



ENİS BURKUT
enis@burkut.com.tr

Ultraviyole ile Su Dezenfeksiyonu

Ultraviyole - UV ışını ile su dezenfeksiyonu dünyada çok kullanılan bir tekniktir. UV tekniği su içinde kalıcı hiçbir madde bırakmaz. UV'nin bu özelliği bazı tatbikatlar için çok büyük avantaj olmasına karşın, bazı tatbikatlarda ise UV'nin başarısız yanı sayılır.

Güneşin ürettiği değişik dalga boylarındaki UV ışınlarının bir kısmı atmosfer tabakalarından geçerek dünya üzerine kadar gelir. Ancak, mikroorganizmalar üzerinde direkt öldürücü etkisi olan "230-280 nanometre aralığında UV ışınları"nın büyük bir kısmı atmosferdeki ozon tabakası tarafından süzülür. Aksi halde dünyada yaşam mümkün olamazdı.

Bakteri, virüs, spor, parazit gibi canlılar üzerinde en etkili olan UV ışınları **254 nm dalga boylu** olanlardır. Bazı literatür bu etkiyi şöyle açıklıyor: "**254 nm dalga boyundaki UV ışınları mikroorganizmaların hücre zarından içeri süzülür, DNA zincirinde değişiklik yapar, DNA'sı bozulan canlıda üreme dahil tüm hücre faaliyetleri durur ve hücre ölümü gerçekleşir**".

Su dezenfeksiyonunda kullanılan "UV dezenfeksiyon cihazları"nda gerekli UV ışınlarını özel UV lambalar üretir. Bir UV cihazı iki ana parçadan oluşur:

1) UV reaktörü: Reaktör içinde bir ve

ya birkaç UV lambası bulunur. Suyla temastan korumak için UV lamba, koruyucu kuvars cam tüp içindedir. UV reaktörü içinden akan su UV ışınlarına maruz kalmaktadır. Bazı özel modellerde UV lambaları reaktör dışındadır, bu durumda reaktörün kendisi UV ışınına geçiren kuvars camdan imal edilir.

2) Elektrik/Kontrol panosu: UV lambaların çalışması ve sistemin kontrolü/izlenmesi için gerekli elektrik-elektronik ekipmanları içerir.



UV Su Dezenfeksiyonu Cihazı

UV Dozu = UV Yoğunluğu x Temas Süresi: UV cihazı ile dezenfekte edilen bir su içindeki mikroorganizmaların ölmesi, yani DNA'larının parçalanması için UV reaktörü içinde asgari bir "**UV ışın yoğunluğu**"nun sağlanması istenir (**UV ışın yoğunluğu = birim en kesitlen geçen UV enerjisi, W/m²**). Ayrıca bu ışınların suyla, yani mikroorganizmalarla yeterli bir süre "**temas etmesi**" gerekmektedir. UV dezenfeksiyonu için temel parametre olan **UV dozu** işte bu iki parametre ile kabaca aşağıdaki şekilde hesaplanabilir :

UV dozu [J/m²] = UV ışın yoğunluğu [W/m²] x Temas süresi [saniye]

Eğer suya **yeterli UV dozu uygulanmazsa**, bazı mikroorganizmalar DNA'larını enzimler yoluyla onararak daha sonra tekrar canlanabilir. Bu olaya "**foto-reaktivasyon**" adı verilir. **Yapılan araştırmalar, 40.000 mikrowatt-saniye/cm² (= 400 J/m²) UV dozunun foto-reaktivasyon ihtimalini ortadan kaldırdığını göstermiştir.** Bu nedenle dünyada özellikle **içme suyuna yönelik UV cihazlarının en az 400 J/m² UV dozu verebilecek şekilde seçilmesi istenir.**

UV ışın yoğunluğu (W/m^2), kullanılan UV lambanın UV ışını üretim verimi yanında suyun UV-Transmisyon(1cm) değerine bağlıdır. **Bu parametre, 1 cm kalınlığındaki suyun 254 nm dalga boyulu UV ışınlarını ne oranda geçirebildiğini gösterir, birimi “%”dir.** Bir UV cihazında UV ışın kaynağı UV lambadır ve lambadan yayılan ışının yoğunluğu koruyucu kuvars cama kadar sabit kabul edilebilir. Ama ışınların su içine girdikten sonra ne kadar ilerleyebileceği ve ilerlerken gücünden ne oranda kaybedeceği suyun “ışın geçirgenliğine” bağlıdır. Örneğin, hassas filtrelenmemiş bulanık sularda UV ışını geçirgenliği % 30’un altına dahi düşebilir.

