdır:

- 1 yerüstü suyuna daha düşük seviyede salım veren soğutma konfigürasyonunun seçilmesi,
- 2 Soğutma donanımında aşınmaya daha fazla dirençli malzeme kullanma,
- 3 İşlem maddelerinin soğutma devresine sızmasının önlenmesi ve azaltılması,
- 4 Alternatif (kimyasal olmayan) soğutma suyu işlemlerinin kullanılması
- 5 Çevreye olan etkiyi azaltmak amaçlanarak soğutma suyu katkı maddelerinin seçilmesi ve
- 6 Soğutma suyu katkı maddelerinin optimize bir şekilde (izleme ve doza) uygulanması

BAT, organizmaların birikmesini ve aşınmanın oluşumunu düzgün tasarım yoluyla azaltarak soğutma suyunun havalandırılması gereksinimini azaltmaktadır. Tek-geçişli sistemlerde, düzgün tasarım durgun bölgelerden ve türbülansdan kaçınmak ve (ısı dönüştürücüler 0,8 [m/s], yoğunlaştırıcılar için 1,5 [m/s]) asgari bir su debisi sağlamaktır.

Yüksek oranda aşınmanın olduğu çevrede tek-geçişli sistemler için  $T_i$  veya  $T_i$ 'nin kullanımını sınırlayan bir çevrede yüksek kaliteli paslanmaz çelik veya benzer performansla sahip diğer malzemelerin seçilmesi BAT'tır.

Devridaimli sistemlerde, tasarım ile ilgili önlemlerin yanısıra, yeterli aşınma direncine sahip malzemenin seçilmesini sağlamak için işlem öz maddelerinin aşınma durumunu ve uygulanan konsantrasyon çevrimlerini tanımlamak BAT'tır.

Su kalitesi (katı parçacık içeriği), tahmin edilen birikme, sıcaklık ve aşınma direnci göz önüne alarak uygun doldurma tiplerini kullanmak ve kimyasal korunma gerektirmeyen yapının seçilmesi soğutma kuleleri için BAT'tır.

Kimya sanayii tarafından uygulanan VCI kavramı, işlem maddelerinin sızıntı yapması durumunda suların karşılaşabileceği riskleri asgariye indirmeyi amaçlamaktadır. Kavram, bir işlem maddesinin çevreye etkisiyle gereken soğutma konfigürasyonu ve izleme gereksinimlerini birbirine bağlamaktadır. Sızıntı olması durumunda çevre için yüksek potansiyel riskler olduğundan, kavram gelişmiş aşınma önleyicilere, dolaylı soğutma tasarımlarına ve soğutma suyunun daha yüksek bir seviyede izlenmesine yönelmektedir.

- **Optimize edilmiş soğutma suyu işlenmesiyle salımın azaltılması**

Tek-geçişli sistemlerde oksitleştirici biyositlerin uygulanmasının optimizasyonu zamanlamaya ve biyosit dozajının sıklığına bağlıdır. Hedeflenen doz ile beraber makro-biriken türlerin (örneğin midyelerin vana hareketi) davranışlarını izleyerek ve soğutma suyunun sistemde kalış süresi kullanılarak biyosit girdisini azaltmak BAT olarak kabul edilmektedir. Farklı soğutma akımlarının çıkış noktasında karıştıkları sistemlerde atım-değişkenli klorlama kullanmak BAT'tır ve boşaltımdaki serbest oksidan konsantrasyonlarını daha da fazla azaltabilmektedir. Genel olarak, tek-geçişli sistemlerde birikmeyi önlemek için sürekli olmayan işleme yeterli olmaktadır. Türle ve su sıcaklığına bağlı olarak (10-12°C üstü) düşük seviyelerde sürekli işleme gerekli olabilir.

Bu uygulamalarla ilişkili olarak deniz suyu için boşaltımda serbest artık oksidanın (FRO) BAT seviyeleri, uygulanan dozaja ve dozaj konsantrasyon seviyesine ve soğutma sistemi konfigürasyonuna göre değişmektedir.  $\leq 0.1$  [mg/l] ile  $0.5$  [mg/l] arasında değişerek 24 saatte  $0,2$  [mg/l] ortalamaya ulaşmaktadır.

