



**FLUSHING ŞARTNAME**

# **BORU DEVRELERİNİN YIKANMASI (FLUSHİNG)**

## **1. GİRİŞ**

BG 29/2012 güncellenen amacı, yeni British ve European standartlarını yansıtmaktır. 2011'deki bazı hatalar düzeltilmiş ve gündeme gelen bazı hususlara açıklık getirilmiştir.

### **1.1. Tanım**

Isıtma, soğutma ve benzeri kapalı devre mekanik tesisatların her tür imalat süreçlerinde iç hacimlerinde kalan kirlilik, atık, safsızlıklar gibi, sistemin işletilmesi sürecinde birçok sorunların kaynağı olan varlıkların sistemden uzaklaştırılması amacıyla yapılması gereken işlemlere ait yöntemlerin **BSRIA BG 29/2012** standardı çerçevesinde belirlenmesidir.

### **1.2. Kapsam**

Bu uygulama yöntemi, statik, dinamik ve kimyasal yıkama [**flushing**] uygulama süreçlerinin, yöntem, takip, ölçme, değerlendirme esaslarını kapsamaktadır. Uygulama sürecinde, tasarımı gözden geçirme, uygulamalar için tesisatın koşullarını irdeleme, uygulama aşamalarını algoritma biçiminde oluşturma, uygulama prosedürünü yazma, sistem üzerinde uygulama yapılabileceğini onaylama, uygulama sırasında ve sonunda gerekli ölçüm ve analizleri yapma, uygulama hakkında sonuç raporlarını yazma gibi sürece ait tüm işlemlerin yöntemlerini kapsamaktadır.[5]

### **1.3. Gerekçe**

Metallerden üretilen boru, üretim sürecinde çeşitli yağlarla muamele edilmektedir. Bu yağ tabakası su ortamında birbirinden farklı dört ana soruna neden olmaktadır. Bunlar çamurlaşma, kireçlenme, biyolojik etki ve korozyon olarak gözlenmektedir. Mekanik tesisatın yapısal özellikleri ile suyun kimyasal kompozisyonuna bağlı olarak değişen zamana göre, oluşan çamurlaşma katı faz tabakalaşmasına dönüşmektedir.

Mekanik tesisat imalatı aşamasında oluşan kaynak parçaları, demir pas depozitleri, muhtelif inşaat malzemelerinden gelen organik ve inorganik parçacıklar boru –donanımları içerisinde kalmaktadır. Bu safsızlıklar, boru ve donanımları içerisinden taşınarak pompa, ısı değiştiriciler, kazan, VRV, ısı pompası, chiller, fancoil, AHU, konvektör, vana ve benzeri cihazları ve ekleme parçaları içinde tıkanmalara neden olmaktadır .[6]

Ayrıca katı tabakalaşma ve birikintiler, farklı korozyon türlerinin oluşmasına neden olmaktadır. Bu sonuç ısı aktarım hızını azaltmak suretiyle enerji verimliliğine olumsuz etki yapmaktadır. Diğer yandan, sistem ve bileşenlerin faydalı kullanım ömürlerini de kısaltmakta ve amortisman giderlerini de artırmaktadır.

Fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal bağlarla, cihaz, donanım ve boruların cidarlarına tutunan safsızlıkların yalnızca su ile yıkanarak alınması, sökülmesi, temizlenmesi mümkün değildir. Bu yöntemi uygulamadan, ‘Koruma Kimyasal Programı’na başlanması, beklenen koruma etkisini göstermeyeceği gibi suyun özelliği ve safsızlıklara bağlı olarak çamurlaşmayı da hızlandıracaktır.

## 2. Yöntem

### 2.1. Genel hazırlıklar

2.1.1. Su kaynağının kapasitesi

2.1.2. Su kaynağından sistem hacmine göre giriş boru çapı

Sistem hacmi	Min. çap
<2000	25
2000 – 10.000	40
>10.000	50

2.1.3. Regulatör ve kontrol vanaları

2.1.4. Basınç testleri,

2.1.5. Hava ventilleri,

2.1.6. Dearatörler,

2.1.7. Tesisteki ekipmanların by-pass noktaları

2.1.8. Pompalar

2.1.9. Drenaj gider noktaları [9]

### 2.2. Kimyasal ürün niteliği

Kapalı devre temizliği için kullanılması uygun görülen kimyasal ürünler, kaynak parçaları, demir pas depozitleri, muhtelif inşaat malzemelerinden gelen organik ve inorganik parçacıklar alınması, sökülmesi, temizlenmesini sağlayan nitelikte olmalıdır.[10]

Yeni imal edilmiş devrelerde kullanılacak kimyasal ürünün kullanım oranına göre pH etkisi **[nötro]** olmalıdır.