Temas süresi ise, suyun içinden aktığı ve UV ışınları ile temas ettiği “UV reaktörünün” net hacmi ve iç tasarımı ile ilgilidir. **UV reaktör hacminin, su debisine bölünmesi ile “ortalama temas süresi” hesaplanabilir.** Dezenfeksiyon için - UV yoğunluğundan bağımsız - **en az 1 saniye temas süresi şarttır denebilir.**

UV reaktörlerinin iç tasarımı çok önemlidir. İç tasarımı uygun olmayan bir UV reaktöründe, cihazın bazı yerlerinde su hızı yüksek olur, su yeterli süre UV ışını ile temas edemez ve bu su damlacıkları içinde bulunan mikroorganizmalar UV cihazını “canlı olarak” terk edebilir. Sonuçta UV dezenfeksiyonu başarısız olur. UV dezenfeksiyonu için bize müracaat eden müşterilere genelde şu soruyu soruyoruz: “Hakikaten UV ile dezenfeksiyon yapan bir cihaz mı istersiniz, yoksa göstermelik bir UV cihazı mı?” Dünya piyasasında ve ülkemizde hakikaten dezenfeksiyon yapan UV cihazları olduğu gibi, göstermelik ve ucuz fiyata UV cihazları da bulunmaktadır.

UV ışınları ile dezenfeksiyonun başarılı olabilmesi için aşağıdaki şartlar sağlanmalıdır:

1. UV cihazı **254 nm dalga boyunda**

ve yeterli yoğunlukta UV ışını üretmelidir. Ayrıca, UV lambasının sadece 250-260 nm aralığında (ideal 254 nm) ışın üretmesi, daha kısa veya uzun dalga boyulu ışınlar üretmemesi istenir. Çünkü bazı dalga boyundaki UV ışınları istenmeyen yan etkiler oluşturur: Suda nitrat’ı zararlı olan nitrit’e dönüştürür, alg oluşumunu hızlandırır ve aşırı ısı yayarlar.

2. Mikroorganizmaların UV ışınları ile yeterli süre teması gerekir. Yeterli UV dozuna ulaşmak için, UV lamba ile uyumlu tasarlanmış bir UV reaktörü bulunmalıdır. **“Foto-reaktivasyon” ihtimaline karşı UV cihazlarının seçiminde en az $400 J/m^2$ doz esas alınmalıdır.**

3. UV cihazlarına özel UV algılayıcı takılmalıdır: Piyasa adı UV MONİTÖRÜ veya UV SENSÖRÜ olan bu UV algılayıcının sadece 254 nm dalga boyuna duyarlı olması gerekir. Bu algılayıcı, UV reaktörü cidarında yer alır, böylece UV lambaya en uzak noktadaki “minimum UV ışın yoğunluğunu” sürekli olarak ölçer, yeterli yoğunluğu bulamazsa alarm verir ve/veya otomatik bir vanayı kapatarak su geçişini durdurabilir. İnsan gözü ile UV ışınının dalga boyu ve yoğunluğu anlaşılabilir.

4. Birden fazla UV lamba içeren cihazlarda, her bir UV lambanın ayrı olarak izlenmesi ve çalışıp çalışmadığının kontrol edilmesi gerekir. UV cihazında güvenli bir kontrol için UV algılayıcı yanında her bir lambanın görev yaptığını belirleyen bir kontrol aparatı bulunmalıdır. UV lambalı cihazlarda tek bir lambanın sönmesi bile dezenfeksiyon performansını ciddi şekilde azaltır.