Suyun işlenmesine BAT'a dayalı bir yaklaşımı sunmanın önemli bir unsuru da, özellikle oksitlendirmeyen biyositler kullanan devridaimli sistemler için, hangi su işleme yönteminin uygulandığı, nasıl denetleneceği ve izleneceği konusunda bilinçli karar vermektir. Yerel ve tesisin çalışacağı bölgeye has unsurların dikkate alındığı ve bunların işleme katkı maddelerinin kendisiyle ve kullandıkları kombinasyonlarla ilişkilendirildiği uygun bir işleme yöntemi seçmek karmaşık bir işlemdir.

Yerel seviyede soğuk su katkı maddeleriyle ilgili BAT karar verme sürecine yardımcı olmak için BREF, IPPC izni vermekten sorumlu yerel makamlara değerlendirmenin bir taslağını sağlamaya çalışmaktadır.

Biyosit Ürünleri Yönergesi 98/8/EC, Biyosit ürünlerinin Avrupa Pazarına yerleştirilmesini düzenlemekte ve soğutma sistemlerinde kullanılan biyositleri özel bir kategori olarak ele almaktadır. Bilgi değişimi, soğutma suyu katkı maddelerinin kullanımı ile ilgili özel değerlendirme sistemlerinin bazı Üye Ülkelerde var olduğunu göstermektedir.

Endüstriyel soğutma sistemleri ile ilgili yapılan bilgi değişiminin bir parçası olan tartışmalar izni sağlayan makamlarca tamamlayıcı bir araç olarak kullanılabilir, soğutma suyu katkı maddeleri için teklif edilmiş iki kavramla sonuçlanmıştır:

- 1 Suya yaptıkları potansiyel etki çerçevesinde soğuk su katkı maddelerinin basit göreceli bir karşılaştırmasına izin veren mevcut kavramlara dayalı bir eleme değerlendirme aracı (Benchmarking Değerlendirmesi, Ek VIII.1).
- 2 Biyosit Ürünler Yönergesinin sonuçlarını izleyerek ve gelecekteki Su Çevresi Yönergesinin Çevre Kalite Standartlarını (EQS'ler) asıl unsurlar olarak saptayarak alışı suyunda boşaltılan biyositlerin tahmin edilen etkisinin bölgeye özel bir değerlendirilmesi (Biyositler ile ilgili Yerel Değerlendirme, Ek VIII.2).

Benchmarking Değerlendirmesi, alternatif birçok soğutma suyu katkı maddesinin çevreye etkisini karşılaştırma yöntemi olarak görülürken, Biyositler ile ilgili Yerel Değerlendirme, özellikle biyositler için BAT-uyumlu bir yaklaşımın kararlaştırılması yönünde bir karşılaştırma standardı sağlamaktadır (PEC/PNEC  $<1$ ). Endüstriyel salımlarda yerel değerlendirme yöntemlerinin kullanılması halihazırda genel bir uygulamadır.

- **Havaya verilen salımın azaltılması**

Soğutma kulesinin çalışmasından doğan havaya verilen salımın etkilerinin azaltılması, su çıkışlarındaki konsantrasyonları azaltmak için soğutma suyunun havalandırılmasının optimizasyonu ile ilişkilidir. Suyun sürüklenmesinin (akışının) esas nakliye mekanizması olduğu yerlerde, devridaim akışının %  $0,01$ 'den azının sürüklenme olarak kaybolmasıyla sonuçlanan sürüklenme gidericilerin uygulanması BAT sayılmaktadır.

- **Gürültünün azaltılması**

Temel önlemler, daha düşük gürültü seviyeli donanımın kullanılmasıdır. İlgili indirgeme seviyeleri  $5$  [dB(A)]'ya kadardır.

Mekanik soğutma kulelerinin giriş ve çıkışındaki ikincil önlemlerin asgari  $15$  [dB(A)] veya daha fazla ilişkili indirim seviyeleri bulunmaktadır. Gürültünün özellikle ikincil önlemlerle azaltılması basınçta bir düşüşe yol açabilir, bu da telafi etmek için ekstra enerji girişini gerektirecektir.

- **Sızıntının ve mikrobiyolojik risklerin azaltılması**

BAT şunlardır: tasarım, tasarımın sınırları dahilinde çalıştırma ve soğutma sistemlerinin düzenli olarak kontrol edilmesi ile sızıntının önlenmesi.