Devrede olan eski tesisatlarda kullanılacak kimyasal ürün pH değeri **[asidik]** 4–6 olmalıdır. Kimyasal ürünün, **Control of Substances Hazardous to Health Regulations [COSHH]**, Tehlikeli Maddelerin Kontrolü Sağlık Yönetmeliği yönünden belgelenmelidir.<sup>[12]</sup>

### **2.3. Flushing öncesi mekanik hazırlıklar**

**2.3.1.** Her bir bağımsız kapalı devre için ilave su hattına su sayacı bağlanmalıdır ve bu kalıcı olmalıdır.

**2.3.2.** Sıcak kazana soğuk su girmemesi için ilave su besli hattı kazandan gidiş kolektörü yönüne bağlanmalıdır.

**2.3.3.** Ani su kayıplarını önlemek ve hemen dolumu gerçekleştirmek için ilave su, basınca duyarlı otomatik dolum sistemi ile sağlanmalıdır.

**2.3.4.** Her bağımsız kapalı devrede **[zone]** gidiş ve dönüş kolektörleri üzerinde, numune alma, kimyasal ekleme amaçlı ¾ inch vana çıkışı, bağlanmalıdır.

**2.3.5.** Havalık ve kollektörlerin boşaltma hat uçları akışın izlenmesine imkan verecek konumda açık olmalıdır.

**2.3.6.** FC, VRV, AHU, Kazan, Eşanjör, Chiller, Soğutma kulesi, Boyler ve Akümülyasyon tankı gibi ısı cihazların kapalı devre tesisatları ile bağlantılarında bypass hatları olmalıdır.

**2.3.7.** Kolon sonu gidiş – dönüş hatları bypass hatları ile tesisata bağlanmalıdır.

**2.3.8.** Dolaşım sağlanamayan hat ve kör nokta oluşmaması için flushing öncesi önlem alınmalıdır ve dolaşım sağlanacak duruma getirilmelidir.

**2.3.9.** Çatı kat yerleşimli mekanik daire tesisatlarında, kolon hattı dip noktalarına hızlı boşaltmayı sağlayacak çatı boşaltma vanaları bağlanmalıdır.

**2.3.10.** Her bağımsız devrede **[zone]** gidiş ve dönüş kolektörleri üzerinde, 2 inch bag filtre bağlantı vanası konulmalıdır.

Sistemde yapılan yıkama uygulaması ile sistem kirliliğinin sirkülasyon suyu üzerine alınması, su boşaltmalarının ‘süzüntü’ şeklinde yavaş değil, boşaltma mantığıyla hızlı yapılmasını gerekli hale getirmektedir. Su boşaltmalarının hızlı yapılması genel olarak iki gerekçe ile açıklanabilir.

- Boşalan sistemin hava ile temasının en aza indirilmesi,
- Sistem suyunun taşımakta olduğu kirliliklerin tekrar çökmeden su ile sistem dışına atılması gerektiği,

Uygulama sürecinde yapılması gerekli olan hızlı boşaltma işlemi, su boşaltmalarının yapılacak mahallerdeki gider alt yapısında işlemin uygulanabilirliği açısından önemli hale getirmektedir. Su boşaltma işleminin yapılacağı mahallerde gider alt yapısının sistem su tonajına göre dizayn edilmesi, hem sistemde yapılacak ilk temizlik uygulamalarının, hem de işletme sürecinde olması muhtemel yüksek su kaçaklarının olumsuz etkileri açısından önemlidir. Drenaj için en az 100mm çatı gider ağızları olmalıdır.

### 3. Statik flushing

Statik flushing, uygulamanın ilk adımıdır. Hazırlanmış ve su teknolojileri uzmanı tarafından onayı alındıktan sonra, sisteme çalışma basıncını aşmayacak kadar su ilavesi yapılır. Sistemin geometrisine göre bekleme süresi tayin edilerek süre sonunda en alt noktalardan boşaltılır. Bu işlemin kaç kez tekrarlanacağı uygulama sırasında uzmanın yapacağı ölçüm sonuçlarına göre vereceği kararla belirlenir. Uygulama, ekte verilen genel algoritma EK 1, **[EK1-STA.FLUSH]** doğrultusunda gerçekleştirilir.<sup>[14]</sup>