5. Mikroorganizmaların yok edebilmesi için bunların UV ışınına karşı korunmasız bulunmaları gerekir. Su iyi filtrelenmemişse, bulanıksa, renkliyse, yani suyun UV ışını geçirgenlik değeri düşükse UV dezenfeksiyon verimi de düşer. **UV dezenfeksiyonu çok iyi**

filtrelenmiş berrak sularda **en yüksek verimle çalışır.**

*Not : Aşağıda Katı Madde (AKM) miktarının 20 mg/l üzerinde olduğu veya UV geçirgenlik değerinin % 30’un altında olduğu düşük kalite sularda bile dezenfeksiyon yapabilecek özel tasarım UV cihazları bulunmaktadır. Bu tip özel tasarım UV cihazları için bile sudaki partiküllerin iriliğinin 30 mikron üzerinde olmaması gerekir. Kısaca, **UV dezenfeksiyonu öncesi suyun hassas filtrasyonu şarttır.***

UV Cihazı İçin İdeal Montaj Noktası Neresidir ?

UV bir ışın olduğu için suda kalıcı değildir, klor gibi suda bakiye bırakmaz. UV ışını radyoaktif bir ışın değildir, hiç bir kalıcılığı veya bıraktığı kalıcı bir tesiri yoktur. UV ile dezenfeksiyonu yapılan su bekletildiğinde dışarıdan bulaşabilecek mikroorganizmalar ile tekrar sağlıklı duruma gelebilir. UV dezenfeksiyonu tasarlanırken bu özellik göz önüne alınmalı ve suyun **kullanım yerlerine en yakın noktalarına** UV dezenfeksiyon cihazı yerleştirilmelidir.

Bir diğer önemli nokta, UV cihazının hattan geçen **“pik su debisine”** göre seçilmesidir. Ortalama debiye göre seçilen UV cihazları pik debi geçtiği anlarda yetersiz kalır.

Başarılı UV Tatbikatları:

Yukarıdaki bilgiler ışığında UV dezenfeksiyonun başarılı tatbikatlarından bazı örnekler verebiliriz:

- Depoda bekletilen şehir suyu veya klorlanarak depoya verilen kuyu suyu hidrofor ile tesise verilirken, hidrofor çıkış hattı üzerine UV cihazı takılabilir.
- Hastanelerde diyaliz sistemleri için ters ozmoz cihazı ile üretilen suyun diyaliz cihazlarına giderken UV cihazından geçirilmesi iyi olur.
- İçme suyu veya maden suyu şişeleme tesislerinde son filtrasyondan sonra (dolumdan önce) UV cihazı tatbikatı tavsiye edilir.

- İlaç, kozmetik ve elektronik sanayiinde, çok saf suların kullanımından önce UV dezenfeksiyonu uygulanır.
- Aktif karbon yataklı filtreler ve reçineli su yumuşatma cihazı gibi, bakteri üretmeye müsait olan cihazlardan sonra veya önce UV dezenfeksiyonu tavsiye edilir.
- Sıcak su hatlarında klor ve ozon gibi dezenfektanlar tam etkili olmadığından, "leiyonella" gibi tehlikeli mikroorganizmalara karşı UV dezenfeksiyonu kullanılabilir. Bu tür uygulamalarda sıcak suya (>50 °C) uygun UV cihazı seçilmelidir.
- Klora karşı dayanım kazanan çeşitli mikroorganizmalara karşı, ek bir güvenlik için UV cihazı tatbik edilebilir.
- Ters ozmoz gibi membran sistemleri öncesinde UV kullanılarak membranlar üzerinde bakteri üremesi önlenir. Ters ozmoz membranları üzerinde üreyen bakteriler membranların su geçirimini engeller.
- Atıksuların üçüncü kademe arıtılmasından sonra, tabiata verilmeden önce klor yerine dezenfeksiyon maksadı ile UV kullanılabilir.
- Özel tasarım UV cihazları ile suda bulunan klor veya ozonun giderimi yapılabilir.

UV'nin Avantajları:

- UV çevre dostudur, kimyasal kullanılmadan dezenfeksiyon yapar.
- Su içine herhangi bir kimyasal vermediği için suyun kimyasal özelliğini (iletkenlik, pH gibi) değiştirmez.
- pH değerinden ve suyun sıcaklığından bağımsız olarak dezenfeksiyon yapar.
- Suda kanserojen yan ürünler oluşturmaz. Klorlu dezenfektanlar kullanıldığında "Trihalometanlar THM" olarak adlandırılan kanserojen bileşikler oluşabilir.
- Yeterli UV dozu (> 400 J/m²) sağlandığında tüm mikroorganizmalar üzerinde etkilidir; sadece algler gibi büyük canlılar üzerindeki etkisi sınırlıdır.
- Dezenfeksiyon süresi çok hızlıdır (ge-

nelde 5 saniyeden az). Bu nedenle kimyasal maddeler ile dezenfeksiyonda gerekli olan büyük temas tanklarına ihtiyaç olmaz.