Özellikle kimya sanayii için, daha önceden bahsedilen suya verilen salımların azaltılması için VCI güvenlik kavramının uygulanması BAT olarak kabul edilmektedir.

Soğutma sisteminde *Legionella pneumophila* 'nın oluşması tamamen önlenemez. Aşağıdakilerin uygulanması BAT olarak kabul edilmektedir:

- Durgun bölgelerden kaçınmak ve yeterli su debisini korumak,
- Tıkanma, su yosunları ve amip büyümesi ve üremesini azaltmak için soğutma suyunun işlenmesini optimize etmek,
- Dönemsel olarak soğutma kulesi havzasını temizlemek ve
- Çalışan bir birime girerken veya yüksek basınçla kule temizlerken operatörlere nefes yoluyla gelecek tehlikeleri azaltmak için burun ve ağız koruması sağlamak.

## 5. Yeni ve mevcut sistemler arasındaki fark

Tüm belli başlı BAT sonuçları yeni sistemlere de uygulanabilir. Teknolojik değişiklikler içerdiği durumlarda, uygulama mevcut soğutma sistemleri ile sınırlı olabilir. Seri olarak yapılmış küçük soğutma kuleleri için, teknolojiye bir değişiklik, teknolojik ve ekonomik olarak uygulanabilir olarak düşünülmektedir. Büyük sistemler için teknolojik değişiklikler, genelde bir çok etkeni içeren karmaşık teknik ve ekonomik değerlendirme gerektirdiğinden maliyetli olacaktır. Bu büyük sistemlere göreceli olarak küçük uyarlamalar, donanım parçasının değiştirilmesi, bazı durumlarda uygulanır olabilir. Daha geniş teknolojik değişiklikler için, çevreye etkisinin ve maliyetlerinin daha ayrıntılı ele alınması ve incelenmesi gerekli olabilmektedir.

Genel olarak, sistemlerin işletimini iyileştirerek çevreye zararlı etkinin azaltılması üzerinde durulduğunda yeni ve mevcut sistemlerin BAT'ı benzer olmaktadır. Bu da

- soğuk suyun işlenmesinin denetlenmiş dozaj ve su seçimi ile optimizasyonu,
  - çevreye verilen etkiyi azaltmayı amaçlayan katkı maddeleri,
  - donanımların düzenli bakımı ve
  - ısı dönüştürücüsü yüzeyinin aşınma oranı, soğutma suyunun kimyası ve tıkanma ve sızıntı gibi işletim parametrelerinin izlenmesi
- anlamına gelmektedir.

Aşağıdakiler mevcut soğutma sistemleri için BAT sayılan tekniklere örnektir:

- tıkanmayı engellemek için uygun dolumun uygulanması,
- Döner donanımın düşük gürültülü aygıtlarla değiştirilmesi,
- Isı dönüştürücüsünün tüplerini izleyerek sızıntının önlenmesi,
- İlave suyunun kalitesinin iyileştirilmesi ve
- tek-geçişli sistemlerde hedef dozajların saptanması.

## 6. Sonuçlar ve ileride yapılacak çalışmalar için öneriler

Bu BREF, Teknik Çalışma Grubundan (TWG) büyük bir destek almıştır. Endüstriyel soğutma işleminin BAT'ını değerlendirmek ve tanımlamak, genelde karmaşık ve bölgeye veya işleme özgü olarak düşünülmekte ve bir çok teknik ve maliyete yönelik konular içermektedir. Yine de, genel BREF-Önsözüne ve 4.Bölümde tanıtılan BAT'a dayanan soğutma sistemlerinin genel BAT'ı kavramına bariz bir destek bulunmaktadır.

Bu BREF incelendiğinde, bilgi değişimi süreci daha fazla çalışma gerektirecek bir takım konuları gün ışığına çıkarmıştır. Soğutma suyunun işlem görmesinin yerel değerlendirmesi, ilgili tüm etmenleri ve bölgeye ilişkin kimyasal özelliklerin nasıl dikkate alınması gerektiği konusunda daha fazla incelemeyi gerektirecektir ancak aynı zamanda açık bir yönlendirme ve çalışılabilir yordamlar gerekli olmaktadır. İlave çabanın gerekeceği diğer ilgi konuları, alternatif

soğutma suyu teknikleri, mikrobiyolojik risklerin asgariye indirilmesi ve havaya yapılan salımın uygunluğunu içermektedir.