### 4. Dinamik flushing

Dinamik flushing uygulamanın ikinci aşamasıdır. Sistemin çalışma basıncına kadar devreye su alınır. Su hızlarının, aşağıdaki tablo 1 de öneri olarak verilen boru çaplarına uygun olduğu proje bilgilerinden karşılaştırılır.<sup>[15]</sup> Hız aralığının uygunluğu çaplara göre önerilen Reynold sayısı kullanılarak belirlenir.<sup>[16]</sup>

$$\rho = \text{yoğunluk (kg/m}^3\text{)}$$

$$u = \text{boru içinden akış hızı}$$

$$(m/s) \mu = \text{dinamik viskozite (Ns/m}^2\text{)}$$

$$d_h = \text{hidrolik çap}$$

$$(m) Re = \rho u d_h / \mu$$

Tablo -1 Boru çaplarına göre önerilen en düşük yıkama hızları

Boru mm	Çapı	Yıkama Hızı m/s	Yıkama debisi l/s	Reynolds Sayısı
15		0,96	0,20	6.300
20		1,00	0,37	8.800
25		1,03	0,60	11.300
32		1,06	1,08	14.900
40		1,08	1,49	19.000
50		1,11	2,47	24.400
65		1,15	4,29	32.800
80		1,17	6,01	41.100
100		1,21	10,5	53.100
125		1,24	16,4	68.000
150		1,26	23,8	83.000
200		1,31	43,9	115.000
250		1,35	71,9	148.100
300		1,37	103,2	180.400

Dinamik flushing uygulama genel algoritması EK 2, **[EK2-DYN.FLUSH]** olarak verilmiştir. Düzenlenen algoritma ile süreç için bir prosedür hazırlanır<sup>[17.]</sup> Çapı 100 mm üzerindeki borularda Re sayısı veya hız üzerinden işlem yapmak zorlaşabilir bu durumda büyük çaplı borular için önerilen uygulamayı yapmak gerekir. Bunlar, boruların içine fittings ve cihaz bağlantı noktalarından erişerek fiziksel olarak biriken kirlilikleri almak, en yakın pislik tutucuları dinamik flushing sürecinde daha sık temizlemek, bu düşük hız hatlarında kirlilikleri askıda tutabilmek amacıyla sadece kimyasal dispersantlar **[flushing kimyasalı değil]** kullanmak gibi uygulamalarla dinamik flushing süreci gerçekleştirilir<sup>[18.]</sup>

## 5. Kimyasal flushing

Fiziksel, Kimyasal ve Fizikokimyasal bağlarla cihaz, donanım ve boru cidarlarına tutunan safsızlıkların, sökülmesi, temizlenmesi kimyasal flushing yöntemiyle gerçekleşir. Sistemde yağ ve yüzeydeki oksitleri alma işlemleri, kimyasal flushing kimyasalı MSDS belgesinde belirtilen bilgiler ve su teknoloji uzmanının görüşleri doğrultusunda oluşan kararlar gerçekleştirilmiş olur<sup>[20.]</sup>

Biyolojik **[biocid ile]** yıkama ise suda yapılan biyolojik aktivasyon ölçümleri neticesine göre uygulama dozajı belirlenerek uygulama yapılır. Burada uygulamanın süresi biyolojik etkinliğin varlığı ile doğru orantılıdır.

Safsızlıkların büyük oranı kimyasal ve fizikokimyasal bağlarla cidarlarda tutunmaktadır, bu nedenle cihaz, donanım ve borulara zarar vermeyen fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip kimyasal ürünlerin desteği ile **[kimyasal Flushing]** uygulanmalıdır.

Kimyasal ürün etki katsayısı ve ilave sudaki oksijenin korozyon etkisi değerlendirilerek, flushing işlemi belirlenen süre içerisinde gerçekleştirilmelidir. Flushing işlemi sonrasında, boru, donanım ve cihazların cidarları temizlenmiş **[ıslah]** olduğundan alınan ilave su içerisindeki oksijen korozyon etkisi en üst seviyede olacaktır. Bu nedenle, durulama sonrasında kimyasal koruma programı hemen başlatılmalıdır. Tüm flushing prosesleri **[statik-dinamik-kimyasal]** uygulanmadan, **Koruma Kimyasalı Programı** na başlanması, beklenen koruma etkisini göstermeyeceği gibi suyun özelliği ve safsızlıklara bağlı olarak korozyon ve çamurlaşmayı hızlandıracaktır.

## 6. Uygulama

**6.1.** İlave su hatlarındaki su sayaçları ile su kapasitesi belirlenmelidir. Tesisatın havası alınarak ve tam sirkülasyonun olduğu tespit edilmelidir. İşletme tarafından tüm pompaların elektrik bağlantılarının yapılmış ve çalışır olması sağlanmalıdır.