- İşletici için kimyasal riski taşımaz, buna karşın direkt UV ışınının çıplak göze ve cilde çok zararı vardır, UV dezenfeksiyon cihazının bakımı sırasında UV lambaları mutlaka kapatılmalıdır.
- İşletme maliyeti düşüktür.
- İşletmesi, kontrolü ve bakımı basittir.
- Klor ile dezenfeksiyona kıyasla; satın alma, depolama, taşıma gibi işletme yükleri yoktur.

UV'nin Olumsuz Yanları: UV'nin su içinde herhangi bir kimyasal bırakmaması bir avantaj olarak sayılmasına karşın, bazı tatbikatlar için aynı özellik **UV'nin bir dezavantajı olarak sayılır.** Bu özelliği dolayısı ile UV bir çok dezenfeksiyon tatbikatında tek başına kullanılamaz. Çünkü UV dezenfeksiyonundan sonra su içinde bakteri öldürücü bir ajan kalmadığından **suyun gittiği ve depolandığı yerlerde tekrar ortamdan bakteri alması ve bakteriyo-lojik açıdan kirlenmesi mümkündür.** Bu durumda şebeke koruması için UV'den sonra klorlu kimyasal dozajı yapılır.

Kontrol ve Bakım:

UV monitörü ve UV lamba kontrolü bulunan UV cihazlarının fonksiyon kontrolü kolaylaşır. Bu tür cihazlarda monitörün kontrolü daha önemlidir. UV cihazları basit cihazlar olup fazlaca bakım gerektirmezler. Ancak UV lambalarının ömrü sınırlıdır. Ortalama 8000 – 9000 saat olan klasik UV lambalar yanında ömrü 12000 – 14000 saate varan özel teknolojiyle üretilen UV lambalar da mevcuttur. **UV lambaların zamanı geldiğinde yenilenmesi şarttır.** Aksi halde yeterli UV ışını üretmez ve cihaz dezenfeksiyon işlemini yerine getiremez. UV monitörlü cihazlar, üretilen UV ışın şiddetini izlediğinden lamba değişim zamanını en doğru şekilde belirler ve işletmeciyi uyarır.

UV cihazlarında diğer bir önemli **koruyucu kuvars camların temizliğidir.** UV lambanın ürettiği UV ışınları kuvars camdan geçtikten sonra suya girer ve suyu dezenfekte eder. Bu nedenle **kuvars camların temiz olması büyük önem taşır.** Su içindeki bazı maddeler kuvars cam üzerinde bir tabaka oluşturur ve UV ışınının geçişi azalır. Kuvars cam temizliği UV cihazında periyodik olarak yapılmalıdır. Çok kirli sularda "mekanik siliciler" yardımıyla kuvars cam temizlenir. Bu tür silicilerin otomatik olması tavsiye edilir. El tipi silicilerde temizleme sıklığı ve hızı "işletmecinin keyfine" kaldığından verimsiz olur. En etkili kuvars cam temizliği ise "kimyasal temizleme" metodudur. UV reaktöründe sirküle edilecek seyreltik asit ile hem kuvars camlar hem de UV reaktörü iç cidarı temizlenebilmektedir.

Kısaca: Doğru UV dezenfeksiyon cihazı seçmek ve bilinçli kullanmak şartı ile UV dezenfeksiyon yönteminden yararlanılabilir. Ancak **her ilaç her hastalık için kullanılmadığı gibi UV dezenfeksiyon yöntemi de her tesise uymaz.** UV dezenfeksiyon yöntemi, su tekniğinde uzman bir kuruluş tarafından seçilmeli ve muhakkak üzerinde UV monitörü ile kullanılmalıdır. Su sistemi üzerindeki UV dezenfeksiyon yöntemine güvenen kullanıcı, bu suyu her işinde kullanmayı amaçlar; doğru seçilmiş ve bilgisizce kullanılan UV uygulamaları tehlikeli sonuçlar doğurabilir görüşünderiz. ■