**6.2.** Kimyasal ilavesi yapılmadan önce tesisattaki suyun ve ilave suyun analizleri, tesisatın metal bileşenleri göz önüne alınarak **[Al, Cu gibi]** yapılmalıdır. Sistemin tonajına

bağlı olarak temizlik işlemini sağlayabilecek kullanım oranına göre temizleme kimyasalı verilmelidir.

**6.3.** Sisteme, su tonajına göre uygun yıkama kimyasalı ilavesiyle sistemde en az 48 saat süre ile işletme koşullarında sirkülasyon sağlanmalıdır.

**6.4.** Kimyasalı karışım yeterli sirkülasyon süresi sonunda tamamen boşaltılmalı ve boşaltma sırasında sistemde vakum etkisinin olmaması için üst noktadan hava girişi sağlanmalıdır. Devre tamamen boşaldıktan sonra, cihaz girişleri ve sirkülasyon pompalarının öncesinde bulunan bütün pislik tutucu temizlikleri işletme tarafından yapılmalıdır.

**6.5.** Birinci durulama suyu 24 saat süre ile sirkülasyona tabii tutulmalı ve boşaltılmalıdır. İkinci durulama suyu sisteme alınmalı ve 24 saat süre ile sirkülasyona tabii tutulmalıdır. Tüm süreç takibi sırasında devre suyundan numuneler alınarak kimyasal analizleri yapılmalı, sonuç ve önerileri içeren uygulama raporu müşteri firma sorumlusuna teslim edilmelidir.

**6.6.** Devrenin durulaması tam olmamış ise durulama işlemi tekrar edilmeli ya da Su şartlandırma firmasının raporları doğrultusunda işletme tarafından besle-boşalt yöntemi uygulanmalıdır.

**6.7.** Devrenin durulandığı hakkında su teknoloji uzmanının onay raporundan en geç iki güne kadar, kimyasal koruma programı ilgili müşteri firma tarafından onaylanarak başlatılmalıdır.

**6.8.** En son durulama sonrası alınacak ilave suyun özelliği [*sertlik, alkalinite, pH, .*]vb uygulanacak kimyasal koruma programına [*kimyasalın cinsine*]bağlı olarak belirlenmelidir.

## **7. Uygulama süreçlerinde Takip – ölçme – değerlendirme**

**7.1.** Yapılacak ölçüm ve testler için alınacak numunelerin temsil sayısı ve alım noktaları su teknolojileri uzmanı tarafından belirlenecektir.

**7.2.** Uygulama Sürecinde devredeki su fiziksel ve kimyasal ölçütlerin tanımı, ne amaçla ölçüldüğü ve nasıl değerlendirileceği tablo 4 de verilmiştir.

**7.3.** Ölçülen demir oranı, su içerisinde serbest halde dolaşan toplam demir miktarıdır.

**7.4.** Ölçülen serbest haldeki demir miktarı; ilave sudan gelen, cidarlarda oluşan korozyon ve tesisatta kalan demir toz atıklarını içerir.

**7.5.** Cihaz donanım ve borularda birikintilerle birlikte cidarlara tutunmuş olan demir pas parçacıkları ile imalat çapaklarından oluşan Demir miktarlarını içermez.

**7.6.** Ölçülen pH, iletkenlik, alkalinite ve sertlik gibi değerleri ilave su değerleridir.

**7.7. Yıkama Kimyasalı devreye verildikten sonra yapılan ölçümler**

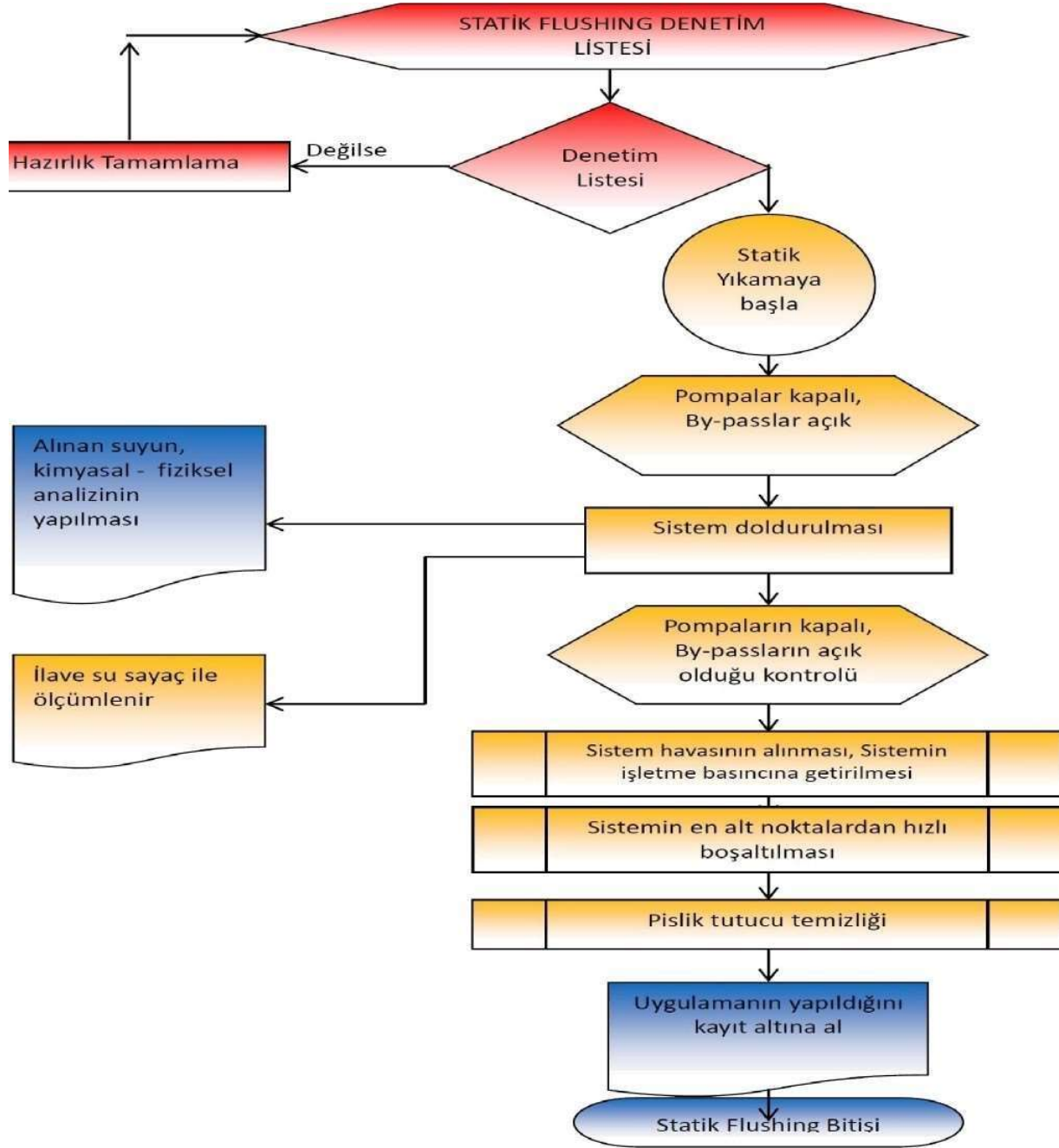
**7.7.1.** pH seviyesi, su kalitesi ve kullanılan kimyasal özelliğine göre değişmektedir. Yeterli süre sirkülasyonla, cidarlardan sökülen ve alınan demir miktarları su içerisinde serbest hale geldiğinden demir miktarı artar ve yüksek oranda ölçülür. Durulama işlemleri ardışık ve geciktirilmeden yapılarak, temizlenmiş yüzeylerde durulama suyunun korozif etkisi önlenir.

**7.7.2.** İlk yıkama suyu boşaltıldıktan sonra filtrelerin temizliği, durulama tekrar sayısını azaltır. Yapılan ardışık durulama işlemlerinde su ölçümlerinde, demir oranının azalması beklenir. İlk durulama sonrası demir oranında azalma yetersiz ise durulama işlemi yeniden su alınarak tekrarlanır.

**7.7.3.** Durulama işlemi sonrası sistem içerisinde bulunan suyun pH seviyesi ilave suyun pH seviyesi arasında 0.3 birim fark olana kadar devam edilir.

**7.7.4.** Hedeflenen toplam demir oranı en fazla 5 ppm'dir. Fakat ilave su ve devre malzeme yapısına bağlı olarak bu değer 3-4 ppm oranından aşağıya düşmeyebilir. Bu durumda, Ardışık durulama sonrası ölçümlerin [ $\Sigma Fe_{son} - \Sigma Fe_{önceki} \approx 0$ ] işlem sonucunu en az 2 kez sağlayana kadar durulama tekrarlanır. Bu koşul sağlandığında referans  $\Sigma Fe_{ref}$  değeri belirlenmiş olur.





DI NAMIK FLUSHING DENETİM GEREKLİĞİ ALGORİTMASI

